

SvB



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

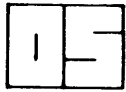
Benedikt Steingrímsson
Ásgrímur Guðmundsson
Guðrún Sverrisdóttir
Hilmar Sigvaldason
Ómar Sigurðsson
Einar Gunnlaugsson

NESJAVELLIR, HOLA NJ-13

Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar

OS-86027/JHD-07
Reykjavík, apríl 1986

Unnið fyrir
Hitaveitu Reykjavíkur



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Benedikt Steingrímsson
Ásgrímur Guðmundsson
Guðrún Sverrisdóttir
Hilmar Sigvaldason
Ómar Sigurðsson
Einar Gunnlaugsson**

NESJAVELLIR, HOLA NJ-13

Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar

OS-86027/JHD-07
Reykjavík, apríl 1986

**Unnið fyrir
Hitaveitu Reykjavíkur**



Dags.
1986.06.09
Dags.

Tilv. vor
BS/þþ
Tilv. yðar

...
Hr. Árni Gunnarsson
Yfirverkfræðingur
Hitaveita Reykjavíkur
...
Grensásvegur 1
108 REYKJAVÍK

VARÐAR: RANNSÓKNIR Á HOLU NJ-13 Á NESJAVÖLLUM

Hér með afhendum við Hitaveitunni lokaskýrslu um rannsóknir á holu NJ-13 á Nesjavöllum. Jarðhitadeild hefur þegar sent HR fjórar áfangaskýrslur um framgang verksins, en til hægðarauka eru þær einnig birtar hér sem viðaukar.

Lokaskýrslan er samantekt á niðurstöðum rannsókna á NJ-13. Hún tekur til rannsókna meðan á borun stóð, í upphitun eftir borun og blástursprófana fram til 1. apríl 1986. Skýrslan er unnin samkvæmt verksamningi nr 611113-1986 milli HR og JHD dagsettum 26. mars 1986.

Virðingarfyllt

Benedikt Steingrímsson

ÁGRIP

Jötunn boraði holu NJ-13 á tímabilinu 17. júlí - 23. ágúst 1985. Hún er staðsett í 288 m y.s. fremst á stallinum sunnan Nesjavalladals. Í skýrslunni er fjallað um rannsóknir sem gerðar voru á holunni í borun, upphitun eftir borun og í blæstri fram til 1. apríl 1986. Áfangaskýrslur sem komið hafa út um verkið eru birtar í viðaukum við skýrsluna.

Hola NJ-13 var boruð í 1609 m dýpi á 37 verkdögum, en vinnslufóðring er steipt í rúmlega 800 m dýpi. Í jarðlagastaflanum er móberg ráðandi niður á 500 m dýpi. Þar fyrir neðan taka við hraunlaga- og móbergsmyndanir. Líkt og í öðrum holum á Nesjavöllum er nokkuð um innskota-berg neðan 700 m dýpis og eru flestar vatnsæðar í vinnsluhluta NJ-13 tengdar innskotum. Ísúru innskotin sjást greinilega í gammamælingunni. Vatnsinnihald bergsins reiknast hátt eða um 20%. Rafviðnám bergsins virðist ráðast að miklu leyti af ummyndun líkt og í öðrum Nesjavallaholum. Fer það hækkandi neðan 800 m dýpis þegar háhita-ummyndun fer að verða áberandi og innskotum fjölgar.

Í efri hluta NJ-13 er hiti lægri en í nærliggjandi holum. Virðist hann vera nærri 100°C á 300 m dýpi og eru helstu ummyndunarsteindir þar lághitazeólítar. Hiti hækkar nær línulega niður á 900 metra, og er áætlaður þar um 280°C. Í ummyndun sést kvars fyrst í 450 m, blandlagaleir í 750 m, en epidót á 920 m dýpi. Neðan 900 metra fylgir hiti suðumarki og er kominn í 320°C á 1600 m dýpi.

Alls fundust 17 vatnsæðar í NJ-13 og eru 10 þeirra í vinnsluhlutanum. Helsta vinnsluæðin er á 1363 m dýpi, en a.m.k. þrjár aðrar umtalsverðar æðar eru í vinnsluhluta holunnar. Samkvæmt þrepaðælingu er lekt holunnar mikil eða $kh/\mu = 6,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$. Skoltap mældist við æðar efst í holunni, en á dýptarbilinu 300-800 metrar var lítið sem ekkert skoltap. Virtust jafnvel æðar á þessu dýpi vera með yfirþrýstingi, líkt og komið hefur fram í öðrum holum uppi á stallinum. Vinnslukerfið neðan 800 m dýpis er síðan undirþrýst og mældist þrýstingur um $102 \text{ kg}/\text{sm}^2$ á 1400 m dýpi.

Hola NJ-13 gefur vökva með varmainnihaldi um 2500 kJ/kg. Hún líkist því nágrönnum sínum NG-6 og NG-9. Hún er þó enn aflmeiri en þær eða álíka aflmikil og NJ-11. Massastreymi er um 36 kg/s við 18,5 bar mótþrýsting. Samsvarar þetta magn um 90 MW í hrávarma, en um 15 MW í rafafli. Lokunarþrýstingur er um eða yfir 85 bar.

Efnasamsetning vökvans í NJ-13 bendir til innstreymishita um 280-290°C sem er heldur lægra en áætlaður hiti á helstu vatnsæðum. Telja verður

þó að efnasamsetning sé í jafnvægi við ríkjandi hitastig í jarðhita-kerfinu. Styrkur gass í gufu við 7 bar-a er 0,3-0,4% af þunga og eru kolsýra og brennisteinsvetni um 90% þess. Styrkur brennisteinsvetnis er hærri í NJ-13 en öðrum holum á svæðinu eða um 35% af heildargasstyrk.

Vinnslueiginleikar NJ-13 eru mjög góðir. Holan er aflmikil og í rekstri ættu kalkútfellingar ekki að setjast í holuna. Kísilútfellingar ættu ekki heldur að myndast í henni, ef vinnsluþrýstingur verður haldið yfir 13.5 bar-a. Vegna þess hve lokunarþrýstingur er hár er ekki ráðlegt að láta holuna standa lokaða um lengri tíma. Hún verður því að blása stöðugt hvort sem hún er nýtt eður ei.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	4
TÖFLUSKRÁ	5
MYNDASKRÁ	6
1 INNGANGUR	7
2 STAÐSETNING	8
3 BORSAGA	9
4 JARÐLÖG	12
4.1 Jarðlagalýsing	22
4.2 Innskot	26
4.3 Jarðlagamælingar	27
5 UMMYNDUN	33
5.1 Greiningaraðferðir	33
5.2 Dreifing ummyndunarsteinda	33
6 EÐLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS	37
6.1 Staðsetning vatnsæða	37
6.2 Vatnsleiðni	40
6.3 Þrýstingur á vatnsæðum	30
6.4 Berghiti	48
7 AFL	50
8 EFNASAMSETNING BORHOLUVÖKVA	54
8.1 Efnasamsetning heildarrennslis	54
8.2 Mat á hitastigi	54
8.3 Vinnsluhæfni jarðhitavökvans	56
9 HELSTU VINNSLUEIGINLEIKAR	60
HEIMILDASKRÁ	61

	Bls.
VIÐAUKI V-1 Jarðlagasnið og mælingar	63
VIÐAUKI V-2 Nesjavellir HOLA NJ-13, 1. áfangi Borun fyrir 13 3/8" fóðringu frá 62-282 m dýpi og steyping hennar	75
VIÐAUKI V-3 Nesjavellir HOLA NJ-13, 2. áfangi. Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu frá 2827 m í 820 m	87
VIÐAUKI V-4 NEJSAVELLIR HOLA NJ-13, 3. ÁFANGI Borun vinnsluhluta frá 820 - 1609 m	115
VIÐAUKI V-5 NESJAVELLIR HOLA NJ-13. 4. ÁFANGI Upphitun, upphleyping og blástur	129
 TÖFLUSKRÁ	
1 Jarðlagamyndanir	12
2 Þunnsneiðar úr NJ-13	26
3 Yfirlit um tíðni innskota	27
4 Mælingar í holu NJ-13	31
5 Þrepaðæling	43
6 Berghiti og þrýstingur á vatnsæðum	47
7 Afmælingar	52
8 Helstu einkenni jarðhitavökva úr holu NJ-13	57

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Staðsetning borhola á Nesjavöllum	8
2 Framvinda borunar holu NJ-13	10
3 Frágangur holu NJ-13	11
4 Jarðlagasnið og mælingar	13
5 Tíðnidreifing viðnáms, poruhluta og víddarleiðréttis gamma	29
6 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar	32
7 Dreifing ummyndunarsteinda og ummyndunarbelti	34
8 Staðsetning vatnsæða	39
9 Þrepaðaling (hiti, þrýstingur og dæling)	41
10 Þrepaðaling. Mæli- og reikniferill	41
11 Samband heildarrennslis og varmainnihalds	42
12 Áætlaður þrýstingur á vatnsæðum	48
13 Áætlaður berghiti	49
14 Aflsaga NJ-13	50
15 Aflferlar hola með varmainnihald yfir 2300-2600 kJ/kg ...	51
16 Samanburður á hitastigi reiknuðu út frá efnasamsetningu .	55
17 Breytingar með tíma á hitastigui reiknuðu út frá efnasamsetningu	58
18 Jafnvægi kalsíts og útfellingahætta þess	58
19 Jafnvægi kvars og ópals og útfellingahætta kísils	59

1 INNGANGUR

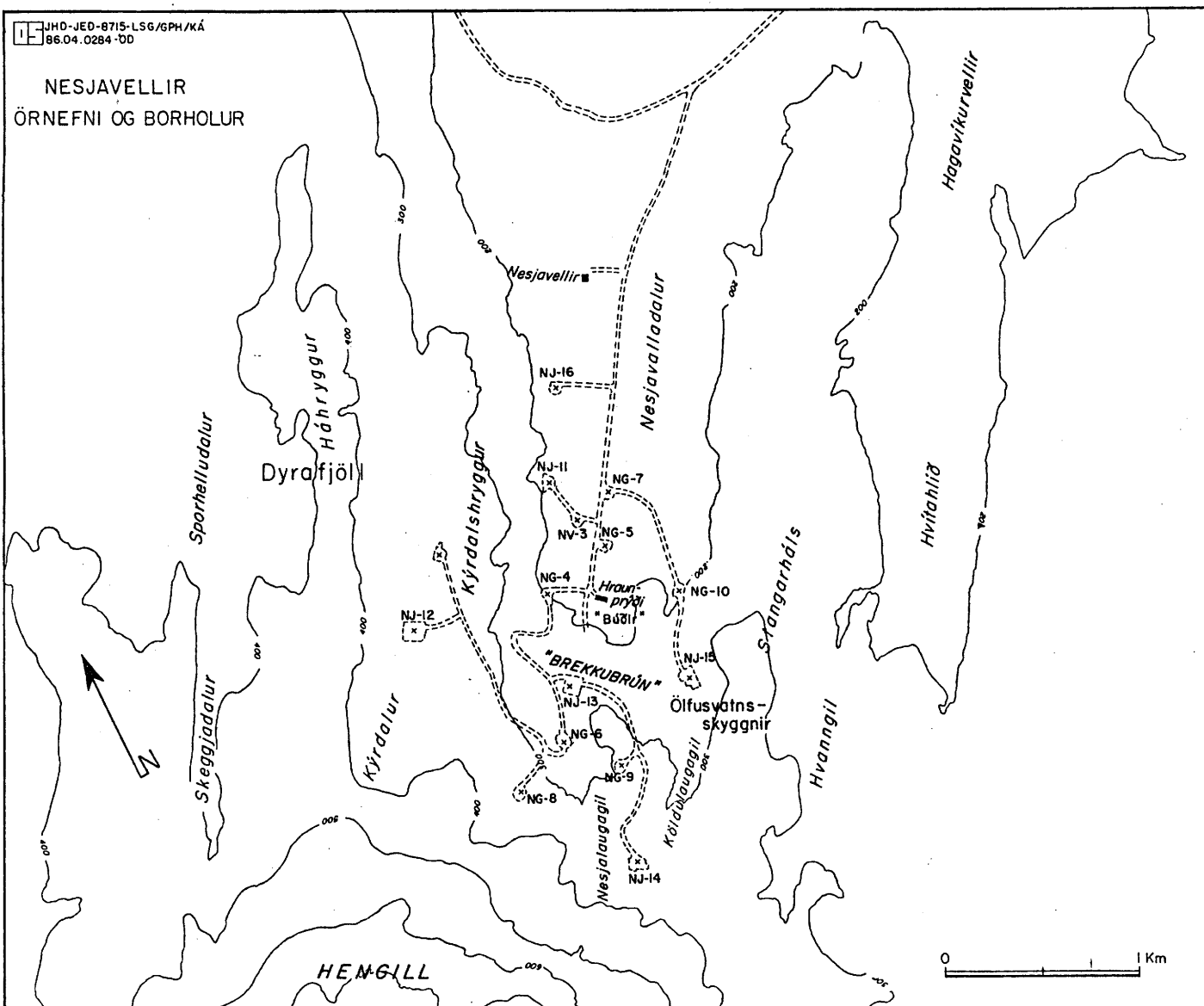
NJ-13 var þriðja holan sem Jötunn boraði á Nesjavöllum sumarið 1985. Hún er staðsett á stallinum sunnan Nesjavalladals, rétt vestan við Nesjalaugagil. Jötunn boraði holuna á 38 verkdögum og lauk verkinu 23. ágúst. Mánuði síðar var NJ-13 hleypt í blástur og hefur hún blásið síðan.

Frumgögn um borunina og rannsóknir á holunni eru geymd hjá Jarðborunum, Jarðhitadeild OS og Hitaveitu Reykjavíkur eftir því hver þau eru. Jarðboranir hafa í vörslu sinni borskýrslur og fóðringarskýrslur og eru þær fyrrnefndu að finna innbundnar í árbækur merktar Jötni, en fóðringarskýrslur Jötuns eru geymdar í sérstökum möppum. Hjá JHD eru svarfsýni og borholumælingar geymdar. Svarfsýnin er að finna í sérstakri svarfgeymslu. Þau eru í dósum merktum holunni og því dýpi sem sýnið er frá. Úrvinnslugögn jarðfræðilegs eðlis má finna á tveimur stöðum. Lýsingar á svarfsýnum og þunnsneiðum er að finna í sérstakri möppu merktri holunni og er mappan í vörslu borholujarðfræðideildar. Þunnsneiðar og röntgengreiningar eru hins vegar geymdar sér, með gögnum úr öðrum borholum. Á borholumælingadeild má finna frumgögn um mælingar á tvennan hátt: Í möppum og gagnagrunni tölvu. Gögn um mælingar í borun er að finna í möppum merktum holunni. Niðurstöður mælinga eftir borun (Ameradamælingar) er einnig að finna í möppum ásamt áþekktum mælingum í öðrum holum á landinu, flokkuðum eftir mældagssetningum og értali. Til skamms tíma hefur þetta verið eini máttinn á JHD til geymslu þessara gagna. Síðastliðið ár hefur hins vegar verið unnið að því á JHD að koma upp gagnagrunni á tölvu Orkustofnunar fyrir borholumælingar og eru nú allar upplýsingar um borholur á Nesjavöllum aðgengilegar í þessum gagnagrunni, bæði skrár yfir þær mælingar sem til eru og niðurstöður hverrar mælingar. Gögn um blástur Nesjavallahola eru í vörslu HR. Fyrirferðamest af þessum gögnum eru mælingar á afli hola og toppþrýstingi og geymir HR gögnin annars vegar í töflum í mælimöppum og hins vegar á disklingum fyrir IBM-einkatölvu. Í mælimöppunum er einnig að finna upplýsingar um rekstur og daglegt viðhald borholanna. Auk þessa varðveitir HR efnasýni sem tekin eru og efnagreiningar.

Í fyrirbyggjandi skýrslu er greint frá rannsóknum á holu NJ-13 í borun og blæstri fram til fyrsta apríl 1986. Bráðabirgðaskýrslur sem komið hafa út um verkið eru hins vegar birtar í viðaukum aftan við skýrsluna. Jarðhitadeild Orkustofnunar og Hitaveita Reykjavíkur hafa staðið í sameiningu að skýrslugerðinni og er Einar Gunnlaugsson starfsmaður HR, en aðrir höfundar starfsmenn JHD. Auk þeirra hafa ýmsir aðilar unnið að rannsóknunum og má þar nefna: Má Gunnarsson og Jóhann Kristjánsson frá HR, Guðmund Ómar Friðleifsson, Hjalta Franzson, Benný Baldursdóttur, Guðlaug Hermannsson, Gyðríði Jónsdóttur, Helgu Túliníus, Guðjón Guðmundsson, Jósep Hólmjárn og Guðna Guðmundsson frá JHD og Sigurð Benediktsson og áhöfn Jötuns frá Jarðborunum.

2 STAÐSETNING

Hola NJ-13 er staðsett fremst á stallinum sunnan Nesjavalladals, skammt vestan Nesjlaugagils (mynd 1). Holutoppurinn er í tæplega 288 metra hæð yfir sjávarmáli. NJ-13 er skammt frá holum NG-6 og NG-9 og var tilgangur þessarar staðsetningar að kanna eiginleika jarðhita-kerfisins á 1-2 km dýpi, en vegna mikils skoltaps í borun varð að hætta borun hola 6 og 9 á 1144 og 1050 m dýpi.



MYND 1 Staðsetning borhola

3 BORSAGA

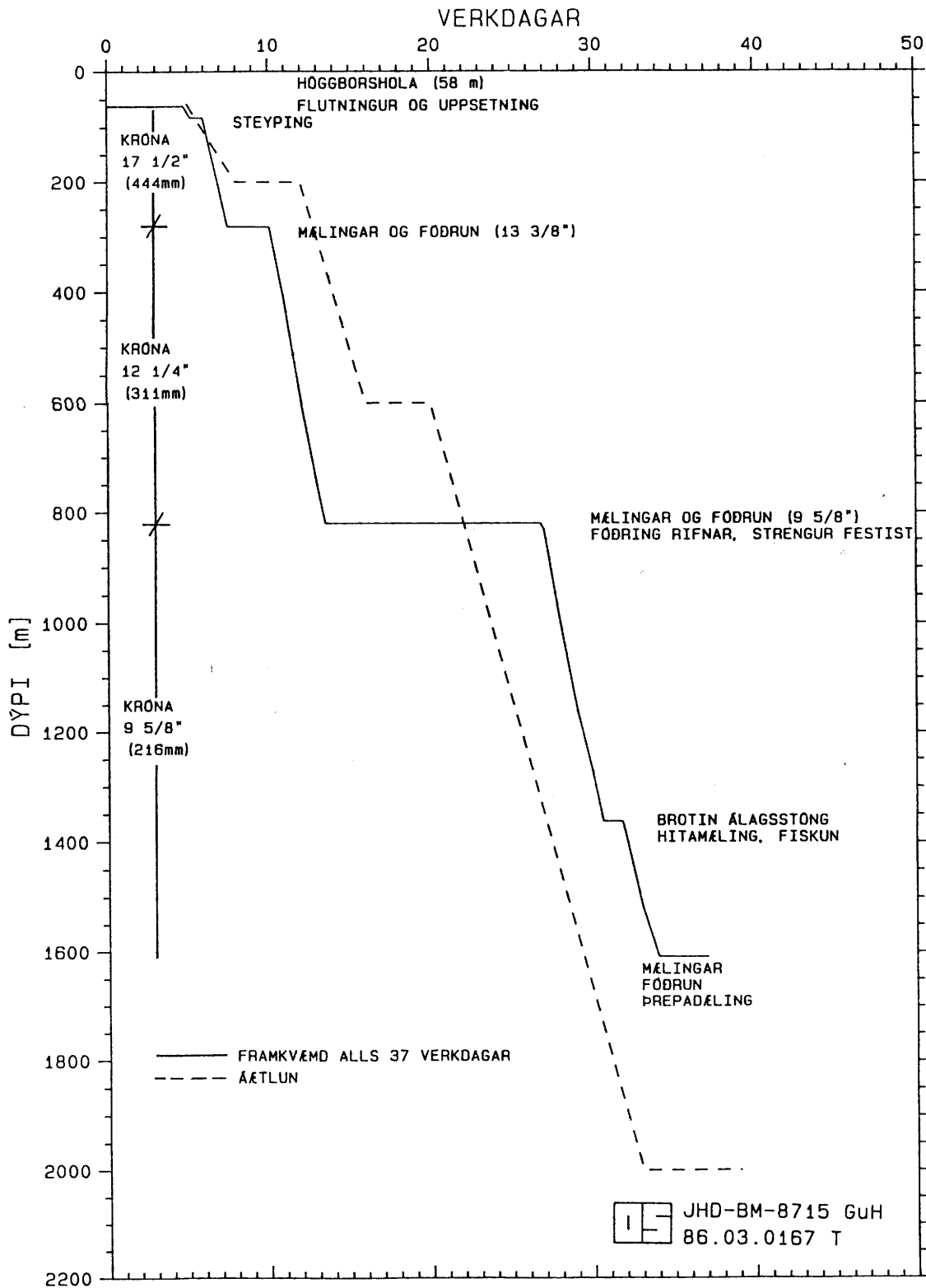
Hola NJ-13 var boruð á tímabilinu 17. júlí til 23. ágúst 1985 og tók borunin 37 verkdaga. Á mynd 2 er sýnd framvinda borunarinnar, en hönnun holunnar sést á mynd 3. Frá borun holu NJ-13 hefur verið greint ítarlega í þrem áfangaskýrslum (viðaukar V-2 til V-4). Hér verður því aðeins stiklað á helstu atriðum borsögunnar.

Flutningur Jötuns á holu NJ-13 hófst 17. júlí og að kvöldi 21. júlí byrjaði borun. Fyrir öryggisfóðringu var borað í 282 m dýpi. Steypa þurfti í leka á 67 m dýpi, en að öðru leyti gekk borun viðstöðulaust. Um 4 metra botnfall var í holunni og nær öryggisfóðringin í tæplega 278 m dýpi. Fóðringin steyptist upp og seig steypan um 7 metra áður en hún stirðnaði.

Fyrir vinnslufóðringu var borað viðstöðulaust í 820 m dýpi, og síðan fóðrað og steypt. Í miðri eftirdælingu féll þrýstingur skyndilega úr 37 bar í núll, og stuttu síðar fór að flæða vatn upp úr fóðringunni. Í ljós kom síðar að annað fóðurrör ofan stungustykkis hafði kíknað undan þrýstingnum og það sem verra var, rörið klemmdi að borstöngunum og hélt þeim föstum. Það skal tekið fram að fóðurrörið á að standast þann þrýsting sem á það var lagt og virðist því um gallað rör hafa verið að ræða. Næstu daga var unnið við að ná upp borstöngum. Skrúfað var í sundur á næstu samskeytum ofan festu og síðan borað utan yfir þær borstengur sem eftir urðu niðri í holunni. Gekk borunin hægt enda skarkað í járni allan tímann. Tók samtals níu verkdaga að hreinsa allt járnaruslið úr holunni. Lokið var síðan við að steypa fóðringuna. Illa gekk að staðsetja steypuborð utan fóðringar og voru skotin göt á rörin á 261, 242 og 190 m dýpi áður en hægt var að steypa fóðringuna upp í topp.

Borun vinnsluhluta NJ-13 gekk áfallalítið. Á 1220-1236 m dýpi varð vart við hrun í holunni. Auðvelt reyndist hins vegar að mylja hrúnið. Á 1363 m dýpi brotnaði álagsstöng og tók tæplega tvo sólarhringa að fiska brotið og hefja borun að nýju. Um það leyti sem borstrengurinn brotnaði varð algjört skoltap í holunni (>50 l/s). Borað var áfram í nær algjöru skoltapi í 1609 m dýpi og borun hætt þar. Ekki tókst að komast jafndjúpt og að var stefnt með þessa holu, en hins vegar náðist að komast mun dýpra en í holum 6 og 9. Bætir hola NJ-13 því nokkru við þá mynd sem menn höfðu af jarðhitakerfinu í syðri hluta borsvæðisins.

NESJAVELLIR HOLA NJ-13 BORUN JÖTUNS 1985.07.17-08.23



MYND 2 Framvinda borunar



JHD-BM-8715. GuH
86.06. 0543. SyJ.

NESJAVELLIR HOLA NJ-13
Frágangur holu

*

Staðsetning Hnit $x=659410.80$, $y=403677.30$ Hæð yfir sjó **287.80m**

Fjarlægðir Drifborð - kjallarabrún **6.80m**, kjallarabrún - kragi **0,35**

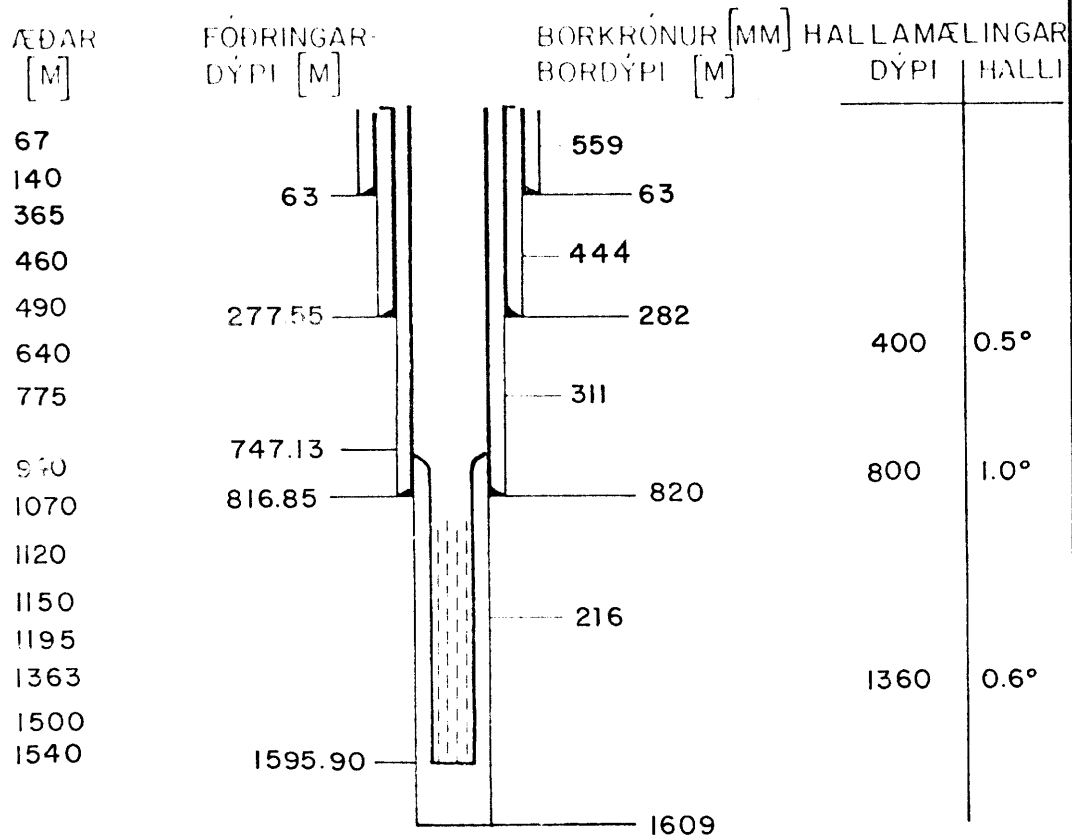
Hoggberstóðring Utanmál **18⁵/₈"**, veggþykkt **8mm**

Öryggisfóðring **API 13³/₈" 68 lbs/ft, K-55, skrúf. buttr.**

Vinnslufóðring **API 9⁵/₈", 40 lbs/ft, K-55, skrúf. buttr.**

Leiðari **API 7" innanmál 159.4 mm, J-55, skrúf. buttr.**
Hengistykki í **747.13m**. Rör öll raufuð

* Hnitakerfi aðlagð landskerfi



Dýptartölur miðaðar við drifborð Jötuns

MYND 3 Frágangur holu

4 JARÐLÖG

Á mynd 4 (9 blöð) er sýnt jarðlagasnið, þykkt innskota, vatnsæðar, borhraði, víddarmæling og jarðlagamælingar (gammamæling, póruhlutamæling og viðnámsmælingar). Til að auðvelða samanburð við nærliggjandi holur er sýnt á mynd 6 einfaldað jarðlagasnið, þar sem leitast var við að draga jarðlögin saman í einsleitar myndanir. Einnig er þar sýnd tíðni innskota fyrir hvert 50 m dýptarbil, 50 m meðaltalsgildi fyrir jarðlagamælingarnar og beltaskipting ummyndunar. Í töflu 1 eru dregin saman megineinkenni þeirra jarðlagamyndanna, sem holan sker.

TAFLA 1 JARÐLAGAMYNDANIR VIÐ HOLU NJ-13

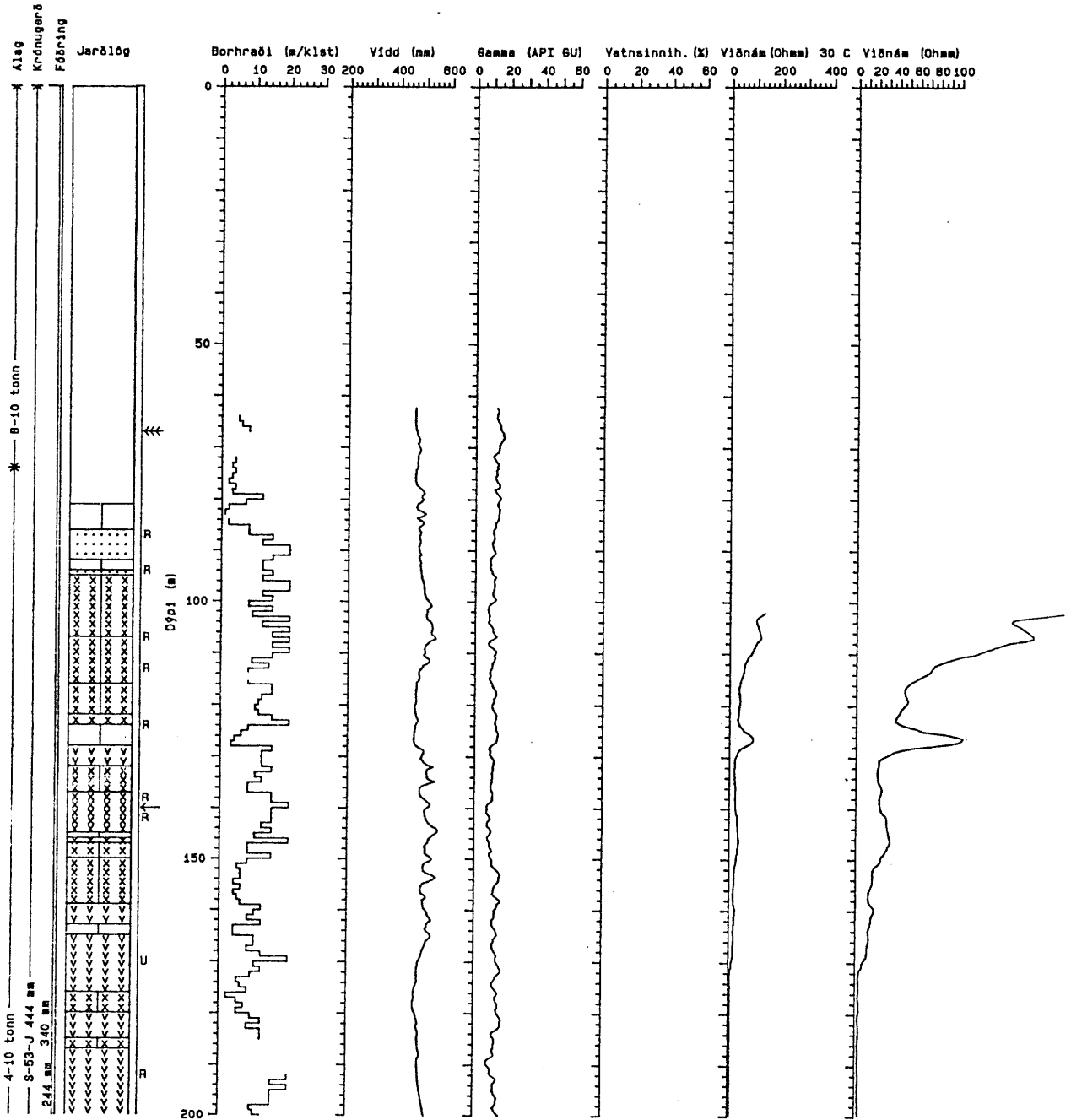
Myndun og dýpi		Samsetning eða einkenni
MÓBERGSMYNDUN	?-94 m.	Plagíóklasdílótt ólivínþóleiít
MÓBERGSMYNDUN	94-159 m.	Ólivínþóleiít
*MÓBERGSMYNDUN	159-303 m.	Þóleiít
HRAUNLAGAMYNDUN	303-414 m.	Óviss samsetning
MÓBERGSMYNDUN	414-503 m.	Stakdílótt og óviss samsetning
HRAUNLAGAMYNDUN	503-621 m.	Plagíóklasdílótt ólivínþóleiít
HRAUNLAGAMYNDUN	621-692 m.	Plagíóklasdílótt
HRAUNLAGAMYNDUN	692-723 m.	Þóleiít
HRAUNLAGAMYNDUN	723-753 m.	Ólivínþóleiít
HRAUNLAGAMYNDUN	753-861 m.	Þóleiít
MÓBERGSMYNDUN	861-944 m.	Neðri hlutinn plagíóklasdílóttur
HRAUNLAGAMYNDUN	944-1141 m.	Ólivínþóleiít
MÓBERGSMYNDUN	1141-1235 m.	Óviss samsetning
HRAUNLAGAMYNDUN	1235-? m.	Óviss samsetning

* Hugsanlega má skipta mynduninni í þrennt eins og kemur síðar fram í lýsingu.

Að jafnaði er þess getið í jarðlagalýsingu af hvaða dýpi þunnsneiðar voru gerðar, en því til frekari áréttingar er skrá yfir þær birt í töflu 2, bls. 26.

JHD-BH/BJ-8715 AG.6Sv.HS
86.03.0209 T

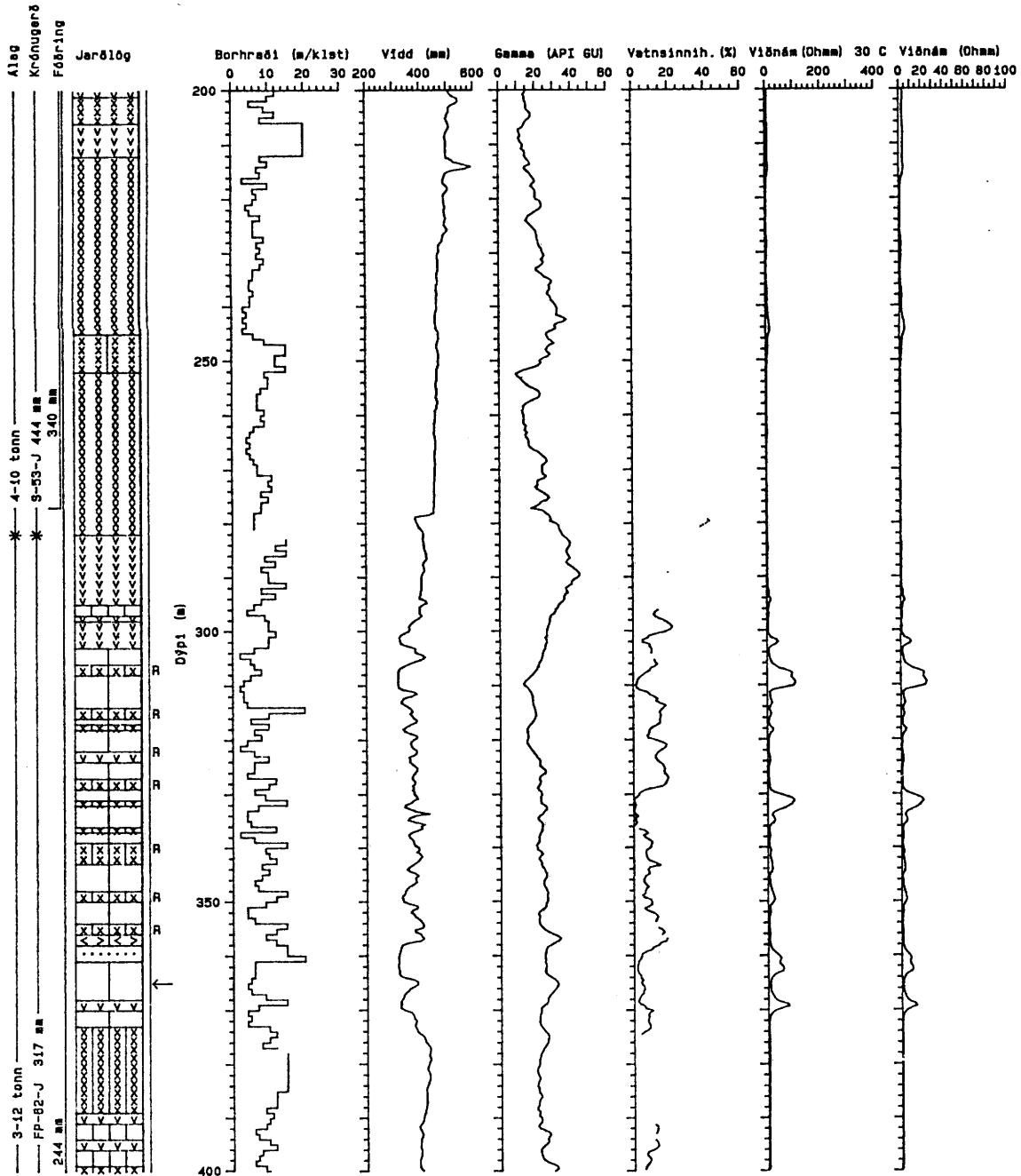
NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar

JHD-BM/BJ-8715 ÁG.GSV.HS
88.03.0209 T

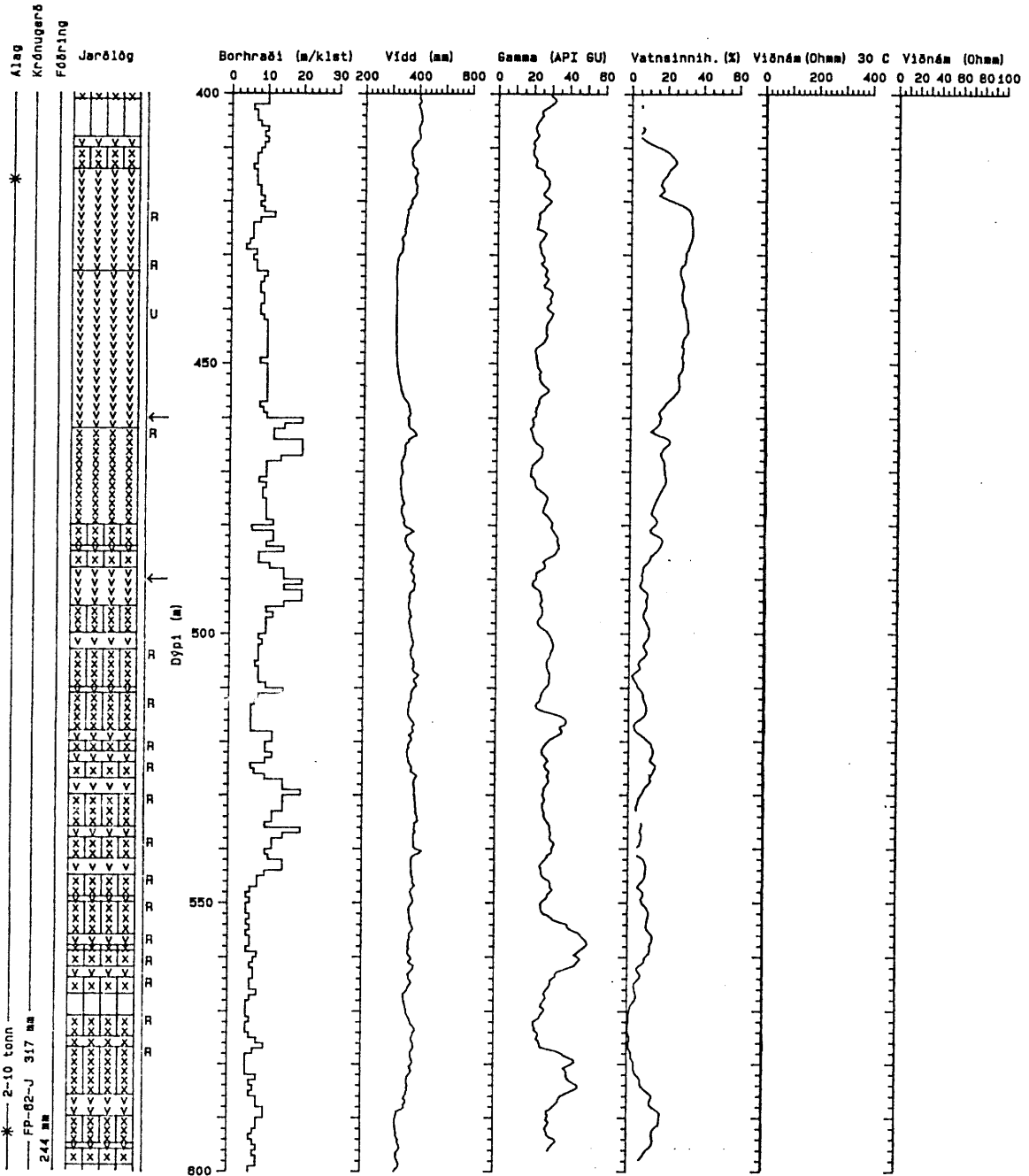
NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Frh.

JHD-BM/BJ-8715 A6.6SV.HS
88.03.0209 T

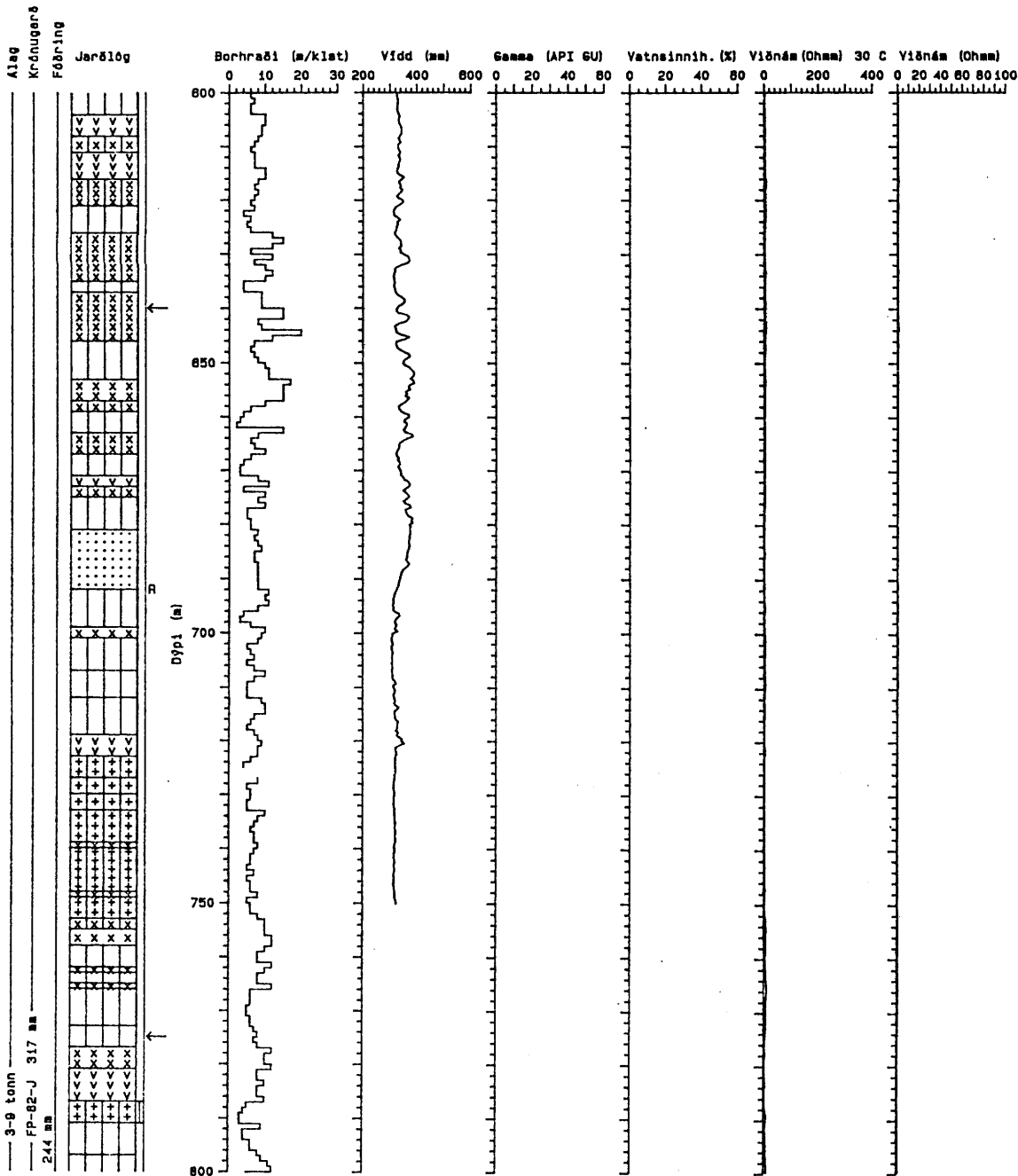
NESJAVELLIR NJ-13 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Frh.

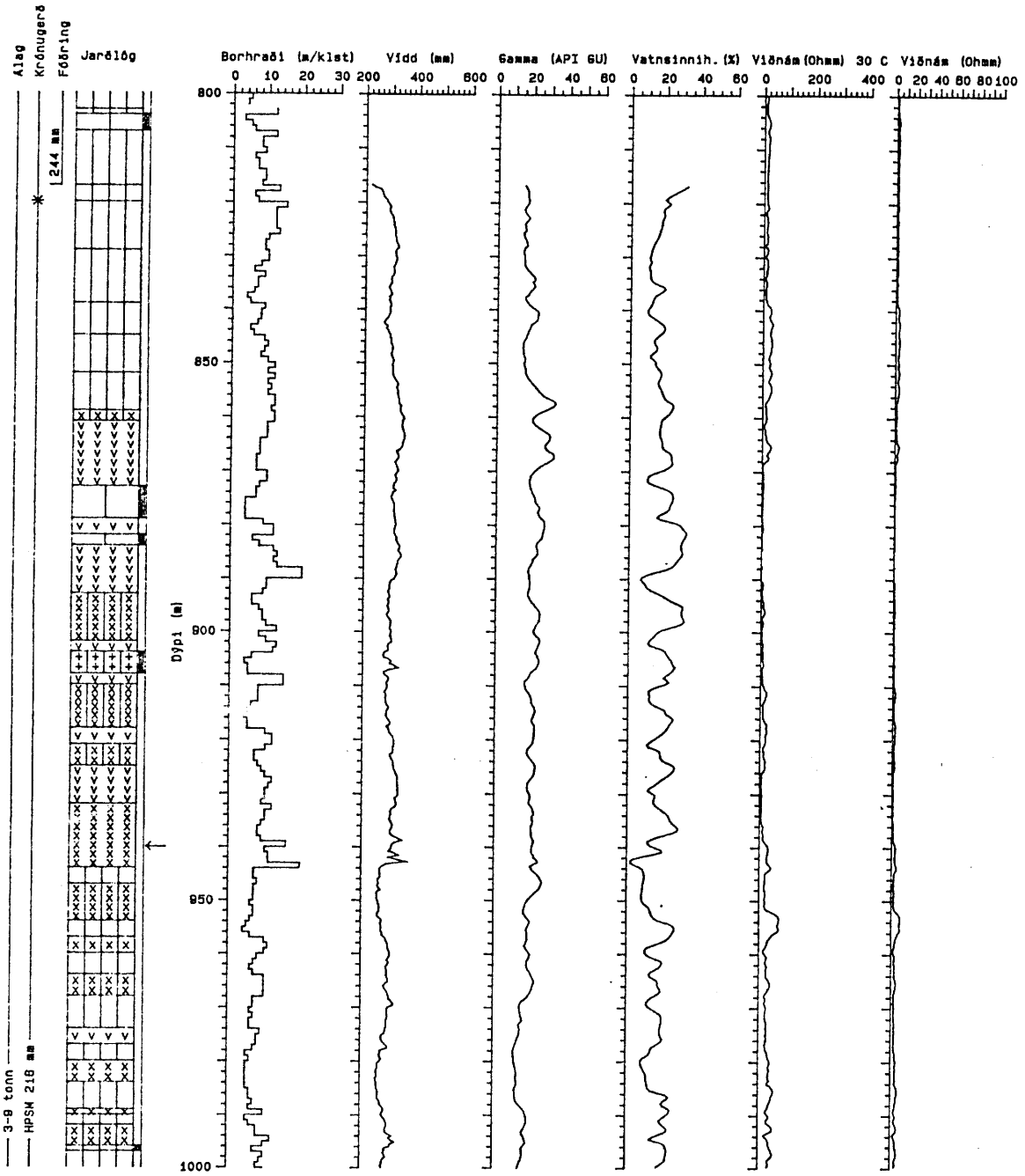
JHD-BM/BJ-8715 A6.6Sv.HS
86.03.0209 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



JHD-BM/BJ-0715 ÁG. 6Sv. HS
86.03.0209 T

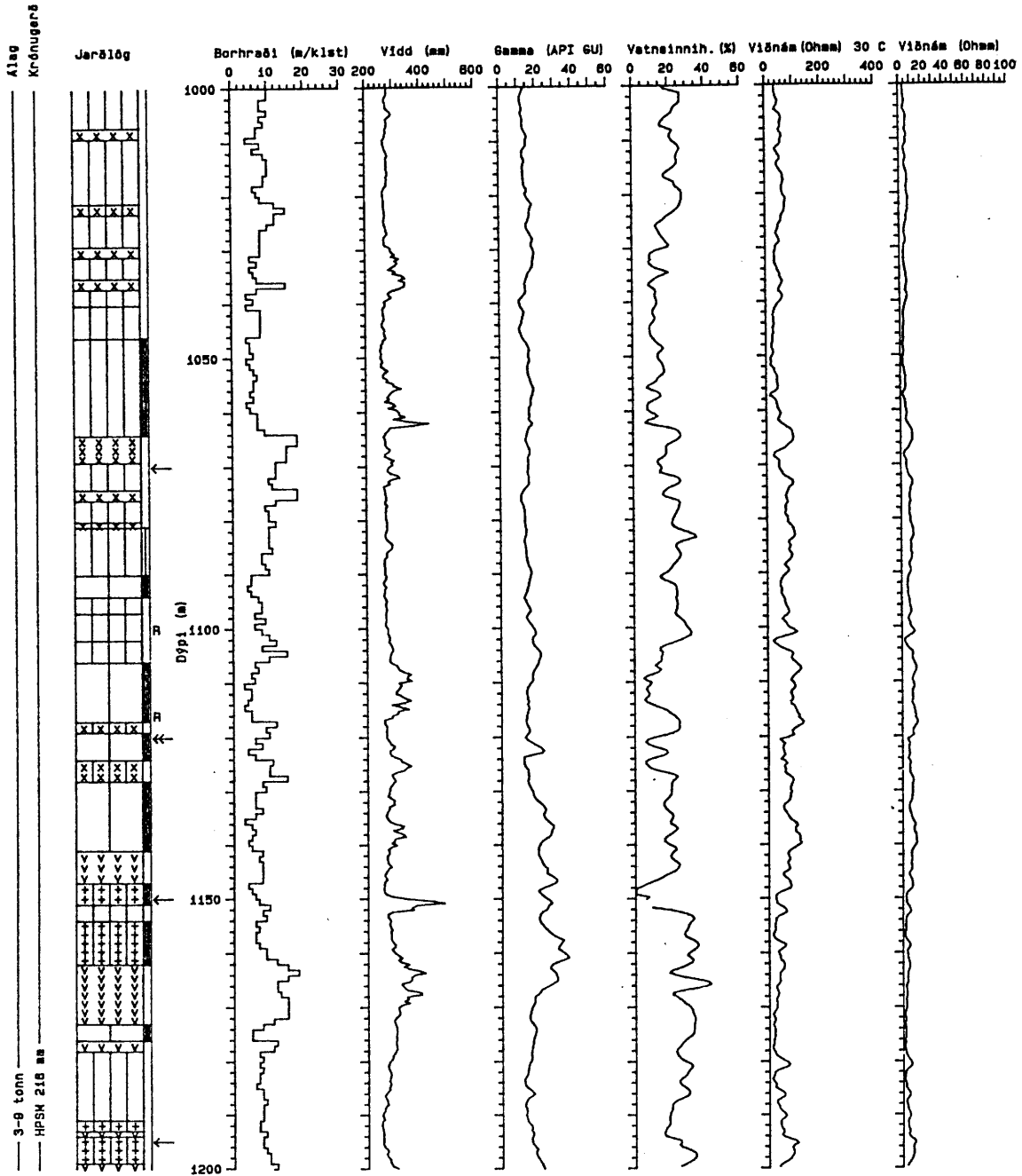
NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Frh.

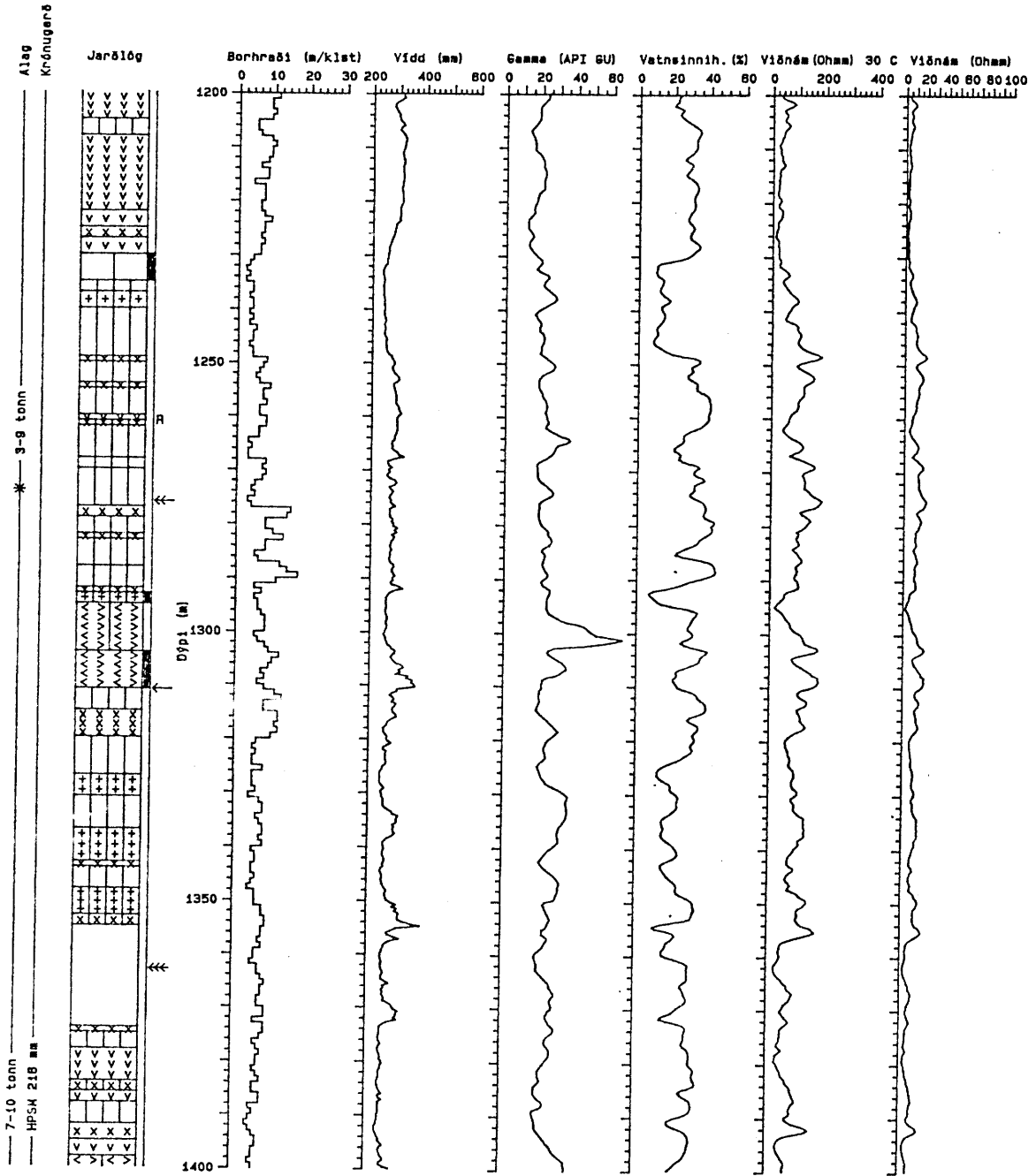
JHD-BM/BJ-8715 AG.6SV.HS
86.03.0208 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



JHD-8M/BJ-8715 AG.6SV.HS
88.03.0209 T

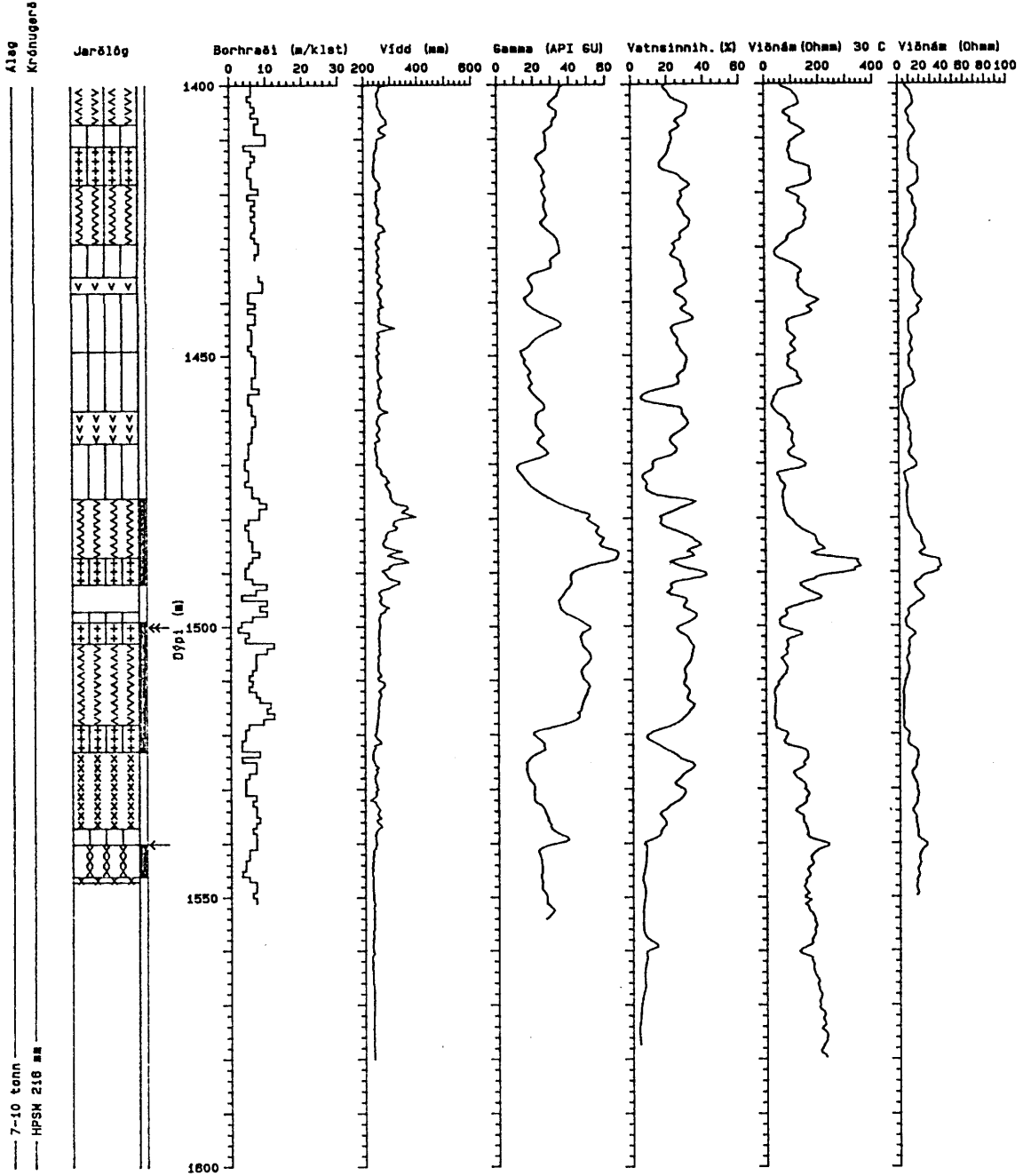
NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Frh.

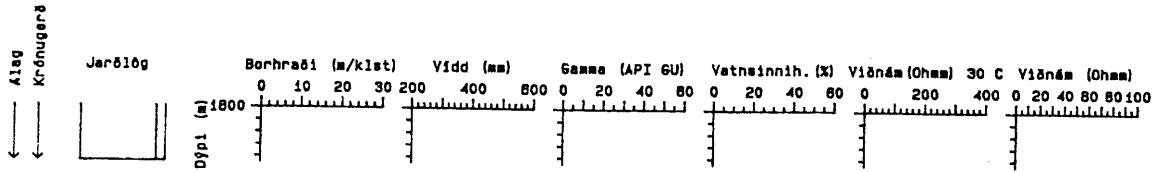
JHD-BM/BJ-8715 A6.6Sv.HS
88.03.0209 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR

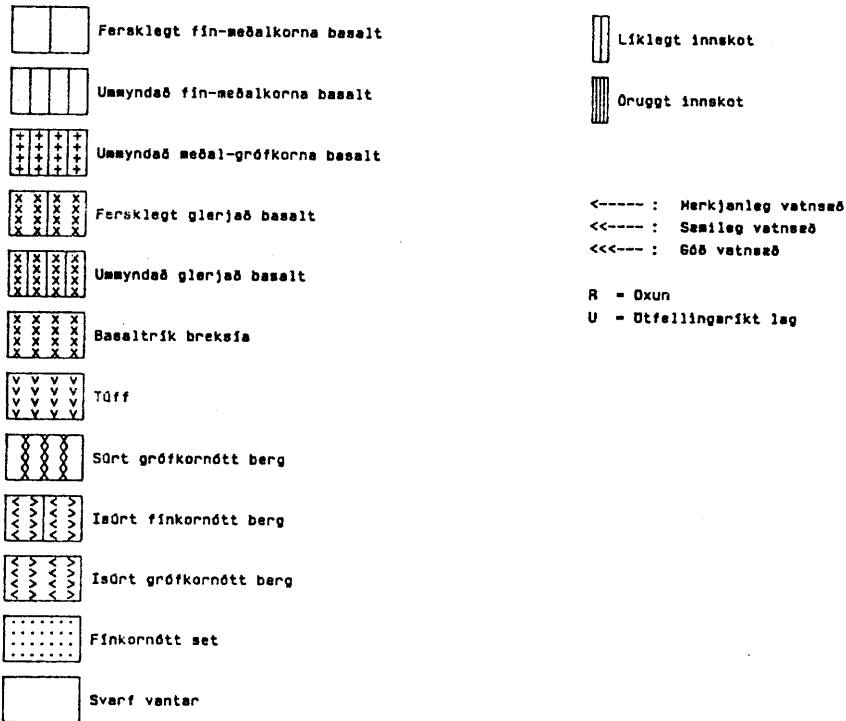


JHD-BM/BJ-8715 AG.GSv.HS
88.03.0209 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Skýringar við jarðlagasnið



4.1 Jarðlagalýsing

Höggborshola H 0-62 m. Svarf var ekki greint frá höggborsholu, en á yfirborði sést að farið var í gegnum Nesjähraunið; þar neðan við var komið niður í ferskt bólstraberg, samanber námuna norðaustan holu NJ-13.

Móbergsmýndun ?-94 m. Bólstraberg virðist einkenna þessa myndun. Í svarfi sást tvö plagíóklasdílótt fín- til meðalkornótt basaltlög með stökum ólivíndílum. Þunnsneið við 84 m dýpi gefur til kynna bólstraberg. Hugsanlega er það framhald af bólstraberginu í námunni skammt frá og er þá bólstrabergið samfelld neðan Nesjährauns og niður á 94 m dýpi. Á 67 m dýpi tapaðist allt skolvatn, líklega í bólstrabergi, en ekkert svarf er til þaðan frá eða frá næsta nágrenni. Tvö settúfflög sjást neðst á þessu bili og eru þau aðskilin af hraunlagi. Í þunnsneiðinni við 84 m dýpi sást kalsít og vottur af leirmýndun.

Móbergsmýndun 94-159 m. Efst er eins metra þykkt settúff. Þar neðan við tekur við bólstraberg eða bólstrabreksía. Örfínir plagíóklaslistar og svo stakir plagíóklasdílar einkenna glerjaða hlutann. Einnig sjást ólivíndílar í efri hlutanum. Kristallaði hlutinn er að mestu með ófitískan textúr og af samsetningu ólivínþóleiíts. Á 134 m dýpi sést í fjögurra metra þykkt basaltlag og þar neðan við jafnþykkt túfflag. Við 140 m dýpi sést glerið ummyndast yfir í grænan leir og einnig sést leirhúð í blöðrum. Á svipuðu dýpi tapaðist skolvatn í borun. Á 156 m dýpi eykst aftur magn ferska glersins. Tvær þunnsneiðar eru frá þessu dýptarbili, við 100 og 140 m dýpi.

Móbergsmýndun 159-303 m. Frá 159 m er móbergsgler (= túff) einkennandi. Ummyndun fer hægt vaxandi, en stór hluti glersins er ferskur. Á 174 m dýpi sést pýrít aukast og heldur það áfram niður á 184 m, þar sem er sérlega pýrítríkt. Oft hefur slík aukning í efstu 500 metrunum á Nesjavallasvæðinu verið merki um vatnsæð, en ekki varð vart við neina á þessu dýpi. Í þunnsneið við 174 m dýpi sást merki um fínkristölluð bergbrot með straumkristöllum svipað því sem er í basaltandesíti, og eru þau greinilega samvaxin túffinu. Frá 212-280 m er bergið breksíulegra, þ.e. blanda af frauðkenndu basalti og svo túffi. Á 250 m dýpi verður vart við plagíóklasdíla sem verða síðan einkennandi á 260-280 m dýpi, en á 290 m er bergið stakdílótt. Frá 282-303 m dýpi verður túff einkennandi berggerð á nýjan leik. Fimm þunnsneiðar voru gerðar frá þessu dýptarbili, við 174, 220, 260, 290 og 300 m dýpi. Þóleiíteinkenni koma fram í þeim öllum, en á 260 m dýpi eru ólivínþóleiít einkenni einnig merkjanleg. Auk þess sem leirmýndun vex hægfara með dýpi sjást zeólítar í mynduninni og eykst magn þeirra er

neðar dregur. Fyrst sést tomsonít og síðan skólesít og stilbít. Neðst glittir í laumontít.

Hraunlagamyndun 303-414 m. Þessi kafli einkennist af þunnum fín- til meðalkorna basalthraunlögum niður í 374 m dýpi. Þau eru aðskilin af basaltbreksíum eða karga, sem að jafnaði eru meira ummynduð og oxun er algeng í þeim. Í svarfsmásjá var bergið greint sem ólivínþóleiít, en tvær þunnsneiðar voru gerðar við 336 og 360 m dýpi. Sú fyrri gefur til kynna ólivínþóleiít eða millistig af því og þóleiíti, en sú síðari bendir frekar til þóleiítssamsetningar. Þar sést m.a. mjög fínkornótt berg með straumlínueinkennum og er það merkt inn á mynd 4 sem andesít. Neðan við 374 m og niður að 414 m er basaltið áberandi meira ummyndað og er hlutur glerjaðs bergs þar meiri en fyrir ofan. Ein vatnsæð kemur fram í hitamælingum á um 365 m dýpi og er það rétt ofan við skilin á fersklega og ummyndaða basaltinu. Lághitauummyndun er einkennandi fyrir dýptarbilið. Mest ber þar á kalsíti, kalsedon og zeólítum (analsím, skólesít og stilbít). Leirirn er eingöngu af smektítgerð og járnnoxíð eru algeng í fersklega hlutanum.

Móbergsmýndun 414-503 m. Túff er ráðandi berggerð niður á 462 m dýpi. Það er dökkt ásýndum og útfellingaríkt frá 434 m dýpi. Mest ber á zeólítum og kalsedon. Á 462 m dýpi eru skörp skil í ummyndun og er bergið ljósgrænt næstu 10 m fyrir neðan. Æð kemur fram í hitamælingum við þessi skil. Í þunnsneið við 460 m dýpi sést kvars vottur ennfremur virðist blandlag og jafnvel klórít vera þar til staðar, en ekki hefur unnist tími til að leita staðfestingar þunnsneiðagreininga á leir með XRD-aðferð. Frá 462 m niður í 503 m er túffrík basaltbreksía nokkuð afgerandi. Í þessari myndun sjást stakir plagíóklasdílár en örfínir plagíóklaslistar eru meira einkennandi. Æð sést í hitamælingu á 490 m dýpi í túffi undir glerjuðu basalti. Engar vísbendingar um vatnsæð eru sjáanlegar þar í ummyndun. Að undanskildum kaflanum við efri æðina er lághitauummyndun einkennandi. Kalsedon, kalsít og zeólítar eru einkennandi. Af zeólítum er analsím í mestum mæli, en tilkoma mordeníts og laumontíts bendir til stigvaxandi hita. Þrjár þunnsneiðar voru gerðar frá þessu dýptarbili, við 442, 464, og 494 m dýpi. Ekki fengust þar óbyggjandi niðurstöður um hvort bergið væri af þóleiít- eða ólivínþóleiítssamsetningu.

Hraunlagamyndun 503-621 m. Einkennandi berggerð er glerjað fín- til meðalkorna basalt með þykkum breksíum eða túffi á milli. Fjórar þunnsneiðar voru gerðar frá þessu dýptarbili, við 520, 560, 586, og 590 m dýpi. Í tveimur þeirra, frá 520 og 586 m, sést nokkuð skýrt ófitískur textúr og leifar ólivíns. Í öllum sneiðunum sjást plagíóklasdílár. Berggerðin er því álitin vera plagíóklasdílótt ólivínþóleiít basalt. Lághitauummyndun er einkennandi eins og á undan. Samt verður sú breyting á tæplega 510 m dýpi að kvars sést og síðan af og til niður.

Vottur er af wairakítmyndun á 590 m dýpi, en analsím er annars ráðandi í mynduninni ásamt stilbíti, mordeníti, laumontíti og kalsíti.

Hraunlagamyndun 621-692 m. Fín- til meðalkorna ummyndað basalt. Það er plagióklasdílótt og virðist vera millistig ólivínþóleiíts og þóleiíts. Ein þunnsneið var gerð við 644 m dýpi. Neðst er 11 m þykkt túffsetlag sem getur táknað hlé í gossögu svæðisins. Einkennissteindir lághitaummyndunar láta minna á sér bera en áður. Þess í stað er kvars orðið all áberandi og svo er kalsít eins og áður. Ein vatnsæð sást í hitamælingum við 640 m dýpi, í nokkuð glerjuðu bergi og er það athyglisvert að engar lághitasteindir sjást þar. Það gefur því til kynna hita um eða yfir 180°C.

Hraunlagamyndun 692-723. Fín- til meðalkorna þóleiítbasalt. Ummyndun er breytileg og er hluti bergsins nánast ferskur að sjá. Neðst er að finna fjögurra metra þykkt túfflag. Ein þunnsneið var gerð við 724 m dýpi. Kalsít og kvars eru einkennandi ummyndunarsteindir.

Hraunlagamyndun 723-753. Meðal- til grófkorna blöðrótt ólivínþóleiít basalt. Ummyndun er breytileg og er hluti bergsins fersklegur að sjá. Ein þunnsneið var gerð við 758 m dýpi. Kalsít og kvars eru einkennandi ummyndunarsteindir.

Hraunlagamyndun 753-861 m. Fín- til meðalkorna þóleiít basalt. Niður í 777 m dýpi er bergið áberandi plagióklasdílótt. Ein þunnsneið var gerð við 766 m dýpi. Frá 777-791 m er túff og basaltbreksía þar sem ern glittir í ferskt gler, en neðst er fjögurra metra þykkt dólerít innskot. Ein þunnsneið var gerð við 788 m dýpi. Á mótum plagióklasdílótta basaltsins og breksíunnar tapaðist skolvatn í borun og merki um vatnsæð sjást í hitamælingu. Frá 791-861 m eru fín- til meðalkorna þóleiít basaltlög einkennandi. Ein þunnsneið var gerð við 824 m dýpi. Á þessu dýptarbili eru háhitasteindir afgerandi. Wairakít er ráðandi steind frá liðlega 800 m dýpi og prenít sést á 820-830 m dýpi og síðan samfelld. Einnig verða breytingar á leirnum á 800-900 m dýpi.

Móbergsmmyndun 861-944 m. Efri hlutinn nær niður á 893 m dýpi og einkennist af ummynduðu túffi sem er gegnumstungið af tveimur fín- til meðalkorna fersklegum basaltinnskotum. Neðri hlutinn einkennist af basaltbreksíu. Eitt dólerítinnskot er á 904-908 m dýpi. Tvær þunnsneiðar voru gerðar af þessu dýptarbili; við 890 og 946 m dýpi. Plagióklasdílar voru áberandi í sneiðinni frá 946 m. Í hitamælingu sjást merki um vatnsæð neðst í þessari myndun. Allar helstu háhitasteindir, sem sést hafa á Nesjavallsvæðinu, sjást í þessari myndun að aktínólíti undanskildu.

Hraunlagamyndun 944-1141 m. Fín- til meðalkorna blöðrótt basalt er ráðandi. Bergið er mismikið ummyndað og mest þar sem bergið er glerríkast. Í svarfsmásjá var allur þessi kafli flokkaður sem þóleiítt. Samkvæmt þunnsneiðum sem gerðar voru við 978, 1040 og 1080 m dýpi er bergið með ófitískan textúr og með samsetningu ólivínþóleiíts. Innskot eru alltið neðan 1040 m dýpis. Niður í 1090 m eru fínkornótt ummynduð basaltinnskot og þar neðan við eru fínkornótt ferskleg innskot af sömu gerð, þ.e. á mótum basalt- og móbergsmýndunarinnar. Tvær vatnsæðar sjást í hitamælingu af þessu dýptarbili. Sú efri er á um 1040 m dýpi í basaltbreksíu undir fínkorna ummynduðu basaltinnskoti. Neðri æðin er á um 1120 m dýpi í glerjuðu basalti milli fínkornóttra ferskra innskota. Háhitaummyndun er einkennandi hér. Til dæmis sjást epidót og wollastónít samfelld. Ennfremur sést aktínólít á móts við æðarnar.

Móbergsmýndun 1141-1235 m. Hugsanlega byrjar þessi myndun í rúnum 1100 m og hafa þá fínkornóttu fersku basaltinnskotin þrengt sér þar inn. Mjög ljóst ummyndað túff sést efst, en litlu neðar skjótast inn tvö dólerítinnskot og sést næst í túffið á 1160 m dýpi. Frá 1178-1199 m eru fínkornótt ummynduð basaltlög. Síðan tekur túffið við á ný. Við neðri mörk móbergsmýndunarinnar er 5 m þykkt fínkornótt ferskt basaltinnskot. Ein þunnsneið var gerð við 1156 m og sést þar fyrst og fremst dólerít úr samnefndu innskoti. Þar við sést vatnsæð í hitamælingu. Eins og við æðarnar í basaltmynduninni fyrir ofan sést þar aktínólít ásamt öðrum háhitasteindum sem einkenna þetta dýptarbil.

Hraunlagamyndun 1235-1548 m. Niður í 1293 m dýpi eru fín- til meðalkorna ummynduð basaltlög einkennandi. Ein þunnsneið var gerð við 1276 m dýpi. Þar neðan við tekur við þunnt dólerítinnskot. Frá 1295-1311 m dýpi er ísúrt eða súrt berg. Efri hlutinn virðist glerjaður og illa kristallaður, en neðri hlutinn er grófkristallaður sem innskotsberg. Tvær þunnsneiðar voru gerðar, við 1304 og 1310 m dýpi. Frá 1311-1355 m skiptast á fínkorna og grófkorna basaltlög. Svarf vantar frá 1355-1374 m vegna skoltaps í 1363 m. Engar upplýsingar eru því fyrir hendi um jarðlög og ummyndun í næsta nágrenni við æðina. Túff og breksíur eru ríkjandi frá 1374-1398 m, en þar neðan við tekur við basaltískt andesít. Tvö slík lög sjást niður á 1429 m dýpi, en eru aðskilin af grófkorna basalti. Tvær þunnsneiðar voru gerðar; við 1408 m og 1432 m dýpi. Frá 1429-1476 m dýpi skiptast á fín- til meðalkorna basaltlög og móbergstúff. Ein þunnsneið var gerð við 1448 m dýpi. Fyrir neðan 1476 m eru ísúr og súr innskot einkennandi og líklegt að þau hafi skotist inn í efri hluta móbergsmýndunar sem sést í frá 1523-1537 m dýpi. Sex þunnsneiðar voru gerðar, við 1480, 1490, 1502, 1510, 1520 og 1548 m dýpi. Ekkert svarf kom upp frá 1548-1609 m. Á 1500 og 1540 m dýpi sjást vatnsæðar í hitamælingum. Ennfremur tapaðist skolvatn í borun við 1500 m æðina. Báðar eru þær

við innskot; efri æðin er við díórít en sú neðri við granódíórít. Háhitaummyndun einkennir ofangreindan kafla og má nefna að aktínólít sést frá um 1480 m dýpi.

Tafla 2 Þunnsneiðar í NJ-13

Númer	Dýpi (m)	Númer	Dýpi (m)
14331	100	14353	824
14332	140	14354	890
14333	174	14355	946
14334	220	14356	978
14335	260	14357	1040
14336	290	14358	1080
14337	300	14382	1124
14338	336	14359	1156
14339	360	14360	1276
14340	398	14361	1304
14341	442	14362	1310
14342	464	14383	1378
14343	494	14363	1408
14344	520	14364	1432
14345	560	14365	1448
14346	586	14366	1480
14347	590	14367	1490
14348	644	14368	1502
14349	724	14369	1510
14350	758	14370	1520
14351	766	14371	1548
14352	788		

4.2 Innskot

Í jarðlagalýsingu hér að framan kemur í ljós að innskot mælast mun færri við holu NJ-13 en við aðrar holur á Nesjavallsvæðinu. Ekki er þó víst að þau séu færri í raun og veru. Sennilegra er að innskotin hafi verið vantalin sökum þess hve þau eru illa aðgreinanleg frá nærliggjandi líkum berggerðum. Í töflu 3 er sýnd dreifing og gerð innskota niður holuna.

TAFLA 3. Yfirlit um tíðni innskota

Dýptarbil	Fínkorna basalt (m)	Dólerít (m)	Ísúr/súr (m)	Fjöldi	%
0- 700	0	0	0	0	0
700- 800	0	4	0	1	4
800- 900	6	0	0	1	6
900-1000	1	4	0	2	5
1000-1100	31	0	0	3	31
1100-1200	32	12	0	6	44
1200-1300	5	2	0	2	7
1300-1400	0	0	7	1	7
1400-1500	0	4	11	2	15
1500-1550	0	9	21	4	60

Innskotsgerðunum má skipta í tvo flokka eftir samsetningu. Annars vegar basísk og hins vegar ísúr og súr. Basísku innskotin eru aðgreind efir kornastærð og ummyndun. Grófkorna basaltinnskotin eru nefnd dólerít og eru þau óvenju fátíð. Fínkorna ferskleg basaltinnskot eru mest áberandi í móbergsmýndunum í neðri hluta holunnar og er ein af fjórum bestu vinnsluæðum holunnar tengd einu slíku á um 1120 m dýpi. Eins og í mörgum öðrum holum á svæðinu (NG-7, NG-10, NJ-12 og NJ-15) er sterk æð tengd ísúrum díórítinnskotum á um 1500 m dýpi.

Flestar æðarnar í vinnsluhluta holunnar eru tengdar innskotum.

4.3 Jarðlagamælingar

Skrá yfir þær mælingar, sem gerðar voru í NJ-13 í og eftir borun eru birtar í töflu 4. Alls eru þetta 43 mælingar og sprengingar, þar af 21 hitamæling. Flestar hitamælinganna hafa birst í áfangaskýrslunum ásamt CBL-mælingum.

Út frá nifteindamælingunni er reiknað vatnsinnihald en með því er átt við vatn sem bundið er í ummyndun og það vatn sem er í porum í berginu. Ekki er hægt ennþá að víddarleiðrétta nifteindamælinguna ef holuvídd er meiri en 400 mm og eru því eyður í henni þar sem vídd holunnar er þar yfir. Ef skoðaðar eru niðurstöður úr þessari mælingu af dýptarbilinu 279,3 m - 1577,3 m sést að meðaltalsvatnsinnihald er $(19,2 \pm 9,5)\%$ og eru gildin á bilinu 0-44% (mynd 5b). Ekki er hægt að áætla út frá þessari mælingu hvort reiknaða vatnsinnihaldið er í ummyndun eða í porum í berginu.

Gammamælingin hefur verið notuð til að reikna út kísilsýru í bergi, en þar eð jafnan, sem notuð er til þessara útreikninga, gildir aðeins fyrir kristallað berg, er brugðið á það ráð að birta ekki útreiknaða kísilsýru, heldur er gammamælingin leiðrétt fyrir vídd og birt þannig. Tíðnidreifing fyrir víddarleiðrétt gamma sést á mynd 5a en meðaltalið er $22,3 \pm 8,7$ API GU.

Í viðnámsmælingu tókst ekki að mæla 64" viðnámið með góðum árangri. Aftur á móti náðist þokkaleg mæling með 16" viðnáminu og er stuðst við það í þessari skýrslu. 16" viðnámið er leiðrétt fyrir vídd holunnar en síðan var reiknað út viðnám ef gert er ráð fyrir að borholuvökvin sé 30°C heitur með eðlisviðnámið 10 Ohmm. Þá er einnig reiknað út viðnámið eins og ætla mætti að það væri við berghita. Ekki er komin full reynsla á þessa útreikninga. Í þessum reikningum er m.a. gert ráð fyrir að viðnám breytist eins með hita fyrir alla hluta holunnar, óháð ummyndun og bergtegundum, en um þetta atriði er lítið vitað. Knútur Árnason hefur fjallað um forsendur þessara reikninga í viðauka við skýrslu um yfirborðsrannsóknir á Nesjavöllum (Axel Björnsson og fl. 1985). Viðnám leiðrétt að berghita er birt hér til að auðvelda samanburð við yfirborðsrannsóknir en viðnám leiðrétt að 30°C er birt vegna þess að í því koma smærri viðnámsbreytingar betur fram og því hentar það betur til samanburðar við jarðlagasnið og ummyndun, sérstaklega þar sem öll mæligildin eru reiknuð út miðað við fast hitastig. Mælt viðnám virðist ráðast að mestu af ummyndun í NJ-13 eins og í öðrum holum á Nesjavöllum. Viðnám fer hækkandi fyrir neðan 800 m en á því dýpi breytist ummyndun og innskotum fjölgar mikið. Þar sem viðnámsgildin ná yfirleitt yfir stórt svið er tíðnidreifing viðnámsins birt í logaritmiskum skala (mynd 5c) en að meðaltali reiknast viðnám leiðrétt að 30°C $41,5 \pm 50,6$ Ohmm. Viðnám leiðrétt að berghita er hins vegar miklu lægra og er meðaltalið þar $6,5 \pm 14,5$ Ohmm (mynd 5d). Báðir viðnámferlarnir sýna tvö hágildi í tíðnidreifingunni eins og vel kemur fram á mynd 5c og d.

Holuvídd, víddarleiðrétt gamma, vatnsinnihald, viðnám leiðrétt að 30°C heitum borholuvökva og viðnám leiðrétt að berghita er birt á mynd 4 ásamt jarðlagaskipan, borhraða, álagi á borkrónu og upplýsingum um fóðringar, krónugerð og æðar.

Þá eru gamma-, vatnsinnihald og viðnámsmælingar síaðar þannig að fram koma aðeins heildardrættir í mælingunum og eru þær birtar þannig ásamt einfölduðu jarðlagasniði, innskotatíðni, ummyndun og öðrum upplýsingum um holuna (mynd 6). Á þessari mynd sjást í stórum dráttum helstu atriði jarðlagamælinga, jarðlagagreiningar og ummyndunar. Síun mælinganna fer þannig fram að tekin eru meðaltöl mæligilda yfir 50 m dýptarbil og eru mæligildin í miðju dýptarbilinu látin veða mest, en vægið er ekkert 25 m fyrir ofan og neðan miðjuna (þríhyrningslagað vægi).

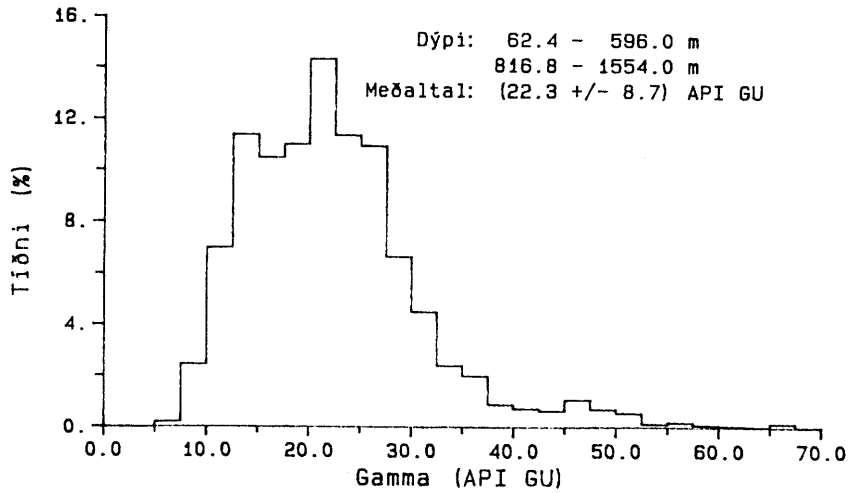
Innskotatíðni segir til um hve margir metrar af innskotum finnast á hverjum 50 m kafla í holunni og er hún gefin upp í %.

Ummyndunin í holunni er flokkuð niður í ummyndunarbelti sem sýnd eru á myndinni.

JHD-BM-8715 HS
86.03.0212/1 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-13

Víddarleiðrétt gamma

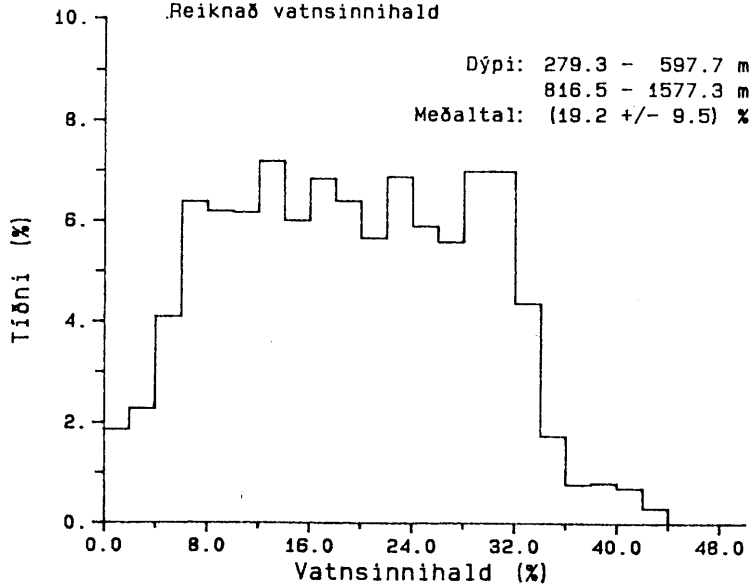


MYND 5a Víddarleiðrétt gamma, tíðnidreifing

JHD-BM-8715 HS
86.03.0212/2 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-13

Reiknað vatnsinnihald

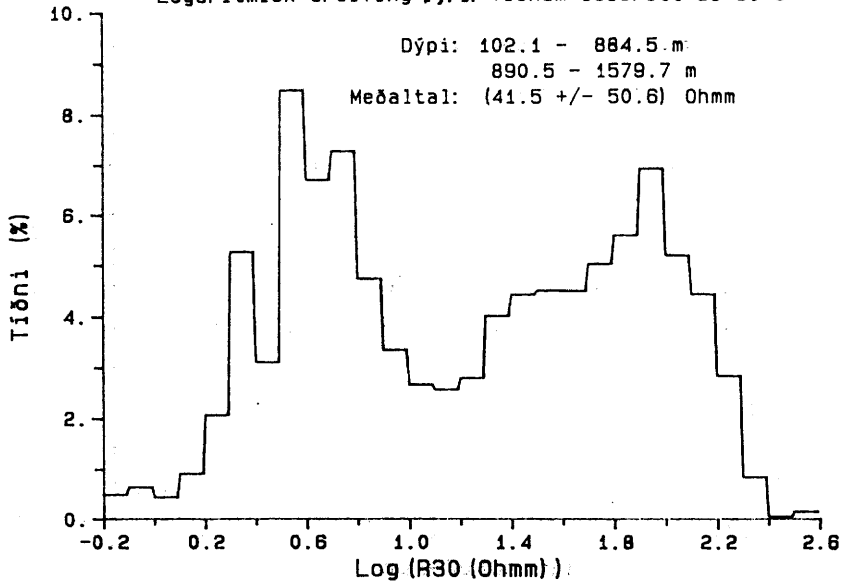


MYND 5b Reiknað vatnsinnihald, tíðnidreifing

JHD-BM-8715 HS
86.03.0212/3 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-13

Logaritmisk dreifing fyrir viðnám leiðrétt að 30°C

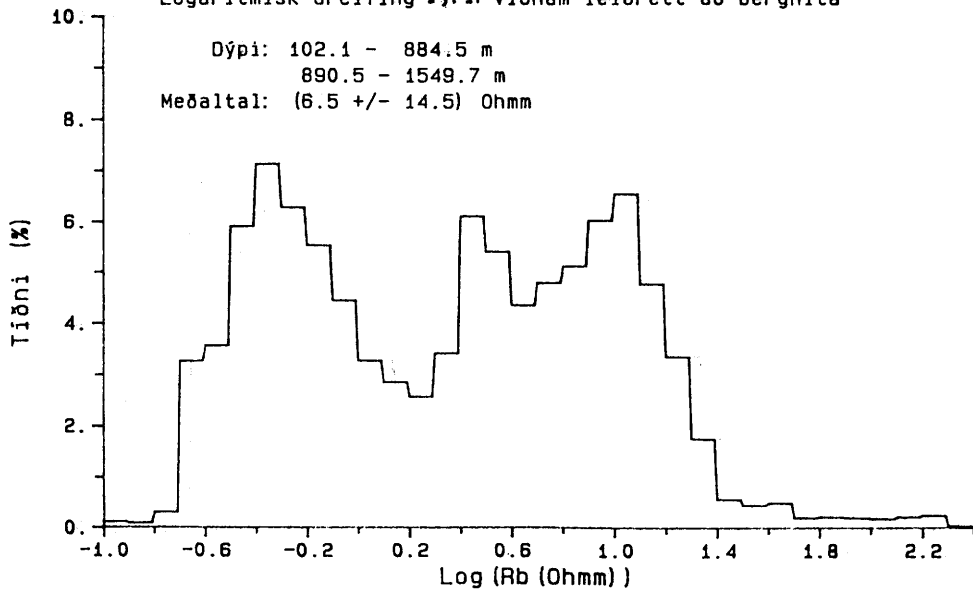


MYND 5c Logaritmisk dreifing fyrir viðnám, leiðrétt að 30°C

JHD-BM-8715 HS
86.03.0212/4 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-13

Logaritmisk dreifing fyrir viðnám leiðrétt að berghita



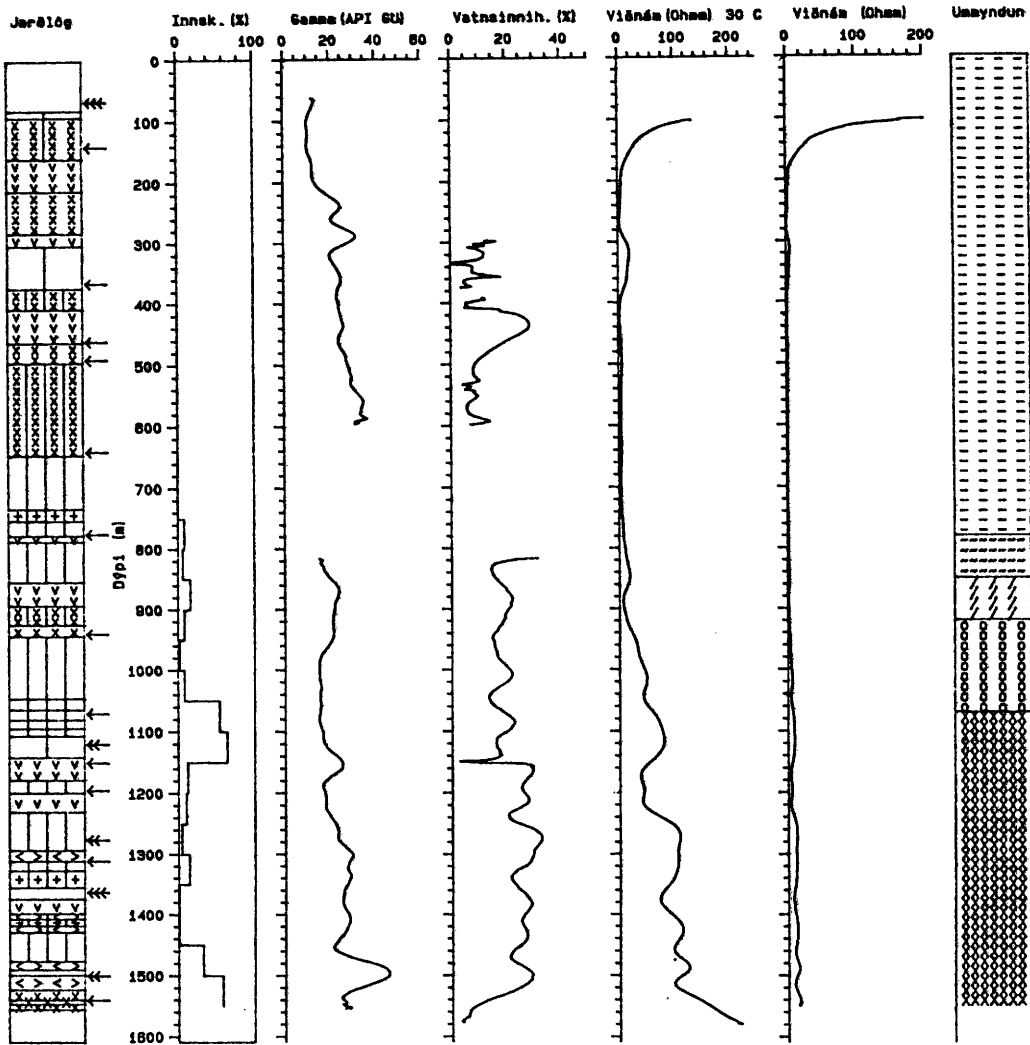
MYND 5d Logaritmisk dreifing fyrir viðnám, leiðrétt að berghita

Tafla 4 Mælingar í holu NJ-13

Dags.	Tími (kl)	Dýpi (m)	Hvað mælt	Athugasemdir
1985.07.24	15:30-16:40	0-267	Hiti-dT-CCL	Mælt inni í borstreng
1985.07.24	19:30-20:00	0-277	Hiti-dT-CCL	Mælt eftir upptekt
1985.07.24	20:00-20:45	0-277	Vídd	Skápar
1985.07.24	21:00-21:50	0-277	N-N + Gamma	Jarðlög
1985.07.24	22:00-22:50	0-277	Viðnám	-"
1985.07.30	16:00-17:25	0-802	Hiti-dT-CCL	Mælt inni í borstreng
1985.07.30	23:30-24:00	0-818	Hiti-dT-CCL	Mælt eftir upptekt
1985.07.31	00:15-01:15	0-815	Vídd	Skápar
1985.07.31	01:45-02:30	0-818	Viðnám	Jarðlög
1985.07.31	02:50-03:20	0-818	Hiti-dT-CCL	Upphitun
1985.07.31	03:40-05:00	0-600	N-N + Gamma	Jarðlög
1985.08.01	06:40-07:15	0-773	Hiti-dT-CCL	Borstrengur fastur
1985.08.01	07:30-08:05	0-773	Hiti-dT-CCL	-"
1985.08.01	13:55-14:30	0-773	Hiti-dT-CCL	-"
1985.08.01	16:00	770.4	Sprengt	Reynt að skrúfa í sundur
1985.08.01	19:20	760.9	Sprengt	Skrúfaðist í sundur
1985.08.01	21:25-22:30	0-761	Vídd	Ath. skemmd á fóðurröri
1985.08.01	23:00-24:00	0-330	CBL	Steypugæði
1985.08.09	19:30-20:00	0-600	Hiti-dT-CCL	Upphitun
1985.08.09	20:00-22:00	0-400	CBL	Steypugæði
1985.08.09	23:00	275	Sprengt	Hringdæling reynd
1985.08.10	00:20-01:00	0-600	Hiti-dT-CCL	Ath. leka á fóðurröri
1985.08.10	14:40	242	Sprengt	Hringdæling reynd
1985.08.10	19:55	261	Sprengt	-"
1985.08.10	22:00-23:30	0-300	Hiti-dT-CCL	Upphitun
1985.08.10	23:30	190	Sprengt	Hringdæling
1985.08.12	05:00-07:00	0-300	CBL	Steypugæði
1985.08.12	07:00-08:00	0-375	Hiti-dT-CCL	Upphitun
1985.08.15	20:00-22:00	0-1312	Hiti-dT-CCL	Álagsstöng brotin
1985.08.20	02:30-04:25	0-1580	Hiti-dT-CCL	Mælt inni í stöngum
1985.08.20	12:35-13:45	0-1590	Hiti-dT-CCL	Mælt eftir upptekt
1985.08.20	15:00-16:15	0-1580	Vídd	Skápar
1985.08.20	16:30-19:40	0-1580	N-N + Gamma	Jarðlög
1985.08.20	20:00-21:00	0-1580	Viðnám	-"
1985.08.20	21:00-22:00	0-1580	Hiti-dT-CCL	Upphitun
1985.08.21	21:00-	0-1585	Þrýstingur	Prepadæling
1985.08.22	-10:30	0-1585	Hiti-dT-CCL	-"
1985.08.26	17:50-19:10	0-1568	Amerada hiti	Upphitun
1985.08.26	20:25-21:05	0-1568	Am.Þrýstingur	-"
1985.08.30	13:30-14:50	0-1567	Amerada hiti	-"
1985.08.30	15:20-16:15	0-1567	Am.Þrýstingur	-"
1985.09.05	11:00-12:30	0-1569	Amerada hiti	-"
1985.09.21	14:00-15:25	0-1565	Amerada hiti	-"

JHD-BM/BJ-0715 A6.6Sv.HS
88.03.0210 T

NESJAVELLIR NJ-13 EINFALDAD JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 6 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar

5 UMMYNDUN

5.1 Greiningaraðferðir

Ummyndunarsteindir eru greindar á þrjá mismunandi vegu eins og tíðkast hefur undanfarin ár við rannsóknir á háhitasvæðum:

1. Ummyndunarsteindir voru greindar í svarfi með svarfsmásjá samhliða borun. Það gefur að jafnaði nokkuð góða yfirsýn yfir ummyndunarmynstur svæðisins sem borhola sker.
2. Ummyndunarsteindir voru greindar í þunnsneiðum með bergfræðismásjá. Á þann hátt fást áreiðanlegar greiningar á öllum steindum nema leirsteindum. Auk þess eru þunnsneiðar notaðar til að meta ummyndunarstig frumsteinda bergsins.
3. Ummyndunarsteindir voru greindar í XRD-tæki. Með þeirri aðferð fást áreiðanlegar upplýsingar um gerð leirsteinda auk þess sem aðferðin er almennt örugg við steindagreiningu.

Ofangreindar aðferðir hafa verið notaðar undanfarin ár á Nesjavöllum og gefist vel. Steindir eru flokkaðar með tilliti til myndunarhitastigs og á þann hátt metinn hitinn í jarðhitageyminum. Einnig er reynt að meta innbyrðisafstöðu steinda innan steindasamfélaga og fá þannig út hvaða steindir eru líklegastar til að vera í jafnvægi við ríkjandi ástand.

5.2 Dreifing ummyndunarsteinda

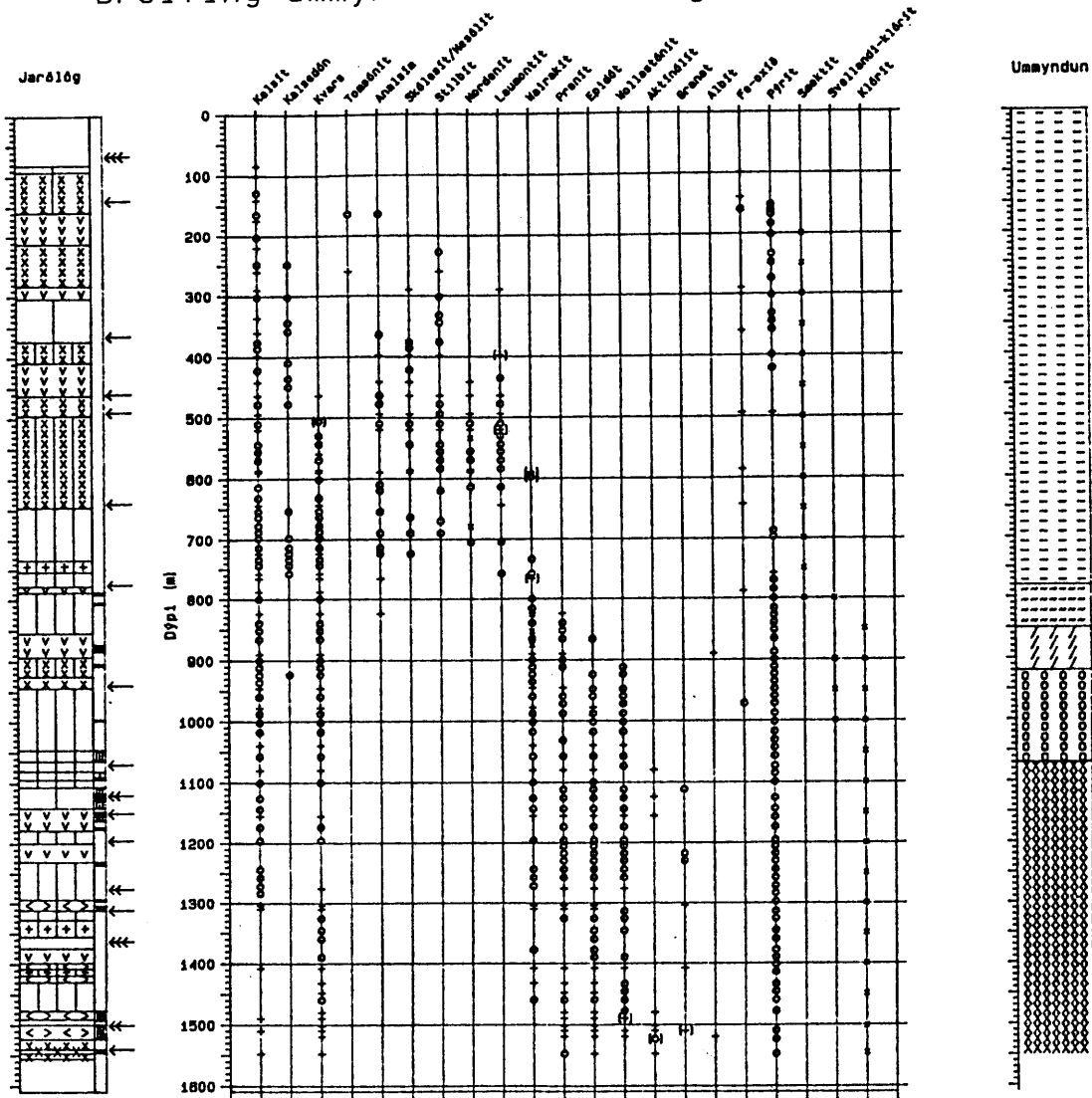
Á mynd 7 er sýnd dreifing ummyndunarsteinda og á hvern hátt þær voru greindar. Samhliða er sýnt einfaldað jarðlagasnið og skipting niður í ummyndunarbelti. Ekki er tilgreint hvort steindir sáust sem sprungufyllingar, blöðrufyllingar eða hvort þær höfðu komið í stað ákveðinna frumsteinda. Erfitt er að skera úr um tvö fyrrgreindu atriðin vegna smæðar svarfsins, en að jafnaði sést vel í þunnsneiðum þegar ummyndunarsteindir ryðja sér til rúms á kostnað frumsteinda. Hér á eftir er ekki lögð áhersla á myndunaraðstæður heldur tilvist ummyndunarsteindanna og steindasamfélugin sem þær mynda.

Magn ummyndunar er fyrst og fremst háð hitastigi, vatnsleiðni og berggerð. Ummyndun er að jafnaði mest í glerjaða berginu en minnst í því kristallaða. Af því leiðir að ummyndun í holu NJ-13 er mest í móberginu og glerjaða basaltinu. Undantekningar þar á eru þegar berg er mikið sprungið og sprungufyllt; þá skiptir berggerðin ekki meginmáli.

JHD-BJ-8715 Aa6
86.08.0511 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-13

Dreifing ummyndunarsteinda og beltaskipting



Skýringar:

- | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|------------------------|--|------------------------|
| | Fersklegt fin-meðalkorna basalt | | Töf | | Klárfítbælti |
| | Ummyndað fin-meðalkorna basalt | | Stórt grófkornátt berg | | Klárfít-epidótáttbælti |
| | Ummyndað meðal-grófkorna basalt | | Ísúrt fínkornátt berg | | Bláslaga bælti |
| | Fersklegt glerjað basalt | | Ísúrt grófkornátt berg | | Epidót-aktíndílitbælti |
| | Ummyndað glerjað basalt | | Svart vantar | | Zedífta-sæktífítbælti |
| | Basaltrík breksía | | Líklegt innkot | | Öruggt innkot |
- <---- : Merkjanleg vatnsæ
 <<---- : Sæmleg vatnsæ
 <<<---- : Góð vatnsæ.
- x = Röntngreining
 + = Þunnsníðagreining
 o = Svartgreining
 () = Öviss greining

MYND 7 Dreifing ummyndunarsteinda og ummyndunarbælti

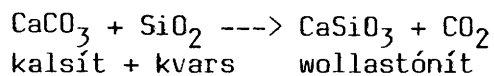
Dreifing ummyndunarsteinda í jarðlagastaflanum, sem NJ-13 sker, gefur nokkuð góða mynd af jarðhitakerfinu á þessum slóðum. Staflanum hefur verið skipt niður í fimm ummyndunarbelti: zeólíta-smektítbaltið, blandlagabeltið, klórítbaltið, klórít-epidótbaltið og epidót-aktínólítbaltið. Hvert um sig afmarkast af ákveðnu steindasamfélagi og eru þau hitaháð. Nokkrar steindir fylgja ekki beltaskiptingunni eins og t. d. kalsít og pýrít. Kalsít er nokkuð ráðandi steind niður undir 900-1000 m dýpi og frá 1100 m dýpi sést hún á stangli. Kalsít er talið vera óstöðugt þegar hiti hefur náð 280-300°C og er líklegt að þeim hita hafi verið náð frá um 1100 m dýpi. Pýrít gefur yfirleitt nokkuð góðar hugmyndir um rennslisleiðir jarðhitavökvans. Séstaklega hefur það verið áberandi við æðar í efstu 500 metrunum á Nesjavalla-svæðinu, en svo er ekki við holu NJ-13. Pýrít sést frá um 150 m niður á liðlega 420 m dýpi. Síðan vottar aðeins fyrir því niður á rúmlega 750 m. Þaðan sést það niður undir botn holunnar.

Zeólíta-smektítbaltið (allt að 200°C) á 0-780 m dýpi. Smektít og zeólítar eru einkennandi eins og nafnið gefur til kynna og nær það niður á tæplega 780 m dýpi. Ummyndun er þar stigvaxandi með dýpi og þá með tilliti til hita. Strax í efstu 100 m sést í þunnsneið að leirmyndun er hafin á kostnað glersins þó að væg sé og kalsít er byrjað að falla út í sprungum og blöðrum. Ferskt gler er nokkuð algengt niður á 200 m dýpi en þar neðan við glittir í það öðru hvoru. Ekki er um að ræða snögg skil í ummyndun, nema í næsta nágrenni við æðar eins og á 460, 640 og 775 m dýpi. Zeólítar sjást á um 160 m dýpi og mest ber á þeim frá 300 m niður á 600 m. Eins og sést á mynd 7 eru það aðallega analsím, skólesít, mesólít, stilbít, mordenít og laumontít. Hugsanlega geta fundist þarna fleiri zeólítategundir en miðað við núverandi þekkingu á upplýsingagildi þeirra þótti ekki ástæða til að gefa þeim frekari gaum. Kalsedon sést í efstu 500 m áður en kvarsíð kemur, síðan sést það samfelld á ný ásamt kvarsi frá 700-760 m dýpi. Kvars sést fyrst á 460 m dýpi á móts við vatnsæð sem þar er og gefur til kynna lágmarkshita um 180°C. Frá um 520 m greinist kvars samfelld en ekki fer að kveða að því fyrr en á móts við æðina á 560 m dýpi og þar fyrir neðan. Vísbendingar um myndun wairakíts eru við 600 m og á milli 700 og 800 metra. Neðri mörk beltisins eru dregin þar sem sést í blandlagaleir og wairakít.

Blandlagabelti (200-230°C) á 780-850 m dýpi. Beltið afmarkast eingöngu af því svæði sem blandlagaleir sést á. Þá er jafnan komið yfir 200°C og wairakít sést venjulega fyrst í þessu beltí svo öruggt sé. Kvars, wairakít og kalsít eru hér ráðandi steindir ásamt blandlagaleirnum. Prenít sést í neðri hlutanum.

Klórítbelti (230-250°C) á 850-920 m dýpi. Beltið nær yfir það svæði þar sem klórít sést og þar til epidót kemur til sögunnar. Ríkjandi steindir eru þær sömu og í blandlagabeltinu nema að klórítið hefur tekið við blandlögunum og meira kveður af preníti. Wollastónít sést fyrst í klórítbeltinu.

Klórít-epidótbelti (250-280°C) á 920-1070 m dýpi. Beltið byrjar þar sem klórít og epidót sjást fyrst saman. Fljótlega eftir að epidót sést fyrst verður það ráðandi ummyndunarsteind; ásamt því eru klórít, kvars, preníti, wollastónít og wairakít. Á þessu svæði verður wollastónít áberandi steind og jafnframt virðist kalsít minnka verulega. Telja má nokkuð víst að beint samband sé þar á milli eins og efnaformúlan sýnir:



Neðri mörk beltisins eru sett við þar sem aktínólít sést fyrst á 1070 m dýpi.

Epidót-aktínólítbelti (> 280°C) frá 1070 m og niður undir botn. Aktínólít einkennir þetta belt. Það er sýnt samfelld þrátt fyrir að það hafi ekki sést samfelld niður. Meginástæðan er sú að við þær æðar sem möguleiki var á að athuga ummyndun vel fannst aktínólít. Það er túlkað á þann veg, að jarðhitasvæðið sé hitnandi og þau svæði þar sem æðar eru merkjanlegar séu meira lýsandi fyrir ríkjandi hita heldur en dauðir millikaflar. Örsmáir granatar sjást nokkuð víða eins og mynd 7 sýnir. Ekki er séð fyrir enda beltisins og því engin neðri mörk dregin.

Eins og fram kemur í lýsingu hér að ofan og á mynd 7 þá virðist ummyndun gefa nokkuð ákveðið til kynna hvernig holan hitnar með til-liti til dýpis og er það sýnt á mynd 13 ásamt reiknuðum berghita samkvæmt hitamælingum. Rétt er að veita því athygli að meginummyndunar-skil í holunni eru á móts við innskotin, en það kemur engan veginn á óvart og hefur oftsinnis verið bent á það samband í áður útgefnum skýrslum um Nesjavallaholur. Miðað við ummyndun nærliggjandi hola þá er hola NJ-13 kaldari í efstu 800-900 m en NG-9 (Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985a) og eins langt og séð verður í holu NG-8 (Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985b). Aftur á móti er hún ívið heitari en NG-7 (Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985c) og NG-10 (Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason 1986), en kaldari en NJ-11 (Benedikt Steingrímsson o.fl 1986) á ofangreindu dýptarbili.

6 EDLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS

6.1 Vatnsæðar

Í holu NJ-13 fundust alls 17 vatnsæðar og eru tíu þeirra í vinnsluhluta holunnar. Þorri æðanna eru smár. Á mynd 8 er sýnd staðsetning æðanna og afstæð stærð þeirra samkvæmt borholugögnum. Í borun fyrir öryggisfóðringu fundust tvær vatnsæðar. Við aðra þeirra varð algert skoltap (>40 l/s). Í borun fyrir vinnslufóðringu var skoltap óverulegt. Fimm æðar sjást þó í hitamælingum í þessum hluta holunnar. Erfitt er að meta nákvæmlega stærð þessara æða. Þær tóku illa við vatni í borun (sbr. skoltap). Hins vegar virtust þær vera í þrýstijafnvægi þegar holan stóð full af köldu vatni og má því vera að hér sé um opnari æðar að ræða en skoltap benti til. Í vinnsluhluta holunnar eru eins og áður segir tíu vatnsæðar. Sú helsta þeirra er á 1363 m dýpi. Stjórnaði hún þrýstingi í holunni í upphitun eftir borun. Auk þessarar æðar virðast vel opnar æðar vera á 1120, 1276 og 1500 m dýpi.

Hér á eftir fer stutt lýsing á helstu einkennum vatnsæða holu NJ-13:

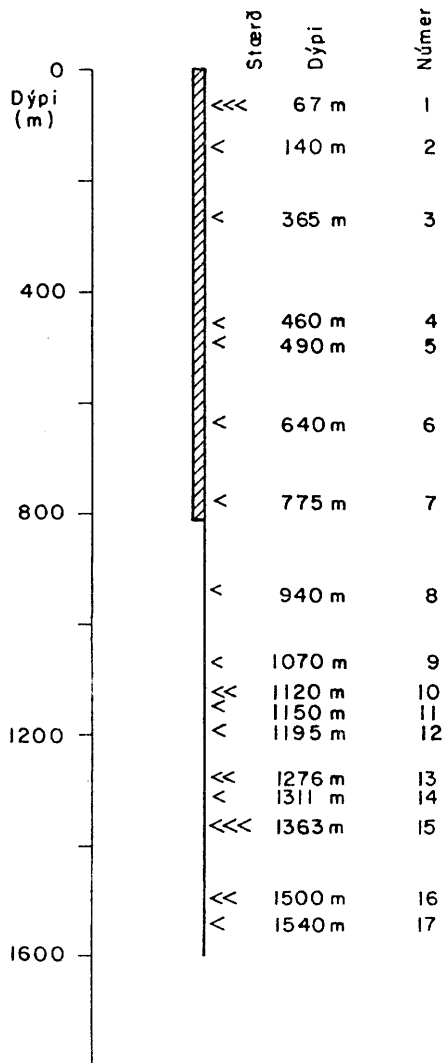
1. 67 m. Algert skoltap (>40 l/s) varð á þessu dýpi. Lekastaðurinn er líklega í mjög leku bólstrabergi.
2. 140 m. Við æðina töpuðust 2 l/s og einnig sást hún í hitamælingu. Á þessu dýpi jókst ummyndun í glerjaðri breksíu, en 16 m neðar hafði þessi ummyndunarfrontur fjarað út.
3. 365 m. Æðin er smá en sést í hitamælingu. Hún er í basaltkafla þar sem skiptir úr fersku bergi yfir í ummyndað. Ummyndunarhiti gefur til kynna hita um eða yfir 100°C.
4. 460 m. Smáæð sést þar í hitamælingu. Æðin er á mörkum móbergstúffs og móbergsbreksíu. Þar sést 10 m þykkur ummyndunarfrontur og gefa ríkjandi ummyndunarsteindir til kynna hita um eða yfir 180°C.
5. 490 m. Æðin sést í hitamælingu en er smá. Æðin er í móbergstúffi og er þar ekki að sjá neina sérstaka vísbendingu í ummyndun.
6. 640 m. Æðin er smá og sést í hitamælingu. Hún er í glerjuðu basalti og þar við hverfa allar lághitasteindir, en aðeins kvars og kalsít sjást. Ummyndun gefur til kynna hita um eða yfir 180°C.

7. 775 m. Æðin sést í hitamælingu og einnig tók holan þar við 20 l/s við 700 PSI þrýsting eftir járnborun. Það er á mótum plagióklasdílótts basaltskafla og basaltbreksíu. Ummyndun gefur til kynna hita um 200°C.
8. 940 m. Æðin sést í hitamælingu og er frekar smá. Hún er neðst í móbersmyndun. Ummyndun gefur til kynna hita um eða yfir 250°C.
9. 1070 m. Æðin er smá og sést í hitamælingu. Hún er í basaltbreksíu undir fínkornóttu ummynduðu basaltinnskoti. Ummyndun gefur til kynna hita um eða yfir 280°C.
10. 1120 m. Æðin er smá og sést í hitamælingu. Hún er í glerjuðu basalti milli tveggja ferskra fínkorna basaltinnskota. Ummyndun gefur til kynna hita yfir 280°C.
11. 1150 m. Í borun jókst skoltap um 3 l/s og einnig sést æðin í hitamælingu. Hún er í innskotakraðaki efst í móbergsmýndun á móts við þunnt dólerítlag. Ummyndun gefur til kynna hita yfir 280°C.
12. 1195 m. Æðin sést í hitamælingu og er smá. Hún er við grófkorna basalt í móbergsmýndun. Ummyndun gefur til kynna hita yfir 280°C.
13. 1276 m. Skoltap jókst í borun. Æðin sést í hitamælingum eftir að dælingu var hætt í lok borunar. Hún er neðan við fínkorna ferskt basaltinnskot í móbergsmýndun.
14. 1311 m. Æðin er við neðri brún ísúrs innskots. Skoltap jókst og einnig má greina æðina í hitamælingum strax eftir að dælingu lauk. Erfitt er að meta stærð æðarinnar.
15. 1363 m. Allt skolvatn tapaðist í borun (>40 l/s) einnig sést æðin vel í hitamælingu. Ekkert svarf kom upp í næsta nágrenni æðarinnar.
16. 1500 m. Í borun tapaðist þar skolvatn og æðin sést í hitamælingu. Hún er við dólerítinnskot milli díórítinnskota. Ummyndun gefur til kynna hita yfir 280°C.
17. 1540 m. Æðin sést í hitamælingu. Hún er í móbergsmýndun við efri jaðar granódíórítinnskots. Ummyndun gefur til kynna hita yfir 280°C.

JHD·BM·8715·BS
86.06.0512.HB

NESJAVELLIR HOLA NJ-13

Staðsetning vatnsæða



MYND 8 Staðsetning vatnsæða

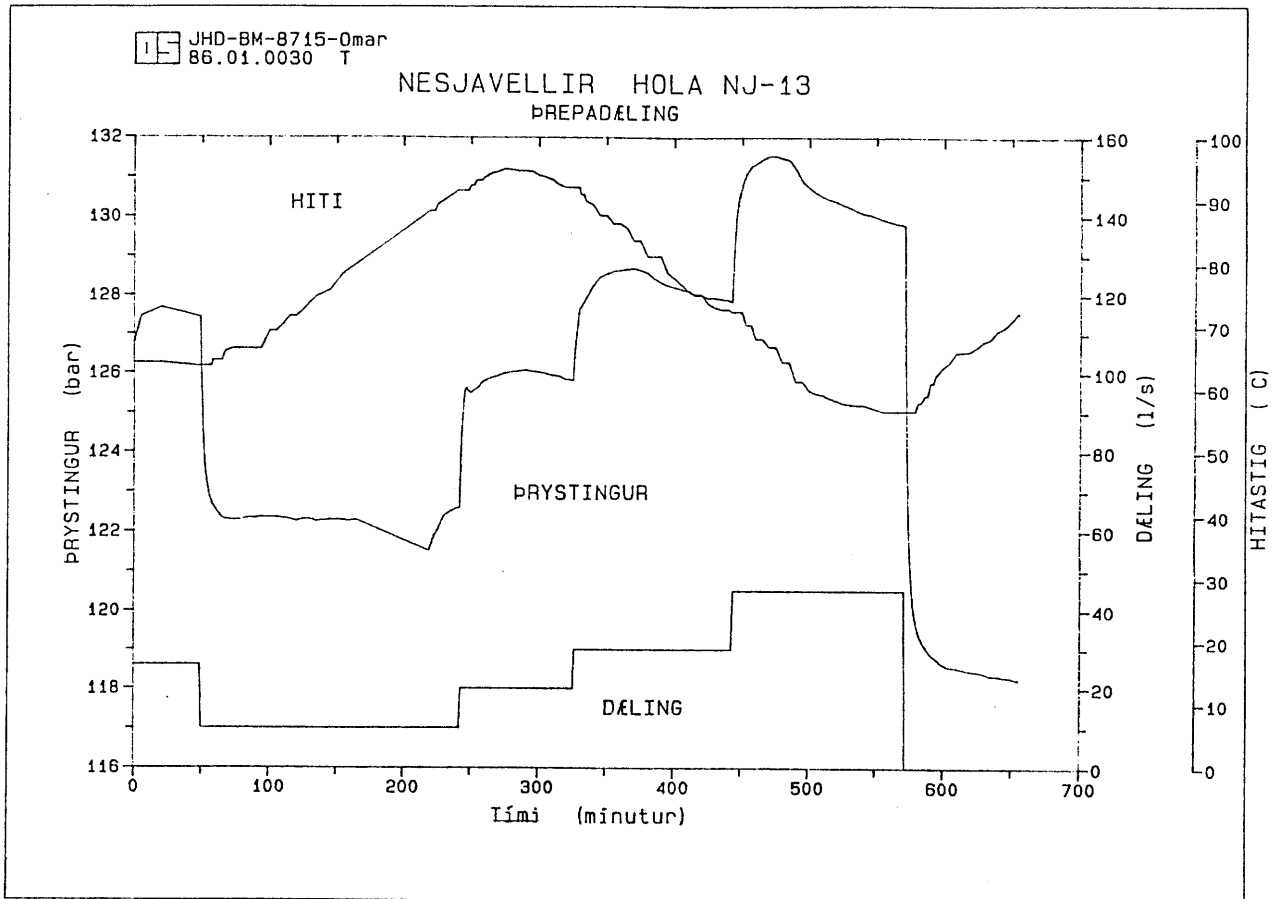
6.2 Vatnsleiðni

Við borun vinnsluhluta holu NJ-13 er áætlað að um 15550 m af skolvatni hafi tapast út í jarðhitakerfið. Skoltöp voru lítil þar til æð í 1363 m var skorin að algjört tap varð (>40 l/s). Var síðan borað í 1609 m í nær algeru skoltapi. Þetta magn af kælivatni sem tapaðist út í jarðhitakerfið nægir til að kæla svæði sem nær um 7,7 m út frá holunni. Er þá reiknað með að kælingin sé aðallega við þekktar æðar holunnar ($h = 130$ m). Ekki lítur út fyrir að þessi kæling hafi veruleg áhrif í dæluþrófuninni því þau ættu að vera hverfandi eftir um 0,5 mínútur í hverju þrepi.

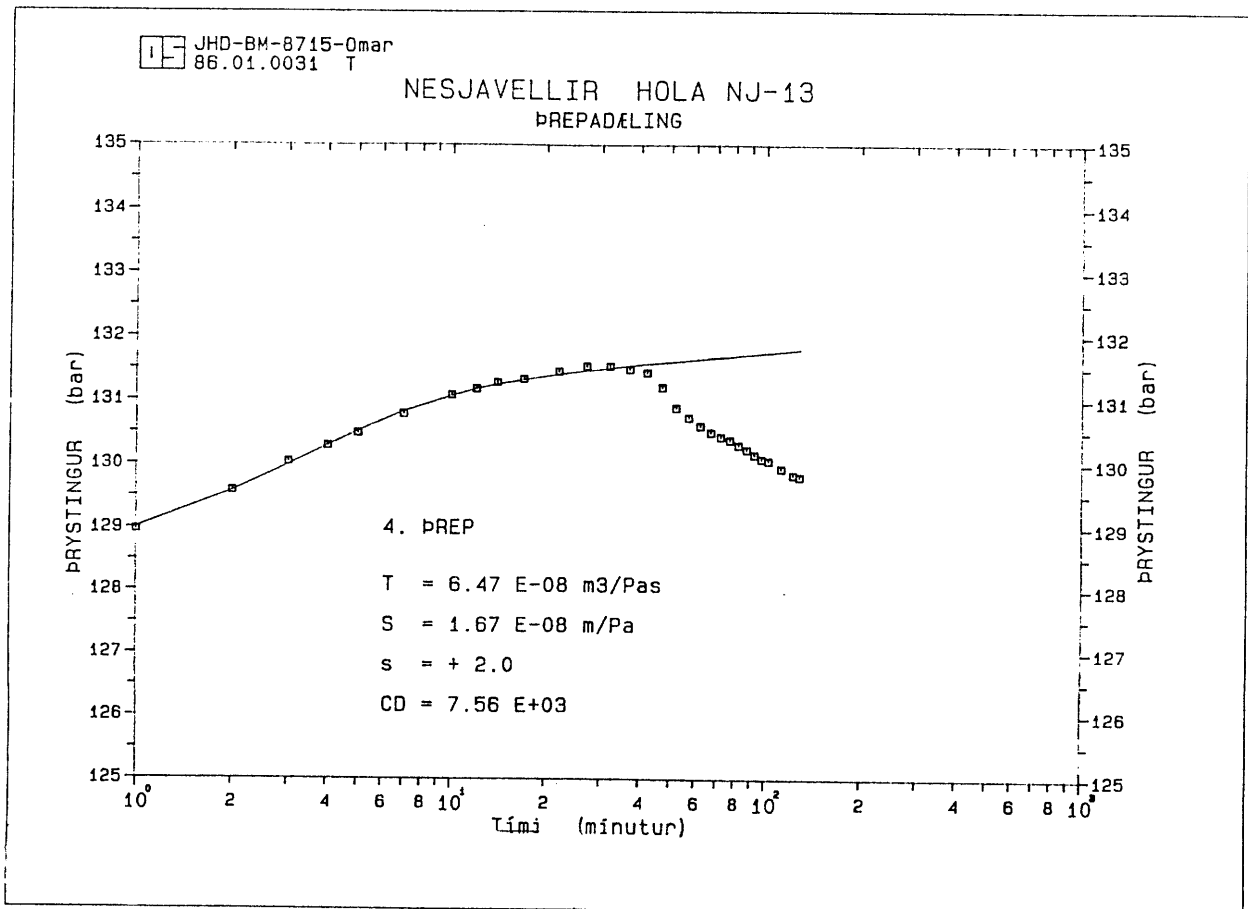
Holan var þrepaðeld dagana 21. og 22. ágúst 1985 og er gangi dæluþrófunarinnar lýst í viðauka 4, en yfirlit yfir þrófunina sýnt á mynd 9 og í töflu 5. Í dæluþrófuninni var þrýstiskynjarinn hafður á 1570 m dýpi eða um 30 m fyrir neðan neðstu þekktu æð holunnar. Eins og sést á mynd 9 eru verulegar hitabreytingar í holunni við mismikla dælingu. Þetta er vegna þess að mismikið tapast út í æðarnar á bilinu 900-1150 m og líklegt er að við litla dælingu gefi æðarnar í 940 m og 1120 m inn í holuna allt að 1,5 l/s. Það myndast því hitaprep í holunni sem eru svo rekin niður hana þegar ádæling er aukin. Þessar miklu hitabreytingar valda því að þrýstiskynjarinn er ekki í góðu hitajafnvægi við umhverfið og að eðlisþungi vatnssúlunnar í holunni er stöðugt að breytast. Skráð þrýstingsbreyting er því ekki að öllu leyti raunveruleg þrýstingsbreyting í jarðhitakerfinu.

Reynt var að fella hluta mæligilda hvers dæluþreps að reiknuðum ferlum út frá fræðilegum líkönum fyrir óendanlegt kerfi, lóðrétta sprungu og kerfi með tvenns konar poruhluta. Vegna hitaáhrifa og hegðunar mældra þrýstingsbreytinga tókst ekki að fá góða samsvörun milli mældra og reiknaðra ferla. Þessar tilraunir gáfu vatnsleiðnina á bilinu $kh/\mu = (2,2-8,5) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$ og var útkoman mjög háð þeim skilyrðum sem sett voru til að nálgast mæligildin með reiknuðum ferlum. Mynd 10 sýnir dæmi um þetta fyrir síðasta ádæluþrepið. Þrýstifallsþrepin voru við efri mörkin en ádæluþrepin nær þeim neðri. Efri mörk vatnsleiðninnar eru því að öllum líkindum of há þar sem hitahækkun í holunni dregur úr þrýstingsfallinu og veldur ofmati fyrir vatnsleiðnina. Ádæluþrepin sýna hækkandi vatnsleiðni með aukinni ádælingu, en veruleg þrýstingslökkun er líður á hvert dæluþrep bendir einnig til þessa. Ernfremur sýna dæluþrepin áhrif sprungustreymis fyrstu 5 til 10 mínúturnar.

Ádælingarstuðull (II) holunnar var metinn út frá þrýstingsbreytingunum milli dæluþrepa. Ádælingarstuðullinn fékkst þannig á bilinu 2,8 til 7,6 (l/s)/bar. Ádælingarstuðullinn var hækkandi með aukinni ádælingu. Er það vegna þess að fleiri æðar verða virkar í þrófuninni



MYND 9 þrepadæling

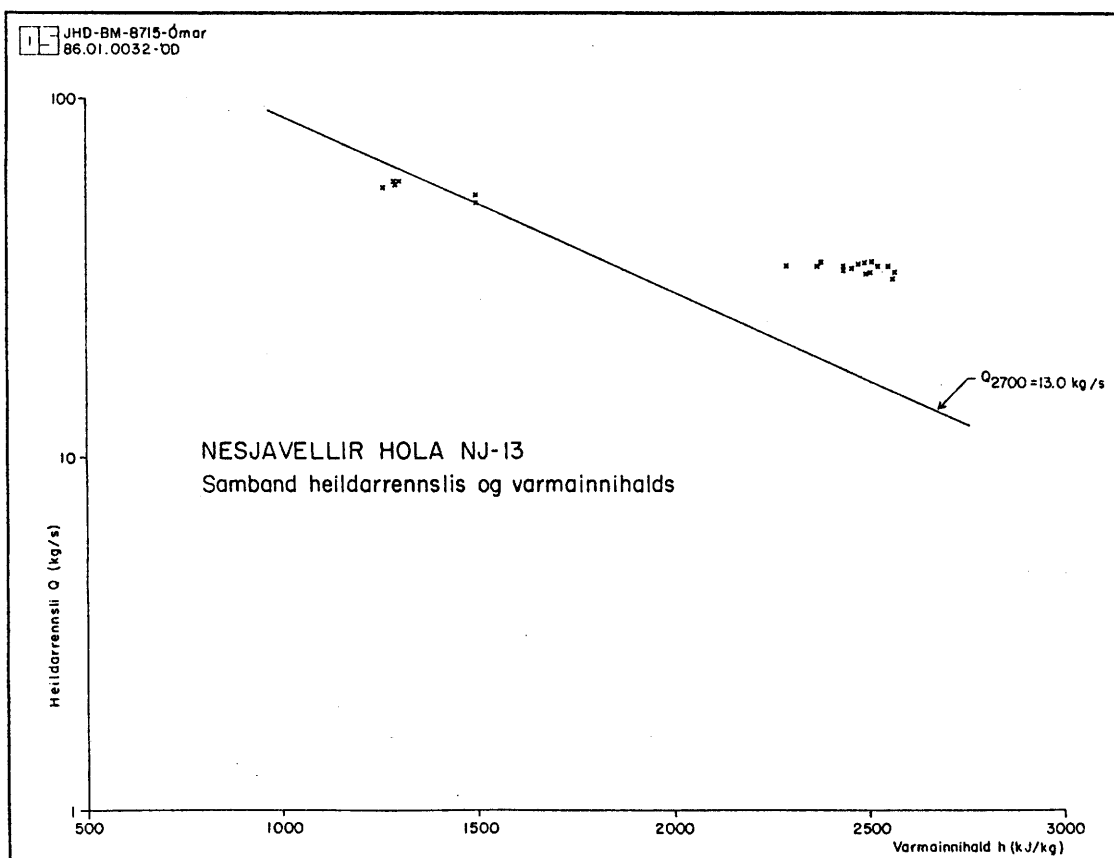


MYND 10 þrepadæling. Mæli- og reikniferill

er þrýstingur eykst, sérstaklega æðar á bilinu 900-1150 m. Einnig geta áhrif kælingar og/eða hreinsun sprungna og æða haft þar nokkuð að segja. Hærri gildi áðælingarstuðulsins eru talin meir lýsandi fyrir holuna og eru þau notuð til að áætla vatnsleiðnina (Ómar Sigurðsson o.fl. 1983). Samkvæmt því gæti vatnsleiðnin verið á bilinu $kh/\mu = (4,0-7,0) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$.

Að lokum hefur logaríthmínn af heildarrensli holunnar verið teiknaður á móti varmainnihaldi þess (mynd 11). Svonefnd kennilína hefur verið færð inn og hún framlengd til varmainnihalds 2700 kJ/kg (Valgarður Stefánsson o.fl. 1982). Þar er samsvarandi heildarrensli lesið af myndinni sem 13,0 kg/s. Samkvæmt reynslusamböndum samsvarar þetta rennsli því að vatnsleiðni holunnar sé um $kh/\mu = 6,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$.

Af ofanskráðu er ljóst að ekki hefur fengist einhlít ákvörðun á vatnsleiðni fyrir holu NJ-13. Líklegasta gildið fyrir vatnsleiðnina er talið vera um $kh/\mu = 6,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$.



MYND 11 Samband heildarrensli og varmainnihalds

Tafla 5 NESJAVELLIR HOLA NJ-13. Þrepaðaling

Dagsetning	Tími	Tímabreyting mín	Þrýstingur bar	Dæling l/s	Dýpi á nema m	Hiti °C	ATHUGASEMDIR
850821	2225	0.0	126.78	26.00	1570.00	64.10	SKY NJARI I 1570 m
850821	2230	5.0	127.45	26.00	1570.00	64.10	NEMI AÐ JAFNA SIG
850821	2245	20.0	127.68	26.00	1570.00	64.10	
850821	2300	35.0	127.55	26.00	1570.00	63.80	
850821	2313	48.0	127.43	26.00	1570.00	63.60	NEMI I JAFNVÆGI
850821	2314	49.0	127.43	26.00	1570.00	63.60	DÆLING MINNKUD
850821	2315	1.0	125.65	10.00	1570.00	63.60	FYRSTA ÞREP
850821	2316	2.0	124.50	10.00	1570.00	63.60	
850821	2317	3.0	123.88	10.00	1570.00	63.60	
850821	2318	4.0	123.45	10.00	1570.00	63.60	
850821	2319	5.0	123.20	10.00	1570.00	63.60	
850821	2320	6.0	123.00	10.00	1570.00	63.60	
850821	2321	7.0	122.83	10.00	1570.00	63.60	
850821	2322	8.0	122.75	10.00	1570.00	63.60	
850821	2323	9.0	122.65	10.00	1570.00	64.50	
850821	2327	13.0	122.45	10.00	1570.00	64.50	
850821	2330	16.0	122.33	10.00	1570.00	64.50	
850821	2332	18.0	122.30	10.00	1570.00	65.90	
850821	2338	24.0	122.28	10.00	1570.00	66.40	
850821	2342	28.0	122.28	10.00	1570.00	66.40	
850821	2349	35.0	122.33	10.00	1570.00	66.40	
850821	2354	40.0	122.33	10.00	1570.00	66.40	
850821	2359	45.0	122.35	10.00	1570.00	66.40	
850822	0005	51.0	122.35	10.00	1570.00	69.20	
850822	0010	56.0	122.35	10.00	1570.00	69.20	
850822	0015	61.0	122.33	10.00	1570.00	70.20	
850822	0020	66.0	122.30	10.00	1570.00	71.60	
850822	0025	71.0	122.25	10.00	1570.00	71.60	
850822	0030	76.0	122.30	10.00	1570.00	72.60	
850822	0035	81.0	122.30	10.00	1570.00	73.80	
850822	0040	86.0	122.25	10.00	1570.00	74.80	
850822	0050	96.0	122.28	10.00	1570.00	75.80	
850822	0100	106.0	122.28	10.00	1570.00	78.50	
850822	0105	111.0	122.25	10.00	1570.00	79.30	
850822	0110	116.0	122.28	10.00	1570.00	80.00	HITAMÆLING
850822	0204	170.0	121.50	10.00	1570.00	88.30	ÞRYSTIMÆLING
850822	0208	174.0	121.90	10.00	1570.00	88.30	NEMI EKKI I
850822	0210	176.0	122.00	10.00	1570.00	89.40	HITAJAFNVÆGI
850822	0215	181.0	122.38	10.00	1570.00	90.10	ENNA
850822	0220	186.0	122.50	10.00	1570.00	90.80	KOMINN I JAFNVÆGI
850822	0225	191.0	122.58	10.00	1570.00	91.60	
850822	0227	193.0	122.58	10.00	1570.00	91.60	DÆLING AUKIN

Tafla 5 (frh.) NESJAVELLIR HOLA NJ-13. Þrepaðaling

Dagsetning	Tími	Tímabreyting mín	Þrýstingur bar	Dæling l/s	Dýpi á nema m	Hiti °C	ATHUGASEMDIR
850822	0228	1.0	123.98	20.00	1570.00	91.60	ANNAD ÞREP
850822	0229	2.0	124.80	20.00	1570.00	91.60	
850822	0230	3.0	125.33	20.00	1570.00	91.60	
850822	0231	4.0	125.60	20.00	1570.00	91.60	
850822	0232	5.0	125.63	20.00	1570.00	91.60	
850822	0233	6.0	125.55	20.00	1570.00	91.60	
850822	0235	8.0	125.50	20.00	1570.00	92.40	
850822	0237	10.0	125.55	20.00	1570.00	92.40	
850822	0239	12.0	125.60	20.00	1570.00	93.20	
850822	0241	14.0	125.65	20.00	1570.00	93.20	
850822	0243	16.0	125.75	20.00	1570.00	93.20	
850822	0245	18.0	125.80	20.00	1570.00	93.70	
850822	0250	23.0	125.88	20.00	1570.00	94.30	
850822	0255	28.0	125.93	20.00	1570.00	94.60	
850822	0300	33.0	126.00	20.00	1570.00	95.00	
850822	0305	38.0	126.03	20.00	1570.00	94.90	
850822	0310	43.0	126.05	20.00	1570.00	94.70	
850822	0315	48.0	126.08	20.00	1570.00	94.70	
850822	0320	53.0	126.05	20.00	1570.00	94.60	
850822	0325	58.0	126.03	20.00	1570.00	94.00	
850822	0330	63.0	126.00	20.00	1570.00	93.70	
850822	0335	68.0	125.95	20.00	1570.00	93.30	
850822	0340	73.0	125.93	20.00	1570.00	92.50	
850822	0345	78.0	125.85	20.00	1570.00	92.10	
850822	0350	83.0	125.83	20.00	1570.00	92.10	
850822	0351	84.0	125.83	20.00	1570.00	92.10	DÆLING AUKIN
850822	0352	1.0	126.60	30.00	1570.00	92.10	ÞRIÐJA ÞREP
850822	0353	2.0	126.98	30.00	1570.00	92.10	
850822	0354	3.0	127.30	30.00	1570.00	92.10	
850822	0355	4.0	127.65	30.00	1570.00	92.10	
850822	0356	5.0	127.68	30.00	1570.00	91.00	
850822	0358	7.0	127.80	30.00	1570.00	91.00	
850822	0400	9.0	127.93	30.00	1570.00	89.90	
850822	0405	14.0	128.25	30.00	1570.00	89.40	
850822	0410	19.0	128.48	30.00	1570.00	87.70	
850822	0415	24.0	128.55	30.00	1570.00	87.70	
850822	0420	29.0	128.63	30.00	1570.00	86.40	
850822	0425	34.0	128.65	30.00	1570.00	86.40	
850822	0430	39.0	128.68	30.00	1570.00	85.70	
850822	0435	44.0	128.70	30.00	1570.00	83.70	
850822	0440	49.0	128.65	30.00	1570.00	83.70	
850822	0445	54.0	128.58	30.00	1570.00	81.20	

Tafla 5 (frh.) NESJAVELLIR HOLA NJ-13. Prepadæling

Dagsetning	Tími	Tímabreyting mín	Þrýstingur bar	Dæling l/s	Dýpi á nema m	Hiti °C	ATHUGASEMDIR
850822	0450	59.0	128.43	30.00	1570.00	81.20	
850822	0455	64.0	128.33	30.00	1570.00	81.20	
850822	0500	69.0	128.25	30.00	1570.00	78.50	
850822	0505	74.0	128.20	30.00	1570.00	77.70	
850822	0510	79.0	128.15	30.00	1570.00	76.70	
850822	0515	84.0	128.10	30.00	1570.00	75.70	
850822	0520	89.0	128.00	30.00	1570.00	75.10	
850822	0525	94.0	128.00	30.00	1570.00	75.10	
850822	0530	99.0	127.93	30.00	1570.00	73.60	
850822	0535	104.0	127.93	30.00	1570.00	73.00	
850822	0540	109.0	127.90	30.00	1570.00	72.70	
850822	0545	114.0	127.88	30.00	1570.00	72.70	
850822	0548	117.0	127.83	30.00	1570.00	72.30	DÆLING AUKIN
850822	0549	1.0	128.97	45.00	1570.00	72.30	FJORDA ÞREP
850822	0550	2.0	129.58	45.00	1570.00	72.30	
850822	0551	3.0	130.03	45.00	1570.00	72.30	
850822	0552	4.0	130.28	45.00	1570.00	72.30	
850822	0553	5.0	130.48	45.00	1570.00	72.30	
850822	0555	7.0	130.78	45.00	1570.00	72.30	
850822	0558	10.0	131.08	45.00	1570.00	70.20	
850822	0600	12.0	131.18	45.00	1570.00	70.20	
850822	0602	14.0	131.28	45.00	1570.00	70.20	
850822	0605	17.0	131.33	45.00	1570.00	68.00	
850822	0610	22.0	131.45	45.00	1570.00	68.00	
850822	0615	27.0	131.53	45.00	1570.00	66.70	
850822	0620	32.0	131.53	45.00	1570.00	66.70	
850822	0625	37.0	131.48	45.00	1570.00	64.30	
850822	0630	42.0	131.43	45.00	1570.00	64.30	
850822	0635	47.0	131.20	45.00	1570.00	61.20	
850822	0640	52.0	130.88	45.00	1570.00	61.20	
850822	0645	57.0	130.73	45.00	1570.00	59.80	
850822	0650	62.0	130.60	45.00	1570.00	59.30	
850822	0655	67.0	130.50	45.00	1570.00	59.10	
850822	0700	72.0	130.43	45.00	1570.00	58.60	
850822	0705	77.0	130.38	45.00	1570.00	58.20	
850822	0710	82.0	130.30	45.00	1570.00	57.80	
850822	0715	87.0	130.23	45.00	1570.00	57.60	
850822	0720	92.0	130.15	45.00	1570.00	57.50	
850822	0725	97.0	130.08	45.00	1570.00	57.50	
850822	0730	102.0	130.05	45.00	1570.00	57.20	
850822	0740	112.0	129.93	45.00	1570.00	56.50	
850822	0750	122.0	129.83	45.00	1570.00	56.50	

Tafla 5 (frh.) NESJAVELLIR HOLA NJ-13. Prepadæling

Dagsetning	Tími	Tímabreyting mín	Þrýstingur bar	Dæling l/s	Dýpi á nema m	Hiti °C	ATHUGASEMDIR
850822	0756	128.0	129.80	45.00	1570.00	56.50	DÆLINGU HÆTT
850822	0757	1.0	126.33	0.00	1570.00	56.50	FIMMTA ÞREP
850822	0758	2.0	123.85	0.00	1570.00	56.50	
850822	0759	3.0	122.30	0.00	1570.00	56.50	
850822	0800	4.0	121.30	0.00	1570.00	56.50	
850822	0801	5.0	120.80	0.00	1570.00	56.50	
850822	0802	6.0	120.35	0.00	1570.00	56.50	
850822	0803	7.0	120.03	0.00	1570.00	56.50	
850822	0804	8.0	119.83	0.00	1570.00	56.50	
850822	0806	10.0	119.50	0.00	1570.00	57.90	
850822	0808	12.0	119.30	0.00	1570.00	57.90	
850822	0811	15.0	119.10	0.00	1570.00	59.00	
850822	0813	17.0	119.00	0.00	1570.00	59.00	
850822	0815	19.0	118.90	0.00	1570.00	61.00	
850822	0817	21.0	118.83	0.00	1570.00	61.00	
850822	0819	23.0	118.78	0.00	1570.00	62.20	
850822	0824	28.0	118.63	0.00	1570.00	63.40	
850822	0829	33.0	118.55	0.00	1570.00	64.30	
850822	0834	38.0	118.53	0.00	1570.00	65.80	
850822	0844	48.0	118.45	0.00	1570.00	66.00	
850822	0849	53.0	118.43	0.00	1570.00	66.70	
850822	0854	58.0	118.40	0.00	1570.00	67.60	
850822	0859	63.0	118.33	0.00	1570.00	68.00	
850822	0904	68.0	118.33	0.00	1570.00	69.30	
850822	0909	73.0	118.30	0.00	1570.00	69.80	
850822	0914	78.0	118.28	0.00	1570.00	70.80	
850822	0919	83.0	118.23	0.00	1570.00	72.10	
850822	0920	84.0	118.23	0.00	1570.00	72.10	MÆLINGU HÆTT

6.3 Þrýstingur á vatnsæðum

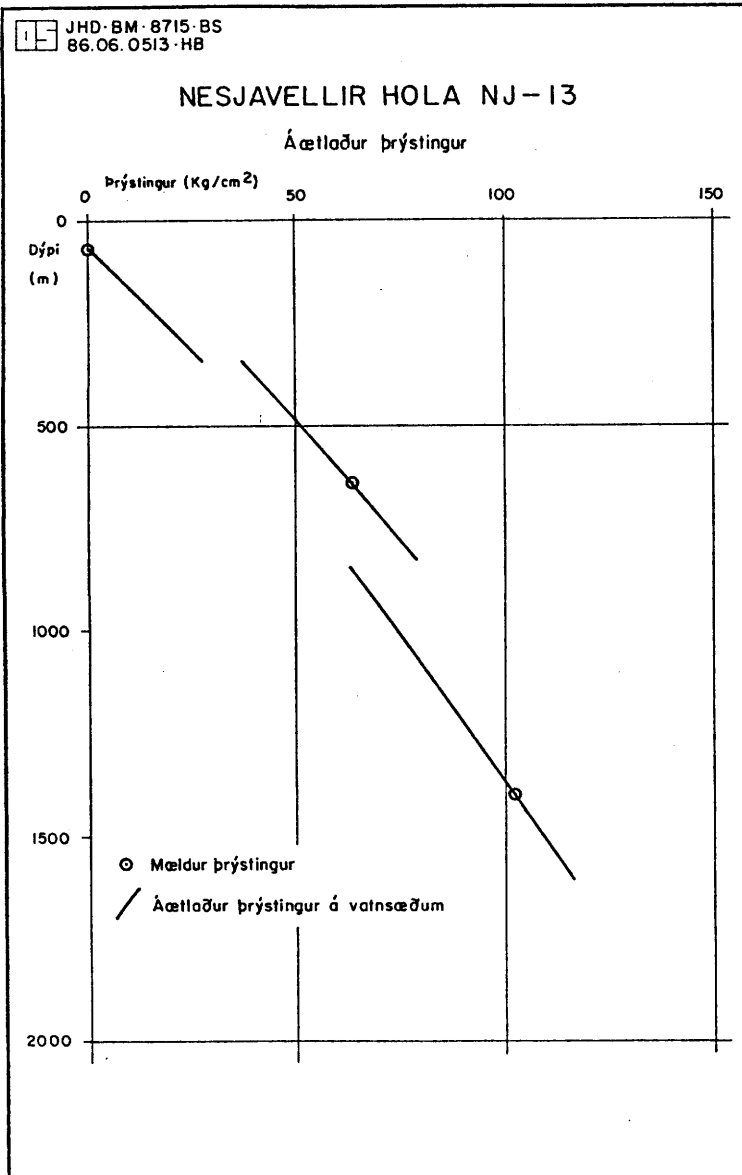
Hola NJ-13 skar þrjú vatnsæðakerfi með mismunandi þrýstihæð. Efst í holunni var skoltap við æðar. Algert skoltap var við æð á 67 m dýpi og mældist vatnsborð á 66 m dýpi. Þrýstingur hennar er því aðeins 0,1 kg/sm². Í borun fyrir vinnslufóðringu var óverulegt skoltap við æðar, og reyndist holan pottþétt eftir að komið var í fóðringardýpi. Samkvæmt hitamælingum virtist jafnvel seytla inn í holuna á nokkrum

stöðum þrátt fyrir að hún stæði full af köldu vatni. Helsta æðin var á 640 m dýpi og er þrýstingur hennar því áætlaður 64 kg/sm^2 . Í vinnsluhluta holunnar var skoltap við allar vatnsæðar. Í upphitun eftir borun var þrýstijafnvægi á 1400 m dýpi. Mældist þrýstingur þar $102,2 \text{ kg/sm}^2$. Helsta skoltap í borun var við vatnsæð á 1363 m dýpi og hefur sú æð stjórnað þrýstingi í holunni.

Á mynd 12 eru ofangreindar upplýsingar um þrýsting æða merktar inn. Auk þess er dreginn þrýstiferill vatnssúlu sem fylgir berghita (sjá kafla 6.4). Tölugildi fyrir þrýstiferilinn eru hins vegar birt á töflu 6. Eins og sjá má á myndinni er ekki hægt að tengja æðarnar með samfelldri vatnssúlu, og koma fram þrjú þrýstikerfi líkt og í öðrum holum uppi á stallinum. Efsta kerfið, sem er tiltölulega kalt grunnvatnskerfi, er í tengslum við æðina í 67 metrum og þrýstingur þess lágur. Miðkerfið nær frá u.þ.b. 350 m dýpi og niður í a.m.k. 800 metra. Þetta jarðhitakerfi kemur fram í öllum holum uppi á stallinum. Kerfið er háþrýst og jafnvel með örlitlum yfirþrýstingi í NJ-13. Hitastig þess er langt undir suðumarki. Vinnslukerfi NJ-13 er neðan 900 m dýpis og er aðalvinnsluæðin á 1363 m dýpi. Samkvæmt hitamælingum er vinnslukerfið sjóðandi.

Tafla 6 NESJAVELLIR HOLA NJ-13. Berghiti og þrýstingur á vatnsæðum

Dýpi (m)	Þrýstingur (kg/sm^2)	Berghiti ($^{\circ}\text{C}$)
100	3,4	20
200	13,3	55
300	23,1	95
400	42,2	135
500	51,3	175
600	60,0	212
700	68,3	240
800	76,3	265
900	66,4	280
1000	73,8	288
1100	81,1	295
1200	88,3	302
1300	95,3	307
1400	102,2	312
1500	109,0	316
1600	115,7	320

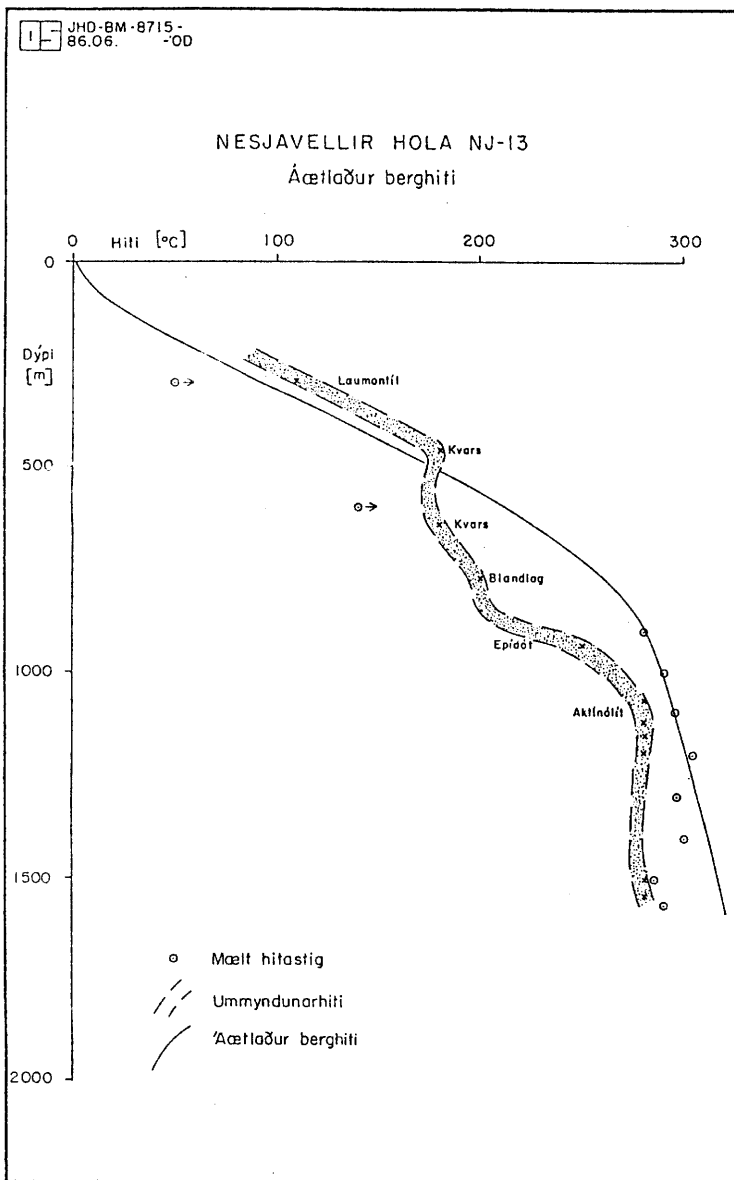


MYND 12 Áætlaður þrýstingur á vatnsæðum

6.4 Berghiti

Við mat á berghita við holu NJ-13 hefur verið stuðst við hitamælingar og ummyndunargreiningu. Út frá ummyndunarsteindum hefur fengist það sem kalla má ummyndunarhita og fæst þannig beinn samanburður við mældan hita í holunni. Hitamælingagögn í NJ-13 eru allgóð neðan 800 m dýpis. Ofan 800 metra fengust engar marktækar hitamælingar þegar holan var að hitna upp eftir borun. Því réði að holan komst fljótlega undir þrýsting og gas- og gufustreymi úr dýpri æðum hrærði upp í efri hluta holunnar og truflaði hitastigið í holunni.

Á mynd 13 er helstu upplýsingar um hitastig í NJ-13 sýndar. Einnig er þar dreginn sá berghitaferill, sem áætlaður er út frá mældum hita og ummyndunargreiningu. Í töflu 6 eru síðan birt tölugildi fyrir berg-hitaferilinn. Ofan 800 m dýpis er fyrst og fremst stuðst við ummyndunargreiningu, en dýpra í holunni er stuðst við hitamælingar við áætlun á berghita. Hiti við NJ-13 vex hratt niður á 900 m dýpi. Samkvæmt hitamælingum í borun er hiti hærrí en 50°C á 300 metrum og yfir 140°C á 640 m dýpi. Kvars sést fyrst í svarfi á um 450 metrum (>180) og í 750 metrum sést blandlagaleir (>200°C). Í þessum hluta holunnar er hitastig langt undir suðumarki. Dýpra í holunni nær hitastig suðu og er mælt hitastig um 280°C á 900 m dýpi. Fylgir áætlaður berghiti síðan suðumarksferli áfram niður holuna og er hiti á 1600 metrum áætlað um 320°C. Er það í samræmi við mældan hita niður í a.m.k. 1300 metra. Dýpra í holunni gætti hins vegar enn kælingar frá borun þegar holunni var hleypt í gos. Það náðist því ekki að staðfesta með mælingum að suða næði allt til holubotns.



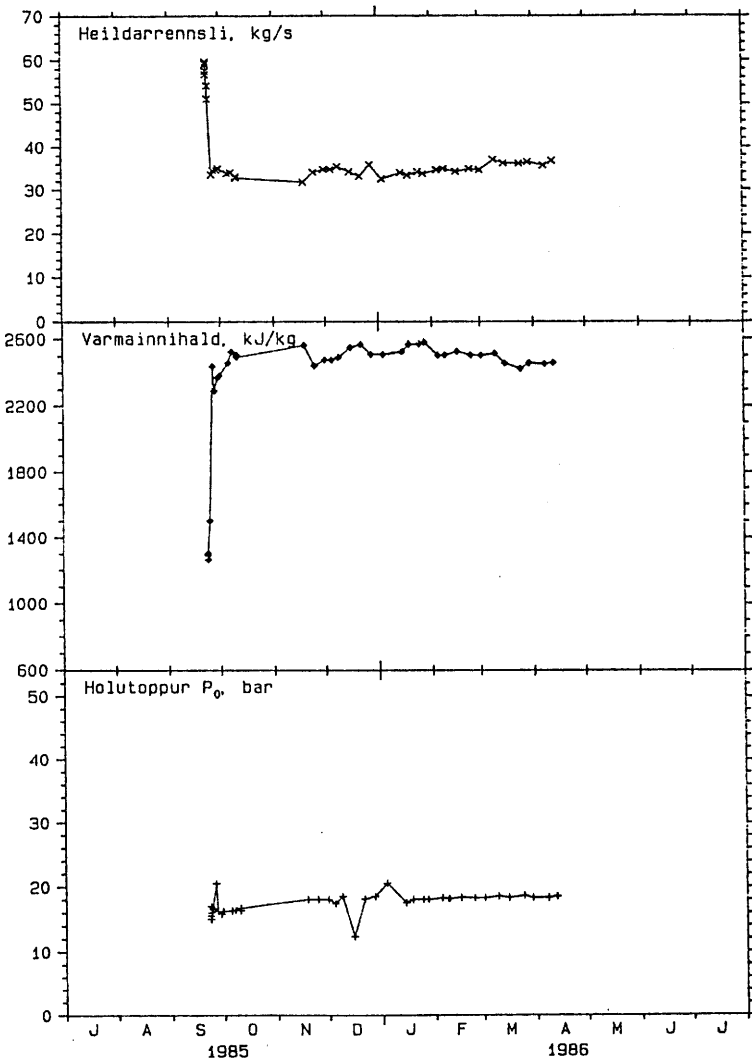
MYND 13 Áætlaður berghiti

7 AFL

Holu NJ-13 var hleypt í blástur 23. september. Fylgst hefur verið með afli holunnar og hún aflmæld a.m.k. vikulega. Niðurstöður aflmælinga fram til 1. apríl 1986 eru sýndar í töflu 7, en á mynd 14 er sýnt hvernig helstu aflstærðir hafa breyst á þessu tímabili. Holan hefur blásið gegnum 160,5 mm mælistút og var toppþrýstingur í byrjun blásturs um 16 bar, en hefur hækkað í 18-18,5 bar. Strax eftir upphleypingu holunnar var varmainnihald um 1300 kJ/kg og heildarstreymi úr holunni tæplega 60 kg/s. Holan hækkaði hins vegar hratt í varmainnihaldi jafnframt því sem streymi minnkaði. Innan fárra daga komst varmainnihald í u.þ.b. 2500 kJ/kg og hafa ekki mælst marktækar breytingar í því síðan. Streymi úr holunni féll í byrjun blásturs í u.þ.b. 33 kg/s en hefur síðan heldur aukist og mældist það um 36 kg/s í mars 1986.

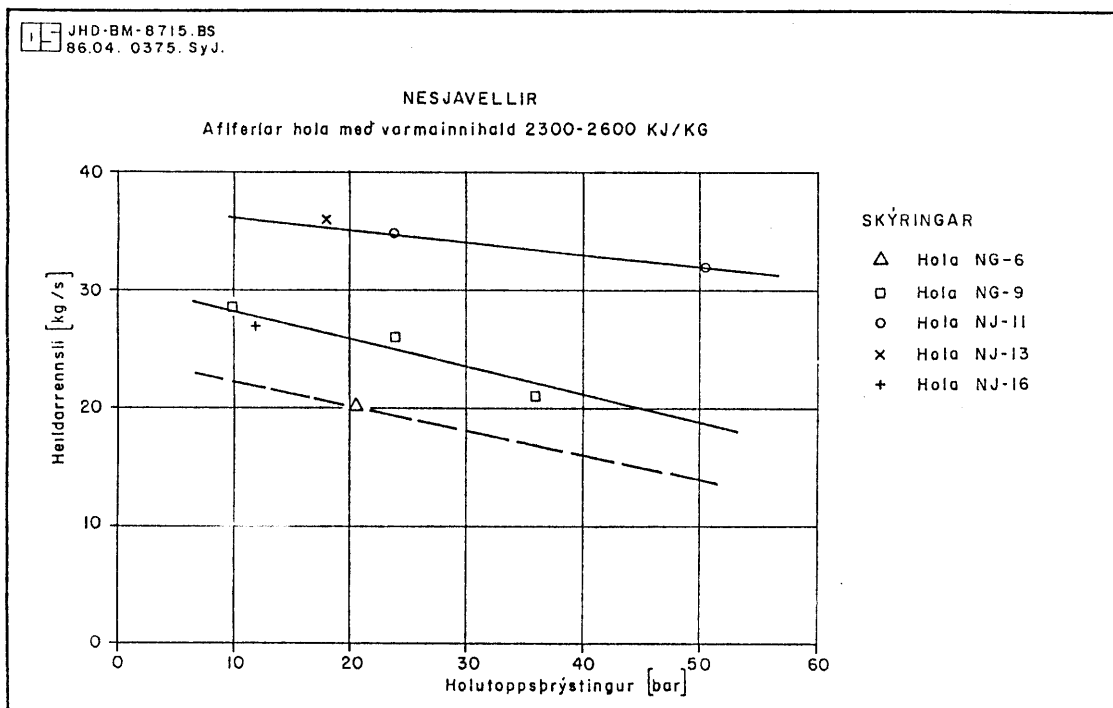
JHD-BM-8715.BS
86.05. 0485.T/SyJ.

NESJAVELLIR HOLA NJ-13
Aflsaga frá upphafi blásturs fram í apríl '86



MYND 14 Aflsaga

Afl NJ-13 er samkvæmt ofangreindum tölum um 90 MW í hrávarma við toppþrýstinginn 18,3 bar, en háþrýstigufa (7 bar a) reiknast um 31 kg/s. Hvernig afl holunnar breytist sem fall af toppþrýstingi hefur ekki enn verið mælt, en hins vegar er ljóst að NJ-13 sver sig í ætt við þær holur á Nesjavöllum sem hafa hátt varmáinnihald. Á mynd 15 eru dregnar saman upplýsingar, sem til eru um afl þessara hola. Af myndinni má sjá að það minnkar tiltölulega hægt með vaxandi toppþrýstingi og er lokunarþrýstingur þeirra hár. Engin holanna hefur verið látin standa lokuð lengur en örfáar klukkustundir í senn og því ekki fengist mæling á ótrufluðum lokunarþrýstingi. Hæst hefur þrýstingur farið á toppi NJ-13 í 85 bar.



MYND 15 Aflferlar hola með varmáinnihald yfir 2300-2600 kJ/kg

TAFLA 7 Aflmælingar. Nesjavellir hola NJ-13

=====												
Dags.	Kl	Þver- mál stúts.	PO bar	PC bar	Vatns- rennsli cm	Vermi H kJ/kg	Heild. rennsli kg/s	Gufa við 1 bar abs.	Gufa við 7 bar abs.	Mwt	Ath.	
		mm.					kg/s	kg/s	kg/s			
850923	2020	BS	160.5	17.0	3.40	23.4	34.96	1296.	57.2	22.2	16.6	74. *
850923	2025	BS	160.5	16.0	3.80	23.6	35.71	1336.	60.1	24.4	18.7	80.
850923	2115	BS	160.5	15.5	3.70	23.6	35.71	1323.	59.6	23.8	18.1	79.
850923	2320	BS	160.5	15.0	3.60	23.3	34.59	1330.	58.0	23.4	17.8	77.
850924	1300	EG	160.5	16.5	4.10	21.3	27.66	1535.	54.7	27.0	22.2	84.
850924	1700	EG	160.5	16.7	3.80	20.8	26.07	1535.	51.6	25.5	21.0	79.
850926	1500	EG	160.5	20.5	4.40	9.2	3.44	2451.	34.5	31.0	29.3	85.
850927	1145	EG	160.5	16.2	4.18	11.3	5.72	2311.	35.4	29.6	27.6	82.
850929	1500	EG	160.5	15.8	4.40	10.3	4.55	2387.	35.5	30.9	29.0	85.
850930	2200	MG	160.5	16.2	4.50	10.2	4.44	2398.	36.0	31.5	29.6	86.
851005	1120	JK	160.5	16.3	4.50	8.9	3.16	2471.	34.8	31.6	29.9	86.
851007	1135	BS	160.5	16.4	4.70	7.7	2.21	2534.	35.0	32.8	31.1	89.
851010	1400	EG	160.5	16.3	4.50	8.0	2.43	2515.	34.1	31.6	30.0	86.
851010	1835	JK	160.5	16.7	4.40	8.2	2.58	2503.	33.7	31.1	29.5	84.
851118	2150	MGSB	160.5	18.0	4.40	6.7	1.57	2568.	32.8	31.2	29.7	84.
851124	1745	MG	160.5	18.0	4.50	9.2	3.44	2455.	35.0	31.6	29.8	86.
851130	1545	MG	160.5	18.0	4.70	8.7	2.99	2487.	35.7	32.7	31.0	89.
851204	1430	EG	160.5	17.4	4.70	8.7	2.99	2487.	35.7	32.7	31.0	89.
851208	1438	MG	160.5	18.5	4.85	8.5	2.82	2501.	36.4	33.6	31.8	91.
851215	1345	JK	160.5	12.3	4.80	7.2	1.87	2556.	35.3	33.4	31.7	90.
851221	1715	MG	160.5	18.1	4.65	6.7	1.57	2572.	34.2	32.5	31.0	88.
851227	1515	JKSB	160.5	18.5	4.90	8.2	2.58	2516.	36.5	33.9	32.1	92.
860103	1505	KSÖJ	160.5	20.5	4.40	7.9	2.36	2517.	33.5	31.1	29.5	84.
860114	1120	JK	160.5	17.5	4.70	7.7	2.21	2534.	35.0	32.8	31.1	89.
860118	1415	MG	160.5	18.0	4.70	6.7	1.57	2573.	34.4	32.8	31.3	89.
860124	1430	EG	160.5	18.0	4.85	6.7	1.57	2576.	35.3	33.6	32.1	91.
860127	1345	JKSB	160.5	18.0	4.80	6.4	1.40	2585.	34.8	33.4	31.8	90.
860204	1400	MG	160.5	18.2	4.75	8.2	2.58	2512.	35.7	33.0	31.3	90.
860208	1635	JK	160.5	18.1	4.80	8.2	2.58	2514.	35.9	33.3	31.6	90.
860215	1415	MG	160.5	18.3	4.75	7.7	2.21	2535.	35.3	33.0	31.4	89.
860223	1735	JK	160.5	18.2	4.80	8.2	2.58	2514.	35.9	33.3	31.6	90.
860301	1055	MG	160.5	18.2	4.75	8.2	2.58	2512.	35.7	33.0	31.3	90.
860309	1700	JK	160.5	18.5	5.20	8.2	2.58	2523.	38.1	35.5	33.7	96.
860315	1415	MG	160.5	18.3	4.90	9.2	3.44	2468.	37.3	33.8	31.9	92.
860324	1330	JKSB	160.5	18.6	4.80	9.7	3.92	2438.	37.2	33.2	31.3	91.
860329	1345	MG	160.5	18.3	4.95	9.2	3.44	2469.	37.5	34.1	32.2	93.
860407	1650	EP	160.5	18.3	4.80	9.2	3.44	2465.	36.7	33.2	31.4	90.
860412	1615	MG	160.5	18.5	5.00	9.2	3.44	2471.	37.8	34.3	32.5	93.

TAFLA 7 Aflmælingar. Nesjavellir hola NJ-13 (frh.)

Dags.	Kl		Dver- mál stúts. mm.	PO bar	PC bar	Vatns- rennsli cm	Vermi H kJ/kg	Heild. rennsli kg/s	Gufa við Q kg/s	Gufa við 1 bar kg/s	Gufa við 7 bar kg/s	MWt	Ath.
860420	1130	JK	160.5	18.5	4.80	10.2	4.44	2410.	37.6	33.2	31.2	91.	
860426	1415	MG	160.5	18.6	5.20	10.2	4.44	2425.	39.9	35.4	33.3	97.	
860504	1445	JK	160.5	18.6	5.00	9.9	4.12	2434.	38.5	34.3	32.3	94.	
860511	1250	MG	160.5	18.5	5.05	10.7	5.00	2391.	39.5	34.5	32.4	95.	
860519	1155	JK	160.5	18.7	5.10	10.7	5.00	2393.	39.8	34.8	32.7	95.	
860525	1130	MG	160.5	19.0	5.20	10.2	4.44	2425.	39.9	35.4	33.3	97.	
860601	1415	EP	160.5	18.7	5.10	9.7	3.92	2448.	38.8	34.9	32.9	95.	
860610	1700	EP	160.5	19.3	5.15	9.7	3.92	2450.	39.1	35.1	33.2	96.	
860622	1110	MG	160.5	19.0	5.10	11.1	5.47	2369.	40.3	34.7	32.6	95.	
860629	1500	EP	160.5	19.5	5.10	10.2	4.44	2421.	39.3	34.8	32.8	95.	
860630	1600	EG	160.5	19.8	4.80	10.2	4.44	2410.	37.6	33.2	31.2	91.	
860707	1025	GSBS	160.5	19.0	5.10	10.2	4.44	2421.	39.3	34.8	32.8	95.	
860713	1320	JK	160.5	19.2	5.10	9.0	3.25	2484.	38.2	34.9	33.0	95.	
860719	1030	GS	160.5	19.0	5.00	7.7	2.21	2540.	36.7	34.4	32.7	93.	
860727	1500	JK	160.5	19.2	5.10	6.2	1.30	2596.	36.4	35.1	33.4	94.	
860804	1545	GS	160.5	19.5	5.10	9.5	3.72	2459.	38.6	34.9	32.9	95.	
860810	1505	JK	160.5	20.1	4.75	6.7	1.57	2574.	34.7	33.1	31.5	89.	
860818	2035	JK	160.5	18.5	5.00	10.2	4.44	2418.	38.7	34.3	32.3	94.	
860824	1130	JK	160.5	19.8	5.10	9.2	3.44	2474.	38.4	34.9	33.0	95.	
860831	1420	JK	160.5	19.6	5.10	1.0	.02	2675.	35.2	35.1	33.7	94.	
860908	1037	JK	160.5	19.8	5.20	8.2	2.58	2523.	38.1	35.5	33.7	96.	
860913	1415	MG	160.5	19.1	5.20	9.2	3.44	2477.	38.9	35.4	33.5	96.	
860921	1700	JK	160.5	18.3	5.00	5.7	1.05	2609.	35.6	34.5	33.0	93.	
860928	1400	SJ	160.5	18.5	4.85	3.2	.26	2659.	34.0	33.7	32.3	91.	
861005	1310	JK	160.5	18.9	5.20	3.7	.36	2653.	36.1	35.7	34.2	96.	
861012	1420	SJ	160.5	19.8	5.20	3.0	.22	2662.	36.0	35.7	34.2	96.	
861018	1100	JK	160.5	18.7	5.10	3.2	.26	2660.	35.4	35.1	33.7	94.	
861026	1140	GS	160.5	19.7	4.85	3.9	.41	2649.	34.2	33.7	32.3	91.	
861105	1645	GS	160.5	19.0	4.85	3.2	.26	2659.	34.0	33.7	32.3	91.	
861108	1321	MG	160.5	19.4	4.90	3.2	.26	2659.	34.3	34.0	32.6	91.	
861116	1440	JK	160.5	18.5	5.00	3.2	.26	2659.	34.9	34.6	33.1	93.	
861122	0950	GS	160.5	19.6	5.00	2.7	.17	2665.	34.8	34.6	33.1	93.	
861130	1330	JK	160.5	18.5	4.90	3.7	.36	2652.	34.4	34.0	32.6	91.	
861208	1140	SJ	160.5	19.1	4.90	3.3	.28	2658.	34.3	34.0	32.6	91.	
861215	1320	JK	160.5	19.5	4.95	3.2	.26	2659.	34.6	34.3	32.9	92.	
861221	1405	SJ	160.5	19.1	5.00	1.7	.06	2672.	34.7	34.6	33.2	93.	
861228	1455	ISJS	160.5	19.6	4.95	3.4	.30	2657.	34.6	34.3	32.8	92.	

* 6" blenda

8 EFNASAMSETNING BORHOLUVÖKVA

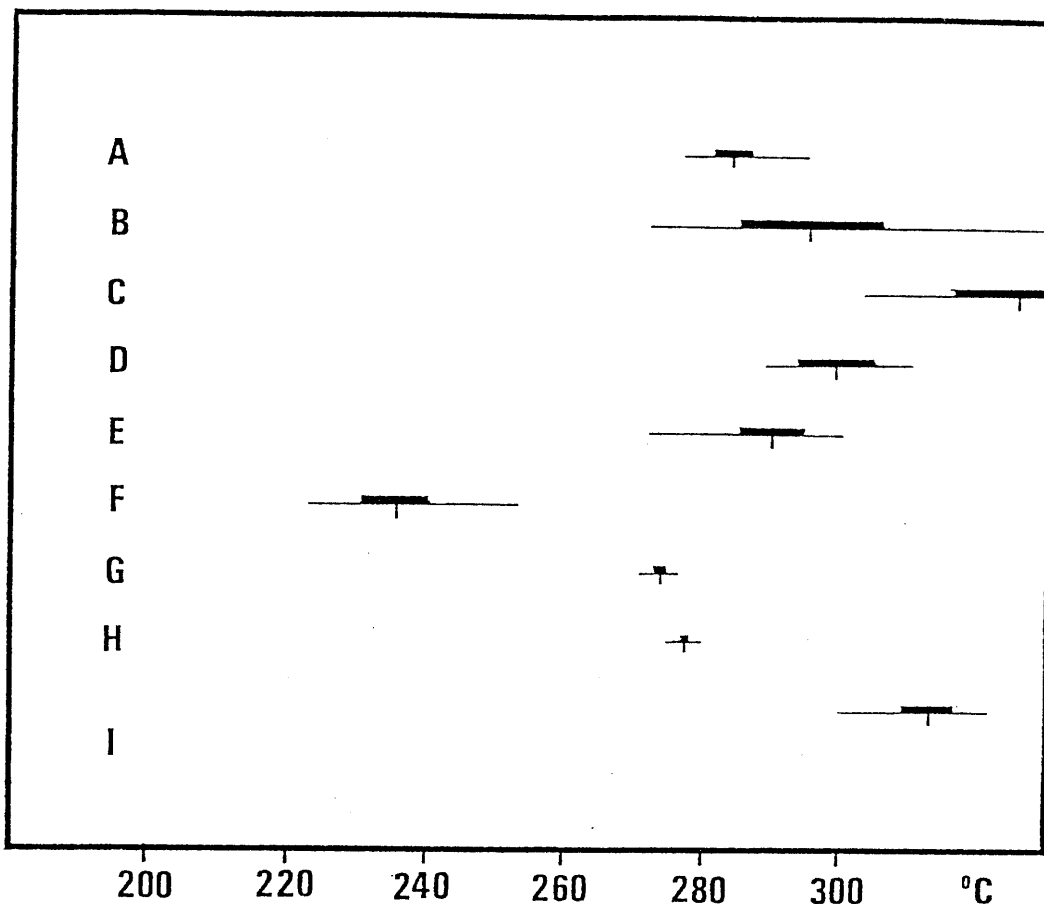
Tilgangur með rannsókn borholuvökvens er einkum að skilgreina efnasamsetningu og gasinnihald hans, meta hitastig þess vökva sem inn í holurnar streymir, kanna hugsanlegar útfellingar og þar með vinnslueiginleika vökvens, kanna breytingar sem geta orðið með tíma og leita orsaka þeirra og að lokum setja öll gögn saman í heildarmynd af svæðinu ásamt öllum öðrum gögnum sem tiltæk eru. Í þessu yfirliti verður reynt að gera í stuttu máli grein fyrir efnainnihaldi jarðhitavats úr holu NJ-13.

8.1 Efnasamsetning heildarrennslis

Sex sýni eru til af vökva úr holu NJ-13. Um fimm þeirra var fjallað í áfangaskýrslu um blástur holu NJ-13 (viðauki 5). Í þessari samantekt er því einungis birt ein efnagreining sem talin er einkennandi fyrir holuna. Þetta er sjötta greiningin frá því í janúar 1986. Fyrstu greiningarnar sýndu breytingar með tíma meðan holan var að þorna og hreinsa sig af skolvatni. Síðustu greiningarnar eru aftur á móti mjög svipaðar. Sýni úr holu NJ-13 eru mjög svipuð sýnum úr öðrum holum með hátt varmainnihald (NG-6 og NJ-11). Styrkur vetnis í heildarrennslis er hæstur á Nesjavöllum í holu NJ-13, þó ekki sé munurinn mikill á holum með hátt varmainnihald. Hlutfall kolsýru og brennisteinsvetnis er jafnframt lægst í þessum holum og einna lægst í holu NJ-13. Í flestum tilfellum eru þessar tvær gastegundir, kolsýra og brennisteinsvetni, um eða yfir 90% af gasinu við 7 bar-a þrýsting. Í þessu tilfalli er það einnig en styrkur brennisteinsvetnis er hlutfallslega hærri en í öðrum holum. Styrkur argons er lágur svipaður og í öðrum holum á svæðinu sem hafa hátt varmainnihald og eru ekki nærri jaðri svæðisins.

8.2 Mat á hitastigi

Efnasamsetningu vatns og gufu má nota til að segja til um hitastig á flæði inn í borholur. Aðallega hefur verið stuðst við kísil og alkalímálma í vatnsfasa til að meta hitastig. Auk þess hefur á síðustu árum aukist notkun gashitamæla sem byggja á styrk ýmissa gastegunda í gufu. Nýtt jafnvægi milli bergs og vökva næst tiltölulega fljótt ef hitastig er herra en 250°C og gefa efnahitamælar þá oft það hitastig sem ríkir við streymi inn í holuna. Kísilhiti er fljótari en alkalíhiti að ná nýju jafnvægi. Ef fleiri en ein æð með mismunandi hita á bilinu 200°C til 300°C eru í sömu holunni þá gefur kísilhiti meðalhita á þeim vökva sem streymir inn í holuna.



- A. $t(^{\circ}\text{C}) = 1498/5,70 - \log \text{SiO}_2) - 273,15$ (180-300 $^{\circ}\text{C}$). Stefán Arnórsson o.fl (1983). Styrkur efna í mg/kg.
- B. $t(^{\circ}\text{C}) = -42,198 + 0,28831 (\text{SiO}_2) - 3,6686 \times 10^{-3} (\text{SiO}_2) + 3,1665 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2) + 77,034 \log (\text{SiO}_2)$ (0-330 $^{\circ}\text{C}$). Fournier og Potter (1982). Styrkur efna í mg/kg.
- C. $t(^{\circ}\text{C}) = 39,536 + 0,58127 (\text{SiO}_2) - 6,1713 \times 10^{-3} (\text{SiO}_2) + 3,7499 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2) + 19,985 \log (\text{SiO}_2)$ (180-340 $^{\circ}\text{C}$). Kristín V. Ragnarsdóttir og Walter (1983). Styrkur SiO₂ í mg/kg.
- D. $t(^{\circ}\text{C}) = 1217/(\log \text{Na/K} + 1,483) - 273,15$ (100-300 $^{\circ}\text{C}$). Fournier (1979). Styrkur Na og K í mg/kg.
- E. $t(^{\circ}\text{C}) = 1319/(1,699 + \log \text{Na/K}) - 273,15$ (250-350 $^{\circ}\text{C}$). Stefán Arnórsson o.fl. (1983). Styrkur Na og K í mg/kg.
- F. $t(^{\circ}\text{C}) = -44,1 + 269,25Q - 76,88Q + 9,52Q$. Þar sem $Q = \log \text{CO}_2$ (mmole/kg). Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson (1985).
- G. $t(^{\circ}\text{C}) = 173,2 + 65,04 \log \text{H}_2\text{S}$. Styrkur í mmole/kg. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson (1985).
- H. $t(^{\circ}\text{C}) = 212,2 + 38,59 \log \text{H}_2$. Styrkur í mmole/kg. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson (1985).
- I. $t(^{\circ}\text{C}) = 311,7 - 66,72 \log (\text{CO}_2/\text{H}_2)$. Styrkur í mmole/kg. Stefán Arnórsson og Einar Gunnlaugsson (1985).

MYND 16 Samanburður á hitastigi reiknuðu út frá efnasamsetningu

Yfirlit yfir efnahita fyrir holu NJ-13 er sýnt á mynd 16. Hver lína táknar eina kvörðun, þykka strikið meðalfrávik og hakið niður úr því táknar meðaltal. Ein kvörðun kísilhita (Ragnarsdóttir and Walter) gefur langhæst gildi, og nokkru hærri hita en mælist í holunni. Svipað er að segja um aðrar holur. Þessi kvörðun sýnir því trúlega of há gildi og er ekki nothæf fyrir Nesjavelli.

Kvarðanir A og B fyrir kísilhita gefa 284°C og 296°C að meðaltali fyrir öll sýni. Tvær kvarðanir fyrir alkalíhita gefa aftur á móti lítið eitt herra hitastig að meðaltali fyrir þessi sex sýni eða 299°C og 290°C. Gashitamælar gefa flestir hverjir eitthvað lægri hita, sérstaklega kolsýruhitamælir. Gashitamælar sem byggja á styrk brennsteynsvetnis og vetnis gefa að meðaltali 273°C og 278°C. CO₂/H₂ gefur aftur á móti hita vel yfir 300°C. Í fyrri umfjöllun var efnahiti áætlaður um eða yfir 300°C fyrir þessa holu. Það er rétt að sumir hitamælar gefa gildi yfir 300°C. Þó virðist, með tilliti til myndar 16, eðlilegra að telja að efnahiti sé 280-290°C.

Mynd 17 sýnir breytingu á útreiknuðum efnahita með tíma. Eins og sjá má eru breytingar mjög litlar á hverjum einstökum hitamæli. Ein talan fyrir kolsýruhita sker sig úr, vegna hærri styrks kolsýru. Það hefur jafnframt áhrif á CO₂/H₂ hitamælinn. Alkalíhiti í síðasta sýni er heldur lægri en fyrri gildi.

8.3 Vinnsluhæfni jarðhitavökvans

Tvennt ræður mestu um vinnsluhæfni borholuvökvans: útfellingarhætta og styrkur gass í gufu. Styrkur gass í gufu við 7 bar-a þrýsting er um 0,3-0,4% af þunga. Í töflu 8 er gefinn upp hlutfallslegur styrkur hvernar gastegundar við 7 bar-a þrýsting.

Þær útfellingar sem helst má búast við eru kalk og kísill. Jarðhitavökvi er yfirleitt mettaður með tilliti til kalsíts (kalk). Þegar suða verður getur vökvinn orðið yfirmettaður með tilliti til þessarar steindar og útfellingar myndast. Mynd 18 sýnir jafnvægisferil kalsíts sem fall af hitastigi, svo og feril jarðhitavökva úr holu NJ-13 ef gert er ráð fyrir suðu niður í 100°C. Í jarðhitakerfinu er vökvinn mettaður eða lítillega yfirmettaður af kalsíti, en verður undirmettaður við suðu. Kalsítufirmettun í upphafi er mjög lítil og eru því hverfandi líkur á útfellingum kalsíts.

Jarðhitavökvinn er nálægt jafnvægi við kvars í jarðhitakerfinu sbr. kísilhita. Mynd 19 sýnir ferla fyrir uppleysanleika kvars og ópals sem fall af hitastigi. Þegar vökvinn sýður eykst styrkur kísils í þeim vökva sem eftir er. Inn á myndina eru dregnir ferlar fyrir

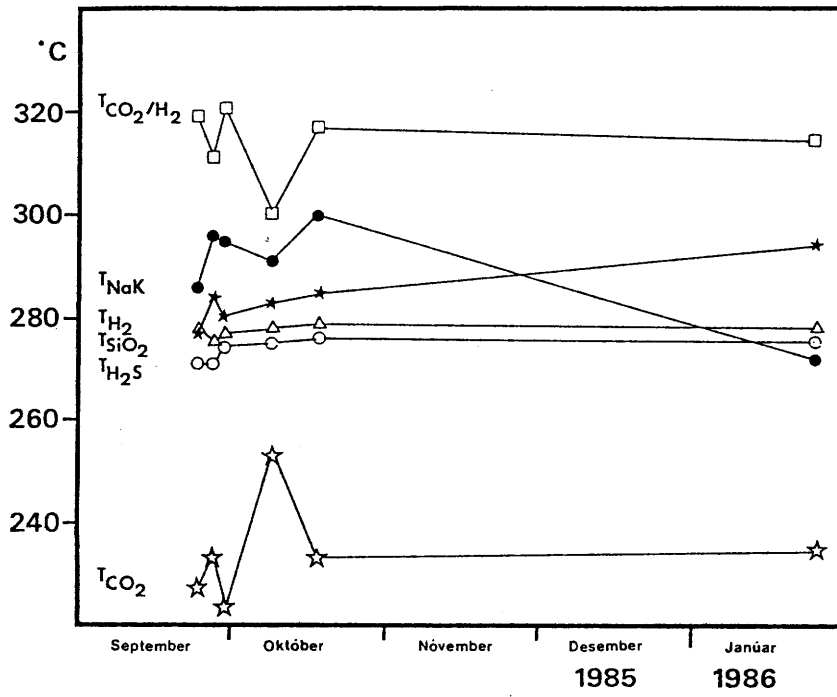
breytingu á styrk kísils við suðu. Kísilútfellingar geta myndast þegar vökvinn nær mettunarferli ópals. Ef holan er rekin við yfir um 13,5 bar-a þrýsting, ætti ekki að vera hætt á kísilútfellingum í holunni sjálfri. Hins vegar má búast við kísilútfellingum ef holu-
toppsþrýstingur er lægri en 13,5 bar-a.

Tafla 8 Helstu einkenni jarðhitavökva úr holu NJ-13.

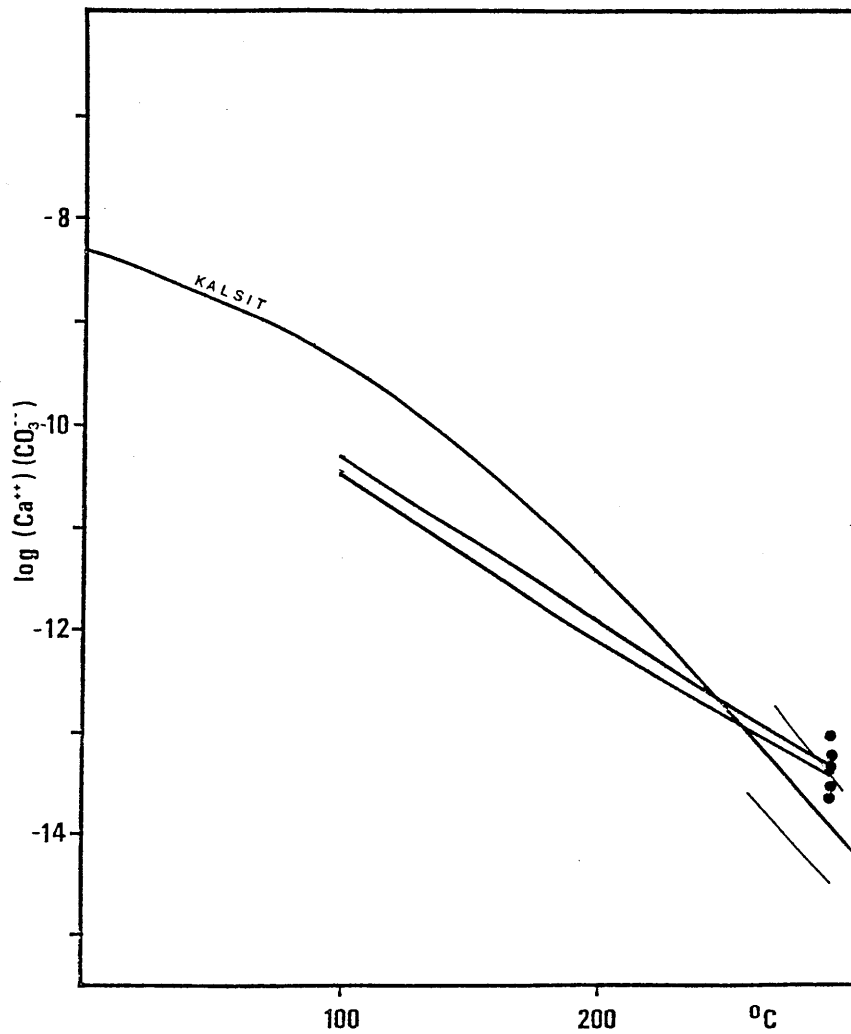
Efnainnihald í
heildarrennsli
mg/kg

Sýni 86-5015
Dags. 860124
PO bar 18.0
HO kJ/kg 2569

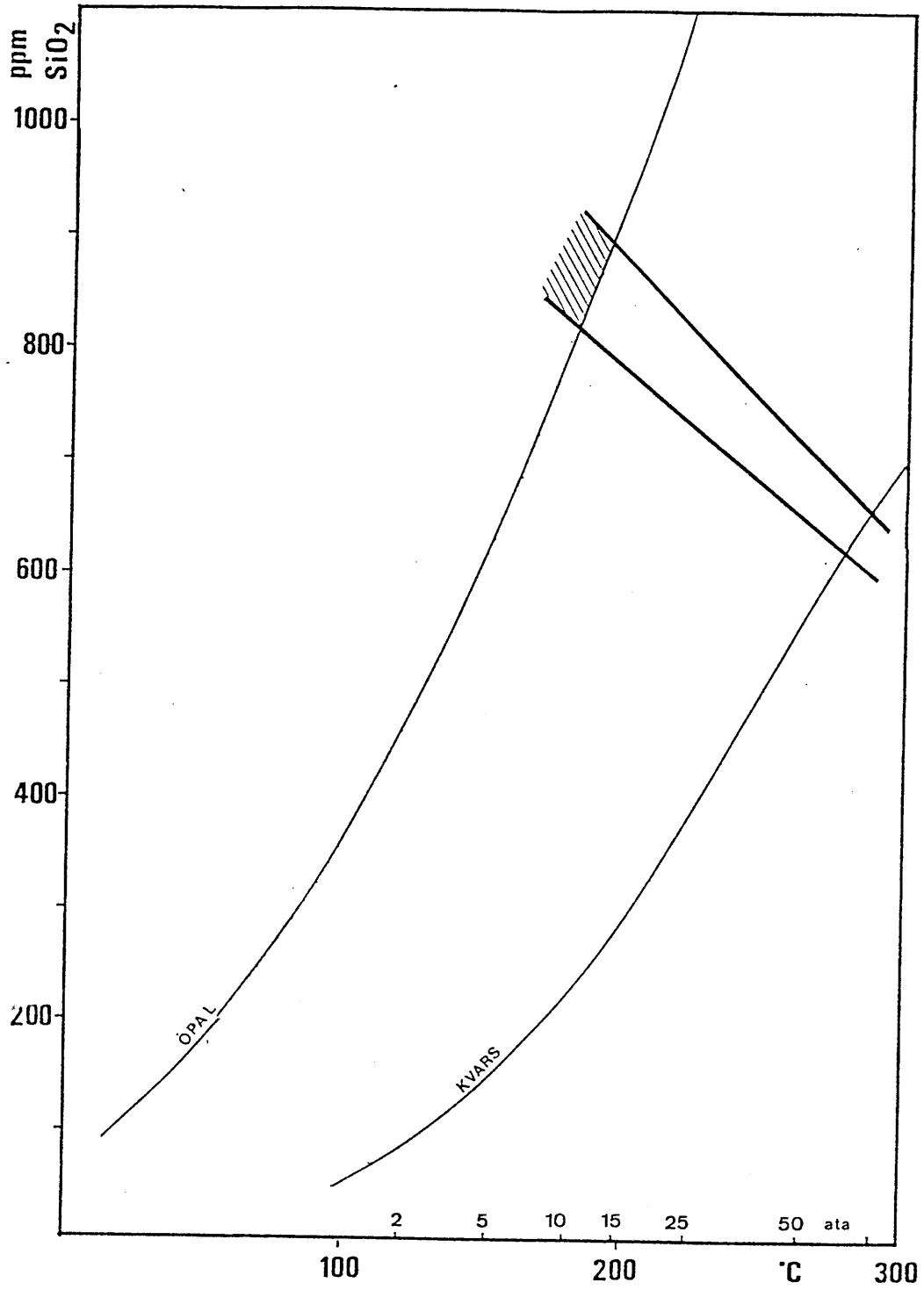
SiO ₂	109,2	Gas í gufu (7 bar-a) þyngdar %	0,37
Na	13,0		
K	2,5	Samsetning gass í gufu (7 bar-a)	
Ca	0,04		
Mg	0,016	CO ₂	57,07
SO ₄	0,46	H ₂ S	35,77
Cl	1,6	H ₂	2,72
F		O ₂	0,09
CO ₂	1822	CH ₄	0,08
H ₂ S	1212	N ₂	4,19
H ₂	89,4	Ar	0,07
O ₂	3,0		
CH ₄	2,77		
N ₂	136,5		



MYND 17 Breytingar með tíma á hitastigi reiknuðu út frá efnasamsetningu



MYND 18 Jafnvægi kalsíts og útfellingarhætta þess



MYND 19 Jafnvægi kvars og opals og útfellingarhætta kísils

9 HELSTU VINNSLUEIGINLEIKAR

Í undanfarandi köflum hefur verið minnst á vinnslueiginleika holu NJ-13. Engu að síður er rétt að draga saman hér í lok skýrslunnar það helsta sem vitað er um vinnslueiginleikana, enda þótt um nokkra endurtekningu verði að ræða.

Vinnslueiginleikar NJ-13 eru mjög góðir. Hún er ein þeirra borhola á Nesjavöllum sem gefa vökva með varmainnihaldi um eða yfir 2300 kJ/kg, og eru um 90% af rennsli gufa, en aðeins 10% vatn. Líkist hún því holum NG-6, NG-9, NJ-11 og NJ-16.

NJ-13 hefur blásið í fimm mánuði. Hún er með aflmestu holum á Nesjavöllum. Massastreymi er um 36 kg/s með varmainnihaldi um 2500 kJ/kg. Megnið af massanum er gufa og fást t.d. um 31 kg/s af háprýstigufu úr holunni. Samkvæmt þessum tölum er varmaafli NJ-13 um 90 MW, en háprýstigufan stendur undir um 15 MW raforkuframleiðslu í eimsvalahverfli. Blásturseinkenni NJ-13 eru svipuð og NG-6 og NJ-11. Lokunarþrýstingur hennar er mjög hár (>85 bar) og fellur afl holunnar hægt með hækkandi toppþrýstingi. Litlar sem engar breytingar hafa verið á holunni á blásturtímanum og ef tekið er mið af holu NG-6 má búast við fremur hægfara breytingum næstu mánuði og ár. Líklegast er að varmainnihald aukist og gæti hún þróast yfir í þurrghufuholu með tímanum. Afl ætti hins vegar ekki að dala að neinu marki á meðan holan helst blönduð vatns- og gufuhola.

Styrkur óþéttanlegra gastegunda í háprýstigufu frá NJ-13 er um 0.3-0.4% af massa, sem er svipað og í öðrum holum með hátt varmainnihald (NG-6, NJ-11). Um 90% gassins er brennisteinsvetni og kolsýra. Ekki er að vænta kalkútfellinga í holunni, og kísill fellur ekki út í henni, ef vinnsluþrýstingi á holutoppi verður haldið yfir 13.5 bar-a.

Lokunarþrýstingur holunnar er mjög hár eins og hjá öðrum holum með hátt varmainnihald. Hæst hefur mælst 85 bar á toppi. Ekki er talið ráðlegt að leggja slíkan þrýsting á toppbúnað og fóðringar í langan tíma, og verður því að láta holuna blása hvort sem hún er nýtt eður ei.

HEIMILDASKRÁ

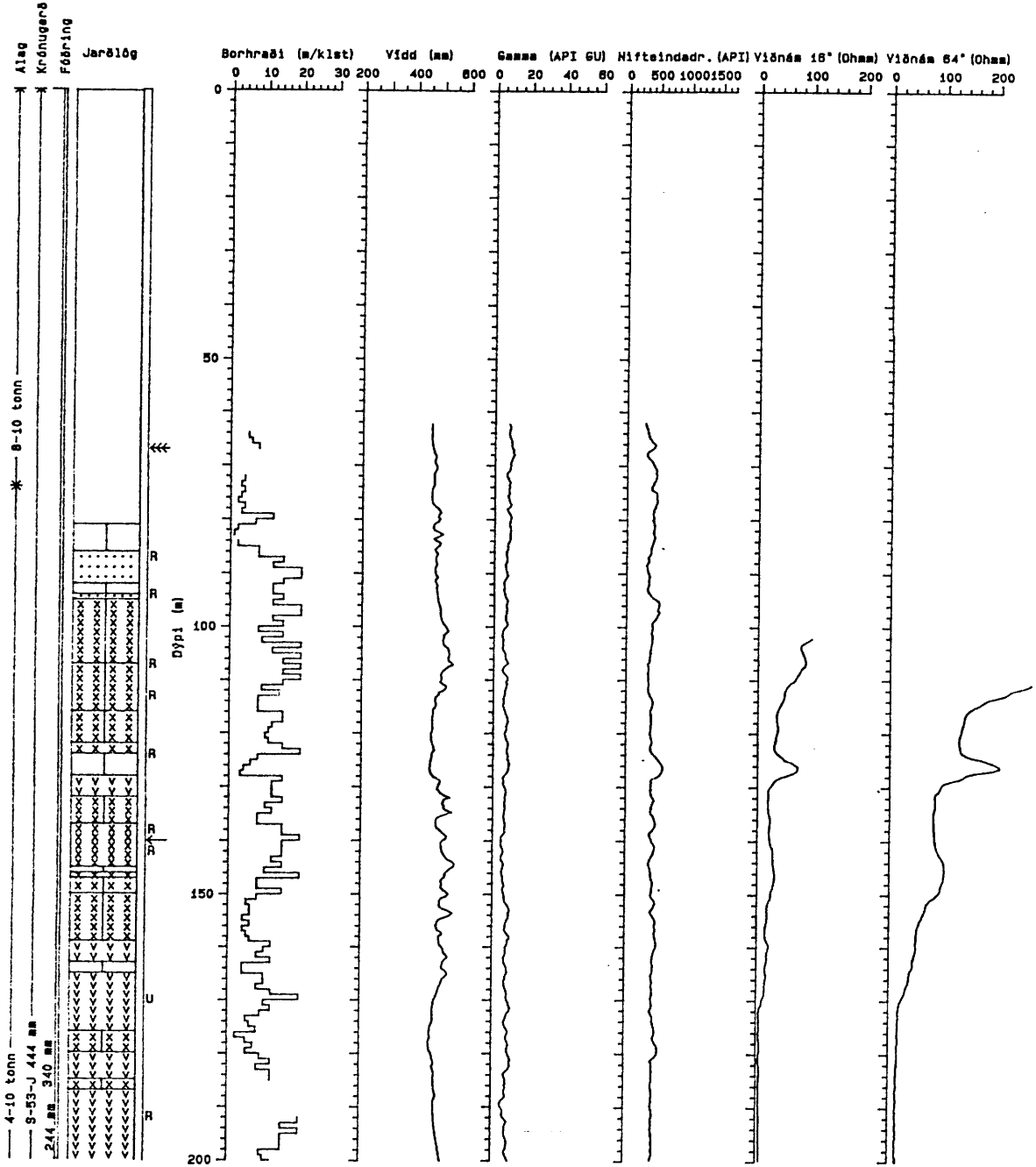
- Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Knútur Árnason, Grímur Björnsson, Gylfi Páll Hersir og Gunnar V. Johnsen, 1985. Nesjavellir - Yfirborðsrannsóknir. Samantekt jarðfræði- og jarðeðlisfræðigagna. Rannsóknaráætlun fyrir 1985. Orkustofnun, OS-85030/JHD07, 97 s.
- Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason 1986. Nesjavellir, hola NG-10. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. OS86020/JHD-04, 50 s.
- Benedikt Steingrímsson o.fl. 1986. Nesjavellir hola NJ-11. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. OS86025/JHD-05.
- Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985a. Nesjavellir Hóla NG-9. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. OS85123/JHD-17, 38 s.
- Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985b. Nesjavellir Hóla NG-8. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. OS85120/JHD-16, 33 s.
- Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985c. Nesjavellir Hóla NG-7. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. OS85124/JHD-18, 80 s.
- Omar Sigurdsson, Guðmundur S. Bodvarsson and Valgardur Stefánsson, 1983. "Nonisothermal Injectivity Index can infer Well Productivity and Reservoir Transmissivity". Proceedings Ninth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, p. 211-216, Dec. 1983.
- Ragnarsdóttir, K.V. and Walter, J.B. 1983. Pressure sensitive "silica geothermometer" determined from quartz solubility experiments at 250°C. Geochim. Cosmochim. Acta. 47, 941-946.
- Valgardur Stefánsson, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson, Hjalti Franzson, Ómar Sigurdsson og Trausti Hauksson 1982. Krafla Hóla KJ-13. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS82046/JHD07, 108 s.

VIÐAUKI V-1

Jarðlagasnið og mælingar

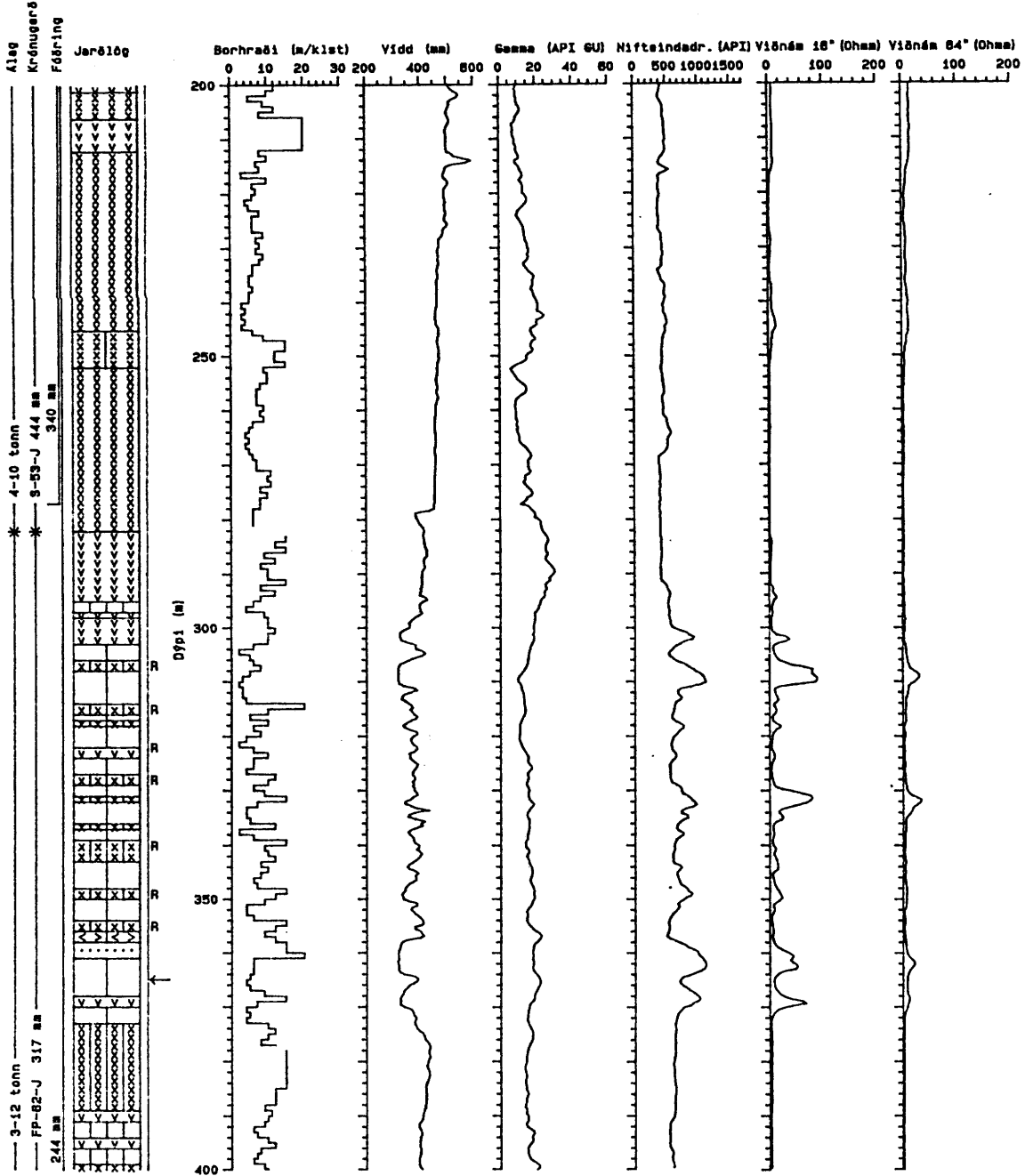
JHD-BM/BJ-8715 AG.6Sv.HS
88.03.0211 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNID OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



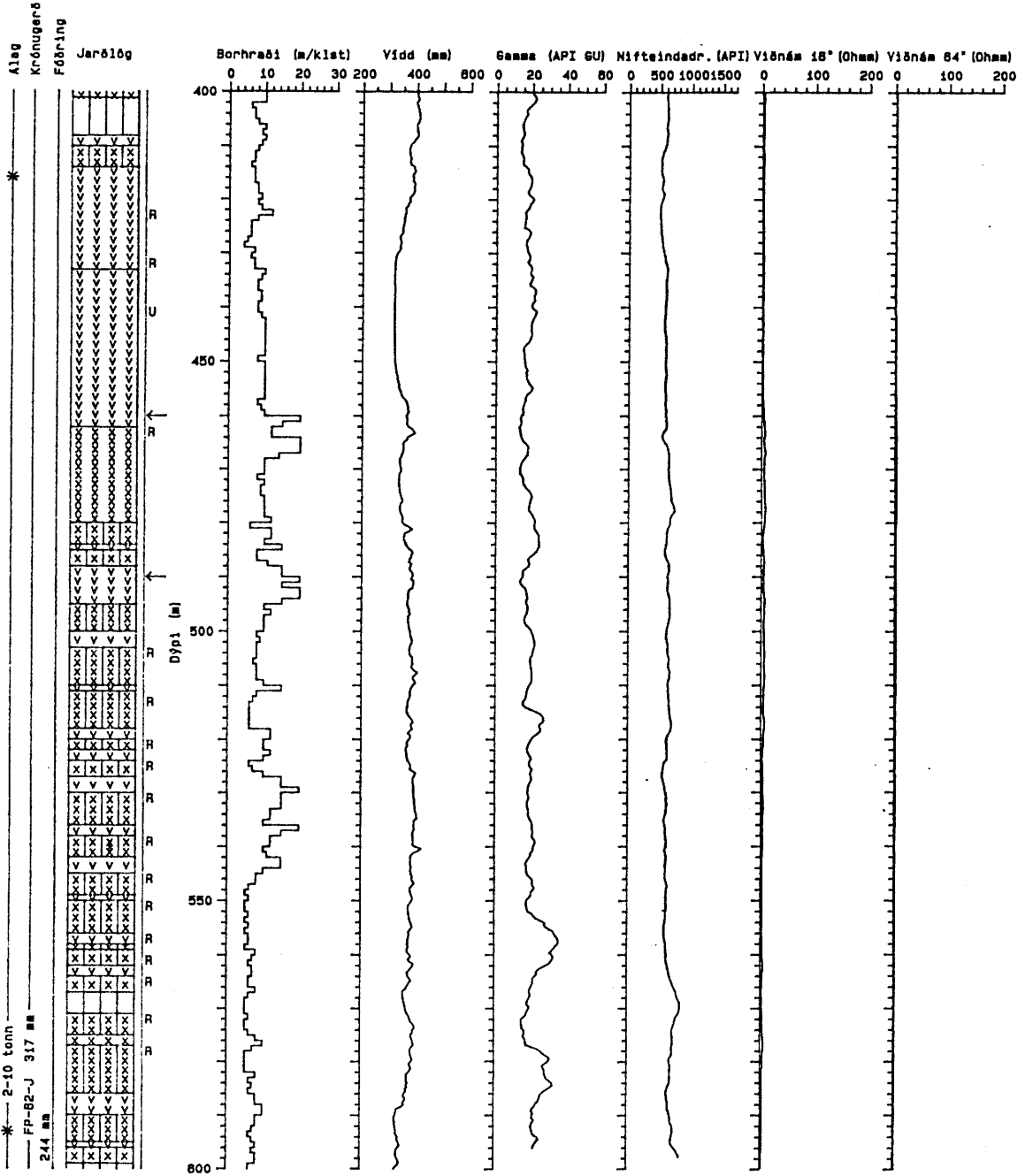
JHD-BN/BJ-8715 A6.6Sv.HS
86.03.0211 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



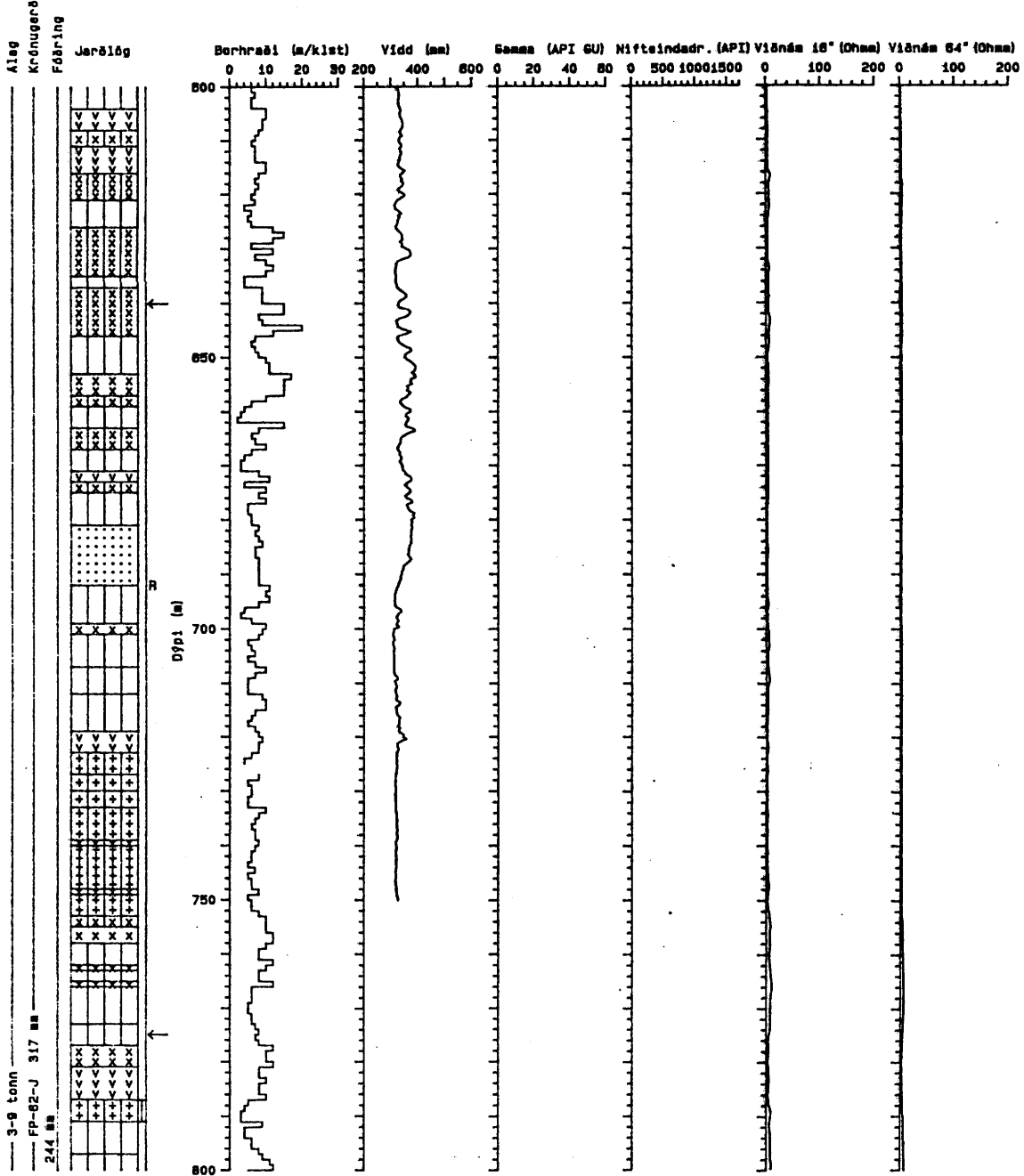
JHD-BM/BJ-8715 A6.Gsv.HS
88.03.0211 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



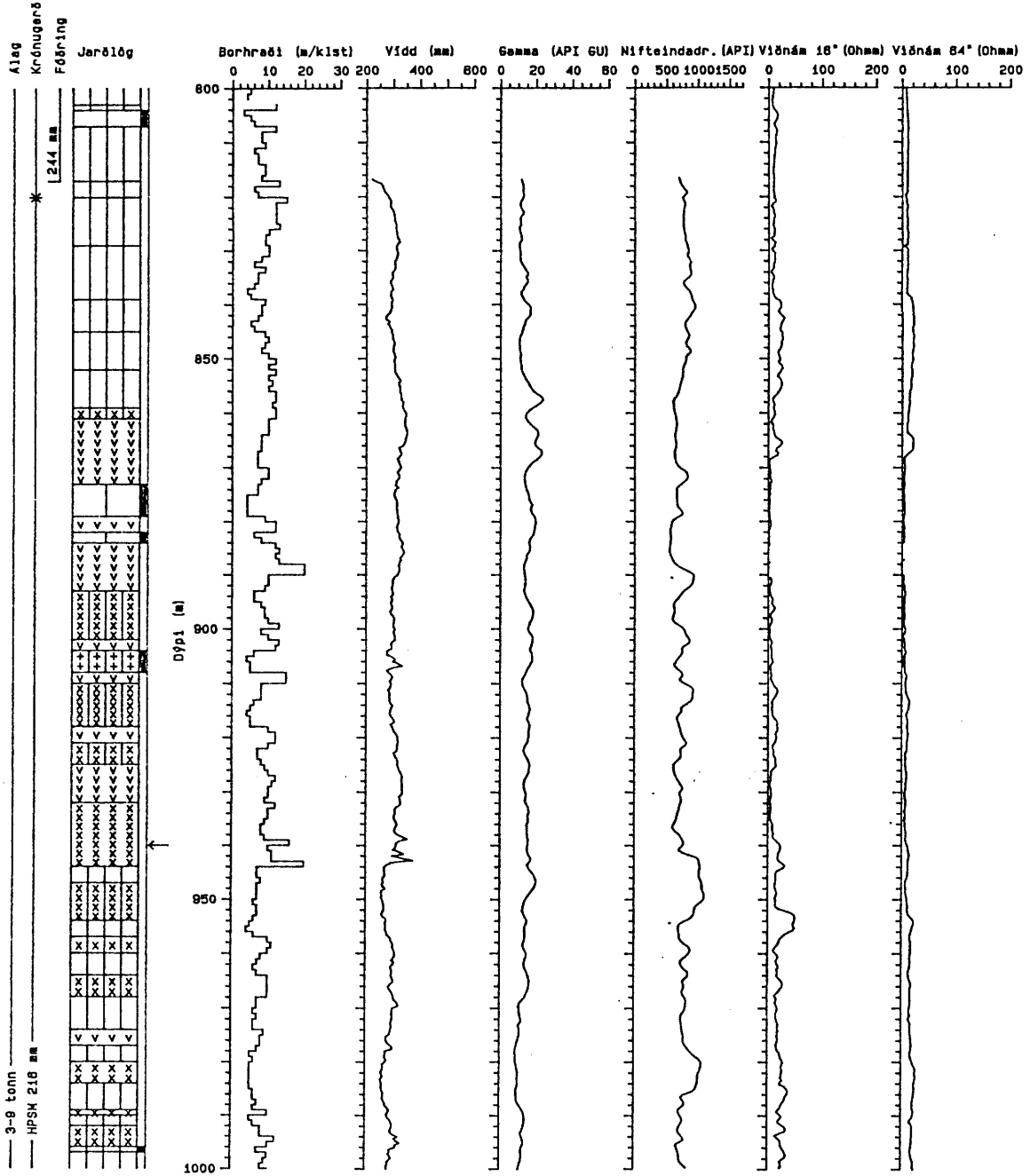
JHD-BM/BJ-8715 A6.6Sv.HS
88.03.0211 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



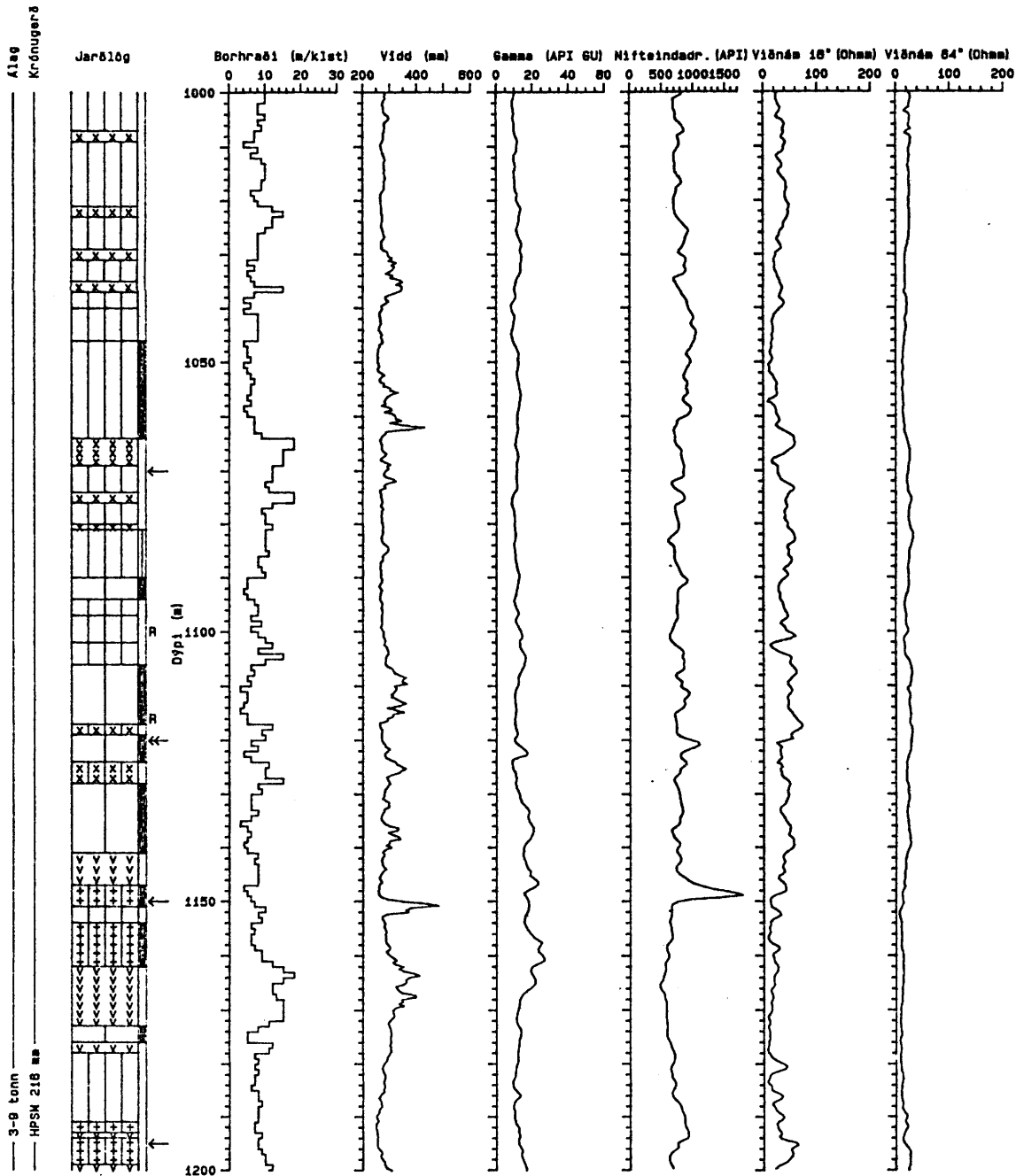
JHD-BM/BJ-8715 AG.6SV.HS
88.03.0211 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



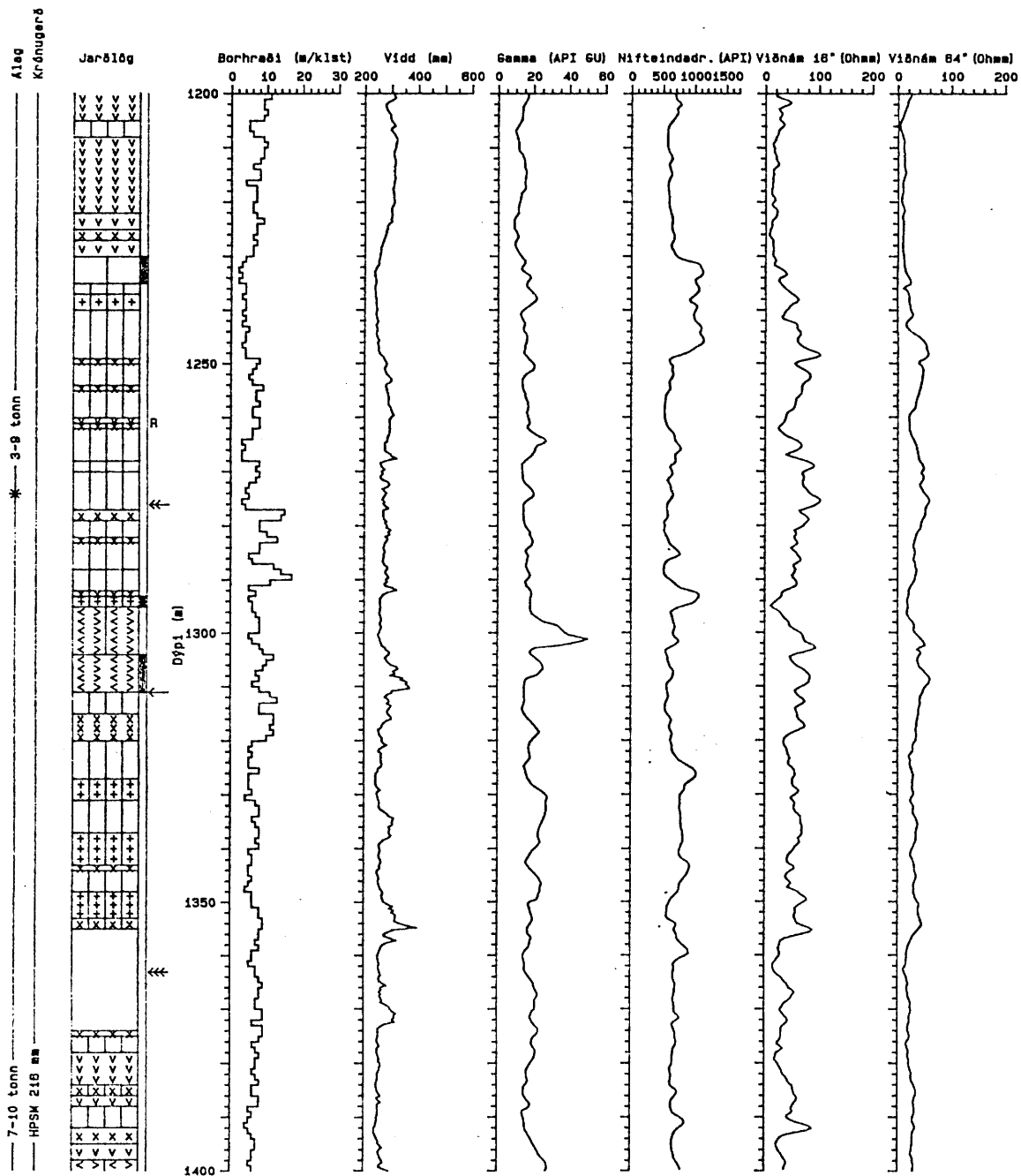
JHD-BM/BJ-8715 A6.6Sv.HS
88.03.0211 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



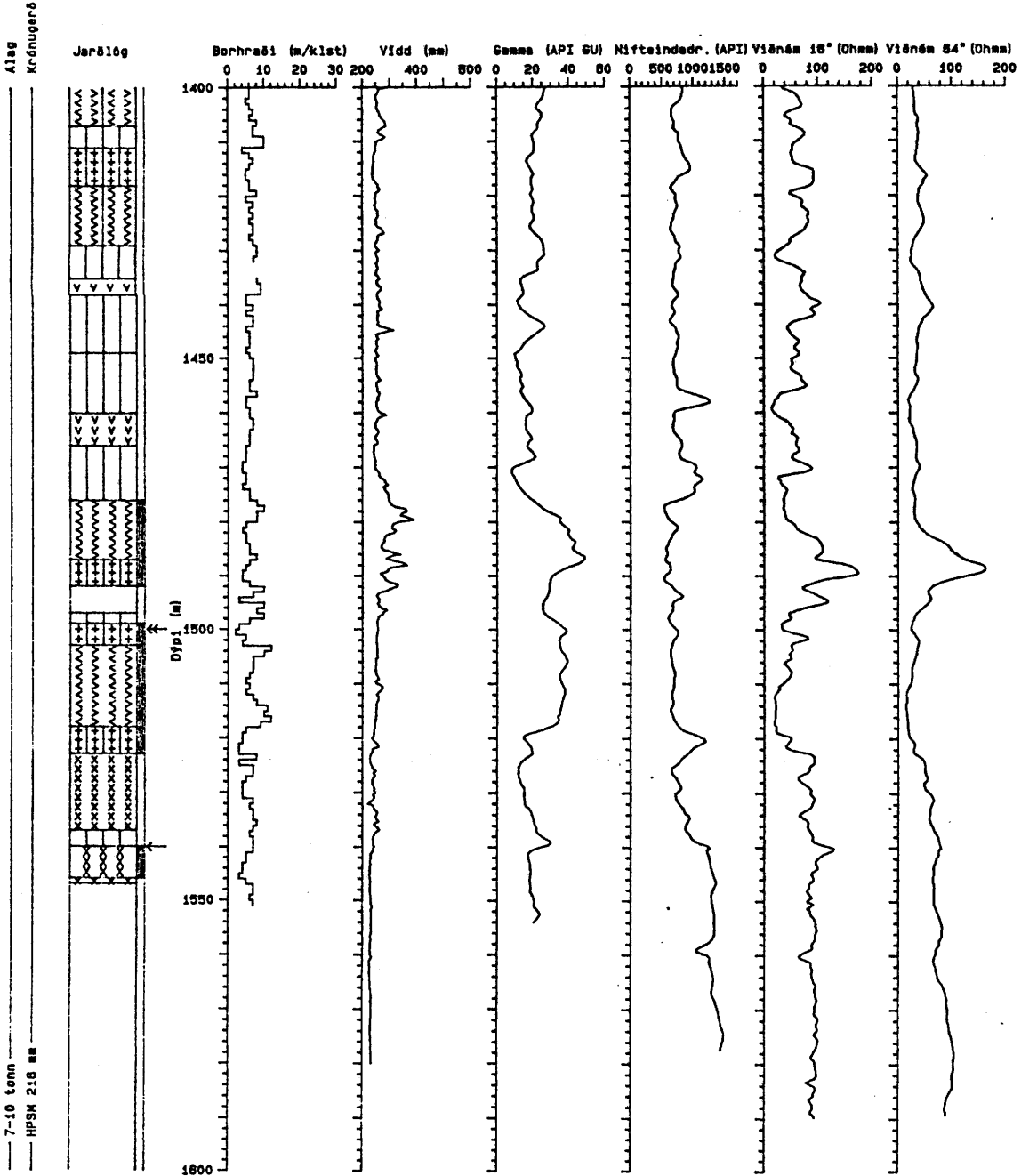
JHD-BM/BJ-8715 A6.6sv.HS
88.03.0211 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



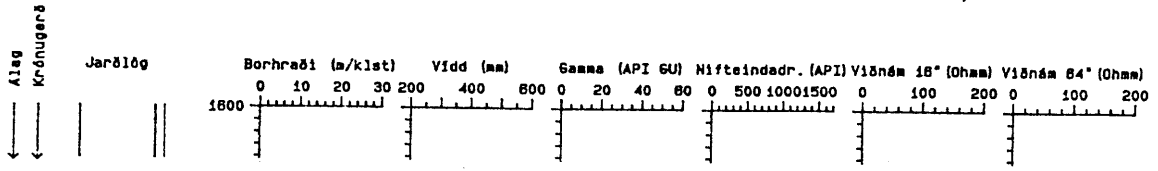
JHD-BM/BJ-8715 AG.6Sv.HS
88.03.0211 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)

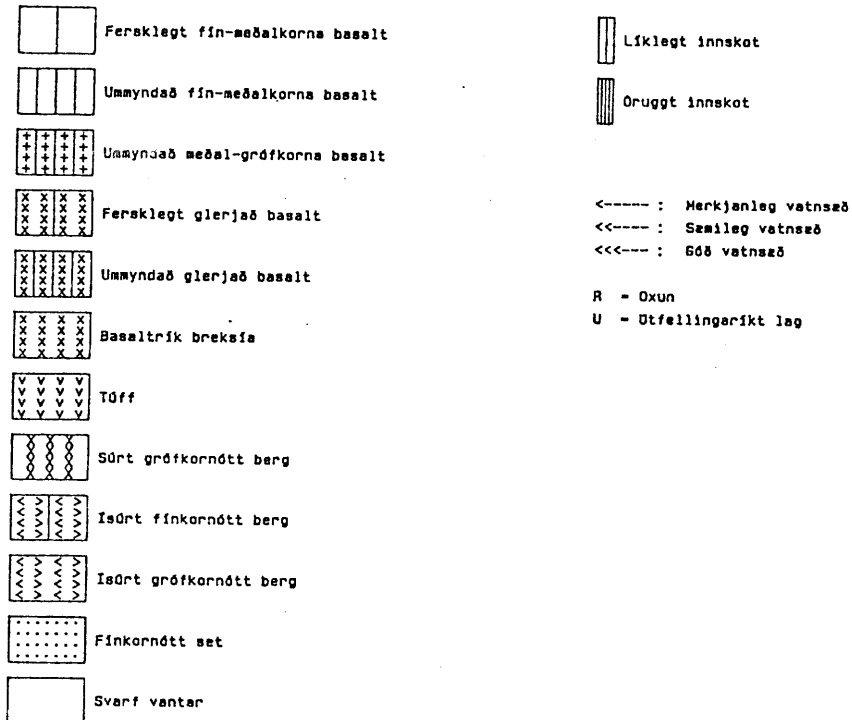


JHD-BM/BJ-8715 ÁG.6SV.HS
88.03.0211 T

NESJAVELLIR NJ-13 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



Skýringar við jarðlagasnið



VIÐAUKI V-2

NESJAVELLIR HOLA NJ-13

Borun fyrir 13 3/8" fódöringu frá 62-282 m
og steyping hennar

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1. INNGANGUR.....	77
2. BORSAGA.....	78
3. JARÐLÖG OG UMMYNDUN.....	79
4. BORHOLUMÆLINGAR.....	80

TÖFLUSKRÁ

1. Fóðrunarskýrsla.....	81
2. Borholumælingar í 1.áfarða.....	82

MYNDASKRÁ

1. Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun.....	83
2. Hitamælingar.....	84
3. Steyping 13 3/8".....	85
4. Framvinda borunar.....	86

1 INNGANGUR

Hola NJ-13 er staðsett upp á hæðarbrúninni sunnan við Hraunprýði, skammt vestan við Nesjalauðagil. Hnit holunar eru $X = 659410.80$ og $Y = 403677.30$ og hún er í u.b.b. 290 m hæð yfir sjávarmáli.

Heildardýpt holu verður allt að 2000 m. Það er meginmarkmiðið með borun þessarar holu, að kanna jarðhitakerfið á 1000-2000 m dýpi. Leita skal allra ráða til að ná þessu markmiði og jafnvel að steypa í æðar ef mikið skoltap kemur í veg fyrir að hægt verði að bora í fulla dýpt.

Steyptar fódðringar í holunni eru áætlaðar:

- a) Höggborsfódðring er 51 m
Utánmál 473 mm, veggþykkt 8 mm.

- b) Öryggisfódðring 250-300 m
API 13 3/8", 68 lbs/ft og 61 lbs/ft.
K-55 BTC, innanmál 317,9 og 215,3 mm. A.m.k. brjú efstu rör öryggisfódðringar skulu vera 68 lbs/ft.

- c) Vinnslufódðring 800-850 m.
API 9 5/8", 40,0 lbs/ft.
K-55 BTC, innanmál 224,4 mm

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

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

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

2 BORSAGA

Flutningur á Jötni frá holu NJ-12 að NJ-13 hófst miðvikudaginn 17. júlí og borun byrjaði að kvöldi sunnudagsins 21. júlí. Til verksins var notuð ný 17 1/2" (444 mm) króna af gerðinni S-53-J. Borstrengurinn var byggður upp sem hér segir: 17 1/2" króna, stýring, tengistykki, 7" álagsstönq, stýring, tengistykki, 11 7" álagsstangir, "kross over" tengistykki og borstrengur.

Borun í berg hófst kl. 20:45 að kvöldi sunnudagsins 21. júlí á 62 m dýpi, en innan við 1 metri var af steypu neðst í höggborsfóðringu. Það sama kvöld tapaðist allt skolvatn í 67,5 m (37 l/s). Til þess að vera vissir um að vera komnir í gegnum lekasvæðið þá var borað niður í 84 m dýpi án þess að nokkuð kæmi upp, en botnfall var þá 4,5 m. Borun var hætt kl. 3:30 aðfaranótt mánudagsins 22. júlí. Þá var tekið upp, borstrengur settar niður á 76 m dýpi og gert klárt til steypingar. Steypt var kl. 9:45 úr 8,5 tonnum af sementi. Vatnsborð eftir steypingu var á 66 m dýpi, sem býddi að steypan hefur fyllt holuna frá botni upp að lekastað, en þar hefur síðan öll steypa sem eftir var farið út. Aftur var steypt rétt fyrir kl. 14 og var dælt niður 5,5 tonnum af sementi. Um klukkustund eftir steypingu var mælt niður á vatnsborð og reyndist það vera á 44 m dýpi. Þar með var ljóst að tekist hafði að þétta lekann. Efra borð steypu fannst á 50 m dýpi. Hún var látin harðna fram eftir kvöldi, en kl 22:50 var byrjað að bora hana út. Aðfaranótt þriðjudagsins 23. júlí kl 2:50 byrjaði borun í berg á ný og á miðnætti var komið niður á 215 m dýpi þ.e boraðir voru 131 m yfir daginn og þykir það góður gangur með 17 1/2" krónu. Á hádegis 24. júlí var komið niður í 282 m dýpi og var ákveðið að fara ekki lengra niður með 13 3/8" fóðringu.

Meðan á borun stóð var botnfall í holunni 5 - 7 m, en eftir tveggja tíma skolun í lok borunar voru aðeins í henni 2,5 m af sandi. Álag var mest 30 þúsund pund, en minnst 10 þúsund pund. Að jafnaði var það á bilinu 10-15 þúsund pund. Fylgst var reglulega með skoltapi, dælingu og þrýsting á dælum, og er það sýnt á mynd 1. Óverulegar sveiflur voru í skoltapi á þessu dýptarbili eftir að steypt var í lekann á 67 m dýpi. Einnig var fylgst með hitastigi á skolvatni og voru þar aðeins greindar dægursveiflur. Vart var við vægan gasfnyk, þegar dýpið var 270 m. Ekki var nein æð merkjanleg þar í nágrenninu.

Eftir að skolun holunnar lauk var hitamælt inn í stöngum (mynd 2, ferill 1) og fylgst með upphitunarhraða á 267 m dýpi og reyndist hann aðeins vera 2 °C á 30 mínútum. Að hitamælingu lokinni var kannað hvort bætst hefði við botnfallið og reyndist svo ekki vera. Þá var borstrengur tekinn upp og gert klárt fyrir mælingar. Byrjað var að

mæla kl. 19:30 og því lokið kl. 23 (sjá mælingar). Fóðrun var undirbúin meðan á mælingum stóð, en ekki reyndist unnt að vinna við fóðringuna að nokkru marki fyrr en eftir kl 2 aðfaranótt fimmtudagsins vegna hvassviðris. Fóðringin var komin niður milli kl. 7 og 8. Búið var að tenqja borstenqur í tengistykki niðri í fóðringunni fyrir hádegi og steyping byrjaði kl 14:15. Steypingin gekk vel og voru dæluafköstin rúmt tonn af sementi á mínútu. Eðlisþyngdin hélst nokkuð stöðug allan tímann eða um 1,75. Steypa kom upp og var með sömu eðlisþyngd. Steypingu og eftirdælingu var lokið um kl. 15 (mynd 3). Steypa seig niður um eina 7 metra. Það var steyppt upp að kvöldi föstudagsins 26. júlí og notað til þess u.þ.b. 1 tonn af sementi. Nánari upplýsingar um fóðringu og steypingu er að finna í töflu 1.

Alls tók þessi verkáfangi 10 verkdaga (mynd 4) og flutningur talinn þar með.

3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Venjubundin söfnun sýna var viðhöfð b.e. sýni voru tekin á tveggja metra fresti frá 62 m niður í 282 m dýpi að undanskyldu dýptarbilinu frá 68 m niður í 82 m, en þar var borað með alqjöru skoltapi.

Einfaldað jarðlagasnið er sýnt á mynd 1, en nánari úrvinnsla verður í lokaskýrslu um holuna. Það má skipta holunni í tvo hluta með tilliti til jarðlaga. Efri hlutinn einkennist af glerjuðu fersku fínkornóttu basalti, sem nær niður á 159 m dýpi. Þar neðan við er túff og basaltríkar breksíur einkennandi.

Ummyndun er nokkuð frábrugðin nærliggjandi holum. Berqið er mikið til ferskt niður í 159 m dýpi, en þar neðan við minnkar hlutur fersks glers verulega. Kalsít sést fyrst á 128 m dýpi og þaðan niður í fóðringardýpi. Pýrít sést fyrst í 152 m og síðan í mismiklu magni niður í botn. Zeólítamyndun sést fyrst á 140 m dýpi en kristallar voru það smáir að ekki reyndist unnt að greina þá til tegunda.

Samkvæmt ummyndunarsteindum virðist hitastig vera vel undir 100 °C. Það er öllu lægri hiti en í nærliggjandi holum. Ennfremur er brýstingur í efstu 100-150 metrunum öllu lægri í NJ-13, en í NG-6 og NG-9. Munurinn virðist vera um 5-10 bör.

4 BORHOLUMÆLINGAR

Í töflu 2 er yfirlit yfir allar borholumælingar, sem gerðar voru í NJ-13 í þessum áfanga. Einungis var mælt eftir að fóðringardýpi var náð, og byrjað með hitamælingu í stöngum eins og venja er. Holan mældist um 30 °C frá toppi og niður að borkrónu á 267 m dýpi, og er mælingin sýnd á mynd 2 (ferill 1). Fylgst var með upphitun holunar í 30 mínútur og hækkaði hiti aðeins um 2 gráður við borkrónu, en minna ofar. Á meðan á mælingu stóð töpuðust um 2,5 l/s í holunni.

Eftir upptekt mældist skoltap aðeins 1,7 l/s og hélst það stöðugt meðan á mælingum stóð. Fyrst var mælt hitastig (mynd 2, ferill 2). Botn fannst á 277 m dýpi, sem þýðir að botnfall hafi verið um 5 metrar. Hitastig í botni var 50,5 °C. Erfitt er að sjá útfrá hitamælingum nákvæmlega hvar "æðar" holunnar eru, en ef ferlarnir á mynd 2 eru bornir saman sést, að ádælingin hefur ekki áhrif niður fyrir 150 m dýpi.

Að hitamælingum loknum var vídd holunnar mæld og reyndist holan lítið sem ekkert útvöskuð. Þvermál hennar mældist að jafnaði 18 - 19" og fór hvergi yfir 23". Þetta er fremur óvanalegt fyrir Nesjavallaholu, því yfirleitt hafa jarðlög í efstu 100 -200 metrunum þvegist rösklega út, og holurnar verið mjög skápóttar. Víddarmælingunni og jarðlagamælingunum verða gerð betri skil í lokaskýrslu, en þess má geta að skörp skil komu fram í viðnámi jarðlaga á u.b.b. 170 m dýpi. Neðan skilanna er viðnám 5 - 10 ohmm niður á holubotn, en ofan 170 m er viðnám miklu herra og er hæst í 80 m dýpi um 1600 ohmm.

Tafla 1 Hóla NJ-13. Fóðrunarskýrsla.

ORKUSTOFNUN
JARÐBORANIR RÍKISINS

FÓÐRUNARSKÝRSLA

VERK NR. 645	HÓLA NR. NJ-13	BORSTAÐUR Hesjavellir		VERKKAUPI Hitaveita Reykjavíkur
VÍDD HOLU 171/2"	DÝPT HOLU 282 m.	FÓÐRING NR. 2	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS. 1985-07-25-26	ÚTFYLLT H.S.

FJARLEGD KJALLARABRÚN — KRAGI		0,35 m			
FÓÐRING	PVERM. UTAN 13 3/8	INNAN	315,3 mm		
	GERÐ K-55	ÞYNGD	68 lbs/ft		
	TENGI Skrufuð Buttress				
	NOTAÐ 286,23 m	FRÁ KRAGA	270,38 m		
	KRAGI (FLANGS) 12" 900				
	SKÓR Float Shoe, Float collar				
MIÐJUST. 8 stk.		STEYPUT.	stk.		
STEYPING	SEMENT G- steypublanda		38.000 kg		
	SEMENT		kg		
	ÍBL.EFNI Kísilsalli		kg		
	ÍBL.EFNI Perlusteinn og Bentonite		kg		
	TAFAEFNI 0 kg		EDLISP.STEYPU 1,75		
	STEYPUTEKI Halliburton steypusamtæða				
	STEYPINGARTÍMI		34 mín		
	EFTIRDELING.MAGN 3259		I TÍMI 6 mín		
	STEYPA KOM UPP		<input checked="" type="checkbox"/> JÁ <input type="checkbox"/> NEI		
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA		7 m		
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR		26 h		
	SEMENT 1000 kg	ÍBL.EFNI G-blanda	kg		
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR		11 h		
	STEYPA BORUD EFTIR		31 h		
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI		247,50 m		
VERKTÍMI	RÖR	STEYPA	TOPPUR	TAFIR	ALLS
	h 15,0	2,0	17,5	10,5	45
ATH. Steyping gekk mjög vel, steypa kom upp. Öll rörin eru 68 lbs/ft vegna þess að annað var ekki til á staðnum. 2 rör fyrir neðan Float collar.					

RÖRATALNING		
LENGD	NR ¹⁾	ALLS m
8,38	1	8,38
12,36	* 2	20,74
12,83	3	33,57
12,96	4	46,53
12,57	5	59,10
12,01	* 6	71,11
12,53	7	83,64
12,19	8	95,83
11,89	* 9	107,72
12,19	10	119,91
12,22	11	132,13
11,74	* 12	143,87
12,00	13	155,87
11,82	14	167,69
12,70	* 15	180,39
13,03	16	193,42
12,63	17	206,05
12,15	* 18	218,20
12,96	19	231,16
11,63	* 20	242,79
0,72	Float collar	243,51
12,72	21	256,23
13,53	* 22	269,76
0,62	Float Shoe	270,38

05.82.20x30FDH

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

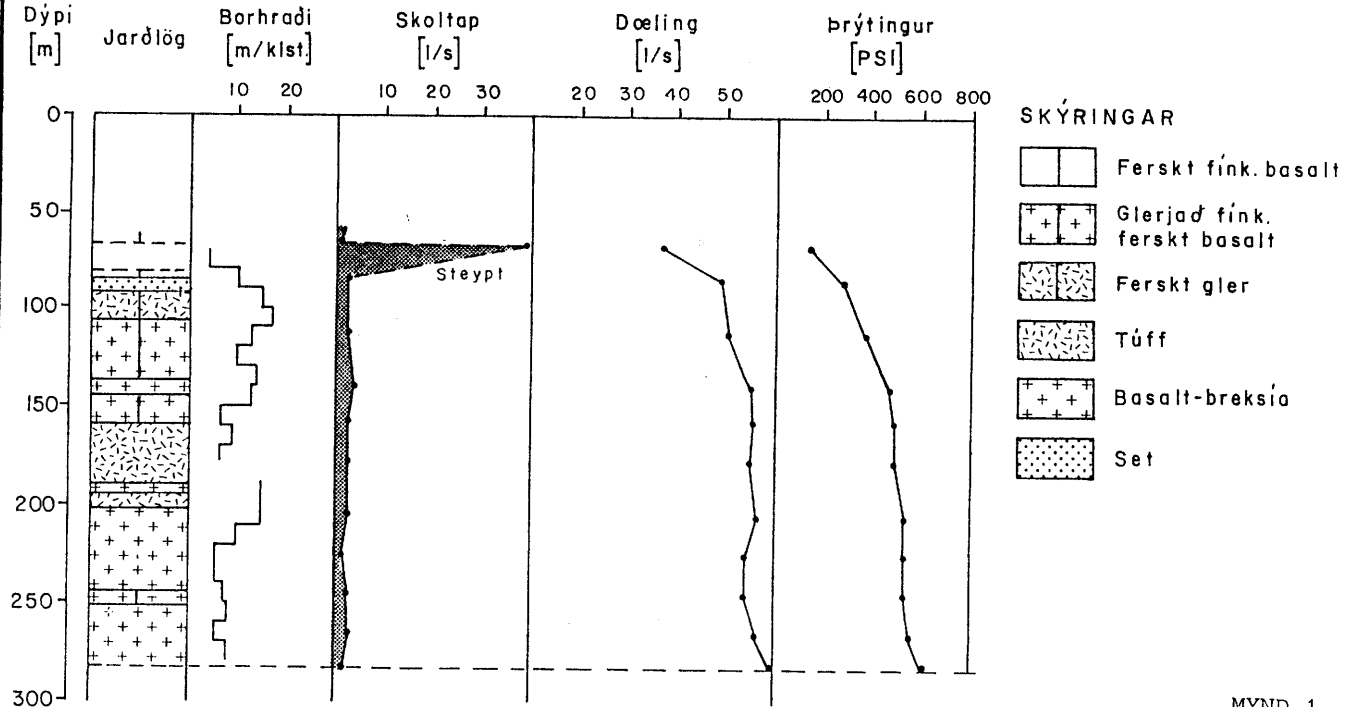
Tafla 2 Hóla NJ-13. Borholumælingar í 1. áfanga.

Dags.	klukkan	Hvað mælt	Dýptarbil	Ath.
85.07.24	15:30-16:40	Hiti,dT,CCL	0-267	Ístöngum
85.07.24	19:30-20:00	Hiti,dT,CCL	0-277	Eftir uppt.
85.07.24	20:00-20:45	Vídd	0-277	- " -
85.07.24	21:00-21:50	N-N og nat g.	0-277	- " -
85.07.24	22:00-22:50	Viðnám	0-277	- " -

JHD-BJ-8715. Ás.G.
85.07.0935, SyJ.

NESJAVELLIR NJ-13

Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun

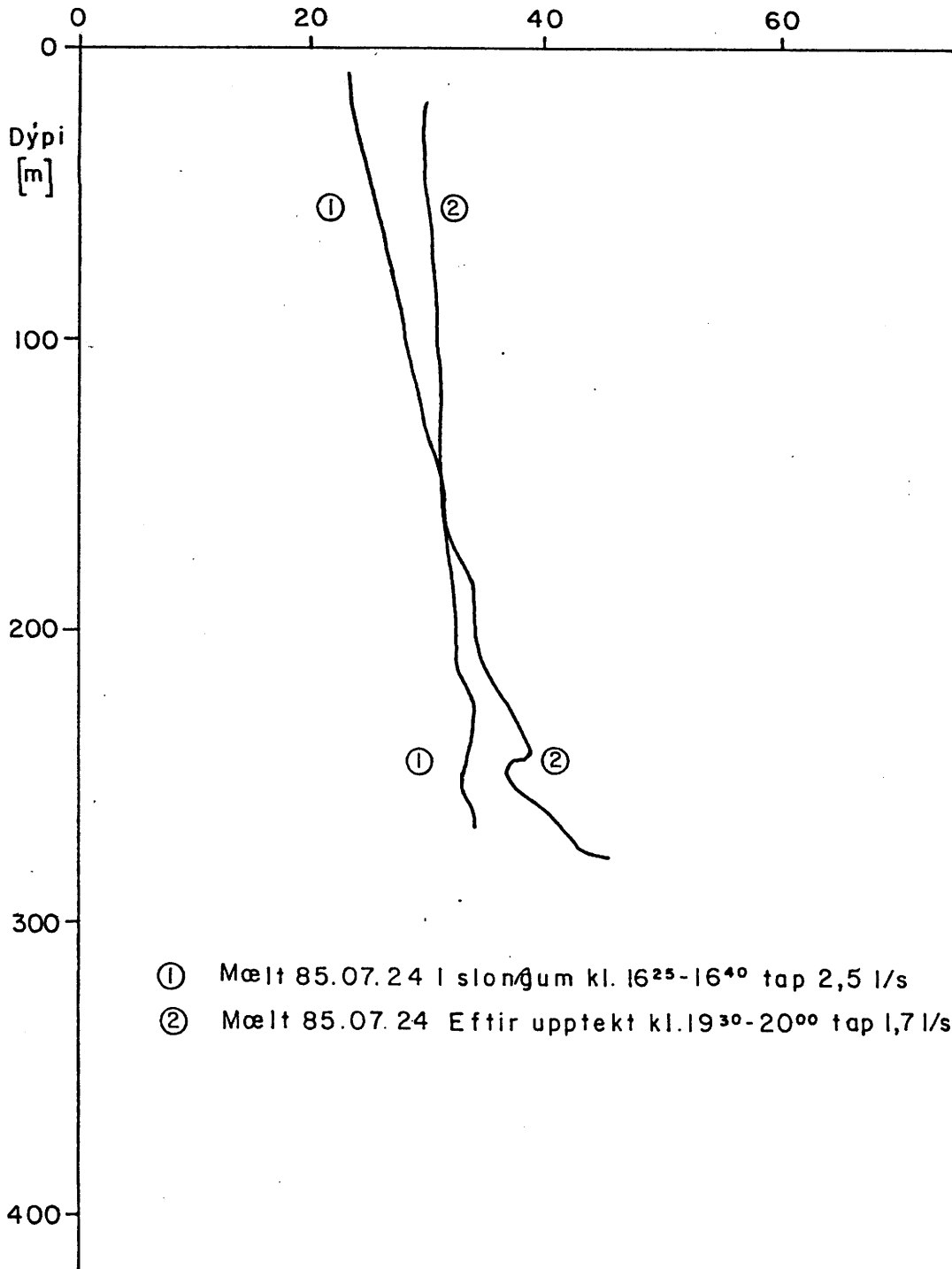


MYND 1



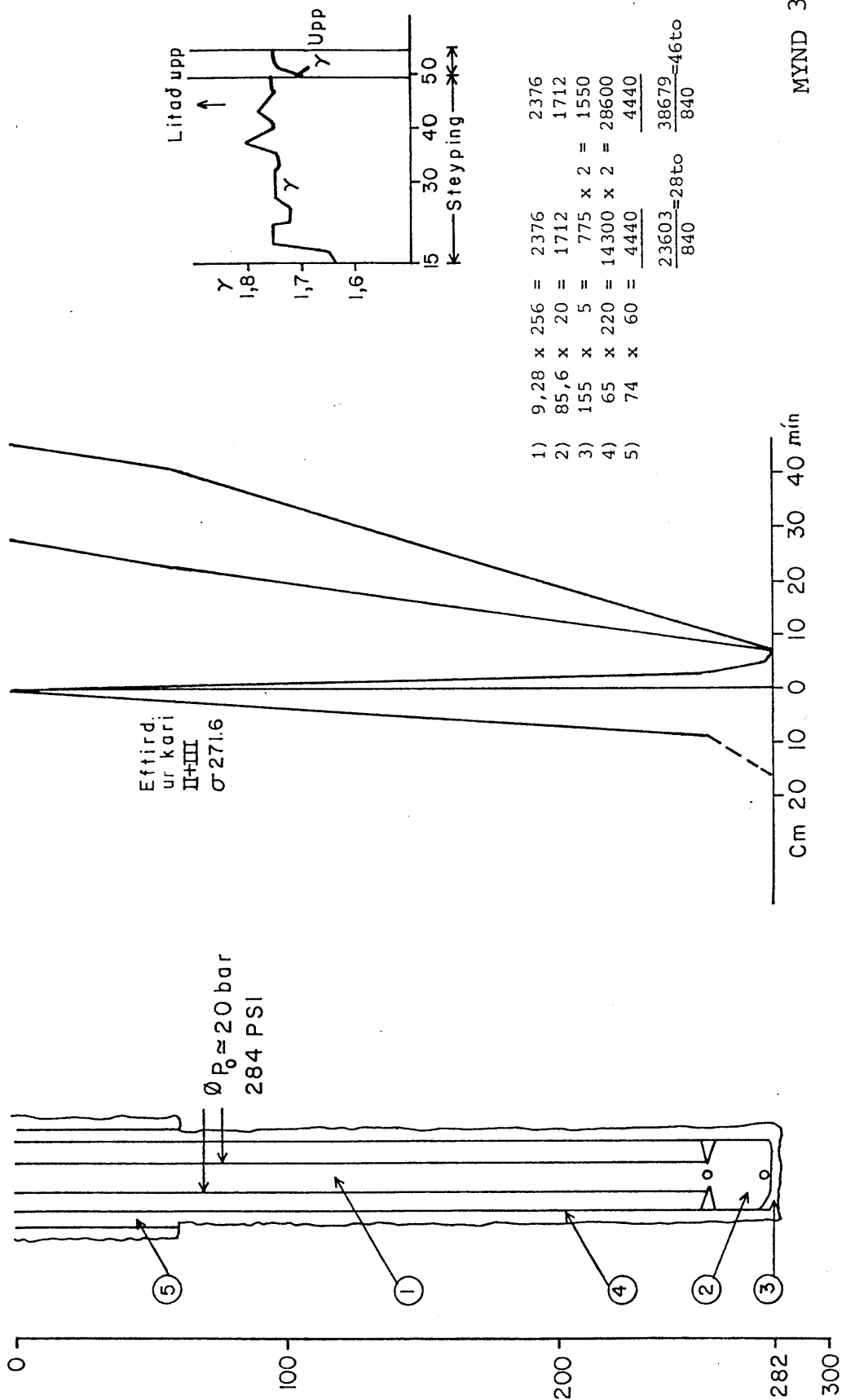
JHD-BJ-8715. A s. G.
85.07.0936. SyJ.

NESJAVELLIR HOLA NJ-13
Hitamælingar í fóðringardýpi 282 m



JBR-8715. SBen
85.07.0937

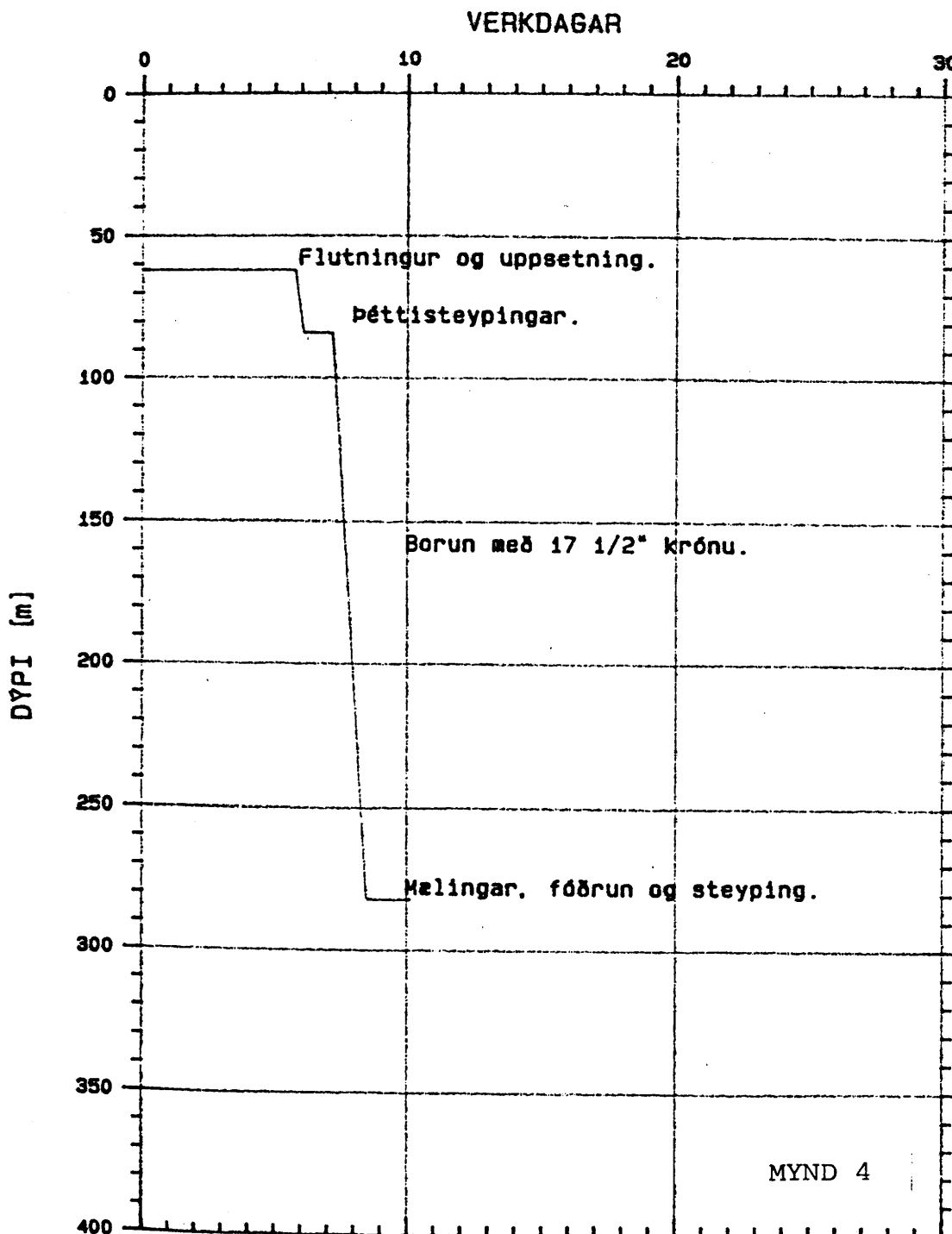
STEYPING 133/8" FÓÐRINGAR NJ-13



MYND 3

JHD-BJ-8715 ÁsG
85.07.0938 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-13 FRAMVINDA BORUNAR 1. ÁFANGI



VIÐAUKI V-3

NESJAVELLIR HOLA NJ-13

Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu
frá 282 m í 820 m

EFNISYFIRLIT

	Bls.
EFNISYFIRLIT.....	88
TÖFLUSKRÁ.....	88
MYNDASKRÁ.....	89
1 BORSAGA.....	90
2 JARÐLÖG OG UMMYNDUN.....	94
3 BORHOLUMÆLINGAR.....	95
 TÖFLUSKRÁ	
1 Borun með borrhöri og karbításoðnum krónum.....	92
2 Fóðrunarskýrsla.....	97
3 Borholumælingar.....	99

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Framvinda borunar.....	101
2 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun.....	102
3 Steyping 9 5/8" fóðringar.....	103
4 Hitamælingar inn í stöngum.....	104
5 Sprengt inni í stöngum.....	105
6 Sprengt inni í stöngum.....	106
7 CBL-mæling 85-08-01.....	107
8 CBL-mæling 85-08-09.....	107
9 CBL-mæling 85-08-12.....	108
10 Skotið á 274-275 m dýpi.....	109
11 Hitamælingar.....	110
12 Skotið á 242-243 m dýpi.....	111
13 Skotið á 261-262 m dýpi.....	112
14 Skotið á 189-191,5 m dýpi.....	113
15 Steyping 9 5/8" fóðringar í gegnum skotgöt á 195 m dýpi.....	114

1 BORSAGA

Borun fyrir vinnslufóðringu NJ-13 hófst aðfaranótt laugardagsins 27. júlí kl. 2:50 á 282 m dýpi. Til verksins var notuð 12 1/4" (311 mm) króna af gerðinni FP-62-J. Borstrennurinn var byggður upp sem hér segir: 12 1/4" króna, tengistykki, stýring, álagsstöng, stýring, 11 álagsstangir, "kross over" tengistykki og borstengur.

Borun gekk hratt og vel eins og sýnt er á mynd 1, en óvænt atvik töfðu framkvæmd borverks í kjölfar fóðringar og steypingar eins og nánar verður vikið að hér síðar.

Svo sem getið var um í skýrslu um 1. áfanga þessa verks, bá var gert ráð fyrir að vinnslufóðring næði niður á 800-850 m dýpi. Fóðringadýpi var náð klukkan 11 að morgni 30. júlí í 820 m dýpi neðarlega í hraunlaqamyndun 1.

Breytingar í skoli, dælingu og brýsting eru sýndar á mynd 2. Skoltap varð mest um 8 l/s, en lekar virtust bétast fljótt. Í skolun í lok borunar varð ekki vart við neitt skoltap. Eins og minnst er á í kafla 3 er mögulegt að vatnsæðarnar sem í holunni fundust séu í hydrostatisku jafnvægi við vatnsborð nærri holutoppi.

Hita- og hallamælt var í stöngum fyrir upptekt borstrenns. Hallamælingar sýndu 0,5° halla á 400 m dýpi og 1° á 800 m dýpi. Að upptekt lokinni voru gerðar jarðlaqamælingar (tafla 3) og að þeim loknum hófst fóðrun. Sett voru niður K-55 skrúfuð fóðurrör.

Um kl. 22 föstudaginn 31. júlí var byrjað að steypa fóðringuna. Steypt var úr um 71 tonni af sementsblöndu (tafla 2) og í lok steypingarinnar varð vart við perlusteinsdreif í skolvatninu, en það merkti nálægt steypuborðs handan fóðringar. Steypingin er sýnd á mynd 3. Í miðri eftirdælingu féll brýstingur skyndilega (Po, sbr. mynd 3) úr um 37 bar niður í núll, og stuttu síðar tók vatn að flæða upp úr fóðurrörinu, meðfram stöngum. Reynt var að losa stangarlenqjuna úr steypustykkinu, en hún reyndist pikkföst. Dælingu var haldið áfram í qeqnum strenginn, og eftir um 40 mínútur tók steypa að flæða upp. Um 15-20 mínútum síðar tók vatn að flæða upp úr fóðurrörinu á ný, sem merkti að steypan hafði verið hreinsuð úr beirri hringrás, sem skolvatnið fór eftir. Talið var líklegt að steypan hafi komið úr strengnum, bar sem eftirdælingu hafði ekki verið lokið er "óhappið" gerðist.

Í því augnamiði að kanna ástand holunnar og borstrenns, var hitamælt í stöngum (mynd 4). Hvorki hitamælir né lóð komst lengra en í um 773 m dýpi, en bar var fyrirstaða. Dæling í qeqnum strenginn sýndi að holan

kældist a.m.k. niður í 773 m. Þetta merkti, að þær skemmdir sem orðið höfðu, væru neðan þess dýpis. Fyrirstaðan var um 3 1/2 m neðan við samskeyti 2. og 3. stanqar talið frá stungustykki. Reynt var að skrúfa í sundur með hjálp sprengju (mynd 5) á þeim samskeytum, en án árangurs. Næsta tilraun var því gerð á sama hátt við samskeyti 3. og 4. stanqar (mynd 6). Þar tókst að skrúfa í sundur á 760,9 m dýpi.

Að því loknu var fóðurrörið víddarmælt og var allt slétt og fellt niður á 760 m. CBL-mæling (mynd 7) sýndi góða steypu frá 760 m upp í 275 m en slarkfæra þaðan og upp í 190 m. Engin steypa sást ofan við 190 m.

Ekki var gjörla vitað hvað farið hafði úrskeiðis neðst í holunni, þar sem gögnin gáfu ekki neina einhlýta vísbendingu þar um. Ljóst var, að til að ná upp þeim bremur borstöngum, sem urðu eftir niðri, varð að bora utan með þeim. Að kvöldi föstudaqsins 2. ágúst voru soðin saman 3 stk. 7 5/8" fóðurrör með ásoðinni karbítkrónu í hví skyni að bora utanyfir stangir og í gegnum stungustykkið, og losa banniq um það, sem skilið var eftir niðri. Vel gekk að smeygja borrhörunum yfir stanqar-endann á 760,9 m dýpi en í 772,4 m kom í fyrirstöðu. Það gat bent til að eitthvað hvingaði borstengurnar að fóðurrörinu. Borun var framhaldið allt þar til komið var í 776,4 m dýpi, en þá var tekið upp úr holunni til að líta á ástand krónu. Í ljós kom að borrhörið hafði orðið eftir í holunni. Með fiskitæki tókst bormönnum auðveldlega að krækja í rörið, en er það kom upp til yfirborðs vantaði á það um 3 mertra auk krónunnar. Fiskun var lokið rétt fyrir miðnætti laugar-daqsins 3. ágúst.

Næst var útbúið 8" borrhör með 8 1/2" karbításoðinni krónu og sett niður. Alls voru notaða 10 karbításoðnar krónur neðan á borrhörin frá laugardeginum 3. ágúst fram á fimmtudaginn 8. ágúst og árangur sýndur í töflu 1. Ekki var hægt að leggja meira á en 2000-3000 pund annars vildi strenqurinn festast í snúningi. Öðru hvoru var dælt niður bykkum qeltöppum til að hreinsa burt járnsvarfið, sem safnast hafði saman.

Tafla 1 Borun með borröri og karbításoðnum krónum.

Króna nr.	Byrjað að bora (dýpi m)	Hætt að bora (dýpi m)	Borað (sm)	Athugasemdir
1	772.36	?	?	Borrör fór í sundur
2		?	Rýming	Borað í tæp. 3 klst
3	773.20	773.50	30	Stýringar notaðar
4	773.11	773.73	62	Borað í 3.5 klst.
5		773.36	Rýming	Borað í 3 klst.
6*	773.23	774.90	117	- " -
7	773.40	775.88	88	- " -
8	775.28	776.10	32	- " -
9	775.60	776.10	Rýming	Borað í 5 klst.
10**	776.10	794.22	1817	Járnborun lokið

* 13 m af stöngum komu upp innan í borröri.

** Í 777 m er járnborun lokið.

Aðfaranótt fimmtudagsins 8. ágúst lauk járnborun. Um kl. 2:00 var byrjað að bora með 10. krónunni. Á 777 m dýpi var eins og borað væri niður úr einhverju og þar má segja að járnborun hafi lokið kl. 4:00. Eftir það hófst steypuborun, rýming og skolun. Um morguninn var borað niður í gegnum stungustykkið á 790 m dýpi. Eftir að stungustykkið hafði verið borað úr var borun haldið áfram niður í u.b.b. 795 m, en bá fór að festast í snúningi. Frá kl. 11-11:30 var allt fast, en það tókst að losa eftir stöðugt skark í 30 mín og var bá beitt 100 hús. punda umframtoqi þ.e.a.s. 150 hús. pundum. Þá var tekið upp og undirbúin niðursetning á borröri með tenntum enda og var ætlunin að fara utanyfir stangir og stungustykki með því og leqqja síðan eins mikinn banga á rörið og voqandi væri og loka bannig enda þess. Á bann hátt var meiningin að taka upp það sem eftir var af járnaruslinu í einni og sömu ferðinni. Rörið fór án nokkurra vandkvæða niður og virtist setjast tæpum meter ofan við síðasta bordýpi eða u.b.b. 794 m dýpi. Rörinu var slakað nokkrum sinnum niður og laqt vel á það án þess að merkjanlegar breytingar væru sjáanlegar á stjórnborðsmælum borsins. Þrýstingur breyttist ekkert og engin umframvikt var merkjanleg. Að síðustu var rörinu slakað harkalega niður án nokkurra sjánlegra breytinga. Upptekt lauk um kl. 20 og þá reyndist öll stangardræsan ásamt stungustykkinu vera með. Tennurnar neðst á borrörinu höfðu krækst og bognað inn að stungustykkinu og haldið því þannig í stálgreipum á leiðinni upp. Stangirnar og stungustykkið voru full af steypu, þannig að séð var að fóðurrörin neðan við stungustykkið voru steyp. Skömmu fyrir miðnætti var byrjað að setja niður tannhjólakrónu og stýringu og var ætlunin að hreinsa til á botni holunnar.

Aðfaranótt föstudagsins 9. ágúst var byrjað að bora í steypu kl. 1:30, en áður var farið nokkrar ferðir með krónu og rýmara framhjá fóðurrörsskemmdinni án þess að verða vart við neitt. Fyrst var boruð steypa til kl. 2:30 og síðan skolað til kl. 3:00. Öðru hvoru splittaðist í snúningi og því greinilegt að eitthvað var enn eftir af járnarusli barna niðri. Borun var haldið áfram niður í 812 m dýpi. Steypan var grautlin, en járnaruslið þvældist fyrir. Borun var hætt kl. 3:50 og blandaðir tveir qeltappar til að hreinsa sem mest upp. Upptekt hófst kl. 6:00 og var lokið kl. 7:20. Þá var sett niður borror á ný, samskonar og veiddi leifarnar af stöngunum og tókst að veiða upp úr holunni brot úr stöngum og fóðringu. Þar með var talið að allt járn, sem á botninum var og hindrað gæti eðlilega borun, væri komið úr holunni.

Þá var hafinn undirbúningur að steypingu efri hluta fóðringar. Steypuhús var soðinn ofaná fóðringuna og var því verki lokið um kvöldmatarleytið. Þá var tekið til höndum við mælingar. Fyrst var hitamælt og var byrjað á því kl. 19:30. Komið var niður 120°C á 600 m dýpi. Næst var CBL-mælt (mynd 8) og var byrjað að mæla á um 400 m dýpi. Góð steypa kom fram upp í 275 m en þaðan og upp í 230 m var eins og engin steypa væri á milli fóðringa. Síðan kom steypa frá 230 m í 195 m, en þaðan og upp úr var engin steypa. Ákveðið var að sprenqja göt á fóðringuna á móts við 275 m í beirri von að hægt væri að steypa þaðan og uppúr. Göt voru skotin um kl. 23 (mynd 10) og síðan reynt að hringdæla en ekkert vatn kom upp milli fóðringa. Aftur á móti tók holan við um 20 l/s við 700 PSI mótbrýsting. Ekki var hægt að sjá hvað um vatnið yrði á annan hátt en að hitamæla holuna. Því var dælt í rúman hálf tíma eða fram að miðnætti, til að fá skarpan hitafront þar sem vatnið færi út. Laugardaginn 10. ágúst upp úr miðnætti var byrjað að hitamæla (mynd 11). Niðurstöður mælingarinnar voru þær, að vatnið fór út neðst í holunni þ.e. við fóðringarendann eða við skemmdina í 770-780 m dýpi. Ekki þótti ástæða til kanna það frekar enda ekki vogandi að fara með mælitækin niður fyrir skemmdina. Ákveðið var að steypa í lekann í botni. Steypt var úr 5 tonnum af sementi og jafngilti það rúmmáli upp á 100 m innan í fóðringu. Dælt var beint á fóðringartoppinn og steypan síðan rekin niður í botn. Eftirdæling stóð yfir í 70 mín. og var þrýstingur fyrri hluta eftirdælingar um 40 bör, en fór þá hægt stígandi upp í 60 bör, en þá var steypan komin á móts við lekastaðinn í botni og steig þá þrýstingur hraðar. Þegar þrýstingur var kominn í 70 bör var aðgerð hætt og lokað að fóðringu. Klukkan var þá rúmmlega 3. Steypa var látin stíðna fram til kl. 9 um morguninn, en þá var opnað. Þrýstingur féll um leið og opnað var þannig að holan virtist vera þétt. Hún var síðan þrýsti-prófuð með 1000 PSI og hélt því.

Næst var að eiga við efri hluta fóðringarinnar, sem var ósteyptur.

Eftir qaumgæfilega umhugsun var komist að beirri niðurstöðu, að eðlilegast væri að skjóta göt við jaðra ósteypta kaflans frá 230 niður í 275 m og setja pakkara á milli og steypa síðan. Klukkan 14:40 var skotið á móts við 242-243 m (mynd 12) síðan var pakkari settur niður á milli skotstaða þ.e. á 255 m dýpi. Ekki náðist að hringdæla milli gatanna. Hugsanlegt var að neðri götin væru stífluð eftir steypinguna s.l. nótt. Því var pakkarinn tekinn upp og skotið á ný og nú á móts við 262 m (mynd 13). Pakkari var síðan settur aftur niður og nú á 250 m dýpi, en ekki náðist hringdæling. Þá var fallið frá því að reyna að koma steypu þarna á bak við. Þrátt fyrir að ekki tækist að steypa þá var búið að útbúa öryggisventla á 9 5/8" fódoringuna með skotgötunum, sem eiga að koma í veg fyrir að vatnspokar geti myndast milli fódoringana og valdið "collapsi". Næst var að undirbúa og steypa upp ósteypta kaflann frá 190 m og upp. Skotin voru göt á 9 5/8" fódoringuna á móts við 190 m (mynd 14) og náðist strax að hringdæla.

Byrjað var að steypa kl. 0:29 aðfaranótt sunnudagsins 11. ágústs og steyppt úr 12 tonnum af portland sementi. Því var lokið kl. 0:48. Eftirdæling byrjaði kl. 0:51 og var lokið kl. 1:02. Eðlisþynqd steypunnar sem fór niður var á bilinu 1.7-2.0, en það sem upp kom var rúmlega 1.8 (mynd 15). Beðið var framan af nóttu meðan steypa var að stirðna, en síðan var steypuhaus skorinn ofan af undir morgun. Búið var að koma slífinni fyrir um vaktaskipti og um morguninn var byrjað að koma lokum fyrir.

2 JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Á mynd 2 er sýnt einfaldað jarðlagasnið. Strax neðan fódringar var komið niður í túff og náði það niður í rúma 300 m. Þar neðan við og niður í 375 m dýpi tóku við fínkornótt ferskleg basaltlög aðskilin af túffi eða basaltbreksíum. Þá var komið í fínkornótt glerjað basalt og svo fínkornótt og lítið eitt ummyndað basalt, sem náðu niður á 410 m dýpi. Niður á 480 m dýpi var túff ráðandi en neðsti hlutinn var nokkuð breksiúkenndur. Frá 480 m niður á 650 m dýpi er glerjað ummyndað basalt ráðandi. Þunn grrænleit túfflög eru tíð. Berqið er áberandi mikið oxað sérstaklega niður undir 600 m dýpi. Frá 650 m niður í fódringardýpi eru fínkornótt basaltlög einkennandi. Jarðlagaskipanin í þessum hluta NJ-13 líkist að mörqu því, sem greindist í holu NG-6.

Berqið er að jafnaði nokkuð ummyndað að undanteknum ferska basaltkaflanum frá 300-375 m. Ferskt gler sást aðeins á stanqli. Mest ber á kalsíti í þessum kafla. Zeólítar eru einkennandi og eru nokkuð skýr

skipti frá einu dýptarbili til annars eftir gerð zeólítanna. Kvars sést fyrst á rúmum 500 m og síðan af og til niður í 620 m dýpi, en þar virðist það vera ráðandi. Pýrít-dreif sést niður allan kaflann. Líklega er wairakít komið inn á 550-600 m dýpi.

Ummyndunarsteindir gefa til kynna, að komið sé niður í 200°C hita á 600-650 m dýpi.

Ummyndunin virðist við fyrstu sýn vera svipuð og greindist í NG-6. Þó með beirri undantekningu, að sú ummyndun, sem tengdist vatnsæðunum í 280-350 m í NG-6 (t.d. kvars og pýrít) er ekki að sjá í NJ-13.

3 BORHOLUMÆLINGAR

Yfirlit yfir þær borholumælingar, sem gerðar voru í þessum verkáfangi, er birt í töflu 2. Fyrst var mælt eftir að komið var í fóðringardýpi 820 m. Eins og venja er var upphitun könnuð með hitamælingum í stönqum áður en borstrengur var tekinn upp úr holunni. Borkróna var höfð átján metra frá botni í 802 m dýpi, og var hitamælt niður í það dýpi, fylgst með hitabreytingum þar í 35 mínútur, og síðan hitamælt um leið og mælir var hífður upp úr holunni. Ekki var dælt á holuna á meðan mælt var, og stóð vatnsborð á 13 m dýpi (mælt frá drifborði). Mælingarnar sýndu hraða upphitun og samsvaraði upphitunin í 802 m til 20°C á klukkustund. Þessar hitamælingar eru sýndar á mynd 4 (ferlar 1 og 2), og sést þar vel hvernig holan hitnaði upp. Nokkrar vatnsæðar eru í holunni, og koma þær fram sem hitatoppar í mælingunum. Þær helstu virðast vera á 365, 460, 490 og 640 m dýpi, en fleiri smáæðar koma fram í mælingunum. Raunar benda allar athugasir til þess að holan sé fremur bétt ofan 820 m dýpis og vatnsæðar smáar. Skoltap í borun var fremur lítið og nánast ekkert eftir að komið var í fóðringardýpi. Hins vegar virðist brýstingur á æðum vera u.b.b. hydróstatískur, og því hugsanlegt að holan virðist vera béttari en hún sé í raun.

Eftir upptekt á borstreng, var hitamælt í 818 m dýpi, en síðan gerðar víddar- og jarðlagamælingar. Hitamælingin er sýnd á mynd 4 (ferill 3). Er hún svipuð og mælingarnar í stönqum, en hitastig nokkru herra. Hæst hitastig mældist við æðina í 640 m um 98°C en í botni var hitinn 96°C. Vegna þess hve holan var heit var hitamælt að nýju eftir að víddar- og viðnámsmælingar höfðu verið framkvæmdar. Mældist þá (mynd 4, ferill 4) tæplega 130°C í 640 m og í botni. Þetta er herra hitastig en nifteindatólin eru talin þola, og var því ekki farið dýpra með þá mælingu en í 600 m.

Víddarmælingin sýndi, að holan hefði þvegist nokkuð út í borun, og mældist hún að meðaltali um 13,5-14" í þvermál. Engir áberandi skápar komu hins vegar fram og er holan hvergi yfir 17" í þvermál. Jarðlaðamælingunum verður gerð skil í lokaskýrslu um holu NJ-13, en þess má geta, að viðnám jarðlaða mældist mjög lágt, eða 2-5 ohm-metrar á mest öllu dýptarbilinu 278-818 m.

ORKUSTOFNUN
JARÐBORANIR RÍKISINS

FÓÐRUNARSKÝRSLA

Stætur

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR	VERKKAUPI
645-1	HJ-13	Mesjavellir	Hitaveita Reykjavíkur
VIDD HOLU	DÝPT HCLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.
12 1/4"	820 m.	3	1985.07.31.-08.
			1985.08.11. D.S.

FJARLEGD KJALLARABRÚN — KRAGI		0,35 m
FÓÐRING	PVERM. UTAN 9 5/8" INNAN 222,4 mm.	
	GERÐ K-55 BYNGD 40,00 lbs/ft	
	TENGI Skrúfuð Buttress	
	NOTAÐ 816,95 m FRÁ KRAGA 809,58 m	
	KRAGI (FLANGS) í sláf við kraga	
	SKÓR Float Shoe - Float Collar 2. rörum ofan	
MÍÐJUST. 12 stk. STEYPUT. 0 stk.		
STEYPING	SEMENT & blanda og Portland 71100 kg	
	SEMENT kg	
	ÍBL.EFNI kg	
	ÍBL.EFNI kg	
	TAFAEFNI kg EDLISP. STEYPU 1,75	
	STEYPUTÆKI Haliburton Steypusamböða	
	STEYPINGARTÍMI 63 mín	
	EFTIRDÆLING. MAGN 5700 Í TÍMI 10 mín	
	STEYPA KOM UPP <input type="checkbox"/> JÁ <input checked="" type="checkbox"/> NEI	
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA 200 m	
FRÁANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR 2 daga h	
	SEMENT 12.000 kg ÍBL.EFNI kg	
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR 2 h	
	STEYPA BORUD EFTIR 11 daga h	
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI hist og her um rör m	
VERKTÍMI RÖR STEYPA TOPPUR TAFIR ALLS		
h 9,5 4,0 allur tími óljós		
ATH. Annað rör ofan Float Collar sprakk inn. Borað var stykki úr röriinu í ca. 766 m. en nákvæm staðsetning er ekki til sökum mikillar járnborunar bæði rör og stengur. Steypt var í skemmdina v/leka. Skotin voru göt í 268 m. 254 m. og 235 m. vegna gruns um steypuleysi en allt virtist steypt. Skotið var út í 183 m. og steypt þaðan og upp með góðri steypu.		

RÖRATALNING		
LENGD	NR ¹⁾	ALLS m
3,91	1 x	3,91
13,53	2	17,44
12,40	3	29,84
13,69	4	43,53
13,66	5 x	57,19
13,50	6	70,69
12,68	7	83,37
13,60	8	96,97
13,70	9	110,67
12,74	10 x	123,41
13,65	11	137,06
13,58	12	150,64
13,61	13	164,25
13,38	14	177,63
13,61	15	191,24
13,36	16 x	204,60
13,57	17	218,27
13,20	18	231,47
12,61	19	244,08
13,55	20	257,63
12,58	21	270,21
13,26	22 x	283,47
13,43	23	296,90
13,62	24	310,52

05.82 20x30FDH

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

TAFLA 3 NJ-13. Borholumælingar í 2.áfanga.

Dagsetning	Klukkan	Hvað mælt	Dýptarbil	Athugasemdir
85-07-30	16:00-17:25	Hiti,dt,CCL	0-802 m	Í stöngum.
85-07-30	23:30-24:00	Hiti,dt,CCL	0-818 m	Eftir upptekt
85-07-31	00:15-01:15	Vídd	0-815 m	Eftir upptekt
85-07-31	01:45-02:30	Viðnám	0-818 m	Eftir upptekt
85-07-31	02:50-03:20	Hiti,dt,CCL	0-818 m	Eftir upptekt
85-07-31	03:40-05:00	N-N og n.g.	0-600 m	Eftir upptekt
85-08-01	06:40-07:15	Hiti,dT,CCL	0-773 m	Í stöngum
85-08-01	07:30-08:05	Hiti,dT,CCL	0-773 m	Í stöngum
85-08-01	13:55-14:30	Hiti,dT, CCL	0-773 m	Í stöngum
85-08-01	16:00	Back off	770 m	Skrúfaðist ekki í sundur
85-08-01	19:20	Back off	760 m	Skrúfaðist í sundur
85-08-01	21:25-22:25	Vídd	0-760 m	
85-08-01	22:25-24:00	CBL	0-350 m	Steypuborð í 190 m
85-08-09	19:30-20:00	Hiti,dT,CCL	0-600 m	Mælt fyrir CBL
85-08-09	20:00-22:30	CBL	0-400 m	Steypuþæði
85-08-09	23:00	Skotið 8 egg.	275 m	
85-08-10	0:20-01:00	Hiti,dT,CCL	0-600 m	
85-08-10	14:40	Skotið 5 egg.	242 m	
85-08-10	19:55	Skotið 4 egg.	261 m	
85-08-10	22:00-22:30	Hiti,dT,CCL	0-300 m	
85-08-10	23:30	Skotið 8 egg.	190 m	
85-08-12	05:00-07:00	CBL	0-300 m	
85-08-12	07:00-08:00	Hiti,dT,CCL	0-375 m	

bar sem borstrengur var fastur niðri í fóðringu að steypingu lokinni var hitamælt inni í stöngum til að kanna hvað festunni ylli, en það var gert kl: 07.00-07.30 þann 1. ágúst (mynd 11, ferill 1). Þegar þessi hitamæling var gerð hafði holan verið án ádælingar í um 6 klst. Þá var dælt niður í gegn um strenginn í stutta stund og síðan hitamælt aftur (mynd 11, ferill 2) og kom þá í ljós að vatnið fór út úr stöngum fyrir neðan 773 m dýpis, en bar settist hitamælirinn í báðum mælingunum.

Reynt var að skrúfa borstreng í sundur í 770,4 m dýpi með 4 vafninga sprengju (mynd 5) en mistókst. Í 760,9 m (eða einni stöng ofar) skrúfaðist borstrengur í sundur með hjálp 5 vafninga sprengju (mynd 6) kl: 19.20 þann 1. ágúst. Eftir upptekt var svo víddar- og CBL mælt (mynd 7). Þegar til var tekið við að ljúka steypingu á fóðringunni 9. ágúst var byrjað á að hita- og CBL mæla. CBL-mælingin (mynd 8) sýnir góða steypu neðan 275 m dýpis, léleg steypuþæði á kaflanum

242-275 m, sámilega steypu 242-190 m en enga steypu þar fyrir ofan. Eins og fram kemur í kafla 1 (BORSAGA) var reynt að steypa í þann kafla sem sýndist hafa lélega steypu og skotin göt á fóðringuna í 275 m, 261 m og 242 m (myndir 10, 12 og 13). Þegar ekki tókst að steypa þennan kafla var skotið 8 eggjum í 190 m (mynd 14) og fóðringin steipt í gegn um þessi göt.

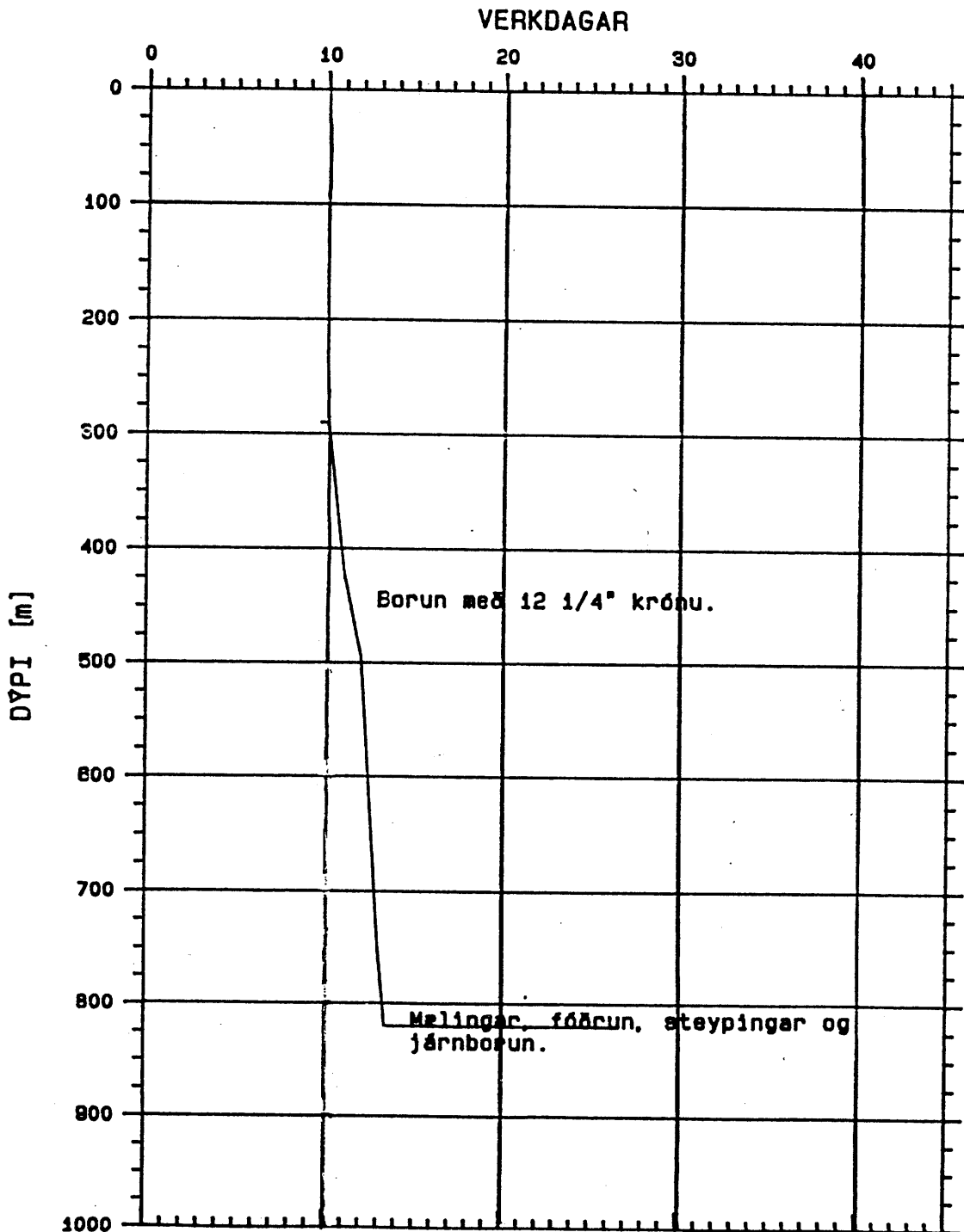
Þá var hita- og CBL mælt eftir að lokum hafði verið komið fyrir og sýnir CBL-mælingin (mynd 9) góða steypu frá 190 m og upp að undanskildum kaflanum 84 m - 91 m en þar sýnir hún lélegri steypu. Ekki er fullkomlega ljóst hvers vegna mælingin sýnir þarna lélegri steypuæði en líklegast er að hörðnun steypunnar hafi verið hæðari á þessum kafla. Einnig má hafa í huga að þessi kafla er mitt á milli miðju-stilla á fóðringunni.



JHD-BJ-8715 Ásg
85.08.0979 T

Mynd 1

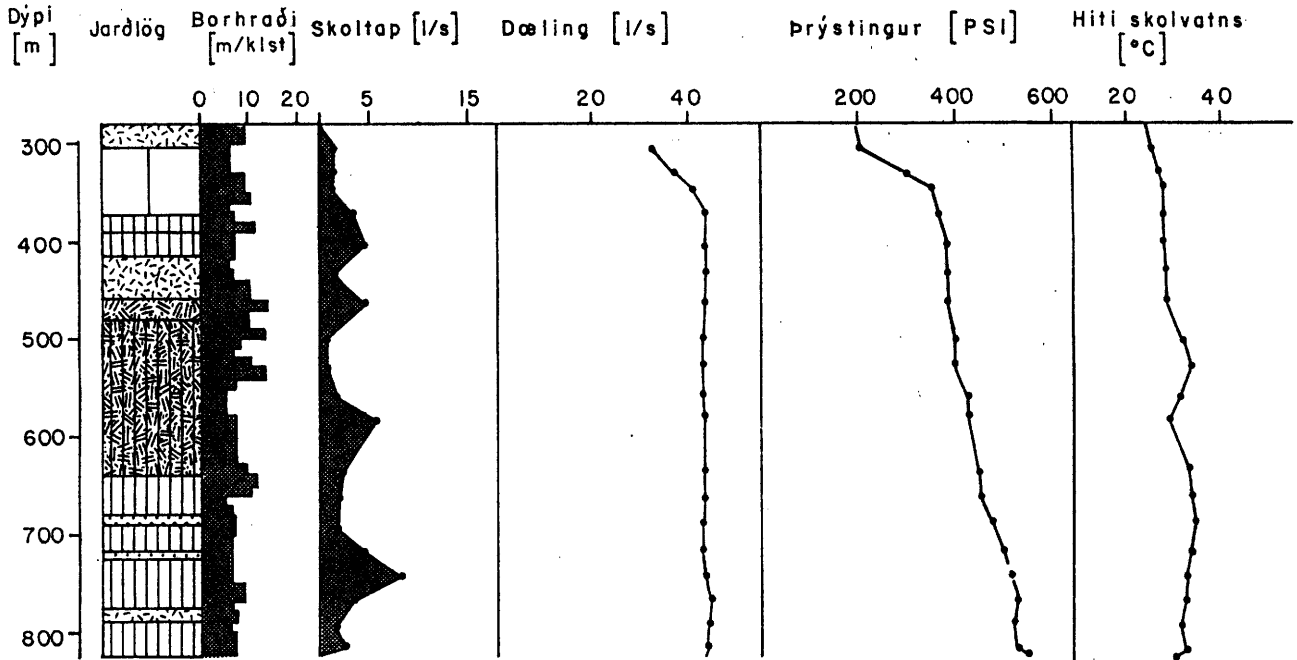
NESJAVELLIR HOLA NJ-13 FRAMVINDA BORUNAR 2. ÁFANGI



JHD-BJ-8715. HF.
85.08. 0957 SyJ.

NESJAVELLIR HOLA NJ-13. JARLÖG, SKOLTÖP, DÆLING

Mynd 2



SKÝRINGAR



Fersklegt basalt



Glerjad basalt



Settúff



Ummyndað basalt



Mobergsbreksía



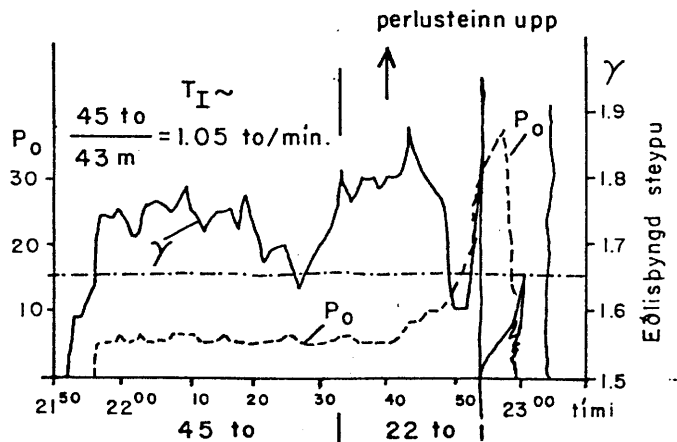
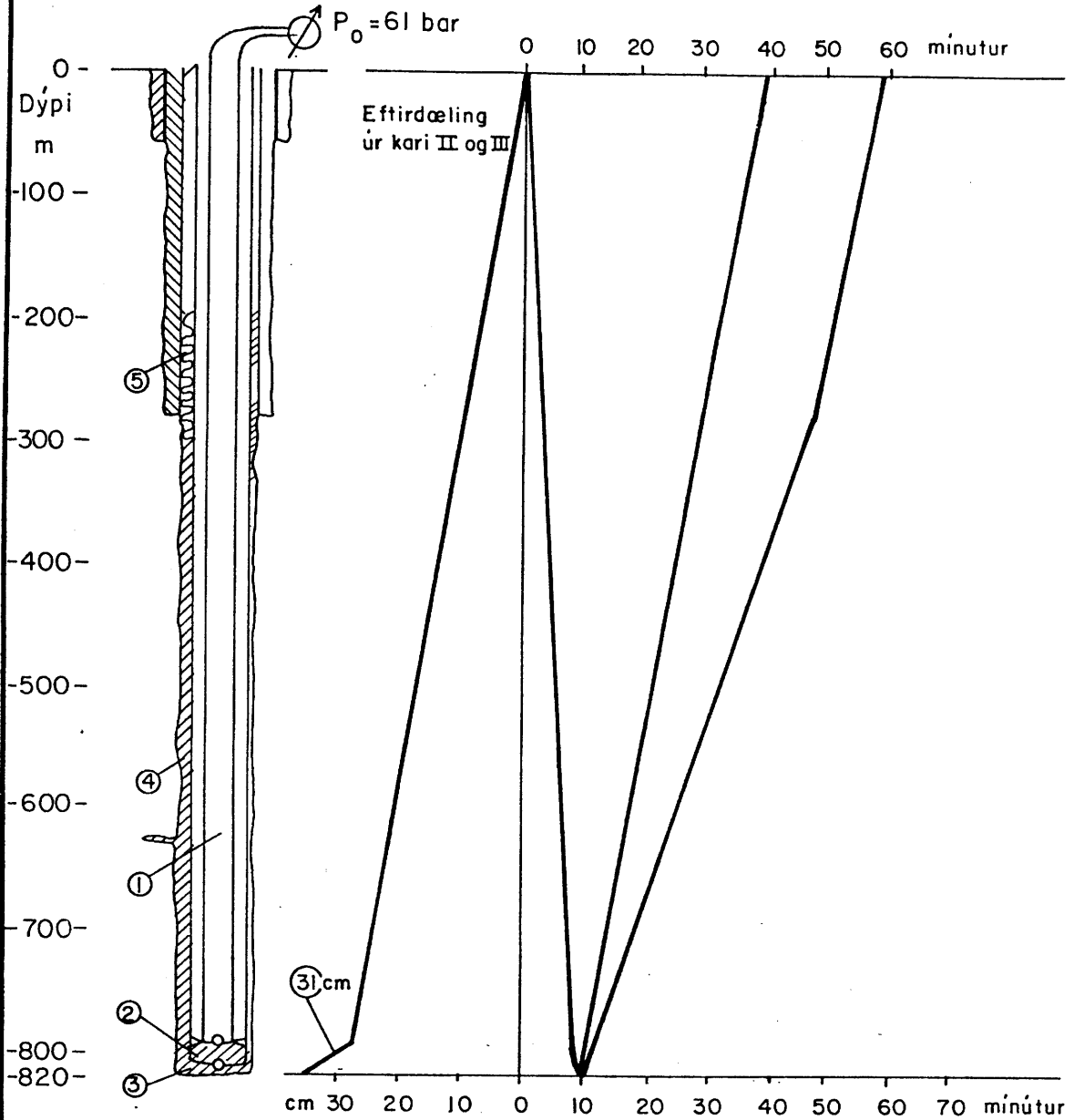
JHD-JBR-8715 SBen

85.08.0972 AA

NESJAVELLIR

Mynd 3

Steyping 9 5/8 fóðring í NJ-13



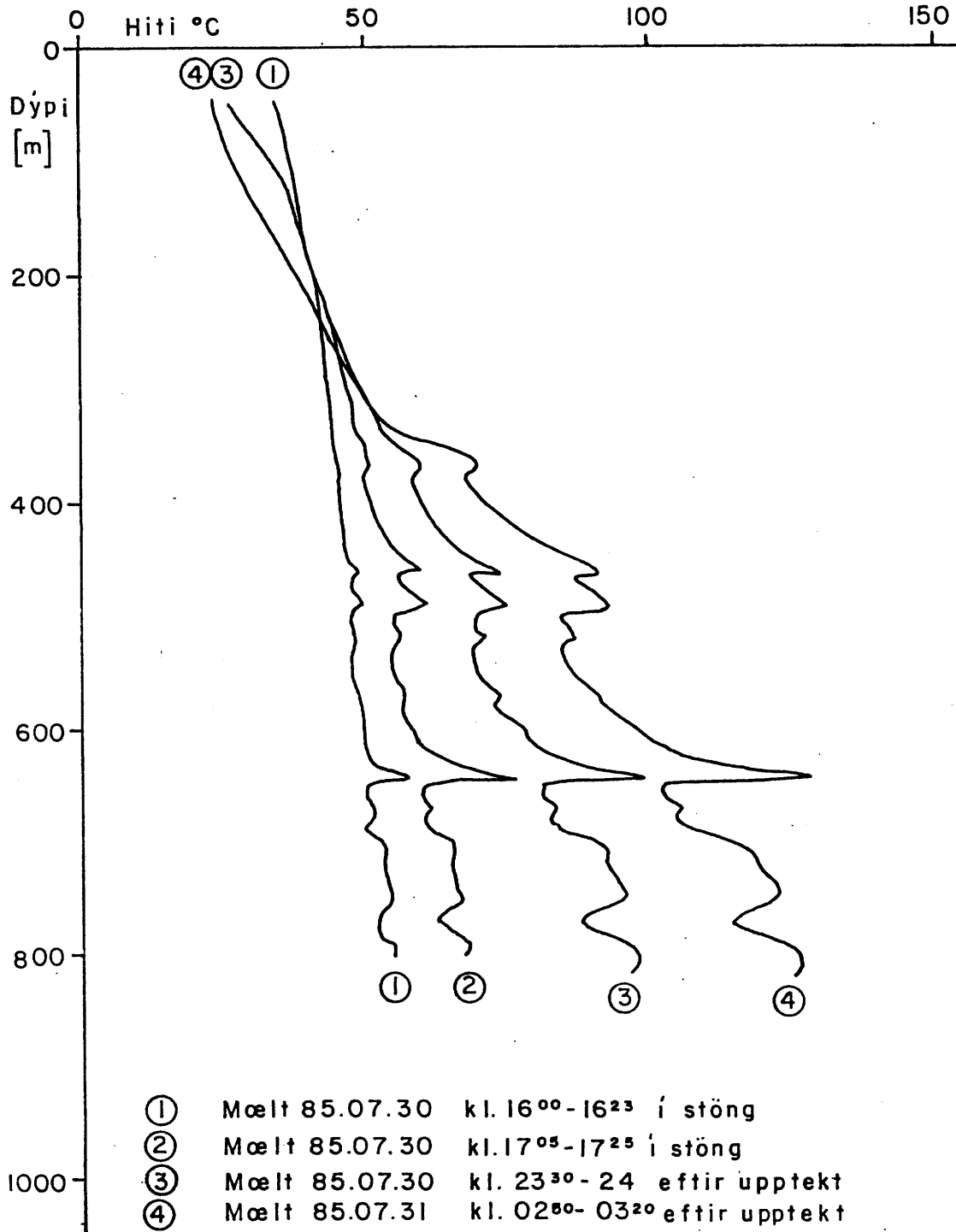


JHD-BM-8715. BS
85.08. 0958. SyJ.

Mynd 4

NESJAVELLIR HOLA NJ-13

Hitamælingar í fóðringadýpi 820 m



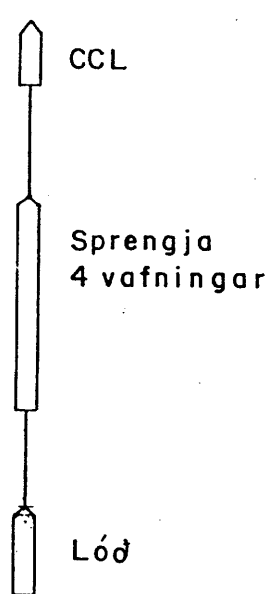
JHD-BM-8715.HS
85.08.0965. SyJ.

SPRENGINGAR I BORHOLU Mynd 5

1. Sýsla, kaupstaður ÁRNESÝSLA		2. Hreppur Grafningshreppur
3. Staður .Nesjavellir		4. Hóla nr. NJ-13
5. Dýpi. m 820 m	6. Fóðringar. m. þv. 9 5/8" i 816 m	7. Bortími

8. Ástand holu fyrir aðgerð
Borstrengur fastur inn í fóðringu

9. Verkkaupi H.R.	10. Tilgangur Reynt að skrúfa í sundur	
11. Mœlitoeki R-50402	12. Dagset. 85.08.01	13. Mælingamenn AE. GuG. HS.
14. Núllpunktur á dýpi Drifborð á Jötni	15. Skotstaður 770,4 m	16. Fjöldi skota 1

17. Lýsing á sprengju 	18. Ath. Sprengt kl. 16 ⁰⁰ Ekki skrúfaðist í sundur
--	--

JHD-BM-8715.HS
85.08. 0969 SyJ

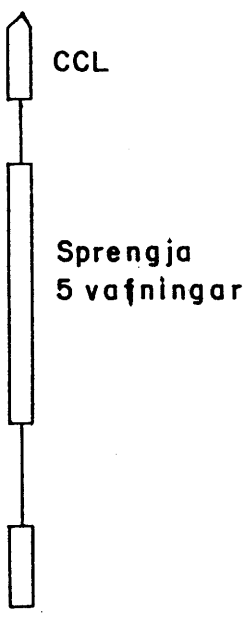
SPRENGINGAR I BORHOLU

Mynd 6

1. Sýsla, kaupstaður ARNESSÝSLA		2. Hreppur Grafningshreppur
3. Staður Nesjavellir		4. Hóla nr. NS-13
5. Dýpi. m 820 m	6. Fóðringar. m. þv. 9 ⁵ / ₈ " í 816 m	7. Bortími

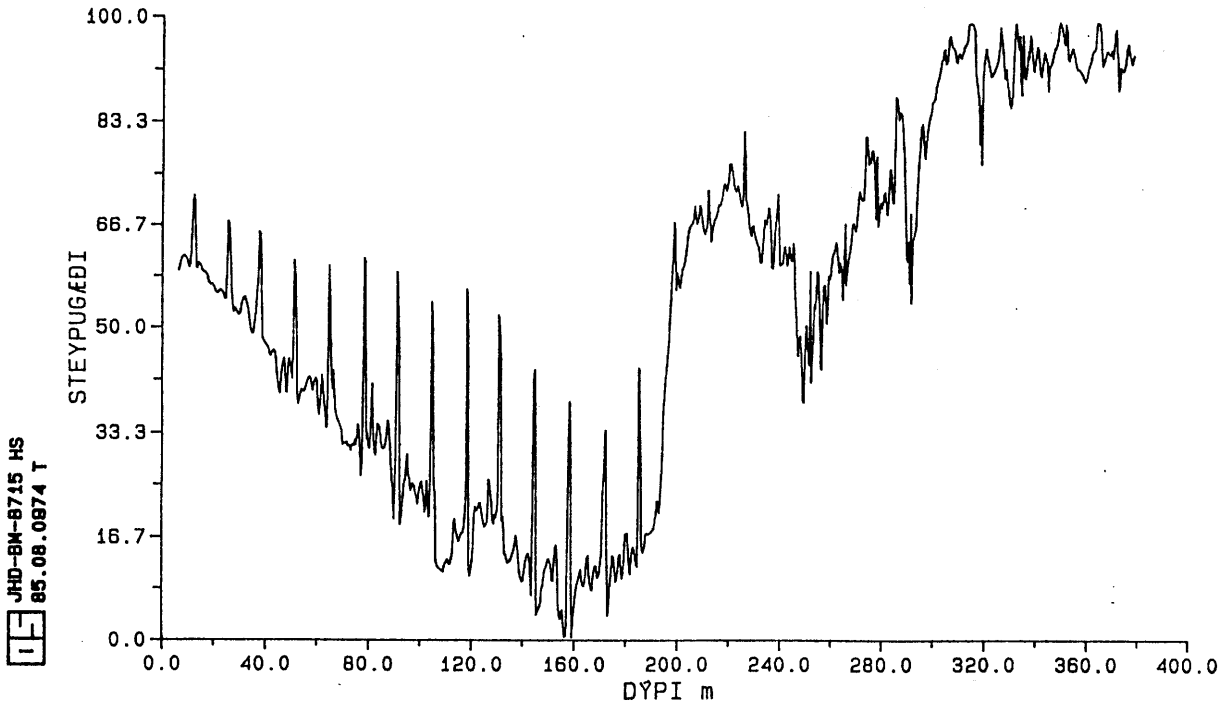
8. Ástand holu fyrir aðgerð
Borstrengur fastur inn í fóðringu

9. Verkkaupi H. R	10. Tilgangur Sundurskrúfun	
11. Mælitæki R-50402	12. Dagset. 85.08.01	13. Mælingamenn ÁE. GuG. HS
14. Núllpunktur á dýpi Drifborð á Jötni	15. Skotstaður 760.9	16. Fjöldi skota 1

<p>17. Lýsing á sprengju</p> 	<p>18. Ath. Sprengt kl. 19²⁰ Skrúfaðist í sundur</p>
--	---

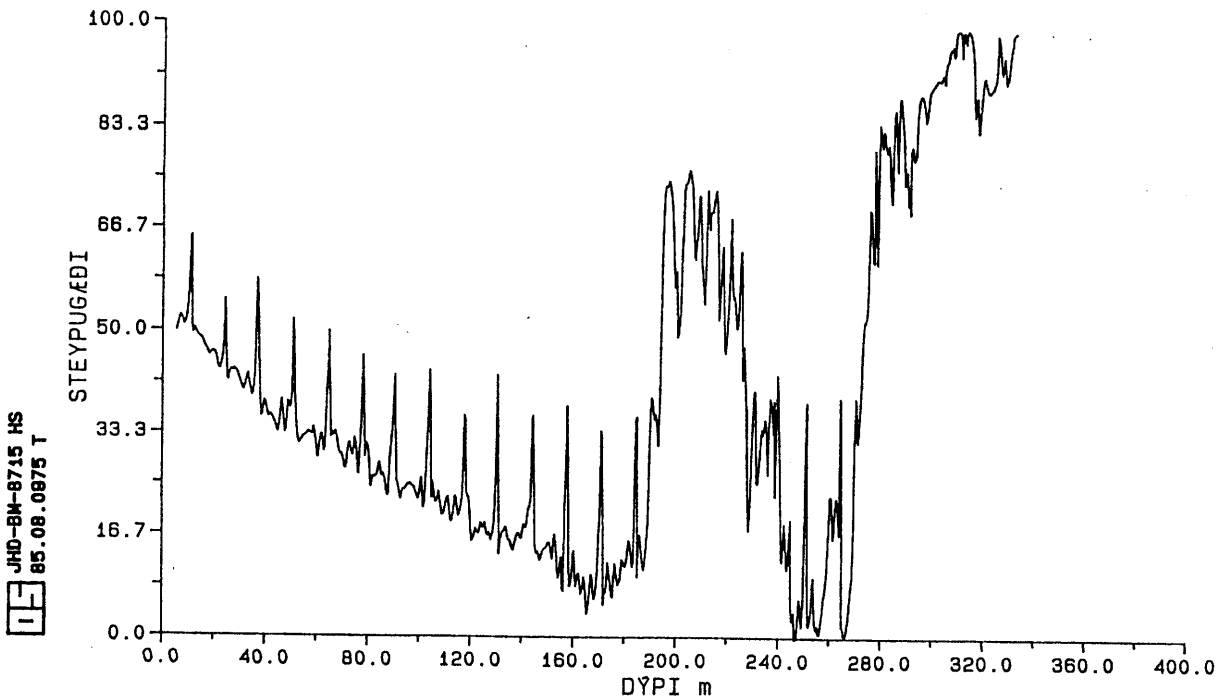
Mynd 7

NESJAVELLIR NJ-13 CBL-MÆLING 85-08-01



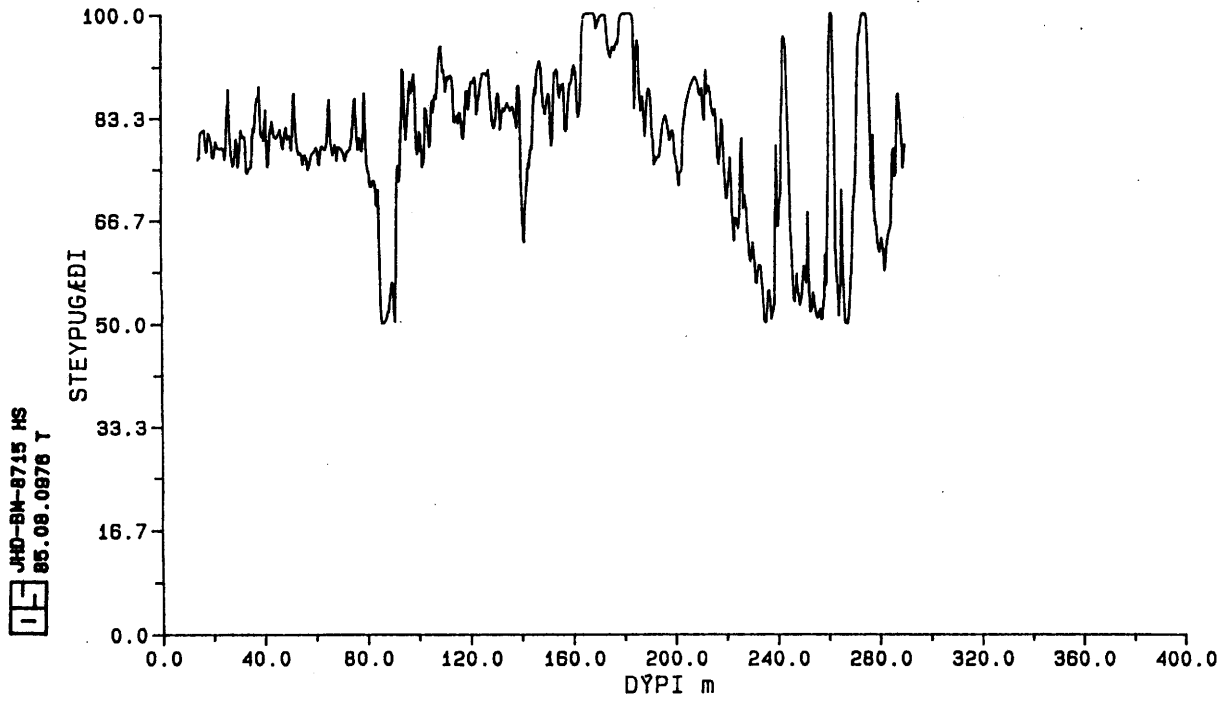
Mynd 8

NESJAVELLIR NJ-13 CBL-MÆLING 85-08-09



Mynd 9

NESJAVELLIR NJ-13 CBL-MÆLING 85-08-12



JHD-BM-8715. HS
85.08. 0964. SyJ.

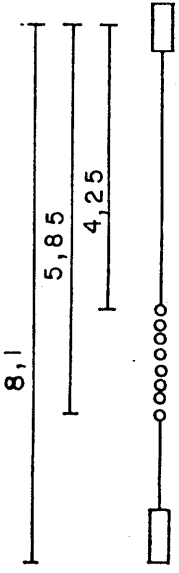
SPRENGINGAR I BORHOLU

Mynd 10

1. Sýsla, kaupstaður ARNESSÝSLA		2. Hreppur Grafningshreppur
3. Staður Nesjavellir		4. Hóla nr. NJ-13
5. Dýpi.m 820 m	6. Fóðringar.m. þv. 9 5/8" í 816m	7. Bortími

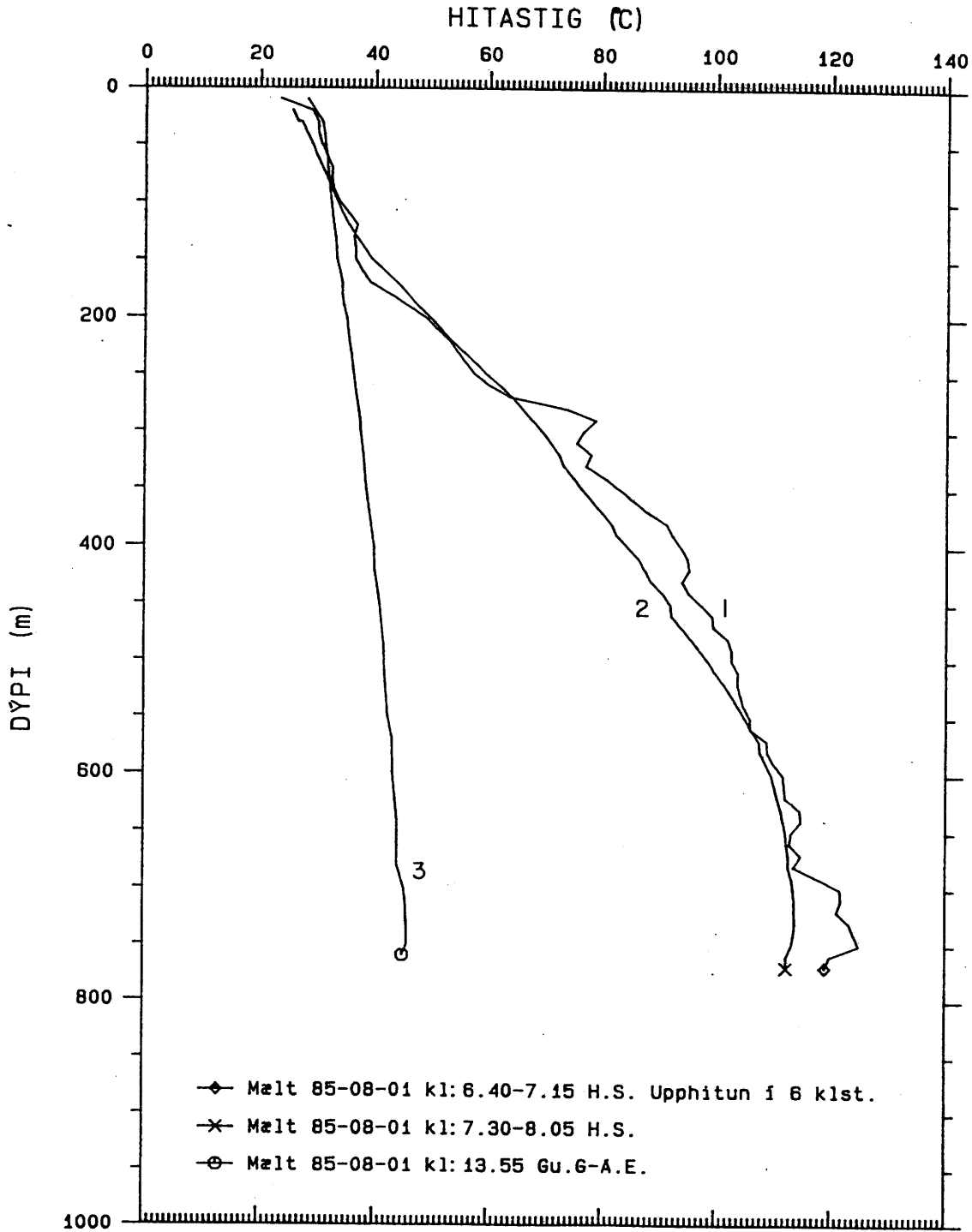
8. Ástand holu fyrir aðgerð

9. Verkkaupi HR	10. Tilgangur Hringdæling	
11. Mælitæki R-50402	12. Dagset. 85.08.09	13. Mælingamenn GH. HS.
14. Núllpunktur á dýpi Drifbord á Jötni	15. Skotstaður 275	16. Fjöldi skota 8 egg

17. Lýsing á sprengju 	18. Ath. Sprengt kl. 23 ⁰⁰ Nedsta egg í 275.0m
--	---

IE JHD-BM-8715 HS
85.08.0978 T

NESJAVELLIR NJ-13 HITAMÆLINGAR 85-08-01



JHD-BM-8715. HS
85.08. 0966. SyJ.

SPRENGINGAR I BORHOLU

Mynd 12

1. Sýsla, kaupstaður ARNESSÝSLA		2. Hreppur Grafningshreppur
3. Staður Nesjavellir		4. Hóla nr. NJ-13
5. Dýpi. m 820 m	6. Fóðringar. m. þv. 9 5/8" í 816 m	7. Bortími

8. Ástand holu fyrir aðgerð

9. Verkkaupi H.R.	10. Tilgangur Hringdæling	
11. Moelitoeki R-50402	12. Dagset. 85.08.10	13. Moelingamenn GH.HS
14. Núllpunktur á dýpi Drifborð á Jötni	15. Skotstaður 242 m	16. Fjöldi skota 5 egg

<p>17. Lýsing á sprengju</p>	<p>18. Ath.</p> <p>Sprengt kl. 14⁴⁰ Efstu egg í 242,0</p>
------------------------------	--

JHD-BM-8715. HS
85.08. 0967. SyJ.

SPRENGINGAR I BORHOLU

Mynd 13

1. Sýsla, kaupstaður FARNESSÝSLA		2. Hreppur Grafningshreppur
3. Staður Nesjavellir		4. Hóla nr. NJ-13
5. Dýpi. m 820 m	6. Fóðringar. m. þv. 9 5/8" í 816 m	7. Bortími

8. Astand holu fyrir aðgerð

9. Verkkaupi HR	10. Tilgangur Hringdæling	
11. Mælitæki R-50402	12. Dagset. 85.08.10	13. Mælingamenn GH. HS.
14. Núllpunktur á dýpi Drifborð á Jötni	15. Skotstaður 261 m	16. Fjöldi skota 4 egg

<p>17. Lýsing á sprengju</p> <p>The diagram shows a vertical line representing the borehole charge. At the top is a rectangular box labeled 'CCL'. Below it is a vertical line segment with a dimension of 3,0 m. This is followed by another vertical line segment with a dimension of 4,2 m, which contains four small circles representing 'Sprengja 4 egg'. At the bottom is a rectangular box labeled 'Lód'. A vertical dimension line on the left side of the entire assembly indicates a total length of 5,8 m.</p>	<p>18. Ath.</p> <p>Sprengt kl. 19⁵⁵ Efstu egg í 261,0m</p>
--	---

JHD-BM-8715.HS
85.08.0968. Sy J.

SPRENGINGAR I BORHOLU

Mynd 14

1. Sýsla, kaupstaður ARNESSÝSLA		2. Hreppur Grafningshreppur
3. Staður Nesjavellir		4. Hóla nr. NJ-13
5. Dýpi.m 820 m	6. Fóðringar.m. þv. 9 5/8" í 816 m	7. Bortími

8. Ástand holu fyrir aðgerð

9. Verkaupi H.R.	10. Tilgangur Hringdæling	
11. Mælitœki 50402	12. Dagset. 85.08.10	13. Mœlingamenn GH.HS
14. Núllpunktur á dýpi Drifborð á Jötni	15. Skotstaður 190 m	16. Fjöldi skota 8 egg

<p>17. Lýsing á sprengju</p> <p>7,0 m 5,5 m 3,9 m</p> <p>CCL</p> <p>Sprengja 8 egg</p> <p>Lóð</p>	<p>18. Ath.</p> <p>Sprengt kl 23³⁰ Neðsta egg 190,5m</p>
---	---

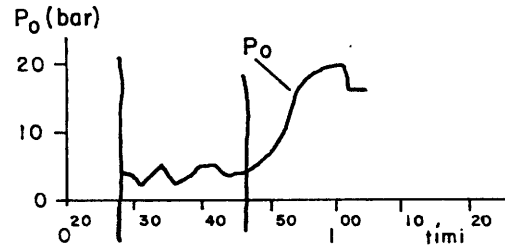
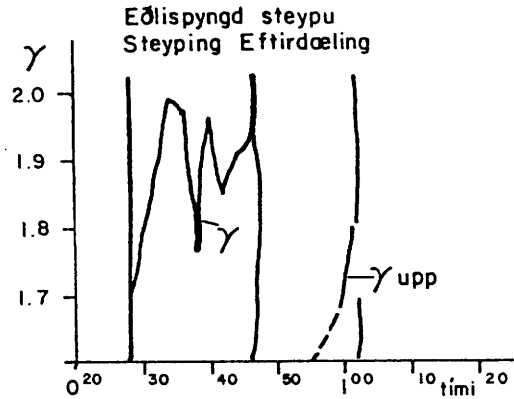
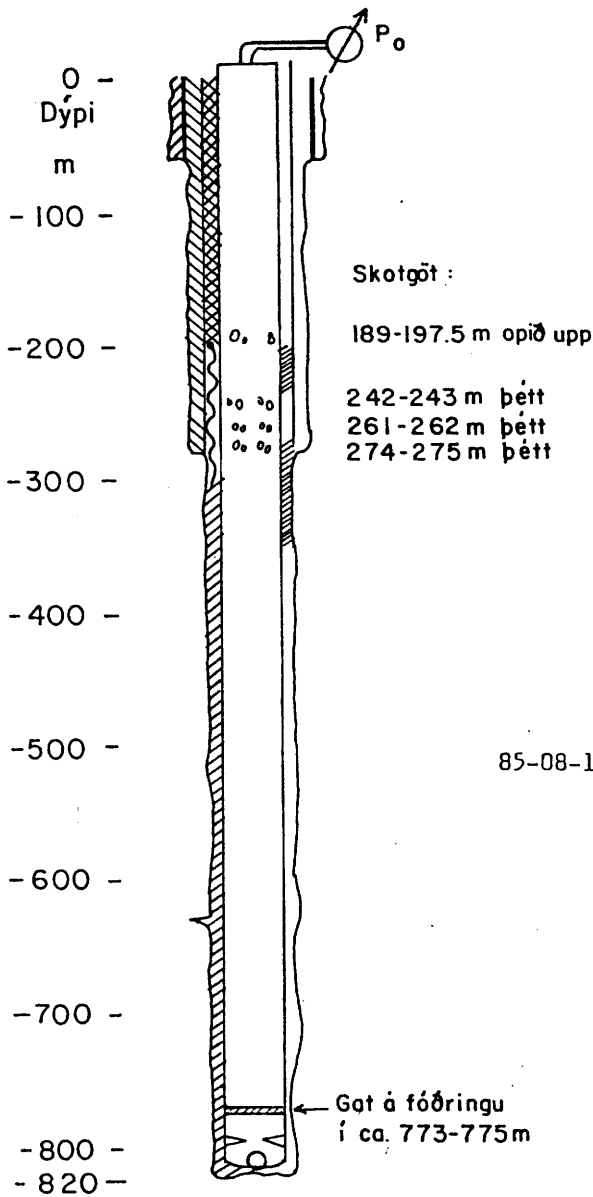


JHD-JBR-8715 SBen
85.08.0972 AA

Mynd 15

NESJAVELLIR

Steyping í gat í 773 m dýpi og gegnum skotgöt
í 195 m dýpi í NJ-13



85-08-11 Steyping í gegn um skotgöt
(192 m dýpi)
Steypit úr 12 tn af portland
sementi. Eftirdæling 6320 l.
Steypa kom upp.

85-08-10 Steypit í gat á fóðringu í
774 m dýpi. Steypit úr c.a. 5 tn
af portland sementi.
Steyping hófst kl. 01.45.
Steypit í 10 mínútur, eðlisþyngd
steypu 1.8-1.85
Eftirdælingu 29625 l lauk kl. 3:00
Þrýstingur í steypingu var 50-60 bar
Þrýstingur í lok eftirdælingar
70 bar.

VIÐAUKI V-4

NESJAVELLIR HOLA NJ-13, 3. ÁFANGI

Borun vinnsluhluta holunnar frá 820-1609 m

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 BORSAGA	117
2 JARÐLÖG OG UMMYNDUN	118
3 MÆLINGAR	118
4 DÆLUPRÓFUN	119

MYNDIR

1 Gangur borunar	123
2 Einfaldað jarðlagasnið	124
3 Hitamælingar	125
4 Hitamælingar	126
5 Dæluprófun	127

TÖFLUR

1 Fóðringarskýrsla	120
2 Yfirlit um mælingar	122

1 BORSAGA

Þriðji áfangi borunar NJ-13 hófst þriðjudaqinn 13. ágúst, á 28. verkdegi og lauk honum 23. ágúst á 38. verkdegi. Gangur borunar er sýndur á mynd 1. Borun gekk svo til snurðulaust fyrir sig niður á 1363 m dýpi, að því undanskildu að í 1220-1236 m varð vart við hrun í holunni, en á því dýptarbili sker holan fersklegt og nokkuð flagað basalt-innskot. Þurfti nokkrum sinnum að mylja hrúnið í holunni áður en áfram var haldið. Í 1363 m dýpi skar holan vatnsæð skv. skoltapsmælingu, og virtist sem borstrengur hnökraði eitthvað. Við þetta brotnaði fimmta neðsta álagsstöngin á um 1311 m dýpi. Áður en hafist var handa við fiskun borstrengs var hitamælt innan í stöngum til að kanna hitaástand holunnar. Reyndist holan vera vel köld með 28 l/s ádælingu allt niður fyrir 1311 m dýpi. Fiskun borstrengsins gekk vel, og reyndist hann vera nær því laus.

Borun í berg hófst að nýju 17 ágúst upp úr kl 20, og lauk að kvöldi 19. ágúst er ákveðið var að stöðva borun á 1609 m dýpi, enda hafði verið borað í nær algeru skoltapi frá um 1365 m dýpi og svarfheimtur þar af leiðandi slæmar.

Að lokinni skolun í rúmar 4 klst var hitamælt innan í stöngum. Reyndust helstu æðar vera ofan 1500 m dýpis, og því nægilega langur sokkur til að rúma væntanlegt botnfall. Einnig var ljóst að að holan hélst köld allt til botns með um 25 l/s ádælingu. Þegar lokið var við upptekt var hitamælt í opinni holu og síðan gerðar jarðlagamælingar.

Skoltapsmælingar voru gerðar á 4 klst fresti meðan á borun stóð, og er skoltap sýnt á mynd 2. Eins og vel sést voru skoltöp fremur smá niður fyrir 1300 m dýpi en á 1363 m kom um 20 l/s skoltap. Erfitt reyndist að meta skoltöpin neðan þess dýpis, hvort holan skæri ný skoltöp eða hvort sömu æðar væru að opnast á ný. Þó verður að teljast líklegt að skoltap á um 1500 m dýpi sé merki um vatnsæð.

Ein hallamæling var gerð í um 1360 m dýpi og reyndist halli holunnar þar vera um 0.6° frá lóðréttu.

Hefðbundnar jarðlagamælingar voru gerðar 20. ágúst á 35. verkdegi. Var mælingum lokið um kl. 22 og hófst þá undirbúningur að fódningu með raufuðum leiðara. Var fódningu lokið um kl 16, 21. ágúst, og er neðri endi leiðara á 1584 m dýpi, um 5 m ofan við botnfall, sem er um 20 m. Fódrunarskýrsla er birt í töflu 1. Efri brún leiðara er á 734 m dýpi.

Að fódrun lokinni var þrepaðæling framkvæmd og um hana fjallað í kafla 4.

Hinn 23. ^{ágúst} var mastur Jötuns felld á lokadegi borverks, 38. verkdegi.

2 JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Á mynd 2 er sýnt einfaldað jarðlagasnið. Ofan 1100 m dýpis svipar jarðlögum við fyrstu sýn mjög til jarðlaga í holu NG-6, sem staðsett er um 300 m sunnan NJ-13. Innskot greindust nokkur, og er dreifing þeirra sýnd til hliðar við jarðlagasniðið.

Reynt var að fylgjast með breytingum í ummyndun, þar á meðal efstu mörkum nokkurra ummyndunasteinda. M.a. eru efstu mörk preniíts í um 835 m dýpi, epidóts á um 866 m, og wollastoníts á um 900 m dýpi.

Fjallað verður nánar um jarðlagaskipan og ummyndun í lokaskýrslu.

3 MÆLINGAR

Tafla 2 sýnir mælingarnar sem gerðar voru í þessum verkáfangi. Hitamælt var 5 sinnum, í fyrsta skipti þegar álagsstöng brotnaði 15.ágúst. Þá var hitamælt fyrir og eftir upptekt á borstreng, í lok mælinga, og loks að lokinni þrepaðælingu. Þessar hitamælingar eru sýndar á myndum 3 og 4. Ekki er auðvelt að staðsetja æðar eftir þessum hitamælingum, en æð í 1500 m tekur við mest allri áðælingunni.

Að lokinni þrepaðælingu þann 22. ág. var hitamælt (mynd 4, ferill 4) kl. 9:33-10:13, en áðælingu á holuna lauk kl. 07:56. Einnig var hitamælt í 10 l/s þrepinu kl. 01:10-01:45 (mynd 4, ferill 3). Af þessum hitamælingum má sjá æðar í eftirtöldum dýpum: 940 m, 1070 m, 1120 m, 1150 m, 1190 m, 1500 m og 1540 m. Stærsta æðin er í 940 m en 1120 m æðin sýnir einnig hraða upphitun. Æðin sem kom fram sem algjört skoltap á 1363 m sést ekki í hitamælingunni, en þó má geta þess að holan kældi sig niður í 1300 m dýpi í hitamælingu gerðri fyrir fiskun borstrengs.

Viddarmæling sýnir að holan er lítið útvöskuð og skápalaus að mestu. N-N, gamma og viðnámsmælingar verða til umfjöllunar síðar.

4 DÆLUPRÓFUN

Eftir að raufuðum leiðara hafði verið komið fyrir var hola NJ-13 dælu-
prófuð. Undirbúningur að dæluþrófuninni hófst um kl. 21 þann 21.
ágúst er sambyggðum hita- og þrýstingsmæli var slakað niður á 1570 m
dýpi. Dæluþrófunin fór þannig fram að dælt var á holuna í 4 þrepum
10 l/s, 20 l/s, 30 l/s og 45 l/s og jafnframt var þrýstingurinn á
1570 m dýpi skráður með sírita. Fyrsta þrepið hófst skömmu eftir
kl. 23, en þá hafði verið dælt um 26 l/s á holuna frá því leiðara var
komið fyrir. Dæluþrepin voru frá 1 1/2 til 3 klst. að lengd. Í lok
dæluþrófunarinnar var dælingu hætt og fylgst með þrýstifallinu í tæpa
1 1/2 klst. Dæluþrófun hola NJ-13 lauk síðan um kl. 9:30 þann
22. ágúst.

Þrýstingsbreytingar meðan á dæluþrófun stóð eru sýndar á mynd 5. Þar
sést að töluverðar truflanir eru í mælingunni. Að einhverju leyti
stafa þessar truflanir af beinum hitaáhrifum á þrýstingsmælinn - ekki
raunverulegum þrýstingsbreytingum, en meðan á dæluþrófuninni stóð
breyttist hitastig við skynjarann um 30°C. Auk þess fellur þrýstingur
töluvert er líða tekur á 20, 30 og 45 l/s þrepin. Í lok 45 l/s
þrepsins hefur þrýstingurinn fallið um tæp 2 bar. Þessi hegðun bendir
til þess að tengsl holunnar við jarðhitakerfið verði greiðari er líður
á dæluþrepin. Er það sennilega fyrir áhrif aukins þrýstings, kælingar
og/eða hreinsunar sprungna og æða. Svipaðar truflanir hafa komið fram
við dæluþrófanir annarra hola á Nesjavöllum.

Ofangreindar truflanir valda nokkrum erfiðleikum við túlkun mæligagn-
anna. En ef stuðst er við fyrstu 30 - 40 mín. af hverju þrepi má
lauslega áætla vatnsleiðni við hola NJ-13

-8 3

$$T = (2 - 4) \times 10^{-8} \text{ m/Pa.s}$$

Þetta mat er frekar óáreiðanlegt, en er á svipuðu bili og vatnsleiðni-
gildi fyrir holur 6, 9, 10 og 11 á Nesjavöllum. Út frá hæstu vatns-
borðsstöðu í hverju þrepi má einnig áætla svokallaðan B-stuðul

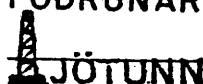
$$B = 2.9 \text{ m/(l/s)}$$

Þetta gildi er sambærilegt við B-stuðla áætlaða fyrir holur 9 og 10.

ORKUSTOFNUN
JARÐBORANIR RÍKISINS

FÓÐRUNARSKÝRSLA

Tafla 1



VERK NR. 645	HOLA NR. NJ-13	BORSTAÐUR Nesjavellir		VERKKAUPI Hitaveita Reykjavíkur
VIDD HOLU 8 1/2"	DÝPT HOLU 1609 m.	FÓÐRING NR. 4	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS. 1985-08-21	ÚTFYLLT H.S.

FJARLEGD KJALLARABRÚN - KRAGI		0,35 m	
FÓÐRING	PVERM. UTAN 7" 177,8mm	INNAN	161,7 mm.
	GERÐ	PYNGD	23,00lbs/ft
	TENGI Skrúfuð, Buttress		
	NOTAÐ	847,12 m	FRÁ KRAGA 1588,74m
	KRAGI (FLANGS) Burns Liner Hanger í 731,98 m.		
	SKÓR VFG		
	MÍÐJUST.		stk.
STEYPING	SEMENT		kg
	SEMENT		kg
	ÍBL.EFNI		kg
	ÍBL.EFNI		kg
	TAFAEFNI		kg
	EÐLISP. STEYPU		
	STEYPUTÆKI		
	STEYPINGARTÍMI		min
	EFTIRDELING. MAGN		1 TÍMI
	STEYPA KOM UPP		<input type="checkbox"/> JÁ <input type="checkbox"/> NEI
FRÁGANGUR	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA		m
	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 12,00 _____			
ATH. Rörin eru öll raufuð. Endi á			
fóðringu er 20 m. frá botni. 15 m.			
botnfall var í holunni er fóðrað var.			
Skór 0,20 m. er talinn með neðsta			
röri.			

RÖRATALNING		
LENGD	NR ¹⁾	ALLS m
0,64	Úpp-hængja	0,64
0,80	Milli-stykkja	1,44
13,10	1	14,54
12,54	2	27,08
12,59	3	39,67
11,93	4	51,60
11,76	5	63,36
11,46	6	74,82
12,56	7	87,38
12,08	8	99,46
12,48	9	111,94
11,80	10	123,74
11,65	11	135,39
11,87	12	147,26
11,66	13	158,92
11,05	14	169,97
11,90	15	181,87
12,51	16	194,38
11,50	17	205,88
11,40	18	217,28
12,45	19	229,73
11,69	20	241,42
11,80	21	253,22
11,61	22	264,83

05.82 20x30FDH

1) X=MÍÐJUSTILLAR. ÁVALLT ER TALÍÐ FRÁ FLANGSI EDA UPPHENGJU

TAFLA 2 Yfirlit um mælingar í 3. áfanga NJ-13.

DAGS.	TÍMI	HVAÐ MÆLT	TILGANGUR	ÁSTAND HOLU	ATHS.
85.08.15	20:00-22:00	Hiti-dT-CCL	Finna brotstað	Álagsstangir brotnar	
85.08.20	02:30-04:25	- " -	Upphitun	Mælt í stöngum	áðæ. 25 l/s
85.08.20	12:35-13:45	- " -	- " -	Eftir upptekt	- " -
85.08.20	15:00-16:15	Vídd	Skápar		- " -
85.08.20	16:30-19:40	N-N + Gamma	Jarðlög		- " -
85.08.20	20:00-21:00	Viðnám	- " -		- " -
85.08.20	21:00-22:00	Hiti-dT-CCL	Upphitun		- " -
85.08.21	22:00 -	Þrýstingur	- " -	Leiðari kominn	Þrepaðaling
85.08.22	-10:30	Hiti-dT-CCL	- " -	í holu	- " -

Skýrsla þessi var unnin af vinnuhóp JHD/JBR. Af JHD unnu eftirtaldir að verkinu:

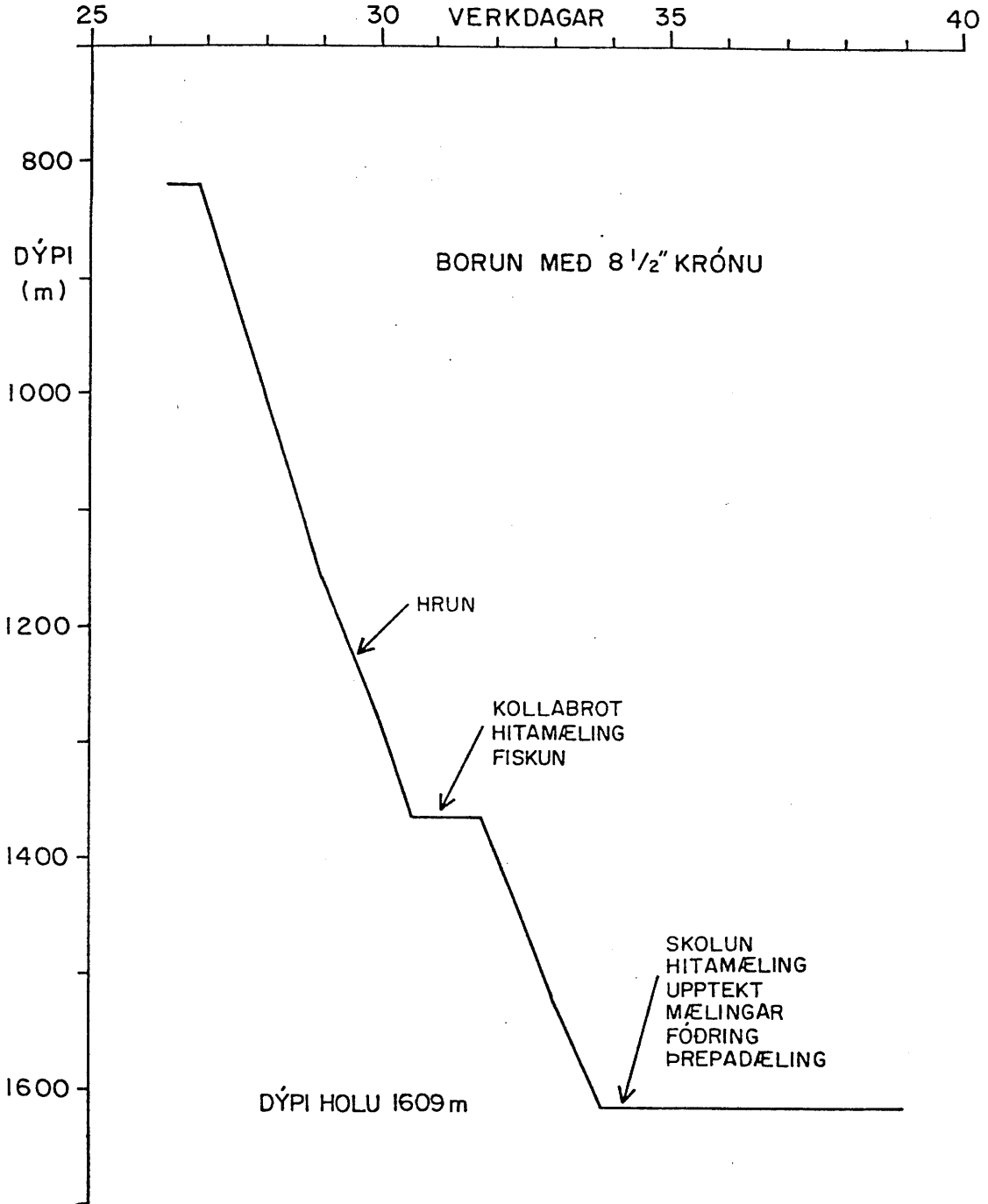
Asgrímur Guðmundsson
Benedikt Steingrímsson
Guðmundur Ómar Friðleifsson
Guðni Axelsson
Guðni Guðmundsson
Hilmar Sigvaldason
Hjalti Franzson
Jósef Hólmjárn
Ómar Sigurðsson



JHD-BJ-8715-GÓF
85. 08. 1001-0D

MYND I

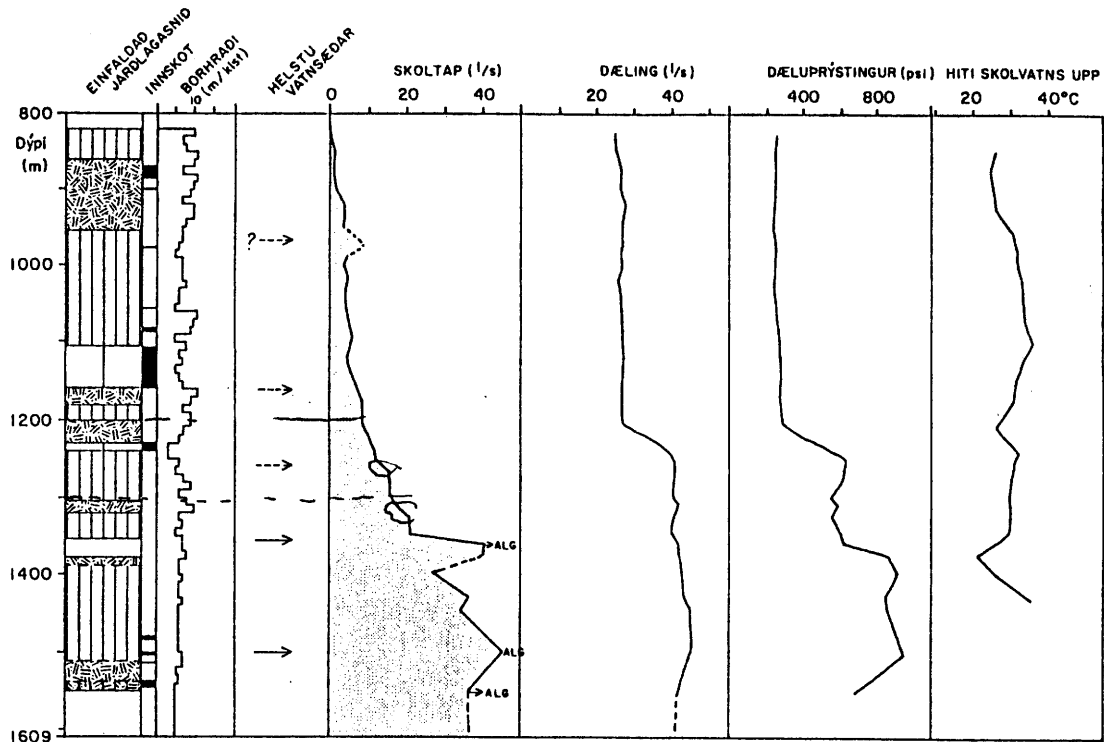
NESJAVELLIR HOLA NJ-13,
GANGUR BORUNAR Í VINNSLUHLUTA








JHD-BJ-8715-HF
85.08.0996-0D

MYND 2

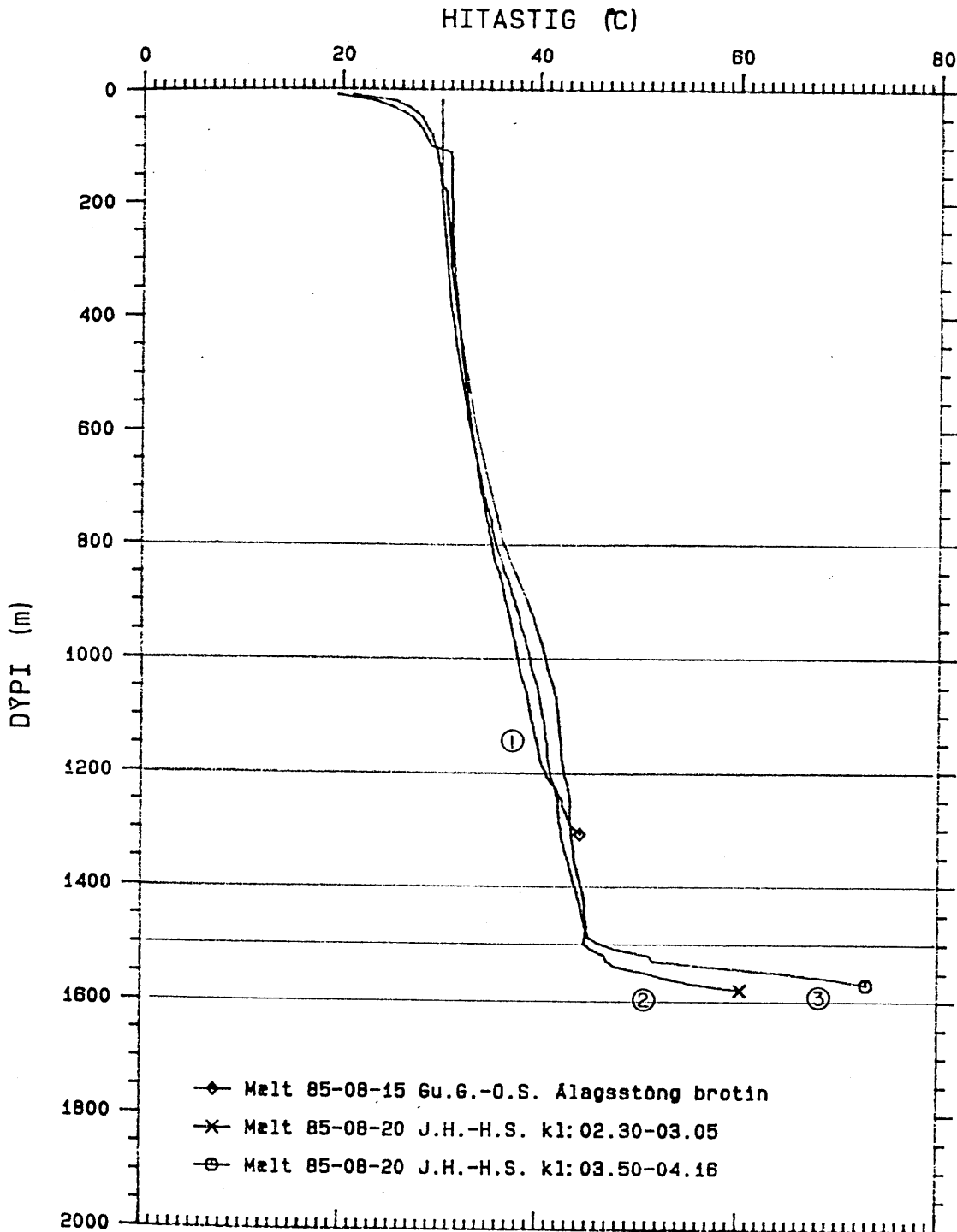
NESJAVELLIR, HOLA NJ-13, VINNSLUHLUTI (820-1609m)



- SKÝRINGAR:
-  MÓBERG
 -  FERSKLEGT BASALT
 -  SVARF VANTAR
 -  UMMYNDAD BASALT
 -  UMMYNDAD GLERJAD BASALT

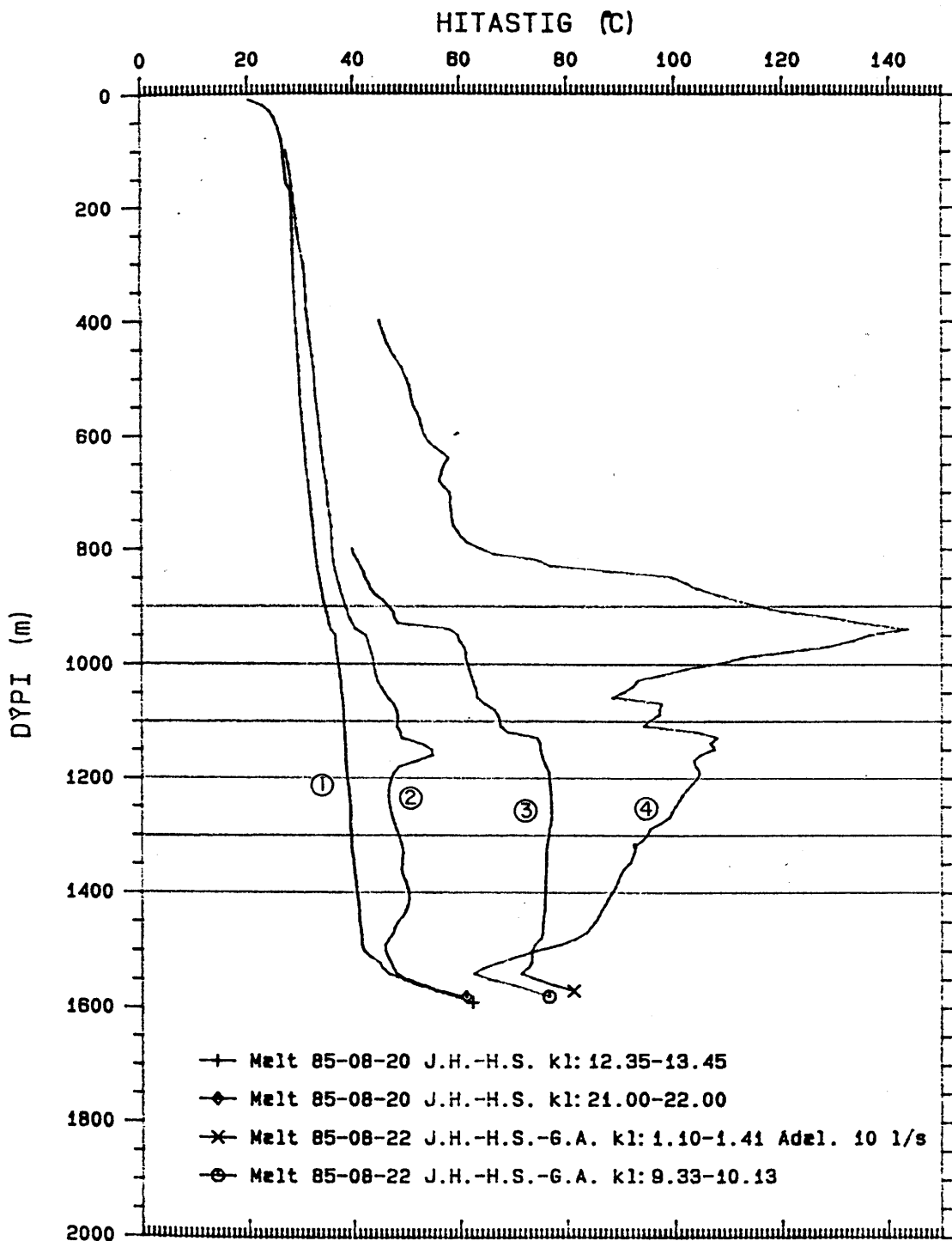
IE JHD-BM-8715 HS
85.08.1007 T

NESJAVELLIR NJ-13 HITAMÆLINGAR



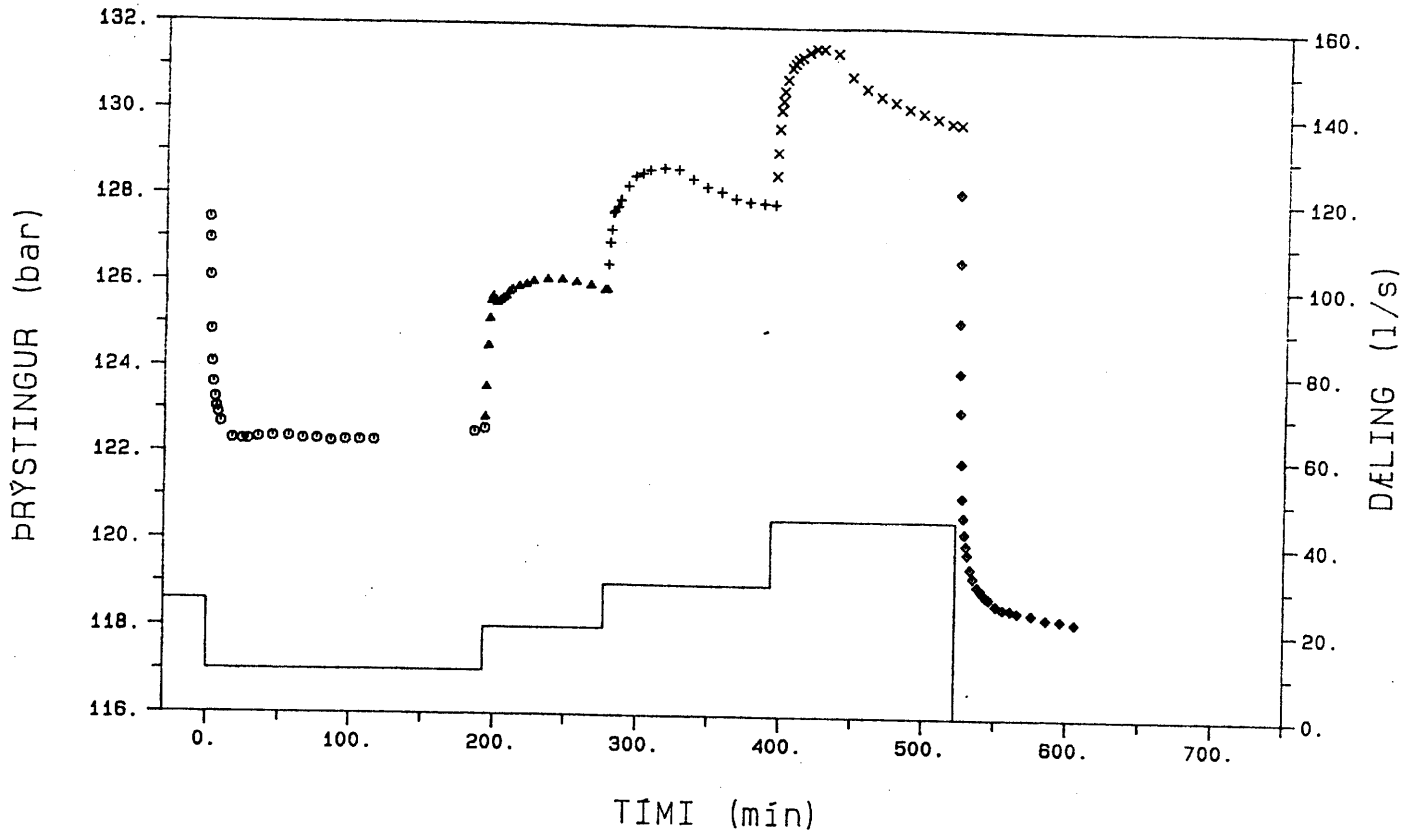
JHD-BM-8715 HS
85.08.1008 T

NESJAVELLIR NJ-13 HITAMÆLINGAR



JHD-BM-8715 GAX
85.08.1002 T

NJ-13 DÆLUPROFUN



VIÐAUKI V-5

NESJAVELLIR HOLA NJ-13, 4. ÁFANGI

Upphitun, upphleyping og blástur

EFNISYFIRLIT

Bls.

1	INNGANGUR	131
2	YFIRLIT YFIR TÍMABILID 22. ÁGÚST - 1. NÓVEMBER	131
3	MÆLINGAR Í UPPHITUN	132
4	UPPHLEYPING	133
5	AFL OG AFKÖST	133
6	EFNASTYRKUR	133
	HEIMILDIR	141

TÖFLUSKRÁ

1	Yfirlit yfir tímabilið 85.08.22-85.11.01	135
2	Aflmælingar holu NJ-13	136
3	Efnainnihald í heildarrennsli holu NJ-13 á Nesjavöllum	137
4	Hlutföll nokkurra efna í rennsli holu NJ-13 á Nesjavöllum ...	137
5	Efnasamsetning djúpvökva í holu NJ-13 á Nesjavöllum	138
6	Efnahiti reiknaður út frá efnasamsetningu vökva úr holu NJ-13 á Nesjavöllum	139
7	Gas í gufu við 7 bar a þrýsting í holu NJ-13 á Nesjavöllum ..	140
8	Samsetning gass í gufu (28/11/85) við 7 bar a þrýsting í holu NJ-13 á Nesjavöllum	140
9	Hitastig ópalmettunar við hvellsuðu í holu NJ-13 á Nesjavöllum	140

MYNDASKRÁ

1	Toppþrýstingur í upphitun	142
2	Þrýstimælingar í upphitun	143
3	Hitamælingar í upphitun	144
4	Toppþrýstingur í upphleypingu	145

1 INNGANGUR

Hola NJ-13 er staðsett upp á stallinum sunnan Nesjavalla, skammt vestan Nesjaleugagils. Hún var boruð á tímabilinu 17. júlí - 23. ágúst 1985 og tók borunin 38 verkdaga. Vinnslufóðring er steipt í 810 m dýpi, en holan var boruð í 1609 m dýpi. Tuttugu metra botnfall var í holunni í lok borunar og nær raufaður leiðari niður á 1584 m dýpi.

Frá borun holu NJ-13 hefur verið greint í þremur áfangaskýrslum (sjá heimildir). Þessi skýrsla fjallar um þær athuganir sem gerðar hafa verið á holu NJ-13 eftir að borun lauk, og spannar skýrslan tímabilið 22. ágúst - 1. nóvember 1985. Verkið er unnið í samræmi við rannsóknarsamning milli Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðhitadeildar Orkustofnunar og unnu eftirtaldir aðilar að verkinu: Benedikt Steingrímsson, Guðjón Guðmundsson, Guðlaugur Hermannsson og Jósef Hólmjárn frá JHD og Einar Gunnlaugsson frá HR.

2 YFIRLIT YFIR TÍMABILID 22. ÁGÚST - 1. NÓVEMBER

Upphitun holu NJ-13 eftir borun hófst kl 12, 22. ágúst, en þá stöðvuðu bormenn vatnsdælu Jötuns. Fylgst var með upphitun holunnar næstu vikur, og mældir hita- og þrýstiferlar. Holan komst svo til strax undir þrýsting, og var henni haldið í blæðingu fram til 23. september. Fylgst var nær daglega með holutoppsprýstingi og hann skráður í dagbækur vélstjóra.

Upphleyping holunnar hófst 23. september kl 15:01. Holutoppsprýstingur var þá 28,8 bar og holutoppur sjóðheitur. Opnað var rólega fyrir holuna, og tók upphleypingin rúmar fjórar klukkustundir.

Fylgst hefur verið með blæstri NJ-13, hún aflmæld og tekin sýni af holuvökvanum. Holan hefur reynst gefa um 34 kg/s með varmainnihaldinu 2500 kJ/kg. Þetta samsvarar 85 MW í hrávarma og eru NJ-13 og hola NJ-12 aflmestu holurnar á Nesjavöllum í dag. Raunar er þetta það mikið afl að þrívegis hefur þurft að loka fyrir holuna út á hljóðdeyfi og styrkja og gera við blástursbúnaðinn. Á meðan hefur holan blásið beint upp í loftið (í gegnum 3"-topplokann). Hæsti þrýstingur sem mælst hefur á holutoppi er 85 bar. Var það eftir að holan hafði staðið fulllokuð í nokkra klukkutíma.

Í töflu 1 er yfirlit yfir helstu athuganir, sem gerðar voru á NJ-13 á

ofangreindu tímabili. Ekki er þar minnst á einstakar aflmælingar, en þær eru birtar í töflu 2 síðar í skýrslunni.

3 MÆLINGAR Í UPPHITUN

Upphitun NJ-13 eftir borun stóð frá 22. ágúst til 23. september. Á þessu tímabili var holan þrýstimæld tvívegis og hitamæld fjórum sinnum. Auk þess sem fylgst var með holutoppþrýstingi.

Strax og komið var að NJ-13, eftir að Jötunn hafði verið fluttur á brott, reyndist þrýstingur vera kominn á holutopp. Þrýstingurinn hækkaði ört og var orðinn 17 bar að kvöldi 26. ágúst. Holan var þá sett í blæðingu um 3 mm gat. Nægði sú blæðing til að kæfa holuna um stundarsakir. Það stóð hins vegar stutt yfir og strax 29. ágúst fór þrýstingur að byggjast upp á holutoppi þrátt fyrir blæðinguna. Á mynd 1 er sýnt hvernig toppþrýstingur breyttist fram að upphleypingu. Þrýstitoppur kemur fram þegar holan er hitamæld, og er ástæðan sú að lokað var fyrir blæðinguna á meðan mælt var. Þegar holunni var hleypt í blástur 23. september var toppþrýstingur 28,8 bar.

Á mynd 2 eru sýndar þrýstimælingarnar tvær, sem gerðar voru í NJ-13 í upphitun. Mælingarnar sýna þrýstijafnvægi á 1400 m dýpi. Í borun holunnar varð algjört skoltap á 1364 m dýpi. Staðfesta því þrýstimælingarnar að það sé stærsta vatnsæð holunnar. Þrýstingur á 1400 m dýpi mældist 102 kg/cm².

Fjórar hitamælingar voru gerðar í NJ-13 í upphitun eftir borun. Mælingarnar eru sýndar á mynd 3. Blæðing holunnar hefur áhrif niður á 1100-1200 m dýpi, og fylgir hitastig suðumarksferli. Neðan 1200 m gætir hins vegar kælingar frá borun og hitastig því ekki komið í jafnvægi í síðustu mælingunni. Samkvæmt hitamælingum NG-6 og 9 er jarðhitakerfið uppi á stallinum í suðu á 800-1100 m dýpi. Mælingarnar í NJ-13 staðfesta þetta. Hins vegar gefa þær ekki ákveðið svar um hvort suða sé til staðar í kerfinu neðan 1200 m dýpis. Það verður þó að telja næsta líklegt út frá mælingunum og er áætlaður botnhiti (1570 m dýpi) í holu NJ-13 320°C.

4 UPPHLEYPING

Holu NJ-13 var hleypt í blástur 23. september 1985. Holan hafði þá verið í blæðingu um skeið. Stóð hún undir rúmlega 28 bar þrýstingi og blæddi gufu og gasi. Holutoppurinn var þá orðinn vel heitur (230°C). Engu að síður var ákveðið að opna rólega fyrir holuna. Byrjað var að opna holulokann kl 15:01 og bætt við í áföngum uns holan var fullopin kl 20:20. Á mynd 4 er sýnt hvernig toppþrýstingur breyttist á meðan verið var að opna holuna. Fyrstu mínúturnar féll þrýstingurinn, eða þangað til holan fór að gefa vatn. Þrýstingurinn tekur þá að hækka, þrátt fyrir að sífellt var opnað meira og meira fyrir holuna, nær hámarki við 41 bar, en fellur síðan og var um 16 bar þegar holan var fullopin kl 20:20.

Holutoppurinn lyftist um 9 mm á meðan á upphleypingunni stóð.

5 AFL OG AFKÖST

Hola NJ-13 hefur blásið frá 23. september 1985 til 25. október um 160,5 mm stút. Eftir það hefur hún blásið beint upp um 3" stút. Ástæðan er sú að illa hefur gengið að hemja hljóðdeifinn við holuna. Aflmælingar þennan fyrsta mánuð eru skráðar í töflu 2. Í fyrstu var vatnsrennsli mikið og jós holan vatni úr hljóðdeifi þannig að fyrstu tölur um vatnsmagn og varmainnihald geta verið varhugaverðar. Í upphafi var heildarrennslið 55-60 kg/s með varmainnihald 1260-1500 kJ/kg, en síðan fór vatnsmagnið minnkandi og varmainnihaldið hækkaði og er það í síðustu mælingu um 2500 kJ/kg. Heildarrennslið hefur jafnframt lækkað í um 34 kg/s. Þetta samsvarar um 85 MW í hrávarma.

6 EFNASTYRKUR

Á fyrsta blástursmánuði hefur tvívegis þurft að loka fyrir holuna vegna viðgerða við hljóðdeyfi. Þann 25. september var hún lokað í nokkrar klst. og eftir 25. október hefur hún blásið beint upp um 3" stút og fulllokuð öðru hverju vegna viðgerða. Á þessum mánuði hefur 5 sýnum verið safnað til efnagreininga. Söfnunar- og efnagreininga-aðferðir eru svipaðar og áður og vísast til skýrslu um holu NG-6 (Valgarður Stefánsson o.fl., 1983) um lýsingar á þeim. Nú er argon

greint í gasi, en það hefur ekki verið til þessa.

Efnainnihald í heildarrennsli er sýnt í töflu 3. Styrkur órokgjarnra efna, annarra en klórs, fer lækkandi með tíma um leið og varmainnihald eykst. Styrkur klórs eykst aftur á móti. Styrkur vetnis eykst og styrkur köfnunarefnis lækkar og er bæði afleiðing þess að holan er að losa sig við skolvatn frá því í borun. Svo virðist á síðustu sýnum að holan sé nokkurn veginn að ná jafnvægi þar sem breytingar eru orðnar mjög litlar. Hlutfall efna í rennsli (tafla 4) sýnir svipaða mynd. Hlutfallið H₂S/SO₄ hækkar vegna minni oxunar brennisteinsvetnis yfir í súlfat og hlutfall N₂/H₂S lækkar.

Efnasamsetning djúpvökva er sýnd í töflu 5. Gert er ráð fyrir um 310°C djúphita. Svo virðist sem samsetning vökvans sé orðin nokkuð stöðug í síðustu sýnunum. Styrkur klórs er þá hærri en yfirleitt á Nesjavailasvæðinu.

Útreiknaður efnahiti er sýndur í töflu 6. Kísilhiti reiknaður út frá kvörðun C gefur hæst gildi. Bæði Na/K hiti og kísilhiti kvörðun B og C gefa hitastig um eða yfir 300°C svipað og búast má við út frá upphitunarmælingum. Flestir gashitamælarnir (nema CO₂/H₂ hitamælir) gefa aftur á móti töluvert lægri hita. Það ber að hafa í huga að við útreikninga á hitastigi út frá gasi hefur styrkur þess verið hér reiknaður eftir suðu niður í 100°C. Þeir reikningar taka tillit til mælds varmainnihalds. Skekkjur í varmainnihaldi koma því líka fram í útreiknuðum gashita.

Gas í gufu í holu NJ-13 er að meðaltali um 0,4% (sjá töflu 7) svipað og í holum NG-6, NJ-9 og NJ-11. Samsetning gassins er sýnd í töflu 8. Samsetning gassins er svipuð og í öðrum holum með háu varmainnihaldi, þ.e. hlutur metans og argons er mun minni en í holum NG-7, NG-10 og NJ-12.

Útreikningar benda til að ópalmettun sé náð við 180°C til 185°C eða 10-11 bar a þrýsting. Það er því ekki ráðlegt að keyra holuna við lægri þrýsting en 11 bar a.

Tafla 1 Hóla NJ-13. Yfirlit yfir tímabilið 85.08.22 - 85.11.01

Dagsetn.	Klukkan	Mælingar	Athugasemdir
85.08.22	12:00		Dælingu hætt (Q=25 l/s)
85.08.25	15:30	Po = 6,5 bar	
85.08.26	08:25	Po = 13,0 bar	
85.08.26	17:50-19:10	Am. Hitamæl.	Po = 17 bar
85.08.26	20:25-21:05	Am. Þrýstimæl.	Blæðing hefst kl. 21:30
85.08.26	22:10	Po = 10,5 bar	
85.08.27	12:00	Po = 0 bar	
85.08.28	23:00	Po = 0,5 bar	
85.08.29	11:00	Po = 0,5 bar	
85.08.29	19:00	Po = 2,0 bar	Vatn kom upp kl. 12:45
85.08.30	13:30-14:50	Am. hitamæling	Po = 4,5 bar kl. 08:45
85.08.30	15:20-16:15	Am. þrýstimæl.	
85.08.31	09:00	Po = 10,5 bar	
85.09.01	09:00	Po = 13,8 bar	
85.09.02	23:00	Po = 14,5 bar	
85.09.05	11:00-12:30	Am. Hitamæl.	Po = 15,1 bar kl. 09:00
85.09.08	08:15	Po = 16,9 bar	
85.09.15	09:00	Po = 18,9 bar	
85.09.18	11:35	Po = 22,2 bar	
85.09.21	14:00-15:25	Am. hitamæling	Po = 28 bar
85.09.23	14:50	Po = 28,3 bar	
85.09.23	15:00-20:20		Opnað fyrir holuna
85.09.25	13:30		Lokað fyrir holuna og opnað upp í gegnum 3"-topploka. Po max =65 bar

Tafla 2 Aflmælingar holu NJ-13

Dagsetn.	Kl.	Þvermál stúts	Po	Pc	Vatns- rennsli		H	Heildar- rennsli	Gufa við 1 bar	Gufa við 7 bar	
			mm	bar	bar	cm	kg/s	kJ/kg	kg/s	abs. kg/s	abs. kg/s
85.09.23	20:20	BS	160,5	17,0	3,40	23,4	35,52	1264	56,7	21,2	15,6
85.09.23	20:25	BS	160,5	16,0	3,80	23,6	36,28	1303	59,6	23,3	17,6
85.09.23	21:15	BS	160,5	15,5	3,70	23,6	36,28	1290	59,0	22,8	17,0
85.09.23	23:20	BS	160,5	15,0	3,60	23,3	35,15	1297	57,5	22,4	16,8
85.09.24	13:00	EG	160,5	16,5	4,10	21,3	28,16	1500	54,1	25,9	21,1
85.09.24	17:00	EG	160,5	16,7	3,80	20,8	26,56	1500	51,0	24,4	19,9
85.09.26	15:00	EG	160,5	20,5	4,40	9,2	3,54	2437	33,5	29,9	28,2
85.09.27	11:45	EG	160,5	16,2	4,18	11,3	5,88	2290	34,4	28,5	26,6
85.09.29	15:00	EG	160,5	15,8	4,40	10,3	4,68	2370	34,5	29,8	28,0
85.09.30	22:00	MG	160,5	16,2	4,50	10,2	4,57	2381	35,0	20,3	28,5
85.10.05	11:20	JK	160,5	16,3	4,50	8,9	3,26	2458	33,8	30,4	28,8
85.10.07	11:35	BS	160,5	16,4	4,70	7,7	2,28	2524	33,9	31,6	30,0
85.10.10	14:00	EG	160,5	16,3	4,50	8,0	2,51	2205	33,1	30,5	28,9
85.10.10	18:35	JK	160,5	16,7	4,40	8,2	2,66	2492	32,7	30,0	28,4

Tafla 3 Efnainnihald í heildarrennsli í holu NJ-13 á Nesjavöllum
Styrkur efna í mg/kg.

Sýni	5088	5091	5099	5100	5109
Dags.	850924	850927	850929	851008	851017
Po bar					
Ho kJ/kg	1500	2292	2370	2479	2483
SiO2	513,7	214,7	174,6	132,8	134,4
Na	83,5	25,8	20,9	14,9	13,6
K	18,3	6,2	5,0	3,4	3,4
Ca	0,6	0,11	0,09	0,04	0,03
Mg	0,027	0,01	0,04	0,01	0,004
SO4	56,7	6,99	4,75	2,19	1,8
Cl	3,24	12,4	11,3	9,56	10,5
F	0,54	0,23	0,21	0,17	0,18
CO2	807,8	1607	1315	2995	1757
H2S	592,8	918,8	1053	1140	1190
H2	33,7	69,9	74,6	86,0	88,9
O2	0,09	1,6	0,26	2,5	0,0
CH4	3,5	3,04	3,68	3,82	4,17
N2	276,9	121,0	83,5	81,9	60,0

Tafla 4 Hlutföll nokkurra efna í rennsli í holu NJ-13 á Nesjavöllum

Sýni	H2S/SO4	N2/H2S	H2/H2S	CO2/H2S	Na/Cl
85-5088	10,5	0,467	0,057	1,36	25,8
85-5091	131,4	0,132	0,076	1,75	2,08
85-5099	221,7	0,079	0,071	1,25	1,85
85-5100	520,5	0,072	0,075	2,63	1,55
85-5109	661,1	0,050	0,075	1,47	1,30

Tafla 5 Efnasamsetning djúpvökva í holu NJ-13 á Nesjavöllum,
 miðað við 310°C djúphita
 Styrkur efna í mg/kg

Djúph.	310	310	310	310	310
Sýni	5088	5091	5099	5100	5109
Dags	850924	850927	850929	851008	851017
Ho kJ/kg	1500	2292	2370	2479	2483
SiO ₂	554,5	654,4	648,3	709,4	729,7
Na	90,1	78,6	77,7	79,5	73,8
K	19,8	19,0	18,5	18,3	18,4
Ca	0,61	0,34	0,34	0,2	0,15
Mg	0,029	0,032	0,142	0,068	0,023
S ₀₄	61,2	21,29	17,7	11,7	9,8
Cl	3,5	37,8	42,0	51,1	56,8
F	0,58	0,69	0,80	0,89	0,96
CO ₂ (v)	230,8	77,2	56,4	109,7	64,5
H ₂ S (v)	263,4	162,0	165,4	151,6	158,9
H ₂ (v)	3,3	0,77	0,82	0,85	0,88
O ₂ (v)	0,01	0,02	0,0	0,02	0,0
CH ₄ (v)	0,22	0,02	0,02	0,02	0,03
N ₂ (v)	22,1	1,16	0,73	0,65	0,47
CO ₂ (g)	7935	2348	1775	3651	2134
H ₂ S (g)	3430	1286	1378	1365	1420
H ₂ (g)	409	95,0	101,6	105	108,5
O ₂ (g)	1,05	2,4	0,35	3,1	0,0
CH ₄ (g)	44,0	4,5	5,0	4,69	5,1
N ₂ (g)	3422	179,2	113,7	100,4	73,3

Tafla 6 Efnahiti reiknaður út frá efnasamsetningu vökva úr NJ-13 á Nesjavöllum

Sýni	T SiO2 A	T SiO2 B	T SiO2 C	T NaK D	T NaK E	T CO2 F	T H2S G	T H2 H	T CO2/H2 I
85-5088	277	262	291	295	286	227	271	278	319
85-5091	284	287	317	306	296	233	271	275	311
85-5099	280	285	315	304	295	223	274	277	321
85-5100	283	302	332	300	291	253	275	278	300
85-5109	285	308	338	310	300	233	276	279	317

- A. $t(^{\circ}\text{C}) = 1498/5,70 - \log(\text{SiO}_2) - 273,15$ (180-300 $^{\circ}\text{C}$). Arnórsson o.fl. (1983b). Styrkur efna í mg/kg.
- B. $t(^{\circ}\text{C}) = -42,198 + 0,28831(\text{SiO}_2) - 3,6686 \times 10^{-4}(\text{SiO}_2)^2 + 3,1665 \times 10^{-7}(\text{SiO}_2)^3 + 74,034 \log(\text{SiO}_2)$ (0-330 $^{\circ}\text{C}$). Fournier og Potter (1982). Styrkur efna í mg/kg.
- C. $t(^{\circ}\text{C}) = 39,536 + 0,58127(\text{SiO}_2) - 6,1713 \times 10^{-4}(\text{SiO}_2)^2 + 3,7499 \times 10^{-7}(\text{SiO}_2)^3 + 19,985 \log(\text{SiO}_2)$ (180-340 $^{\circ}\text{C}$). Ragnarsdóttir og Walter (1983). Styrkur SiO2 í mg/kg.
- D. $t(^{\circ}\text{C}) = 1217/(\log \text{Na/K} + 1,483) - 273,15$ (100-300 $^{\circ}\text{C}$). Fournier (1979). Styrkur Na og K í mg/kg.
- E. $t(^{\circ}\text{C}) = 1319/(1,699 + \log \text{Na/K}) - 273,15$ (250-350 $^{\circ}\text{C}$). Arnórsson o.fl. (1983b). Styrkur Na og K í mg/kg.
- F. $t(^{\circ}\text{C}) = -44,1 + 269,25Q - 76,88Q^2$. Þar sem $Q = \log \text{CO}_2$ (mmole/kg). Arnórsson og Gunnlaugsson (1985).
- G. $t(^{\circ}\text{C}) = 173,2 + 65,04 \log \text{H}_2\text{S}$. Styrkur í mmole/kg. Arnórsson og Gunnlaugsson (1985).
- H. $t(^{\circ}\text{C}) = 212,2 + 38,59 \log \text{H}_2$. Styrkur í mmole/kg. Arnórsson og Gunnlaugsson (1985).
- I. $t(^{\circ}\text{C}) = 311,7 - 66,72 \log(\text{CO}_2/\text{H}_2)$. Styrkur í mmole/kg. Arnórsson og Gunnlaugsson (1985).

Tafla 7 Gas í gufu við 7 bar a þrýsting í holu NJ-13

Sýni	Dags.	Gas í gufu þyngdar %
85-5088	85.09.24	0,43
85-5091	85.09.27	0,35
85-5099	85.09.29	0,31
85-5100	85.10.08	0,50
85-5109	85.10.17	0,36

Tafla 8 Samsetning gass í gufu (%) við 7 bar a þrýsting í NJ-13

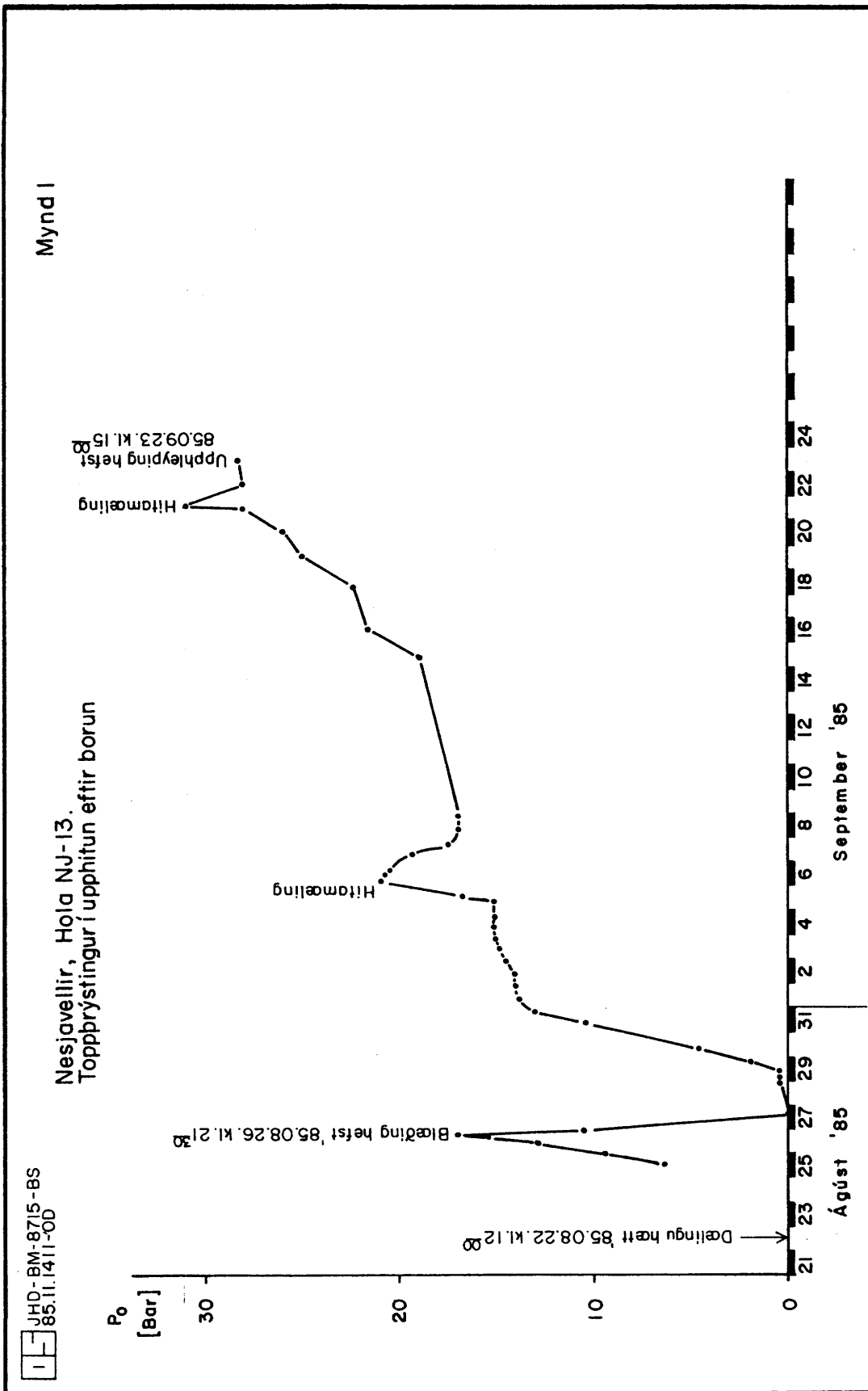
Sýni	CO2	H2S	H2	O2	CH4	N2	AR
85-5088	47,57	30,67	2,27	0,01	0,24	18,82	0,42
85-5091	59,38	33,22	2,45	0,06	0,12	4,67	0,10
85-5099	52,10	41,16	3,04	0,01	0,15	3,44	0,10
85-5100	69,55	26,27	2,03	0,06	0,09	1,95	0,04
85-5109	56,74	38,16	2,92	0,00	0,14	1,99	0,05

Tafla 9 Hitastig ópalmettunar við hvellsuðu í holu NJ-13

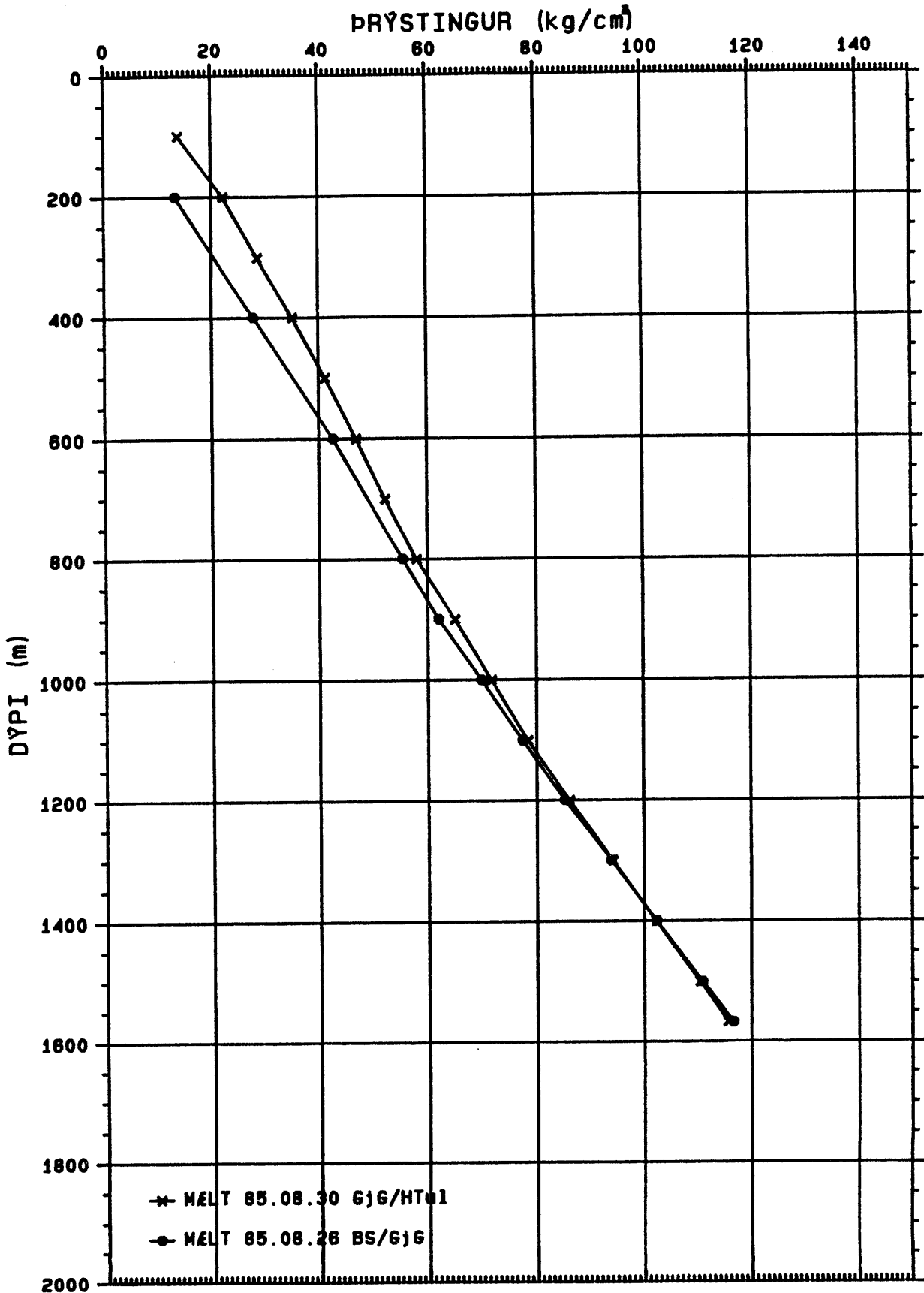
Sýni	Styrkur SiO2 í djúpvatni (mg/kg)	Hitastig ópalmettunar	P bar a
85-5088	554,5	178	9,5
85-5091	654,4	184	10,9
85-5099	648,3	181	10,2
85-5100	709,4	183	10,7
85-5108	729,7	185	11,15

HEIMILDIR

- Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðjón Guðmundsson, Haraldur Sigurðsson, Sigurður Benediktsson, 1985. Nesjavellir, Hóla NJ-13, 1. áfangi. Borun fyrir 13 3/8" fóðringu frá 62-282 m og steyping hennar. Orkustofnun, OS-85057/JHD-22 B.
- Fournier, R.O., 1979: A revised equation for Na/K geothermometer. Geothermal Resources Council Transactions, 3: 221-224.
- Fournier, R.O. and Potter, R.W. 1983: A revised and expanded silica (quartz) geothermometer. Geothermal resources Council Bulletin, Nov. 1982: 3-9
- Kristín Vala Ragnarsdóttir and Walter, J.B., 1983: Pressure sensitive "silica geothermometer" determined from quartz solubility experiments at 250°C. Geochim. Cosmochim. Acta. 47: 941-946.
- Stefán Arnórsson and Einar Gunnlaugsson, 1985: New gas geothermometers for geothermal exploration - Calibration and application. Geochim. Cosmochim. Acta, í prentun.
- Stefán Arnórsson, Einar Gunnlaugsson and Hörður Svavarsson, 1983b: The chemistry of geothermal waters in Iceland. III. Chemical geothermometry in geothermal investigations. Geochim. Cosmochim. Acta, 47: 567-577.
- Valgarður Stefánsson, Jens Tómasson, Einar Gunnlaugsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, 1983: Nesjavellir, hóla NG-6. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-83023/JHD-04, 100 s.
- Vinnuhópur JHD/JBR, 1985. Nesjavellir, hóla NJ-13, 2. áfangi. Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu frá 282 m í 820 m. Orkustofnun, OS-85064/JHD-29 B.
- Vinnuhópur Jarðhitadeildar, 1985. Nesjavellir, hóla NJ-13, 3. áfangi. Borun vinnsluhluta holunnar frá 820 m-1609 m. Orkustofnun, OS-85070/JHD-31 B.



NESJAVELLIR HOLA NJ-13 ÞRÝSTIMÆLINGAR



NESJAVELLIR HOLA NJ-13 HITAMÆLINGAR

