



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

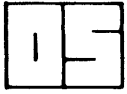
Benedikt Steingrímsson
Hjalti Franzson
Guðrún Sverrisdóttir
Hilmar Sigvaldason
Ómar Sigurðsson
Einar Gunnlaugsson

NESJAVELLIR, HOLA NJ-12

Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar

OS-86026/JHD-06
Reykjavík, maí 1986

Unnið fyrir
Hitaveitu Reykjavíkur



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer: 611-113

**Benedikt Steingrímsson
Hjalti Franzson
Guðrún Sverrisdóttir
Hilmar Sigvaldason
Ómar Sigurðsson
Einar Gunnlaugsson**

NESJAVELLIR, HOLA NJ-12

Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar

OS-86026/JHD-06
Reykjavík, maí 1986

**Unnið fyrir
Hitaveitu Reykjavíkur**

Dags.
1986.06.09
Dags.

Tilv. vor
BS/bp
Tilv. yðar


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

VARÐAR: RANNSÓKNIR Á HOLU NJ-12 Á NESJAVÖLLUM

Hér með afhendum við Hitaveitunni lokaskýrslu um rannsóknir á holu NJ-12 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-12. 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 dagsettu 26. mars 1986.

Virðingarfyllst


Benedikt Steingrímsson

ÁGRIP

Jötunn boraði holu NJ-12 á tímabilinu 3. júní- 7. júlí 1985. Hún er fyrsta holan sem boruð er í Kýrdal og er holutoppur í tæplega 345 m y.s. 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-12 var boruð í 1856 m dýpi á 44 verkdögum, en vinnslufóðring er steipt í um 800 metra. Í jarðlagastaflanum er móberg ráðandi niður á rúmlega 600 m dýpi. Þar fyrir neðan skiptast á hraunlaga- og móbergsmýndanir. Vegna mikils skoltaps í borun er greining á jarðlögum óviss neðan 1630 m dýpis. Til að tengja jarðlagaskipan í Kýrdal við jarðlög á gamla borsvæðinu verður að gera ráð fyrir misgengi um Kýrdalshrygginn. Misgengið er með fall til austurs. Í efri hluta staflans er fallið um 40 metrar, en eykst í allt að 100 metra neðan 800 m dýpis. Líkt og í öðrum holum á Nesjavöllum er nokkuð um innskotaberg í jarðlagastaflanum við NJ-12 neðan 800 m dýpis. Innskotin eru bæði úr basalti og ísúru bergi og koma flestar vatnsæðar í vinnsluhluta NJ-12 fram við innskotsjaðra. Ísúru innskotin sjást greinilega í gammamælingunni. Vatnsinnihald bergsins reiknast hátt eða um 20%. Viðnám er lágt í móberginu ofarlega í holunni en hækkar þegar hraunlagamyndanirnar, innskotin og ekki síst háhitaummyndunin tekur við neðan 600-800 m dýpis.

Fróðlegt er að bera saman ummyndun og berghita í holu NJ-12. Austan Kýrdalshryggjar er allgóð fylgni milli berghita og þess hita sem ummyndunarsteindirnar myndast við. Þó gildir almennt þar að ummyndunarhiti liggur frekar undir berghita. Í NJ-12 er sama ummyndunarmynstur og austan Kýrdalshryggjar. Berghiti er hins vegar aðeins í samræmi við ummyndun neðan 900 m dýpis. Ofar í holunni er berghiti langt undir ummyndunarhita. T.d. sjást háhitasteindir eins og kvars ($T = 180^{\circ}\text{C}$) og blandlagaleir ($T = 200^{\circ}\text{C}$) ofan 500 m dýpis. Berghiti þar er hins vegar um eða innan við 50°C og nær berghiti ekki 100°C fyrr en á 700 m dýpi. Berghiti vex síðan hratt, er um 240°C í 1000 m, og um 300°C í 1800 m. Misræmið milli ummyndunar og núverandi hitastigs í efri hluta NJ-12 bendir til þess að jarðhitakerfið í Kýrdal hafi áður fyrr náð mun nær yfirborði en síðan hafi kerfið kólnað.

Alls fundust 14 vatnsæðar í NJ-12 og eru 11 þeirra í vinnsluhlutanum. Helsta vinnsluæðin er á 1398 m dýpi, en a.m.k. fimm aðrar umtalsverðar æðar eru í holunni. Samkvæmt þrepaðælingu er lekt holunnar $kh/\mu = 3,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$. Skoltap mældist við allar æðar í NJ-12. Þær virðast tilheyra a.m.k. tveimur þrýstikerfum. Efst eru æðar sem

eru í tengslum við kalt grunnvatnskerfi. Þrýstingur þeirra æða er um 9 bar hærri en sá þrýstingur sem ríkir í jarðhitakerfinu neðan 1 km dýpis.

Hola NJ-12 gefur vökva með varmainsihaldi um 1300 kJ/kg. Hún líkist því t.d. holum NG-7 og NG-10. Hún er þó aflmeiri en þessar holur. Við toppþrýstinginn 22 bar er massastreymið um 52 kg/s, og afl um 70 MW í hrávarma. Við lægri þrýsting eykst streymið og er talið að holan gefi um 68 kg/s við $P = 13$ bar. Þetta samsvarar 88 MW í hrávarma, eða rúmlega 10 MW í rafafli. Lokunarþrýstingur holunnar er um 30 bar, en líklega fellur toppþrýstingur í núll á skömmum tíma ef holan er látin standa lokuð. Efnasamsetning vökvans í NJ-12 er í jafnvægi við hitastig í vinnsluhluta holunnar. Efnahitamælar benda til um 270°C innstreymishita. Athyglivert er að vökvinn í NJ-12 hefur mun lægra hlutfall súrefnisísótópa en vökvinn í öðrum Nesjavalla-holum. Skýring á þessu gæti verið sú að jarðhitavökvinn í Kýrdal sé af öðrum uppruna, en fleiri skýringar koma til greina, og verður að bíða þess að mælingar á vetnisísótópum liggi fyrir til að skera úr um þetta.

Vinnslueiginleikar holu NJ-12 eru mjög hagstæðir. Holan er aflmikil eins og áður hefur komið fram. Styrkur óþéttanlegra gastegunda í gufu við 7 bara-a er 0,3-0,4% af massa. Kalsítútfellinga er ekki að vænta í holunni og kísilútfellingar ættu ekki að setjast til í henni, ef vinnsluþrýstingi verður haldið yfir 10,5 bara-a.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	4
TÖFLUSKRÁ	5
MYNDASKRÁ	6
1 INNGANGUR	7
2 STAÐSETNING	9
3 BORSAGA	10
4 JARÐLÖG	13
4.1 Upphleðslumyndanir	13
4.2 Samanburður upphleðslueininga í NJ-12 og NG-6 ...	27
4.3 Innskot	27
4.4 Jarðlagamælingar	29
5 UMMYNDUN	34
5.1 Dreifing ummyndunarsteinda	35
5.2 Bergumyndun	37
5.3 Samanburður við aðrar holur	37
6 EÐLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS	40
6.1 Staðsetning vatnsæða	40
6.2 Vatnsleiðni	42
6.3 Þrýstingur á vatnsæðum	46
6.4 Berghiti	46
7 AFL	50
8 EFNASAMSETNING BORHOLUVÖKVA	54
8.1 Efnasamsetning heildarrennslis	54
8.2 Mat á hitastigi	54
8.3 Vinnsluhæfni jarðhitavökvans	55
9 HELSTU VINNSLUEIGINLEIKAR	60
HEIMILDASKRÁ	61

	Bls.
VIÐAUKI V-1 Jarðlagasnið og mælingar	63
VIÐAUKI V-2 Nesjavellir HOLA NJ-12, 1. áfangi Borun fyrir 13 3/8" öryggisfóðringu 51-276 m .	75
VIÐAUKI V-3 Nesjavellir HOLA NJ-12, 2. áfangi Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu frá 276 m til 802 m	89
VIÐAUKI V-4 NEJSVELLIR HOLA NJ-12, 3. ÁFANGI Borun vinnsluhluta frá 802 m til 1856 m	105
VIÐAUKI V-5 NESJAVELLIR HOLA NJ-12. 4. ÁFANGI Upphitun, upphleyping og blástur	131

TÖFLUSKRÁ

1 Upphleðslumyndanir	13
2 Borholumælingaskrá	33
3 Þunnsneiðar úr NJ-12	34
4 Berghiti og þrýstingur á vatnsæðum	49
5 Aflmælingar	53
6 Efnainnihald í heildarrensli í holu NJ-12	56

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Staðsetning borhola á Nesjavöllum	9
2 Framvinda borunar NJ-12	11
3 Frágangur NJ-12	12
4 Jarðlagasnið og mælingar	14
5 Samanburður jarðlaga í NJ-12 og NG-6	26
6 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar	28
7 Víddarmælingar	30
8 Tíðnidreifing viðnáms, poruhluta og víddarleiðrétts gamma	31
9 Dreifing ummyndunarsteinda	36
10 Bergumyndun ofan 1200 m dýpis	38
11 Samanburður ummyndunar í NG-6 og NJ-12	39
12 Staðsetning vatnsæða	41
13 Hitamæling eftir þrepaðælingu	44
14 Þrepaðæling. Mæli- og reikniferill	45
15 Samband heildarrennslis og varmainnihalds	45
16 Þrýstingur á vatnsæðum	47
17 Áætlaður berghiti	48
18 Aflsaga NJ-12	51
19 Afllferlar borhola með varmainnihald um 1300 kJ/kg	52
20 Samanburður á hitastigum reiknuðum út frá efnasamsetningu	57
21 Breytingar með tíma á hitastigum reiknuðum út frá efnasamsetningu	58
22 Jafnvægi kalsíts og útfellingarhætta þess	58
23 Jafnvægi kvars og ópals og útfellingarhætta kísils	59

1 INNGANGUR

Fram til 1985 beindust boranir á Nesjavöllum fyrst og fremst að könnun jarðhitakerfisins í Nesjavalladal og á stallinum sunnan hans. Vestan þessa svæðis liggur Kýrdalur, en Kýrdalshryggur skilur á milli hans og Nesjavalladals. Enginn jarðhiti er sjáanlegur á yfirborði í Kýrdal, en hins vegar hefur sprungan sem gengur eftir Kýrdalshryggnum verið virk á nútíma og gosið a.m.k. tvívegis. Eldri boranir á Nesjavöllum bentu til þess að gossprungan stjórnaði rennsli í jarðhitakerfinu. Við Kýrdalshrygg grynkar á jarðhitann og yfirprýstingur mælist grunnt í kerfinu. Því var talið líklegt að jarðhitakerfið næði vestur fyrir gossprunguna og að vinnanlegan jarðhita væri að finna í Kýrdal. Til að fá úr þessu skorið var tólfta holan á Nesjavöllum staðsett og boruð í Kýrdal sumarið 1985.

Frumgögn um borunina og rannsóknir á holunni eru geymd hjá Jarðborunum, Jarðhitadeild OS og Hitaveitu Reykjavíkur eftir því hver þau eru. Jarðboranir varðveita borskýrslur og fóðringarskýrslur og er þær fyrrnefndu að finna innbundnar í árbækur merktar Jötni, en fóðringarskýrslur Jötuns eru geymdar í sérstökum möppum. Hjá JHD eru svarfsýni og gögn um borholumælingar geymd. Svarfsýnin er að finna í sérstakri svarfgeymslu. Þau eru í dósum merktum holunni og því dýpi sem sýnið er frá. Jarðfræðileg úrvinnslugögn 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 í 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. 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 toppprýstingi 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 geymir HR efnasýni sem tekin eru og efnagreiningar.

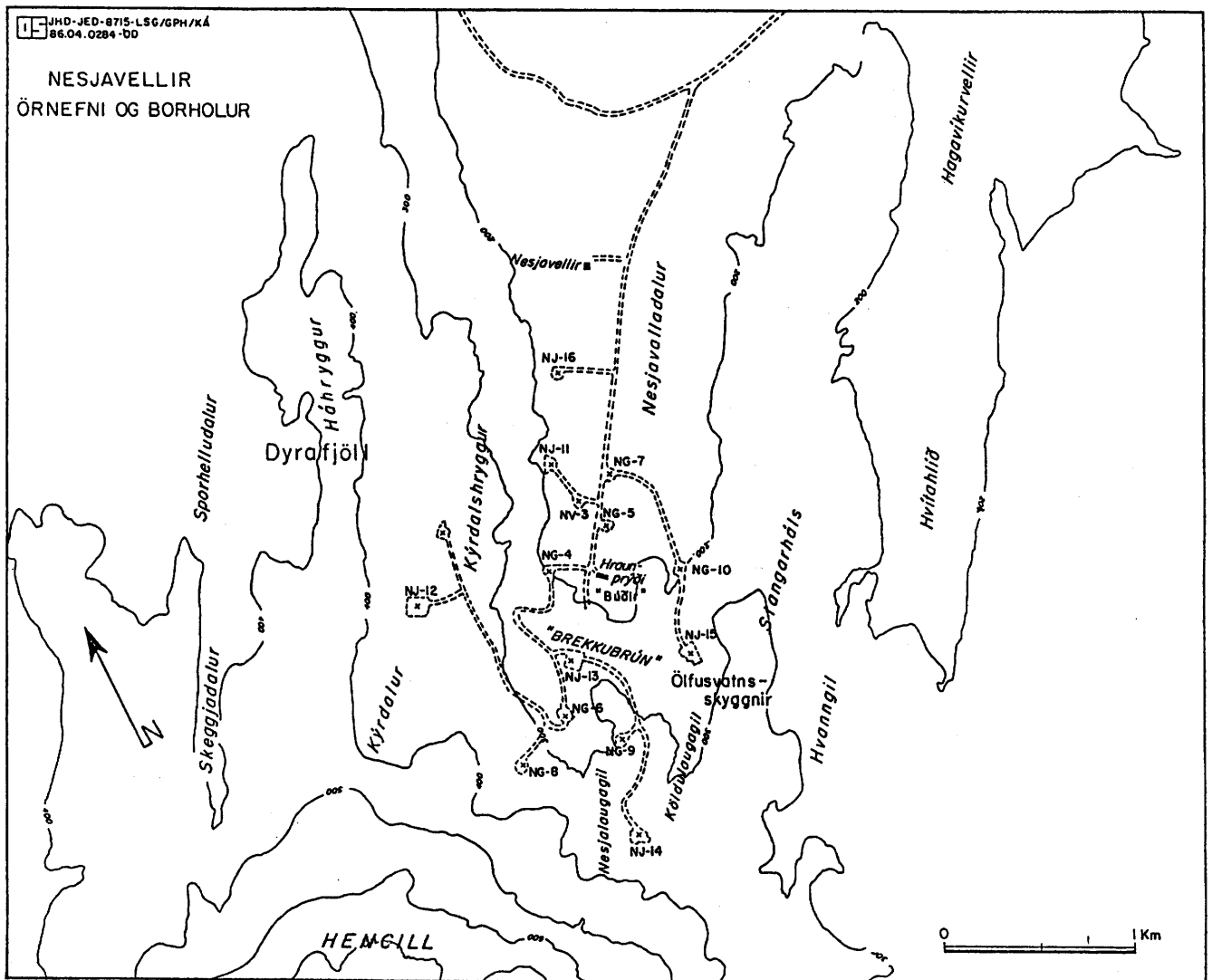
Í fyrirliggjandi skýrslu er fjallað um rannsóknir á holu NJ-12 fram til fyrsta apríl 1986. Bráðabirgðaskýrslur sem út hafa komið um

verkið eru hins vegar birtar í viðaukum aftan við skýrsluna.

Jarðhitadeild Orkustofnunar og Hitaveita Reykjavíkur hafa staðið sameiginlega að skýrslugerðinni. Einar Gunnlaugsson er starfsmaður HR, en aðrir höfundar eru starfsmenn JHD. Auk höfunda hafa ýmsir aðilar unnið að einstökum þáttum rannsókna. Má þar nefna: Má Gunnarsson og Jóhann Kristjánsson frá HR, Ásgrím Guðmundsson, Guðmund Ómar Friðleifsson, Benný Baldursdóttur, Gyðríði Jónsdóttur, Guðjón Guðmundsson, Helgu Tulinius, Guðna Guðmundsson, Vigdísi Harðardóttur og Jósep Hólmjárn frá JHD og Sigurð Benediktsson og áhöfn Jötuns frá Jarðborunum.

2 STAÐSETNING

Hola NJ-12 var staðsett í miðjum Kýrdal sumarið 1984 (mynd 1). Kýrdalur liggur mun hærra í landinu en Nesjavalladalur og er holu-
toppur NJ-12 í tæplega 345 m hæð yfir sjávarmáli. Áður en holan var
staðsett endanlega var gerð ein viðnámsmæling í dalnum en engar við-
námsmælingar höfðu áður verið gerðar í Kýrdal. Einvið túlkun á mæl-
ingunni benti til þess að viðnám væri lágt í dalnum og því líklegt að
þar væri jarðhita að finna. Var holan höggboruð sumarið 1984 og búið
í haginn svo að bora mætti ári síðar. Stefnt var að borun í allt að
2000 m dýpi.



MYND 1 Staðsetning borhola á Nesjavöllum

3 BORSAGA

Borun holu NJ-12 hefur verið gerð ítarleg skil í þrem áfangaskýrslum (viðaukar V-2 til V-4). Hér verður því aðeins stiklað á helstu atriðum borsögunnar. Á mynd 2 er framvinda borunarinnar sýnd, en hönnun NJ-12 sést á mynd 3.

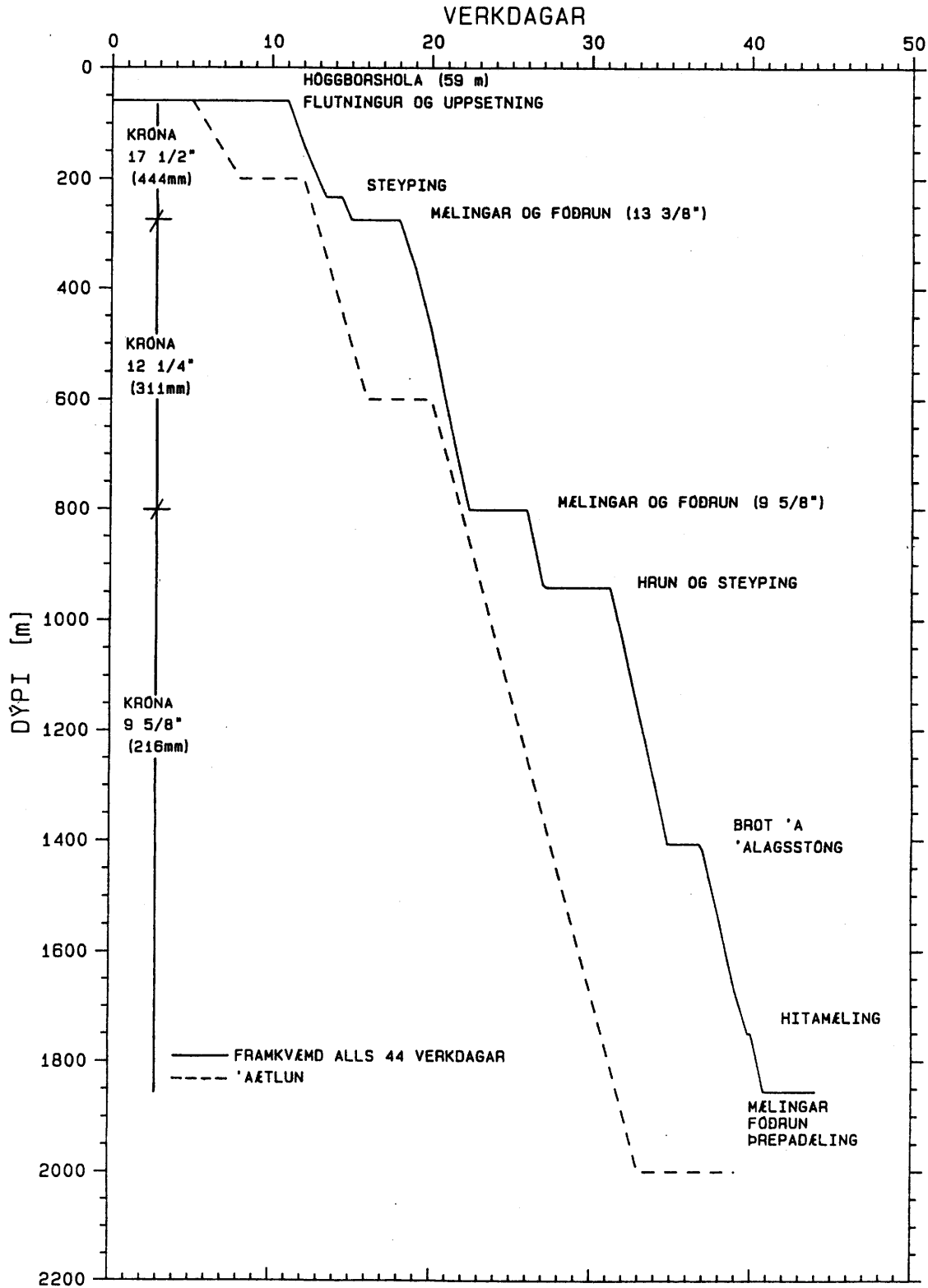
Flutningur Jötuns á holu NJ-12 hófst 3. júní 1985. Settar voru nýjar undirstöður undir borinn, og hann hækkaður upp um 2,5 metra. Hækkunin þýðir að ekki er framvegis þörf á djúpum kjallara undir bornum til að hýsa öryggislokana meðan á borun stendur. Vegna breytinganna gekk fremur hægt að koma bornum fyrir og hófst borun ekki fyrr en 13. júní á 11. verkdegi. Borað var fyrir öryggisfóðringu í 276 m dýpi. Steypt var í vatnsæð á 210 m dýpi, og var það eina töfin sem upp kom í þessum áfanga. Fóðringin steyptist upp í fyrstu atrennu, en steypuborð seig síðan niður á u.þ.b. 60 m og varð að fylla á milli fóðringa ofan frá.

Borun fyrir vinnslufóðringu gekk hratt og tafarlaust í fóðringardýpi, 802 m. Engar vatnsæðar voru sjáanlegar á þessum kafla og holan pottþétt. Auðvelt reyndist að steypa vinnslufóðringuna. Kom steypan upp og seig ekki áður en hún harðnaði.

Borun vinnsluhluta NJ-12 gekk nokkuð brösulega. Á 931 metra dýpi kom borinn í hrungjarnt berg. Lá við festum næstu metrana og á 942 m dýpi festist borinn. Tók um sólarhring að losa úr festunni. Átta metra hrun var í botni holunnar og var reynt að mylja það og skola því síðan upp. Nokkuð af sandi náðist upp án þess að botnfall rýrnaði verulega og virtist því hrynja jafnóðum inn í holuna. Næst var ákveðið að steypa í hana. Steypt var í hrundið í holubotni, en einnig í tvo skápa ofar í holunni. Steypingin tókst mjög vel og varð ekki vart við hrun, þegar borað var niður úr botnfallinu og gekk borun greiðlega í 1407 m dýpi. Þá brotnaði álagsstöng í borstrengnum. Tók rúmlega tvo sólarhringa að fiska brotið og hefja borun að nýju. Þegar hér var komið var verulegt skoltap komið í holuna. Hélt það áfram að aukast og neðan 1600 m dýpis tapaðist nær allt skolvatn (40 l/s). Var borun loks hætt á 1856 m dýpi. Eins og sést á mynd 2 fór borun NJ-12 nokkuð fram úr áætlun. Verkið tók alls 44 verkdaga. Ef frá eru dregnar tafirnar við að setja hinar nýju undirstöður undir borinn sést hins vegar að þrátt fyrir erfiðleika í borun tók verkið svipaðan tíma og áætlað var.

JHD-BM-8715 GuH
86.03.0166 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-12 BORUN JÖTUNS 1985.06.03-07.17



MYND 2 Framvinda borunar NJ-12

JHD-BM-8715.BS
86.06.0504.SyJ

NESJAVELLIR HOLA NJ-12
Frágangur holu

* Staðsetning: Hnit $x=659911,10$, $y=404268,90$ Hæð yfir sjó 337,69 m

Fjarlægðir: Drifborð - kjallarabrún 6,80m, kjallarabrún - kragi 0,72 m

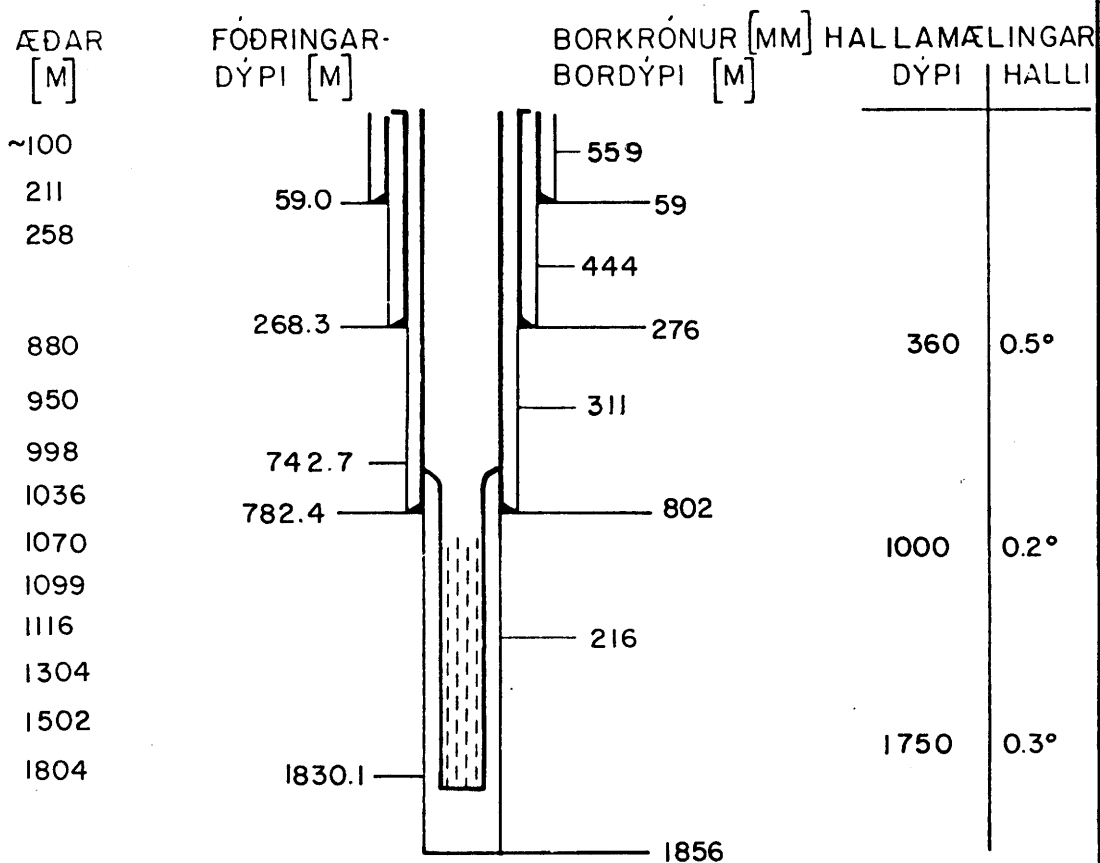
Höggbersfóðring: Utanmál 18^{5/8}" veggþykkt 8 mm

Öryggisfóðring: API 13^{3/8}" 68 lbs/ft, 61 lbs/ft neðan 20.1m, K-55, skrúfa buttr.

Vinnslufóðring: API 9^{5/8}" 43,4 lbs/ft, K-55, skrúfa buttr.

Leiðari API 7" innanmál 159,4 mm, J-55, skrúf. buttr.
Hengistykki í 742,7m. Rör raufuð neðan 778,7m

* Hnitakerfi aðlagð landskerfi



Dýptartölur miðaðar við drifborð Jötuns

4 JARÐLÖG

Þeim jarðlögum, sem hola NJ-12 sker, er skipt í tvo flokka: upphleðslumyndanir og innskot. Ástæða þessarar skiptingar í jarðfræðirannsókn jarðhitageymisins er einkum sú að hvor gerðin fyrir sig gefur sérstakar upplýsingar um mögulega leiðni í berggrunnum. T.d. gefur upphleðslan vísbendingar um lárétta leiðni eftir jarðlagaskilum, og einnig um misgengi sem bendir til vatnsleiðni eftir lóðréttum strúktúrum. Innskot sem ætíð eru yngri en það berg, sem það ryðst í gegnum, geta verið öflugir leiðarar en þau geta einnig verið rennslisstemmandi.

4.1 Upphleðslumyndanir

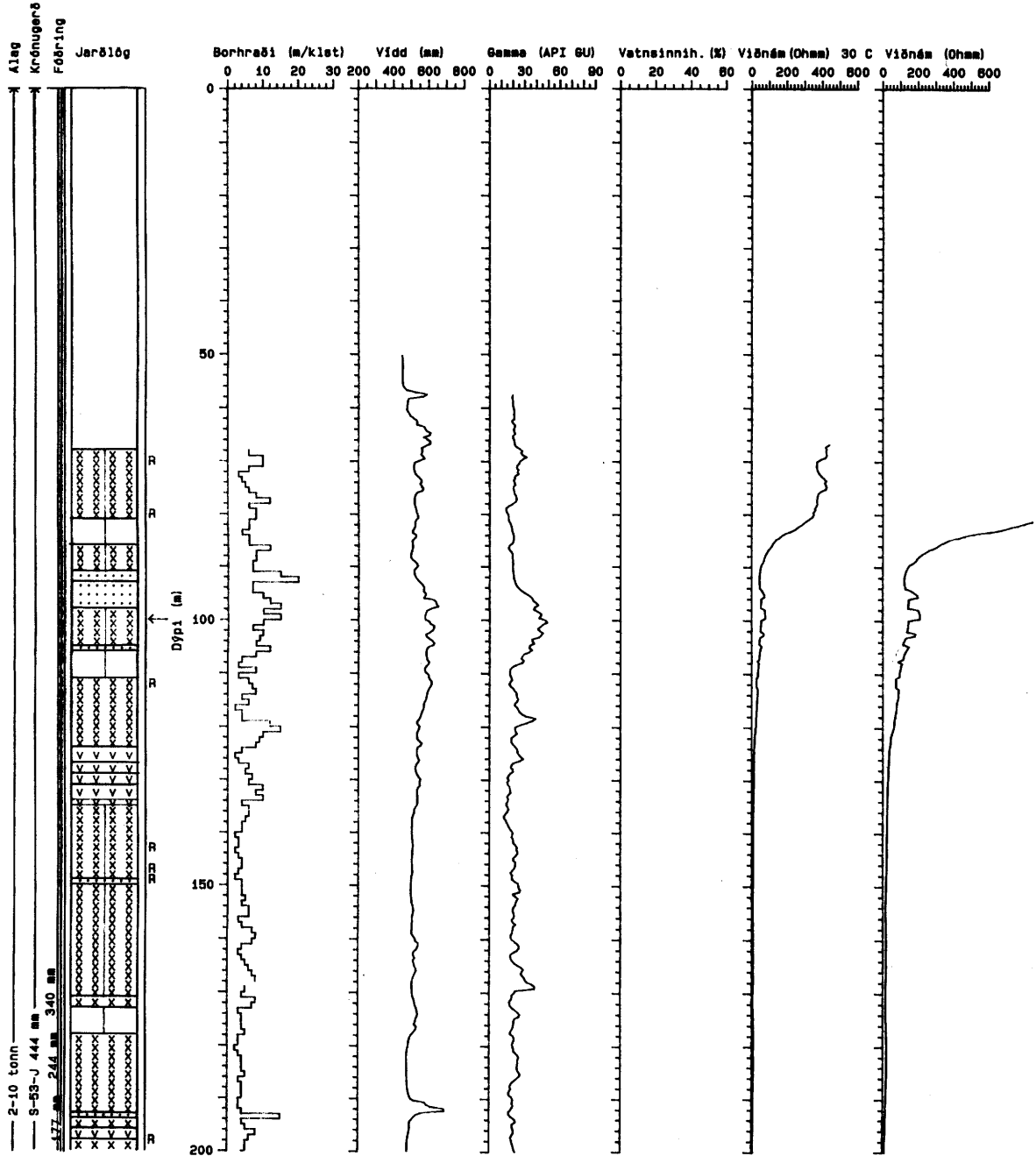
Í skiptingu upphleðslubergs er einkum reynt að greina móbergið í einstakar goseiningar, en hver eining getur síðan skipst enn frekar í túff, breksíur (basalt breksíur) og bólstraberg (glerjað basalt). Basalt hraunlögum er skipt í hraunlagamyndanir og stundum enn frekar ef unnt er að sjá greinilega skiptingu þeirra í basalttegundir. Í töflu 1 er gefið yfirlit um helstu upphleðslumyndanirnar sem hola NJ-12 sker en þær eru a.m.k. 16 að tölu.

TAFLA 1 Upphleðslumyndanir sem hola NJ-12 sker og megineinkenni þeirra

1. Móbergsmýndun	(yfirb.-98m)	Stakdílótt líkl. ólivín-þóleít
2. Móbergsmýndun	(98-205m)	Þóleít, háhryggsmýndun
3. Móbergsmýndun	(205-319m)	Líklega ólivín-þóleít
4. Hraunlagamyndun ?	(319-398m)	Ólivín-þóleít
5. Móbergsmýndun	(398-464m)	Þétt plagióklasdílótt, líkl. þóleít
6. Móbergsmýndun	(464-ca.520m)	Þóleít og ólivín-þóleít
7. Móbergsmýndun	(520-634m)	Ólivín-þóleít
8. Hraunlagamyndun	(634-859m)	Efri hluti ólivín-þóleít,
9. Móbergsmýndun	(859-918m)	Líklega þóleít
10. Hraunlagamyndun	(918-1010m)	Ef til vill þóleít ráðandi
11. Móbergsmýndun	(1010-ca.1216m)	Líklega ólivín þóleít
12. Hraunlagamyndun	(1216-ca.1348m)	Bæði ólivín-þóleít og þóleít
13. Móbergsmýndun	(ca.1348-1407m)	Illgreinanlegt í tegund
14. Hraunlagamyndun	(1407-1630m)	Líklega ólivín-þóleít
15. Móbergsmýndun	(1630-ca.1665m)	Óviss basalttegund
16. Óviss jarðlagaskipan	vegna svarfsýnaskorts	(ca.1665-1856m).

JHD-BM/BJ-8715 HF.6Sv.HS
88.03.0205 T

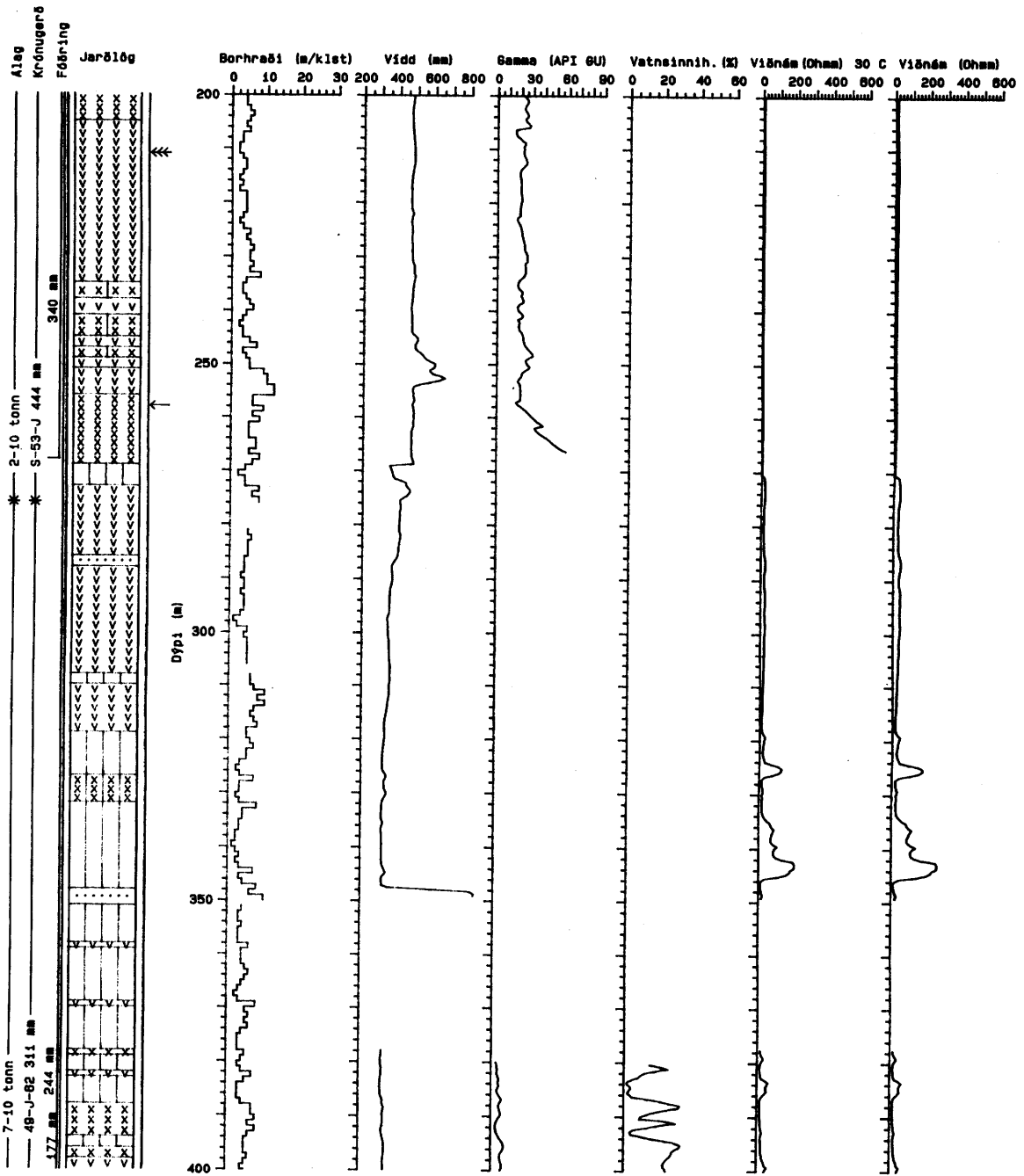
NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar

JHD-BM/BJ-0715 HF.65v.HS
86.03.0205 T

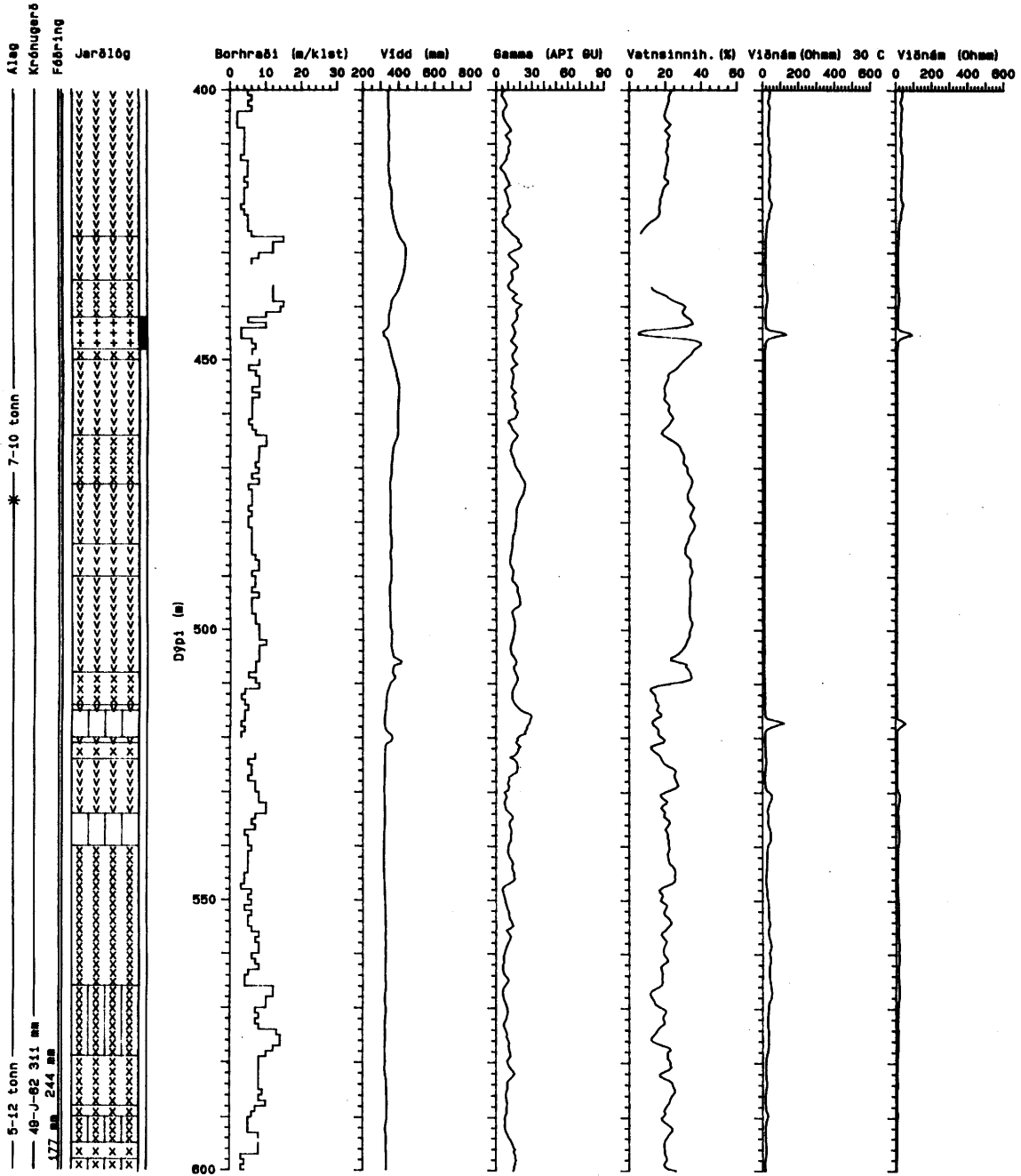
NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar frh.

JHD-BH/BJ-0715 HF.6sv.HS
86.03.0205 T

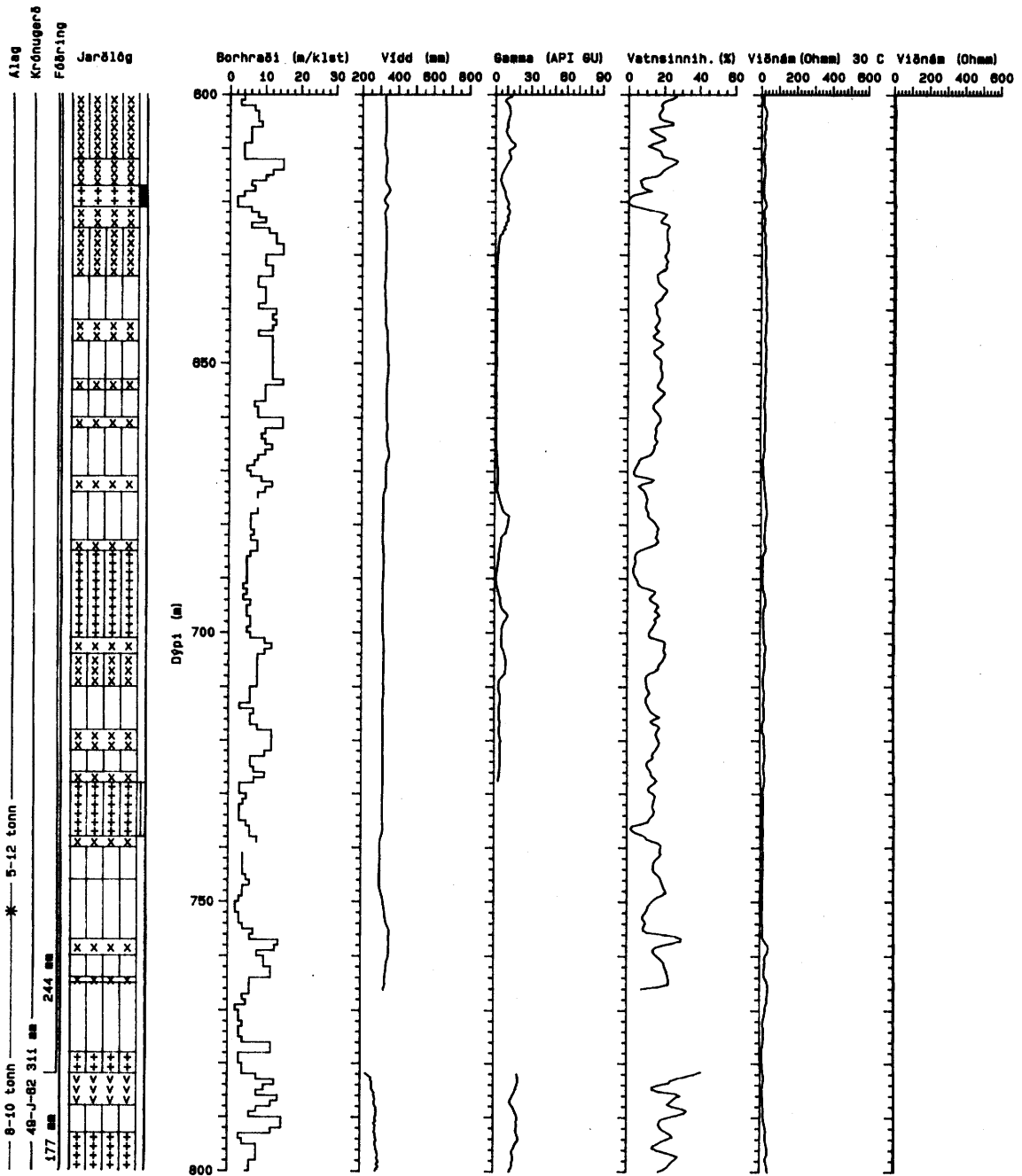
NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar frh.

JHD-BM/BJ-8715 HF.6sv.HS
86.03.0205 T

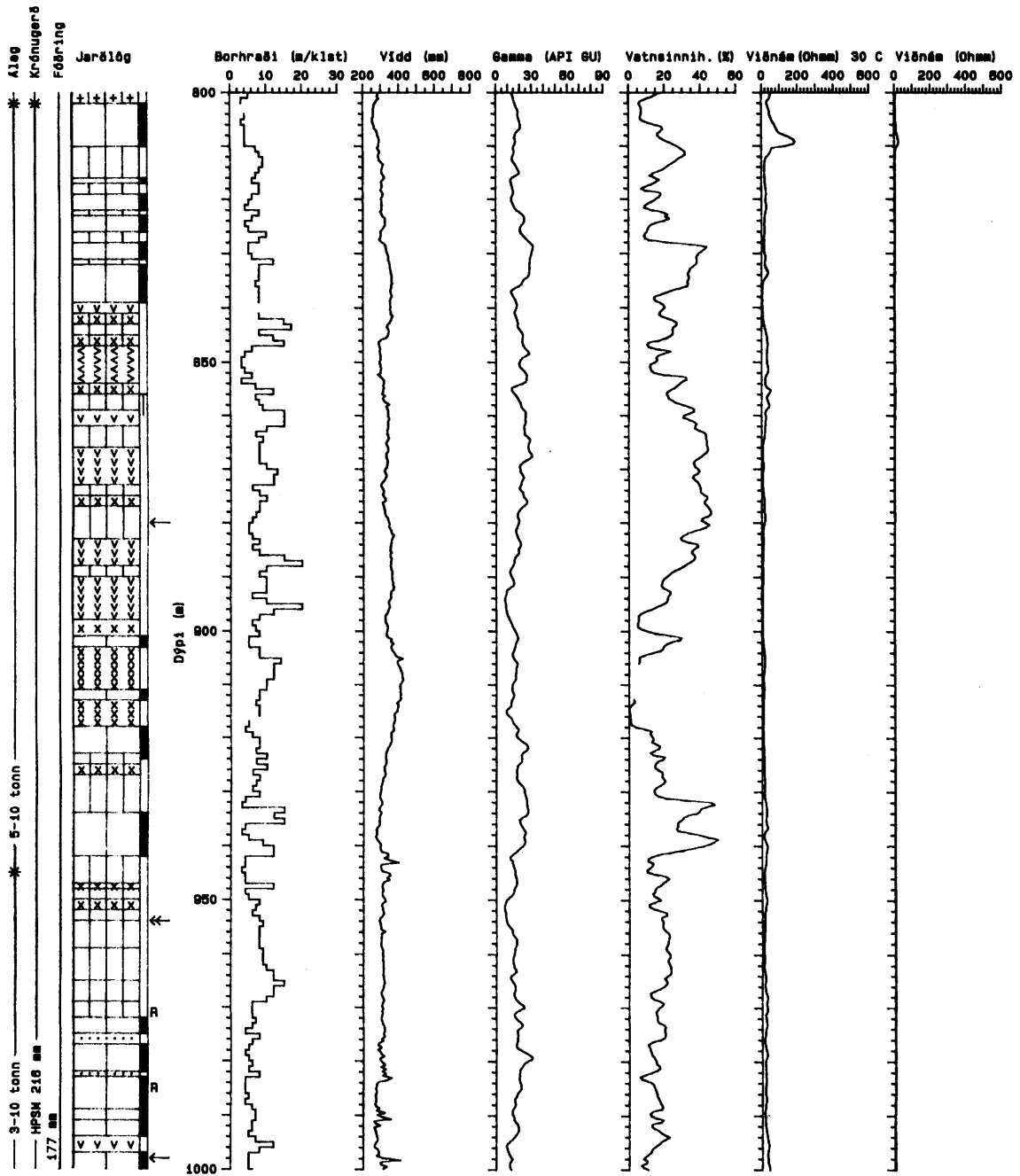
NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar frh.

JHD-BM/BJ-8715 HF.6SV.HS
86.03.0205 T

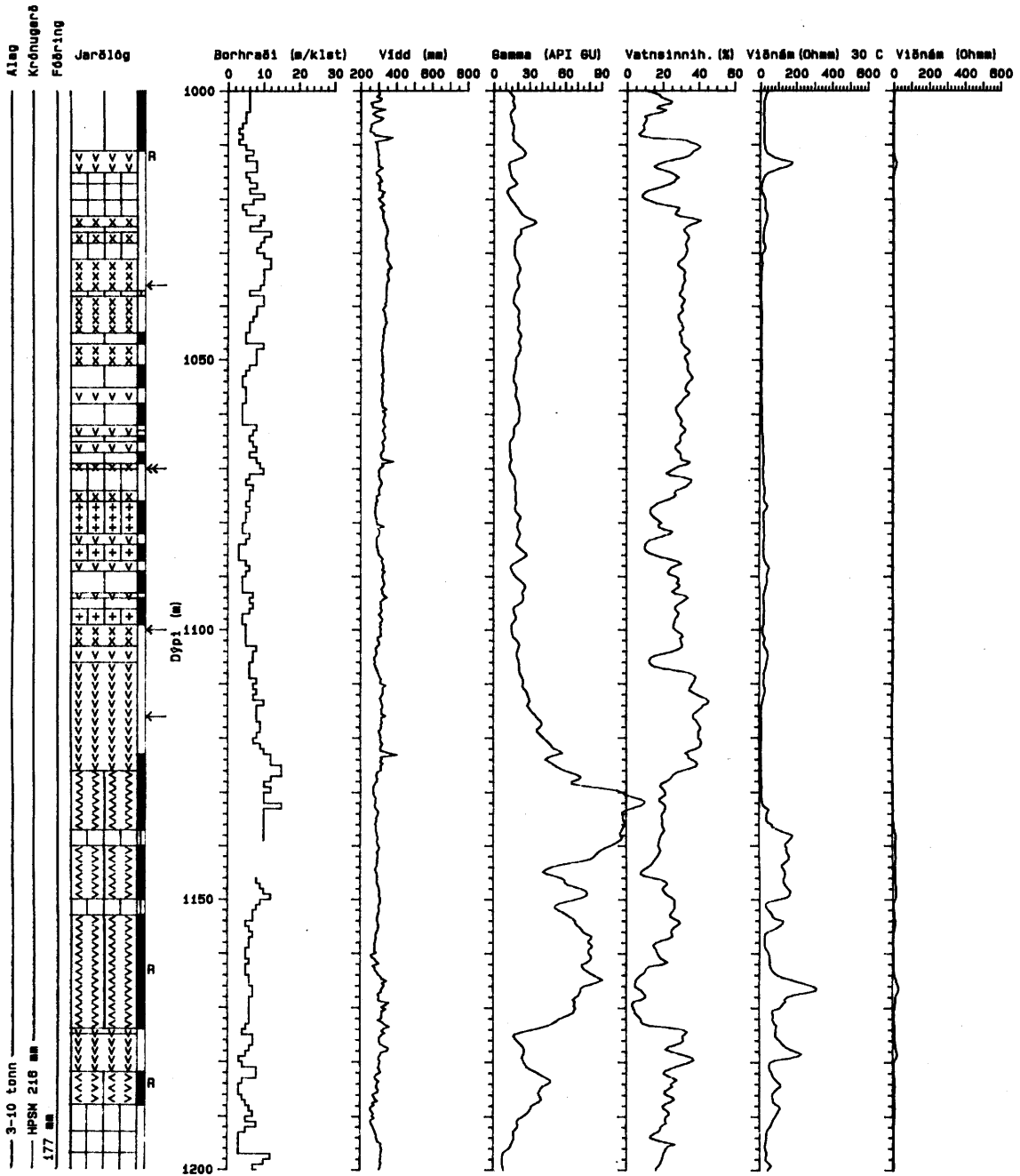
NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar frh.

JHD-BM/BJ-8715 HF.6SV.HS
88.03.0205 T

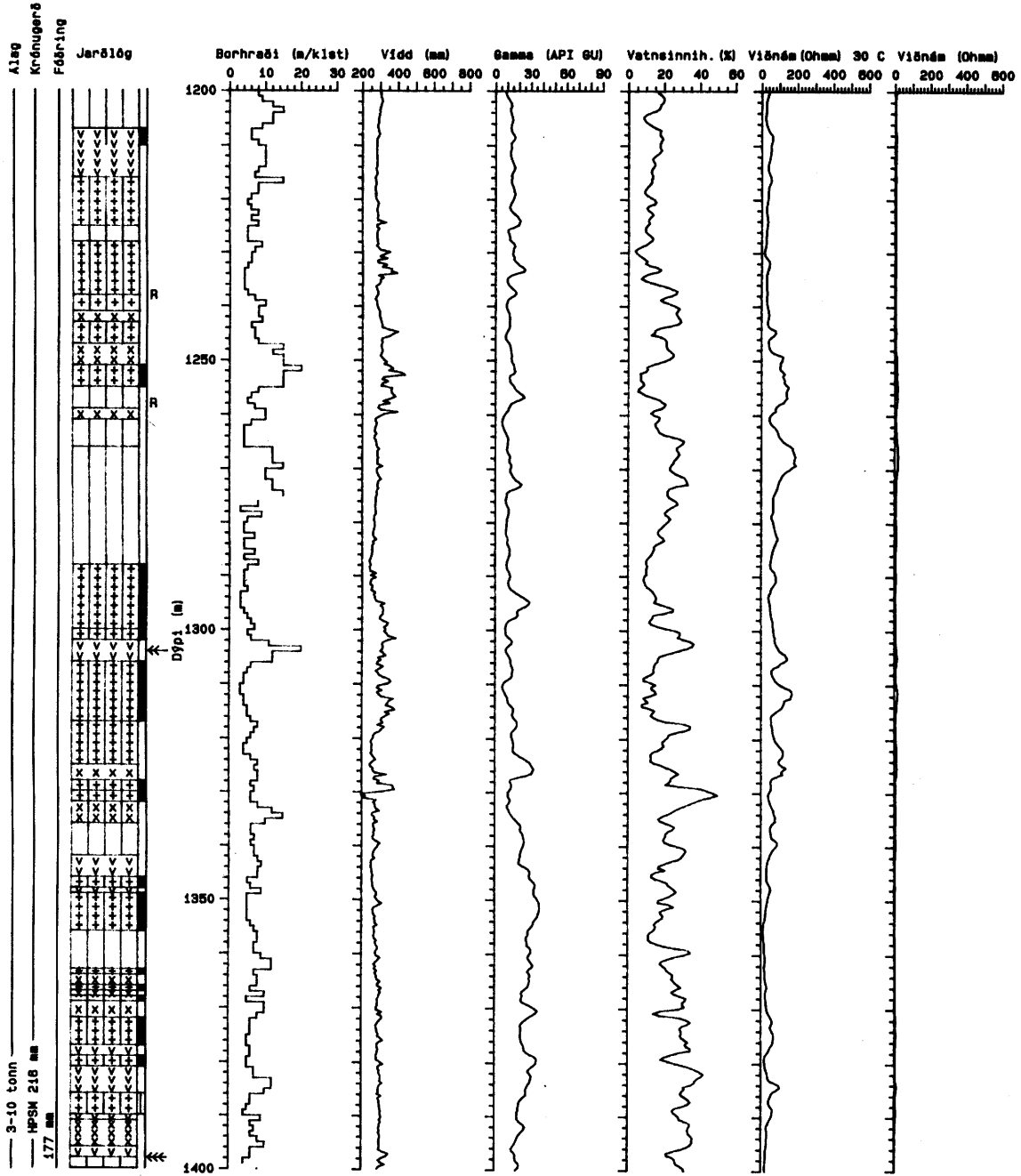
NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar frh.

JHD-BM/BJ-0715 HF.6Sv.HS
86.03.0205 T

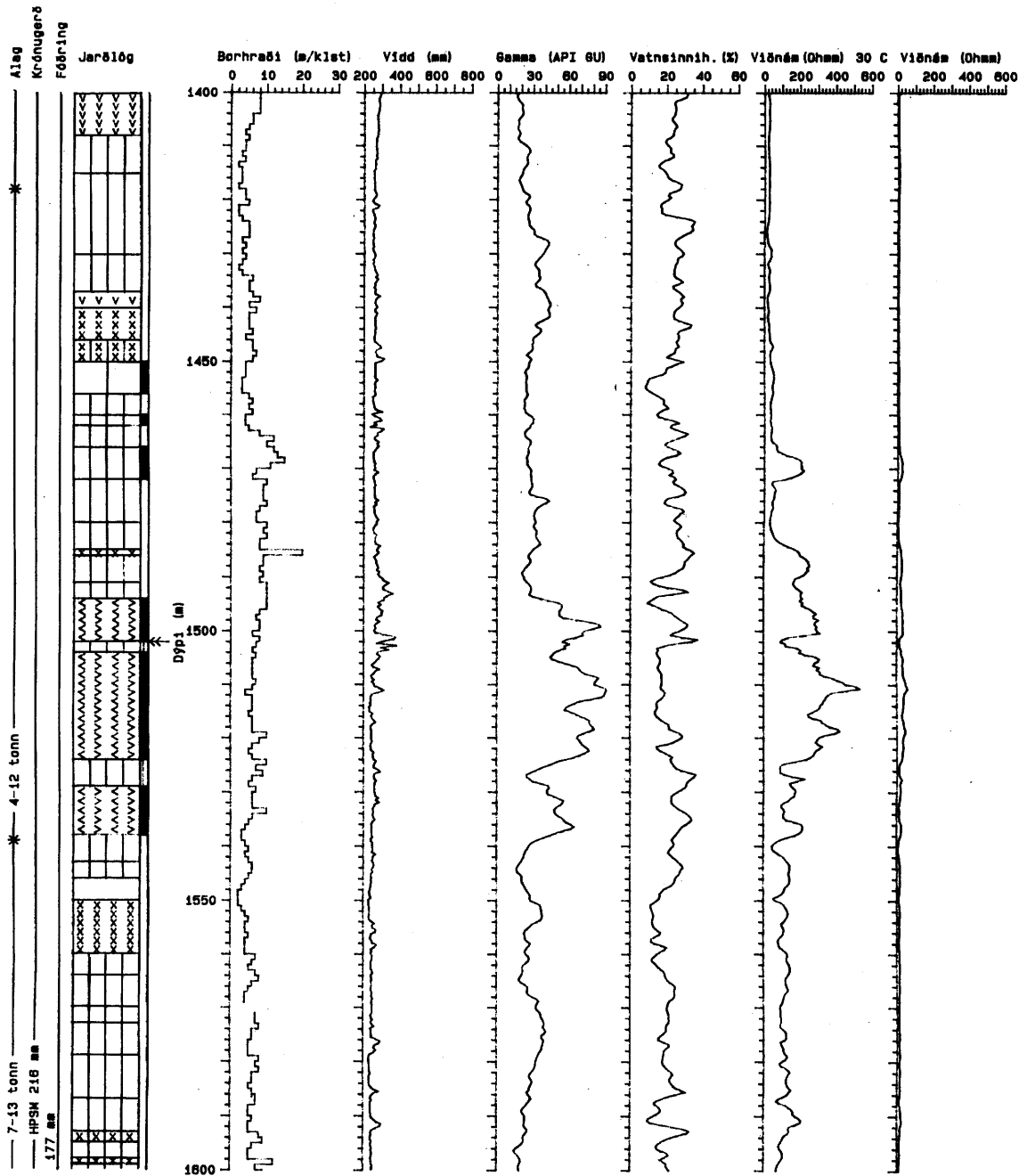
NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar frh.

JHD-BM/BJ-8715 HF.6SV.HS
88.03.0205 T

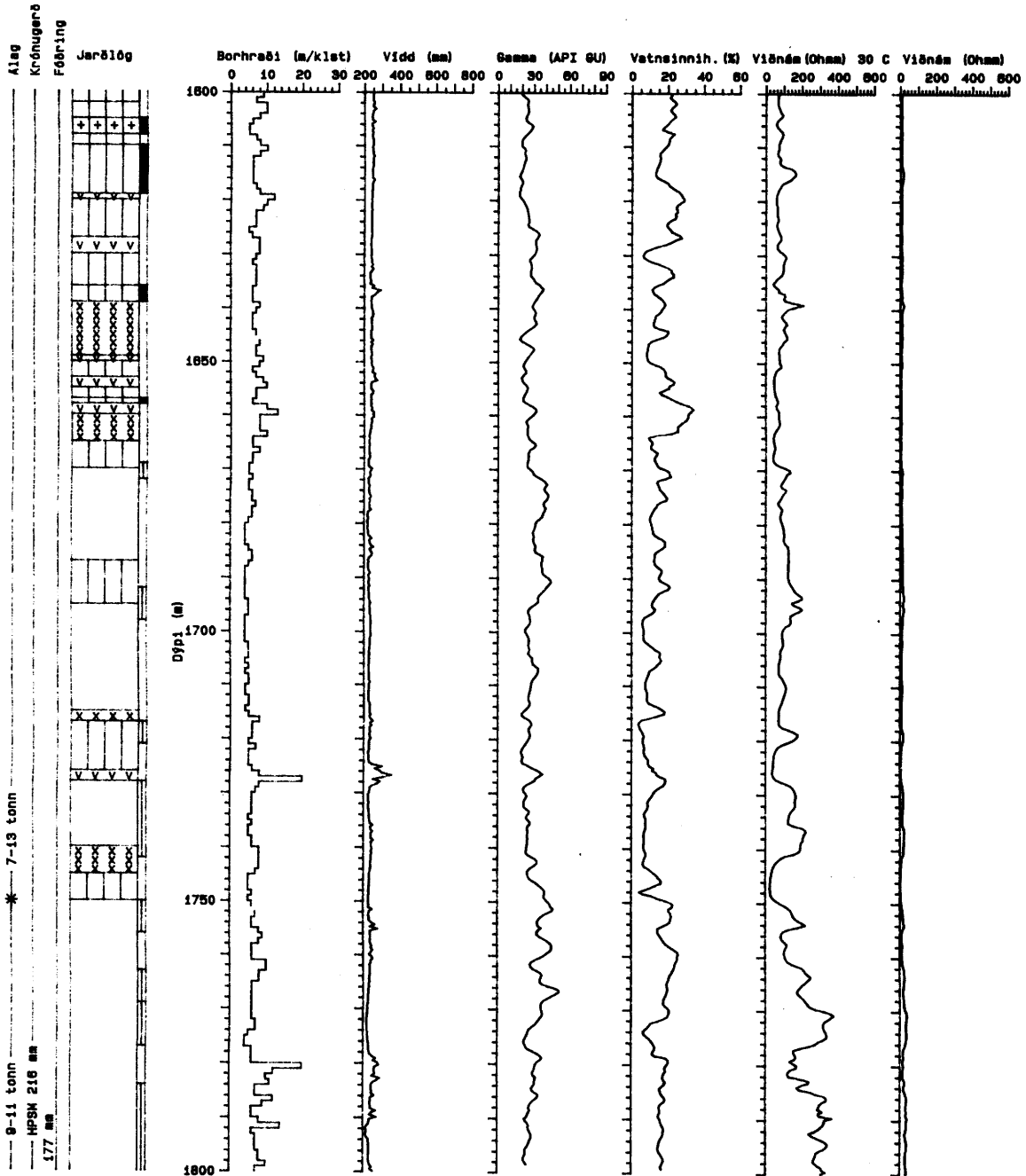
NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar frh.

JHD-BM/BJ-8715 HF.6Sv.HS
86.03.0205 T

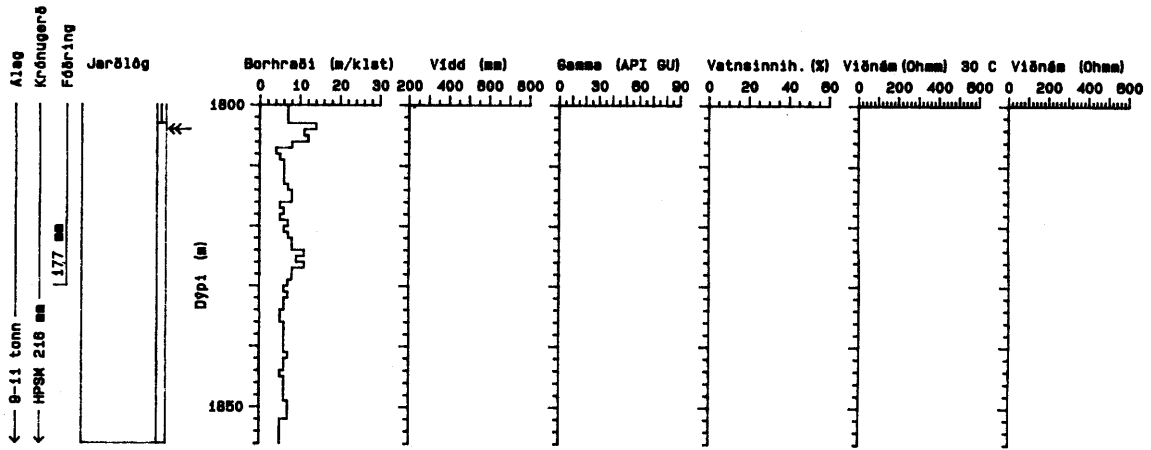
NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



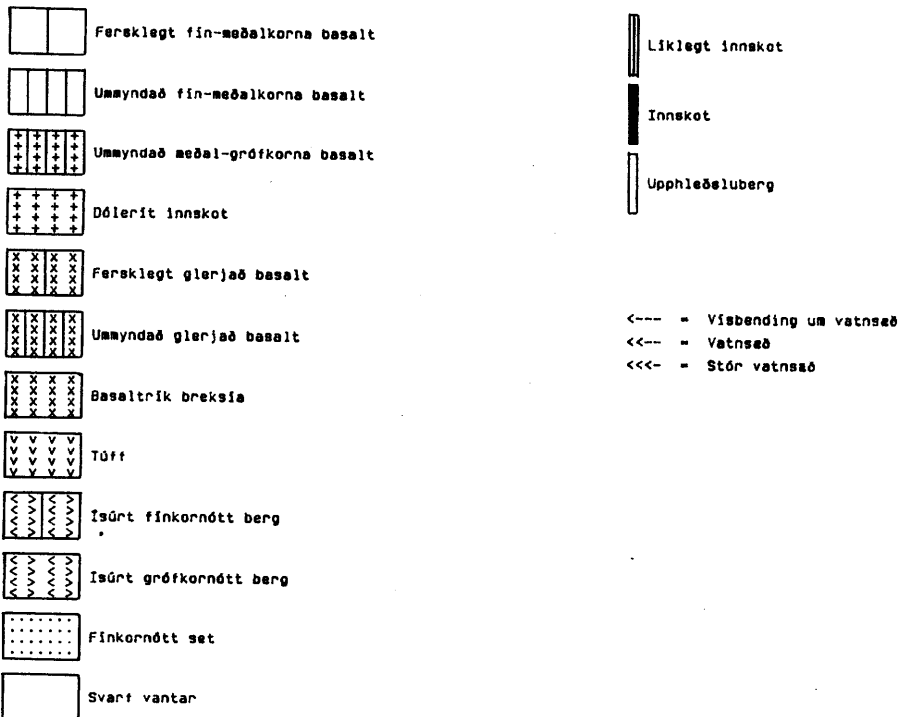
MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar frh.

JHD-BM/BJ-8715 HF.ÖSV.HS
86.03.0205 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



Skýringar við jarðlagasnið



MYND 4 Jarðlagasnið og mælingar frh.

1. Móbergsmýndun (yfirborð-98 m)

Ekki hefur enn reynst unnt að greina svarfsýni úr höggborsholunni en gert er ráð fyrir að hraunlag frá Kýrdalssprungunni nái niður á um 5-15 m dýpi. Neðan þess kemur í fyrsu móbergseininguna. Móbergið er af líklegri ólivín-þóleít samsetningu og er stak-plagióklas- og ólivín-dílótt bólstraberg og/eða bólstrabreksía. Seteinkenni sjást í neðstu 8 metrum móbergsins. Þessi myndun tengist við Kýrdals-móbergs-hrygginn.

2. Móbergsmýndun (98 - 205 m)

Þessi myndun er að mestu úr bólstrabergi og bólstrabergsbreksíum og er hluti af háhryggsmýnduninni. Kristöllunin í berginu bendir sterklega til þóleít samsetningar.

3. Móbergsmýndun (205 - 319 m)

Móbergið er að miklum hluta gert úr túffi nema um miðbikið þar sem bólstrabreksía er ráðandi (246-273 m). Strjálir plagióklasdílar finnast í berginu. Þar sem bergið er kristallað virðist það vera meira í ætt við ólivín-þóleít en þóleít, t.d. sést ólivín í grunnmassa.

4. Hraunlagamyndun (319 - 398 m)

Líklegt er talið að á þessu dýptarbili séu a.m.k. 8 hraunlög sem líklegast teljast til ólivín-þóleít basalts (dökkt, oxað fín-meðal-grófkorna) og er það í samræmi við tvær þunnsneiðagreiningar af þessu bili.

5. Móbergsmýndun (398 - 464 m)

Móbergið er að miklu leyti túff, og er óvenjulega þétt-plagióklas-dílótt. Líklega þóleít.

6. Móbergsmýndun (464 - ca. 520 m)

Ekki er alveg á hreinu hvaða basalt samsetning er á þessari móbergseiningu, en í þunnsneið koma korn sem eru straumflögótt þóleít og einnig svarfkorn sem sýna ólivín samsetningu. Mestur hluti þessarar myndunar er túff. Myndunin gefur hátt gildi í vatnsinnihaldi (nifteindamæling).

7. Móbergsmýndun (ca.520 - 624 m)

Mestur hluti þessa dýptarbils er bólstrabreksía og bólstraberg nema efst þar sem túff er ríkjandi. Þunnsneiðagreiningar á þremur stöðum í mynduninni gefa til kynna ólivín-þóleít samsetningu.

8. Hraunlagamyndun (624 - 859 m)

Unnt er að greina um 18 hraunlög á þessu dýptarbili. Svo virðist sem hægt sé að skipta mynduninni enn frekar þar sem í efri hlutanum er ólivín-þóleít ráðandi. Neðstu tvö lög in í þeim hluta (738-758m) eru

greinilega plagióklasdílótt. Neðan þess dýpis líkjast hraunlögin þóleíti (jafnkorna, fín-meðalkorna, og með jafndreifðu magnetíti í grunnmassa).

9. Móbergsmýndun (859 - 918 m)

Meirihluti þessa móbergs er túff en í það fleygast basaltlög, og neðsti hlutinn er að mestu úr bólstrabreksíu. Samkvæmt þunnsneiða- og svarfgreiningu er bergið mjög líklega þóleít.

10. Hraunlagamyndun (918 - ca. 1010 m)

Líklegast eru í þessari myndun rúmlega 10 hraunlög, en innskot sem fleyga staflann gera talningu þeirra fremur ónákvæma. Yfirleitt eru hraunlögin fín-meðalkorna og jafnkorna, en erfitt að greina nákvæmlega kyn þeirra.

11. Móbergsmýndun (ca. 1010 - 1182 m)

Opnur í móberg þetta eru frekar af skornum skammti vegna tíðra innskota. Þar sem unnt er að greina það í þunnsneið sver það sig helst í ætt við ólivín-þóleít. Neðst, þar sem andesít innskotið treður sér inn, er móbergið afar ummyndað og lítið unnt að greina til tegundar. Að því er virðist er móbergið að meiri hluta túff.

12. Hraunlagamyndun (1182 - ca. 1380 m)

Ekki er unnt að greina með nákvæmni ýmsa þætti þessarar hraunlagamyndunar vegna tiltölulega hárrar innskotatíðni og mikillar ummyndunar. Svo virðist þó sem hraunlögin séu fremur breytileg að gerð, frá þóleíti yfir í ólivín-þóleít.

13. Móbergsmýndun (ca. 1380 - 1408 m)

Þetta tæplega 30 m þykka móberg er gert úr túffi í efri og neðri hluta en basaltlegra um miðbikið. Allt er það mjög ummyndað enda finnst stór vatnsæð á þessu dýptarbili.

14. Hraunlagamyndun (1408 - 1640 m)

Hraunlögin í þessum kafla virðast fremur einsleit í svarfgreiningunni; meðalkorna og ummynduð þar sem plagióklasinn var fremur ljósleitur. Þar sem þunnsneiðar voru teknar reyndist bergið vera "sub-ophitískt" ólivín-þóleít.

15. Móbergsmýndun (1640 - ca. 1664 m)

Þessi rúmlega 20 m þykka myndun virðist að mestu úr basaltbreksíu og túffi.

16. Óviss jarðlagaskipan (ca. 1664 - 1856 m)

Niður á um 1750 m dýpi barst eitthvert svarf til yfirborðs, en það reyndist mjög fínt og illgreinanlegt í svarfsjánni. Þó virtist sem basalt væri þar í meirihluta. Eins og sýnt er á mynd 4 kom ekkert svarf til yfirborðs til greiningar neðan 1750 m dýpis og því lítt unnt að gera sér grein fyrir gerð berglagastaflans þar.

4.2 Samanburður upphleðslueininga í NJ-12 við NG-6.

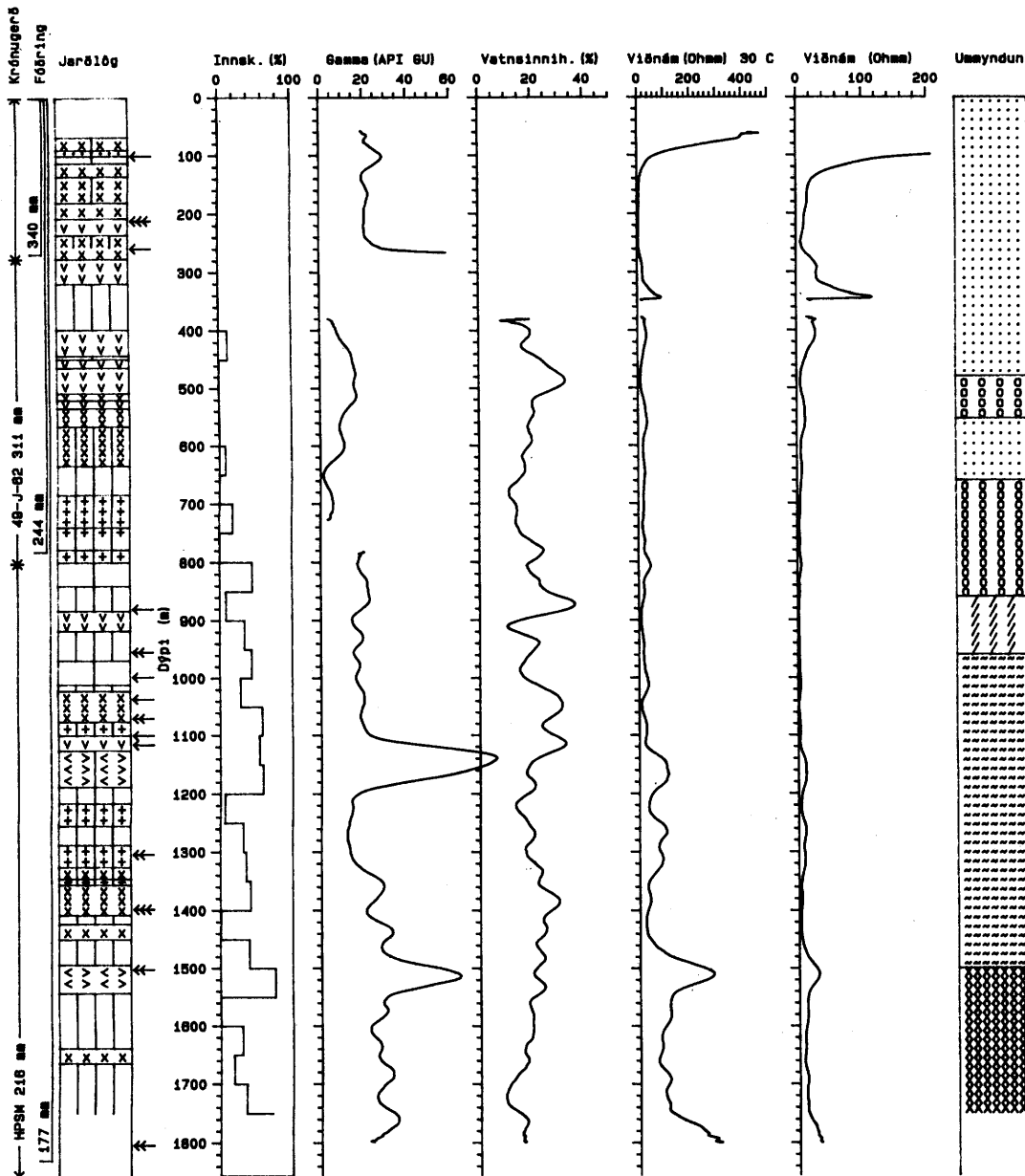
Á mynd 5 er sýndur samanburður berglagamyndana á milli holanna NJ-12 og NG-6 (Valgarður Stefánsson o.fl. 1983). Á myndinni sést að gera verður ráð fyrir misgengi á milli þessara tveggja hola með sigi til austurs. Ef tekið er með í reikninginn að ekkert misgengi sést á milli NG-6 og NG-8 (Hjalte Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985) er það nokkuð ljóst að misgengið er á milli NG-8 og NJ-12, þ.e. undir Kýrdalshryggnum. Misgengið sker að öllum líkindum Háhryggsmyndunina þar sem það hefur sennilega sigið um 40 m. Slíkt gefur til kynna að það hafi verið virkt á síðustu ísöld. Neðar í berglagastaflanum eða neðan 800 m virðist fallið aukast upp í allt að 100 m. Auðvitað er ekki vitað hvort það viðbótarsig tilheyrir þessu misgengi eða öðru óskyldu fornu misgengi. Ef það fyrrnefnda er rétt er hægt að ímynda sér "sívirkan" vatnsleiðara, þar sem útfellingar í sprunguflötunum eru brotnar upp í tektónískum hreyfingum.

4.3 Innskot

Í öðrum holum á Nesjavallasvæðinu hefur verið sýnt fram á hvernig innskot stjórna vatnsleiðni í jarðhitageyminum, bæði innskot af basaltískum uppruna og ekki síður þau sem ísúr teljast. Á jarðlagasniði (mynd 4) og á einfölduðu jarðlagasniði (mynd 6) er sérstaklega merkt við þau jarðlög sem teljast innskot, svo og þau sem mögulega flokkast undir slíkt. Innskotum í holu NG-7 var skipt í þrjá flokka: ferskleg basalt-innskot, ummynduð basalt-innskot og ísúr innskot. Þessi skipting virðist samræmast vel innskotum sem hola NJ-12 sker. Í efstu 800 m berglagastaflans eru mjög fá innskot, en þaðan og niður á um 1100 m eru þau fersklegu innskotin algengust, en þau ummynduðu þar fyrir neðan. Mörg hinna fersklegu innskota eru mjög einsleit í svarfgreiningu og þunnsneiðagreiningu þar sem nokkuð ber á jafnkorna magnetíti í tveimur stærðum, og í þunnsneið sést það sem jafnkorna basalt með ólivíni í grunnmassa (yfirleitt ummyndað í leir). Ísúru innskotin sker holan á tveimur dýptarbilum; fínkorna andesít (basalt-andesít) finnst á 1126-1188 m dýpi og díórít-innskot á 1494-1538 m. Hlutfall innskota yfir hvert 50 m dýptarbil í holunni er sýnt á mynd 6. Neðan um 1670 m dýpis þar sem svarfheimtan er lítil sem engin og niður á 1800 m þangað sem mælingarnar ná, má greina líkleg innskot á grundvelli lággilda í vatnsinnihaldsmælingunni og hágilda í viðnámsmælingunni (mynd 4).

JHD-BM/BJ-8715 HF.6sv.HS
86.03.0208 T

NESJAVELLIR NJ-12 EINFALDAD JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 6 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar

4.4 Jarðlagamælingar

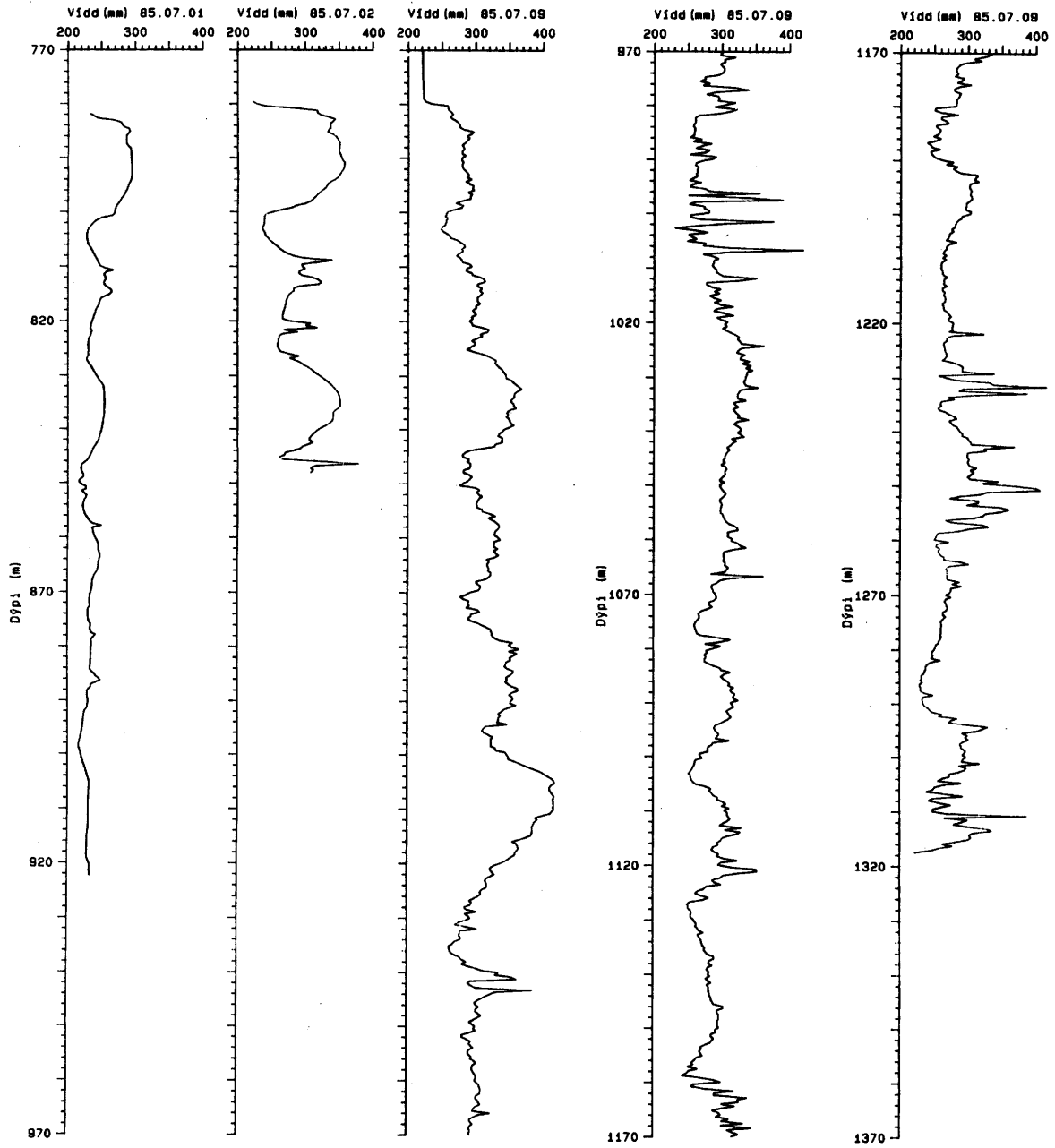
Skrá yfir þær mælingar sem gerðar voru í NJ-12 í og eftir borun er birt í töflu 2. Alls eru þetta 47 mælingar, lóðanir og sprengingar, þar af eru 22 hitamælingar. Hitamælingarnar hafa allar verið birtar í áfangaskýrslunum. Þrjár víddarmælingar frá 1985.07.01, 1985.07.02 og 1985.07.09 sem gerðar voru vegna erfiðleika í borun og birtust ekki í áfangaskýrslunum eru sýndar á mynd 7. 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 og æðar. Þá eru gamma-, vatnsinnihalds- og viðnámsmælingar síaðar á sama hátt og greint er frá í lokaskýrslu um holu NJ-11 (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1986a) og birtar ásamt einfölduðu jarðlagasniði, innskotatíðni, ummyndun og öðrum upplýsingum um hcluna á mynd 6. Jarðlagamælingar gengdu vel í NJ-12 ef frá eru taldir erfiðleikar við mælingar í 2. áfanga þegar mælur settust í 350 m dýpi, en þar er stór skápur. Til að komast með mælana framhjá þessum skáp þurfti að setja borstangir niður fyrir þetta dýpi og mæla þennan áfanga í tvennu lagi. Ekki var unnt að mæla niður fyrir æðina í 1800 m dýpi, því hitastig hækkaði mjög fyrir neðan hana. Úrvinnsla borholumælingagagna er með sama hætti og greint er frá í skýrslu um holu NJ-11 (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1986a). Gammamælingin í 2. áfanga er að öllum líkindum gölluð og sýnir hún mun lægri gildi en gammamælingar úr hinum hlutum holunnar. Líkur benda til að bilun hafi verið í gammamælitækinu í þessari mælingu. Víddarleiðrétt gildi gammamælingarinnar gefa tíðnidreifingu sem sýnd er á mynd 8a og er gammamælingunni úr 2. áfanga sleppt. Meðaltal þessara gilda er $(26,2 \pm 15,9)$ API GU yfir dýptarbilin 57,6-266,4 m og 782,0-1798 m. Gammamælingin sýnir mjög há gildi við súru berglögin í 1100-1200 m og 1500-1540 m dýpi (127 og 91 API GU).

Út frá nifteindamælingunni er reiknað vatnsinnihald þar sem holan er minna en 400 mm að þvermáli. Tíðnidreifing reiknaðra gilda í vatnsinnihaldi er sýnd á mynd 8b. Gildin eru frá 0-50% en meðaltalið er $(20,6 \pm 8,6)\%$ fyrir dýptarbilið 380,4-1799,2 m. Tíðnidreifingin sýnir eitt hágildi í 17,5-22,5%.

Við útreikning á eðlisviðnámi bergsins er notast við 16" viðnámsmælinguna og er hún leiðrétt að vídd holunnar, viðnámi borholuvökva (sem áætlað var 10 Ohmm við 23°C), að hitastigi 30°C (mynd 8c) og síðan að berghita (mynd 8d). Þar sem viðnámsgildin ná yfirleitt yfir stórt svið er tíðnidreifing viðnámsins birt í logaritmskum skala (mynd 8) en að meðaltali reiknast viðnám leiðrétt að 30°C $(55,6 \pm 72,4)$ Ohmm fyrir dýptarbilið 66,8-1800 m. Viðnám leiðrétt að berghita er hins vegar miklu lægra og er meðaltalið þar $(14,8 \pm 39,6)$ Ohmm fyrir dýptarbilið 81,2-1800 m.

JHD-BM-8715 HS
88.06.0532 T

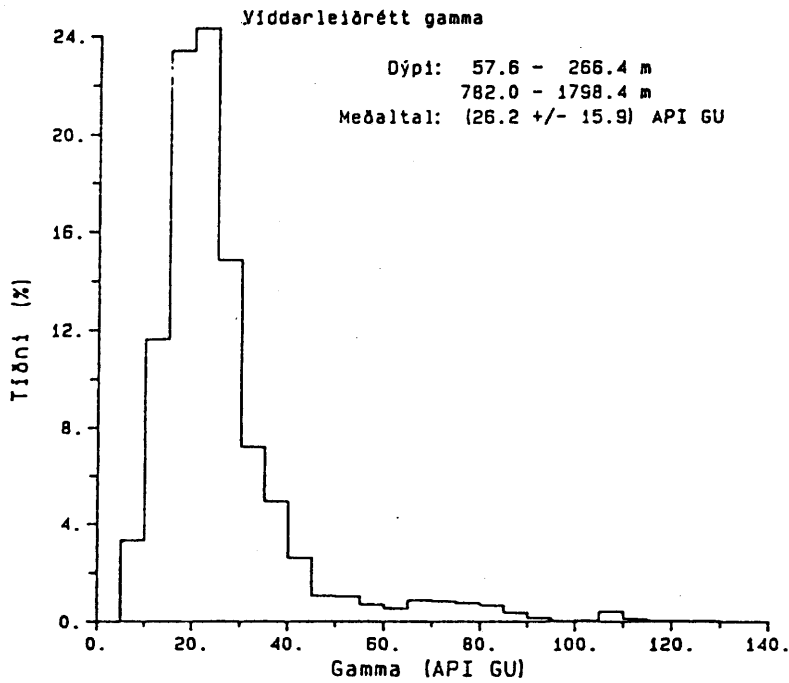
NESJAVELLIR HOLA NJ-12 VIÐDARMÆLINGAR Í BORUN



MYND 7 Viðdarmælingar

JHD-BM-9715 HS
85.03.0208/1 T

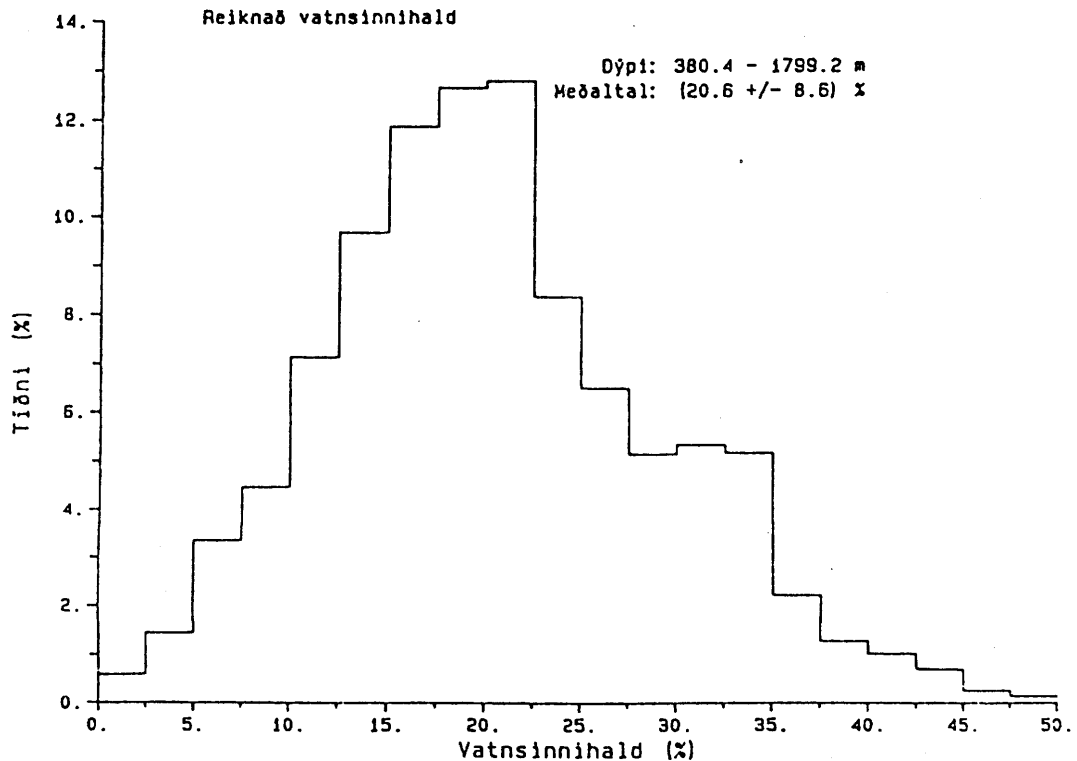
NESJAVELLIR HOLA NJ-12



MYND 8a Víddarleiðrétt gamma, tíðnidreifing

NESJAVELLIR HOLA NJ-12

JHD-BM-9715 HS
86.03.0208/2 T

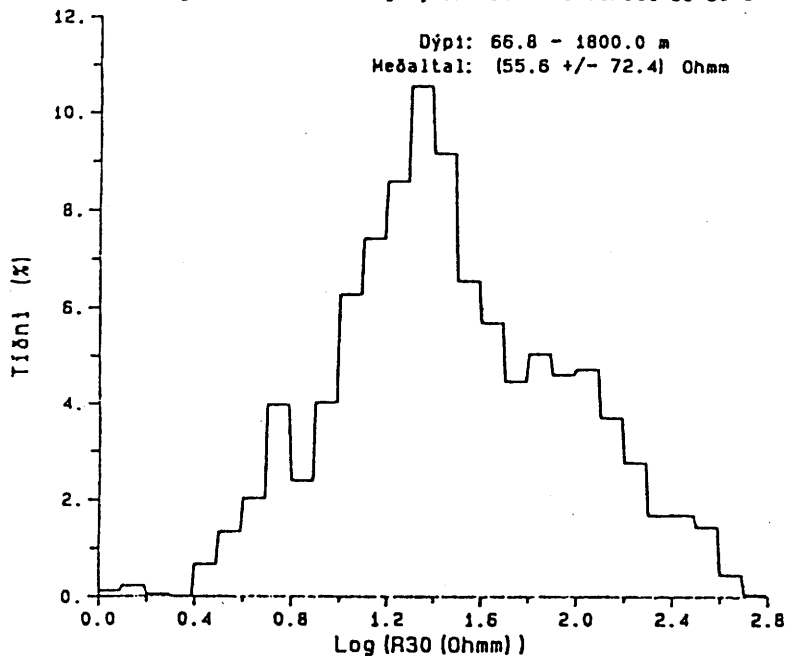


MYND 8b Reiknað vatnsinnihald, tíðnidreifing

JHD-8M-8715 HS
86.03.0208/3 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-12

Logaritmisk dreifing fyrir viðnám leiðrétt að 30 C

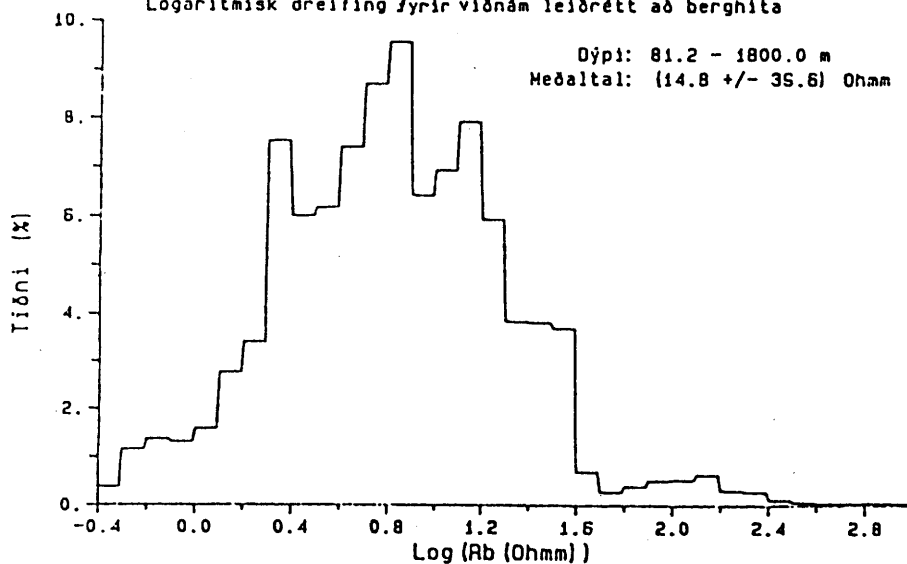


MYND 8c Tíðnidreifing viðnáms, leiðrétt að 30°C

JHD-8M-8715 HS
86.03.0208/4 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-12

Logaritmisk dreifing fyrir viðnám leiðrétt að berghita



MYND 8d Tíðnidreifing viðnáms, leiðrétt að berghita

TAFLA 2 Mælingar í holu NJ-12

Dags.	Tími (kl)	Dýptarbil (m)	Hvað mælt	Athugasemdir
1985.06.18	00:45-01:35	0-265	Hiti-dT-CCL	Mælt inni í stöngum
1985.06.18	05:00-06:00	0-271	Vídd	Skápar
1985.06.18	06:00-07:00	0-271	Viðnám	Jarðlög
1985.06.18	07:00-08:30	0-271	N-N+Gamma	-"
1985.06.18	08:45-09:00	0-271	Hiti-dT-CCL	Upphitun
1985.06.25	14:00-16:00	0-784	Hiti-dT-CCL	Mælt inni í stöngum
1985.06.26	00:00-01:00	0-350	Hiti-dT-CCL	Mælt eftir upptekt
1985.06.26	01:00-07:15	0-784	Vídd	Skápar
1985.06.26	02:00-05:30	0-789	Viðnám	Jarðlög
1985.06.26	07:45-09:00	0-789	N-N+Gamma	-"
1985.06.26	09:00-10:00	0-789	Hiti-dT-CCL	Upphitun
1985.06.28	02:00-03:00	0-750	Hiti-dT-CCL	-"
1985.06.28	03:00-06:00	0-751	CBL	Steypugæði
1985.06.30	14:00-15:00	0-810	Hiti-dT-CCL	Borstrengur fastur
1985.06.30		0-816	Lóðun	-"
1985.06.30		0-816	CCL-lóðun	-"
1985.06.30	16:40	811.0	Sprengt	-"
1985.06.30		0-812	Lóðun	-"
1985.06.30	19:15	817.9	Sprengt	-"
1985.06.30	23:30	813.0	Sprengt	Borstrengur losnaði
1985.07.01	05:00-06:00	0-924	Hiti-dT-CCL	Mælt eftir upptekt
1985.07.01	06:30-08:00	0-924	Vídd	-"
1985.07.02	21:30-22:00	0-848	Vídd	-"
1985.07.09	08:10-09:15	0-1327	Hiti-dT-CCL	Alagsstöng brotnaði
1985.07.09	09:30-11:10	0-1325	Vídd	Skápar
1985.07.12	21:19-01:30	0-1710	Hiti-dT-CCL	Mælt inni í stöngum
1985.07.14	13:10-14:10	0-1813	Hiti-dT-CCL	Mælt eftir upptekt
1985.07.14	14:15-16:00	0-1810	Vídd	Skápar
1985.07.14	16:00-20:00	0-1810	N-N+Gamma	Jarðlög
1985.07.14	20:00-21:30	0-1810	Viðnám	-"
1985.07.14	21:30-22:20	1750	Halli	
1985.07.14	22:30-23:10	1000	Halli	
1985.07.15-16	21:20-07:00	0-1790	Þrýstingur	Þrepaðaling
1985.07.16	07:20-09:00	0-1812	Hiti-dT-CCL	-"
1985.07.18	20:00-21:50	0-850	Hiti-dT-CCL	Vatnsborð 271 m
1985.07.18	21:50-22:45	0-1807	Amerada hiti	-"
1985.07.18	23:00-24:00	0-1807	Am.þrýstingur	-"
1985.07.22	16:10-17:15	0-730	Hiti-dT-CCL	Vatnsborð 254 m
1985.07.22	17:50-18:15	0-1807	Amerada hiti	-"
1985.08.01	21:15-21:45	0-720	Hiti-dT-CCL	Vatnsborð 235 m
1985.08.01	22:15-23:30	0-1807	Amerada hiti	-"
1985.08.02	00:10-01:15	0-1807	Am.þrýstingur	-"
1985.08.27	11:15-11:45	0-706	Hiti-dT-CCL	Vatnsborð 214 m
1985.08.27	13:29-14:47	0-1800	Amerada hiti	-"
1985.08.27	15:19-16:15	0-1800	Am.þrýstingur	-"
1985.09.17	14:30-15:00	0-420	Hiti-dT-CCL	Vatnsborð 168 m
1985.09.17	16:30-16:50	0-1807	Amerada hiti	-"

5 UMMYNDUN

Greiningaraðferðum á ummyndunarsteindum hefur verið lýst í mörgum skýrslum (t.d. Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985b). Í þessari umfjöllun verður gerð stutt grein fyrir dreifingu steindanna og bergummyndun, og hvernig ummyndun ber saman við holu NG-6. Skrá yfir þunnsneiðar sem gerðar voru úr holu NJ-12 er birt í töflu 3.

TAFLA 3 Skrá yfir þunnsneiðar í holu NJ-12

Númer	Dýpi	Númer	Dýpi
13819	76	13854	938
13820	120	13855	952
13821	144	13856	960
13821	170	13857	986
13823	194	13858	1016
13824	212	13559	1038
13825	246	13560	1044
13826	270	13561	1060
13827	286	13562	1110
13828	332	13564	1136
13829	352	13565	1164
13830	372	13566	1176
13831	410	13567	1196
13832	430	13568	1214
13833	460	13569	1248
13834	476	13570	1268
13835	500	13571	1278
13836	520	13572	1308
13837	534	13573	1324
13838	554	13574	1342
13839	572	13575	1348
13840	590	13576	1362
13841	632	13577	1394
13842	676	13578	1402
13843	704	13579	1418
13844	750	13580	1428
13845	766	13581	1444
13846	802	13582	1468
13847	825	13583	1502
13848	842	13584	1512
13849	858	13585	1528
13850	878	13586	1548
13851	894	13587	1576
13852	906	13588	1606
13853	930	13589	1612
		13590	1630

5.1 Dreifing ummyndunarsteinda

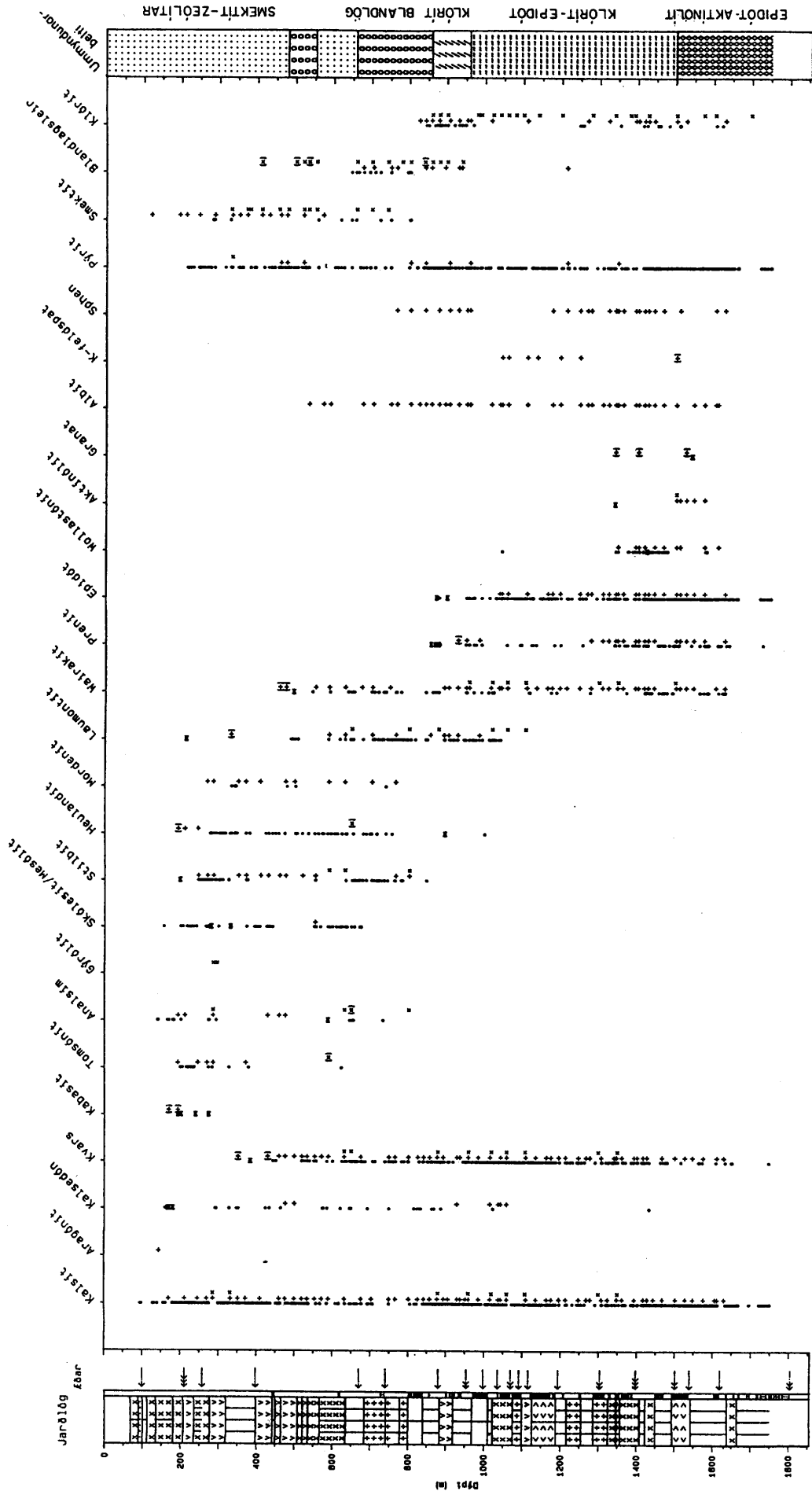
Á mynd 9 er sýnd dreifing ummyndunarsteinda og á hvaða hátt þær voru greindar. Einnig er þar sýnt einfaldað jarðlagasnið, innskot, vatnsæðar og ummyndunarbelti.

Hér verða aðeins reifuð fáein atriði sem varða ummyndunina og frekari skýringar við mynd 9.

1. Blandlagabeltið er tvískipt; það efra er frá um 480 m í um 550 m en það neðra frá um 660 m niður að klórít-beltinu í um 860 m dýpi. Í því efra reyndust leirgreiningarnar ekki gefa afgerandi blandlag, en með hliðsjón af tilvist kvars og wairakíts, fæð zeólíta, og síðast en ekki síst upphafi ummyndunar plagíóklasa í leir og albít, þá er nær öruggt að hiti á þessu dýptarbili hefur farið upp í 200°C. Á milli blandlagsbeltanna koma á ný fram zeólítar. Epidót finnst fyrst á um 960 m dýpi en efri mörk þeirrar steindar marka efri skil klórít-epidót beltisins (u.þ.b. 230-250°C).
2. Kvars finnst fyrst á um 350 m dýpi sem bendir til að hiti þar hafi komist í einar 180°C.
3. Eins og sést á myndinni þá eru mörk leirsteindabeltanna miðuð við röntgengreiningar, þrátt fyrir að þunnsneiðar og svarfgræining gefi til kynna einhverja hliðrun á skilunum. Þetta er gert til að samræmi sé á milli hola á Nesjavallasvæðinu.
4. Í þunnsneiðum er sá leir, sem í röntgengreiningum er klórít oft sérkennilegur að því leyti að hann sýnir mun sterkari "pleókróisma" og "hærri" liti en vanalega sést í klóríti annars staðar á svæðinu.
5. Aðeins greindist amphiból í einu röntgensýni, en við díórít innskotinu er amphiból algeng steind, bæði sem ein sér í grunnmassa díórítsins og sem "reaction rim" á pýroxeninum. Ekki er ljóst hvort þetta amphiból er myndað við jarðhitavirkni, eða á þeim tíma sem díórítið var að storkna og kristallast og hefur það þá vatnast að því marki að amphiból myndaðist.
6. Wollastónít finnst aðallega á dýptarbilinu um 1350 m niður í um 1500 m, eða á líku dýpi og tvær álitlegar vatnsæðar koma inn í holuna.
7. Granat greindist hvergi með vissu, en vísbendingar eru um tilveru þess neðan 1350 m dýpis.

JHD-BJ-87/15 HF
 86.05.0494 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-12. DREIFING UMMYNDUNARSTEINDA



MYND 9 Dreifing ummyndunarsteinda

5.2 Bergummyndun

Á mynd 10 hefur verið lagt gróft mat á hve ummyndun glers, ólivíns og plagíóklasa er breytileg með dýpi. Þessi aðferð hefur verið notuð í rannsóknum á nokkrum öðrum holum á Nesjavallasvæðinu, og hefur komið í ljós að unnt er að merkja tilveru vatnsæða á þeirri breytilegu ummyndun. Á myndinni má merkja greinilega aukningu í ummyndun á gleri á 200-270 m, gleri og ólivíni á um 330 m dýpi, plagíóklasa á 510-540 m, og plagíóklasa á um 890 m og 960 m. Á myndina er merkt sérstaklega við þá staði þar sem ummyndun bendir til vatnsæða og engar vísbendingar voru um á grundvelli annarra gagna.

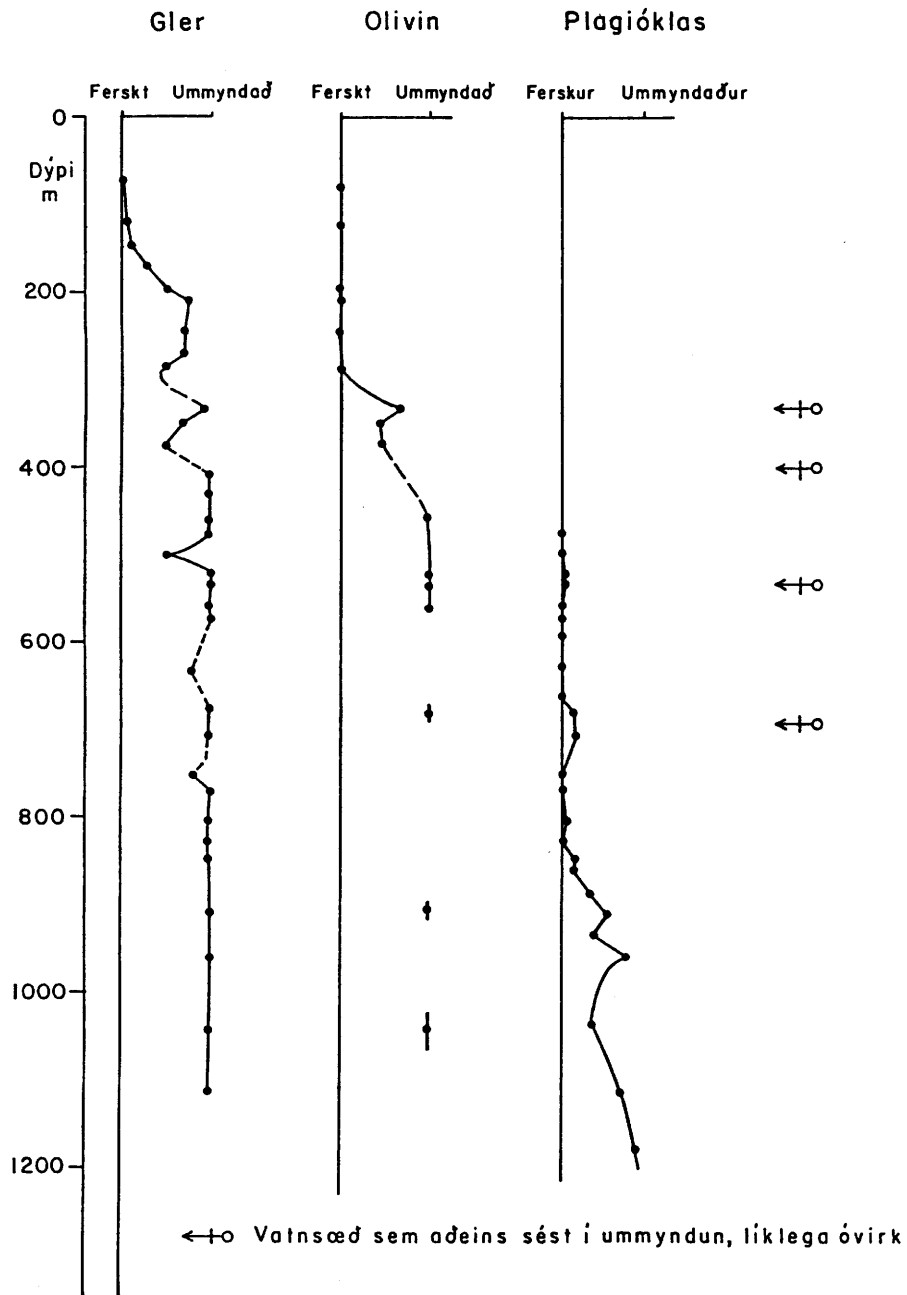
5.3 Samanburður við aðrar holur

Á mynd 11 eru á einfaldaðan hátt borin saman ummyndunarmynstur NJ-12 og NG-6. Svo virðist sem ummyndun sé að mörgu leyti sambærileg, eins og til dæmis sést á því hvar kvars, klórít, prenit og epidót sjást fyrst. Blandlagabeltið nær þó eitthvað ofar í NJ-12, og efri og neðri mörk stilbíts eitthvað neðar. Wollastónít finnst um 400 m neðar í NJ-12 en NG-6. Almennt gildir að ummyndun í holu NJ-12 er mjög svipuð að allri gerð og í þeim holum sem boraðar hafa verið austan Kýrdals-hryggjar, og augljóst nokkuð að sú ummyndun hefur orðið til í sömu jarðhitavirkni. Því er það einkar athyglivert að mjög ákveðið misræmi er á milli ummyndunar og núverandi berghita. Austan Kýrdalshryggjar er ummyndun tæplega í takt við þann mikla hita sem mælist í holunum. Í Kýrdal, í holu NJ-12, er því hins vegar öfugt farið, og mældur hiti í efstu 800 m holunnar er miklu lægri en sá hiti sem ummyndun gefur.

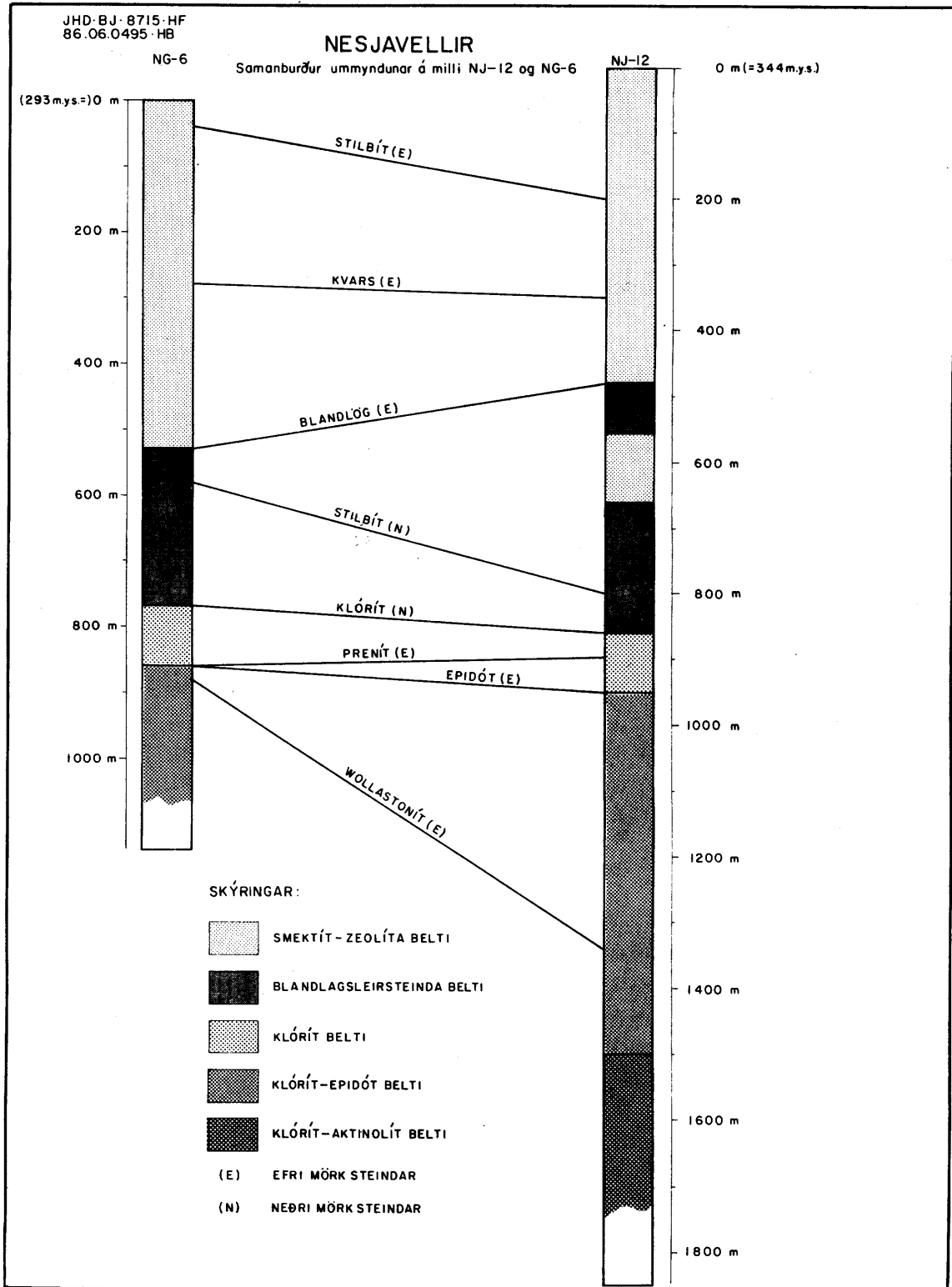
Sannanlegt samband er á milli ummyndunar (útfellingar, bergummyndun) og vatnsæða í öðrum holum sem rannsakaðar hafa verið á Nesjavöllum, einkum í efstu 1000 m. Í borun og í hitamælingum í NJ-12 varð ekki vart vatnsæða á sumum þeirra staða sem greinileg aukning verður í ummyndun. Má þar nefna að engin ummerki fundust um virkar æðar í efra blandlagabeltinu né heldur um vatnsæðar á um 400 m eða á um 700 m.

JHD-BJ-8715.HF
86.05. 0496. SyJ.

NESJAVELLIR HOLA NJ-12 Bergummyndun ofan 1200 m dýpis



MYND 10 Bergummyndun ofan 1200 m dýpis



MYND 11 Samanburður ummyndunar í NG-6 og NJ-12

6 EDLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS

6.1 Vatnsæðar

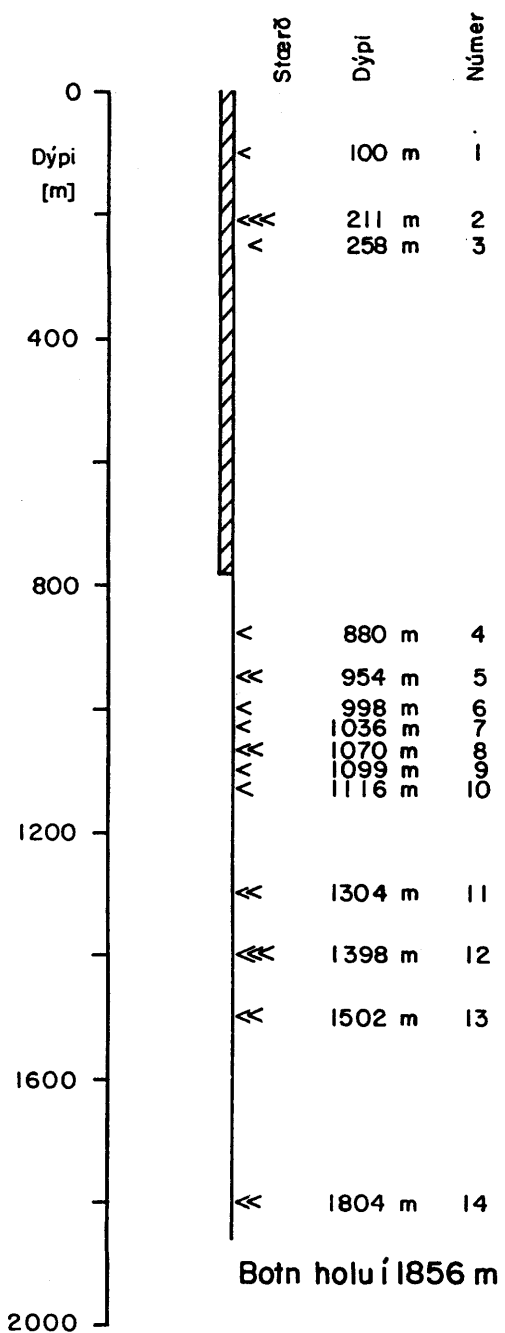
Í holu NJ-12 fundust alls fjórtán vatnsæðar og eru ellefu þeirra í vinnsluhluta holunnar. Á mynd 12 er sýnd staðsetning æðanna og afstæð stærð þeirra samkvæmt borholugögnum. Í borun fyrir öryggisfóðringu fundust þrjár vatnsæðar og varð 26 l/s skoltap við æð á 211 m dýpi. Neðan 260 m var holan nánast pottþétt allt niður í vinnsluhlutann. Þar er komið niður í jarðhitakerfið og sker holan margar vel opnar æðar. Hinar helstu þeirra eru á 954, 1070, 1398, 1502 og 1804 m dýpi. Samkvæmt þrýstimælingum í upphitun eftir borun virðist æðin á 1398 m dýpi vera einna öflugust. Jarðfræðilega koma vatnsæðar inn í holuna á svipaðan hátt og í öðrum holum þ.e. lagskil upphleðslumyndana leiða best ofan 900 m en neðan þess dýpis virðist vatnsleiðnin helst tengjast innskotavirkni. Óvirkar vatnsæðar sem fundust í ummyndun (300-700 m) og sýndar eru á mynd 10 bera vott um forna lekt eftir lagskilum, þegar jarðhitavirkni náði nær yfirborði í Kýrdal. Hér á eftir fer lýsing á helstu einkennum vatnsæða holu NJ-12.

1. 100 m. Lítils háttar skoltap mældist í borun á u.þ.b. þessu dýpi. Hér eru skil milli tveggja móbergsmyndana.
2. 211 m. Hér varð 26 l/s skoltap í borun og varð að steypa í æðina. Æðin er nærri mótum tveggja móbergsmyndana.
3. 258 m. Lítils háttar skoltap varð við æðina, en hún kemur einnig fram í hitamælingum. Hún er við lagskil í móbergi.
4. 880 m. Smáæð sem sést í hitamælingum eftir að hætt var að dæla í holuna í lok borunar. Æðin er við lagskil í móbergsmýndun. Þetta er efsta vinnsluæð NJ-12 og jafnframt fyrsta æðin sem tengist jarðhitakerfinu. Hitastig hennar er áætlað um 210°C
5. 954 m. Æðin er við neðri jaðar á basaltinnskoti. Hún sást í hitamælingu í lok borunar, en einnig kom fram í borun um 7 l/s skoltap við æðina.
6. 998 m. Smáæð sem sást í hitamælingum eftir að hætt var að kæla holuna í lok borunar. Hún er við efri jaðar á basaltinnskoti.
7. 1036 m. Hér er þunnt basaltinnskot. Æðin sem virðist vera fremur smá sást í hitamælingum eftir að hætt var að kæla holuna í lok borunar.

JHD-BM-8715-BS
86.05.0459-0D

NESJAVELLIR HOLA NJ-12

Staðsetning vatnsæða



MYND 12 Staðsetning vatnsæða

8. 1070 m. Æðin er við neðri brún basaltinnskots. Líkt og æðarnar hér að ofan sást hún í fyrstu hitamælingum eftir að hætt var að kæla holuna. Hitamælingarnar benda ennfremur til þess að hún sé nokkru öflugri en smáæðarnar hér að framan. Áætlað hitastig er um 250°C.
9. 1100m. Smáæð sem sást í hitamælingum eftir að kælingu var hætt. Hún er við basaltinnskot.
10. 1116 m. Enn ein smáæðin sem kom fram í hitamælingum eftir að kælingu var hætt. Æðin er við efri jaðar ísúrta innskota sem ná niður í u.þ.b. 1200 m dýpi. E.t.v. er önnur smáæð í þessu innskoti á 1194 m dýpi en gögnin segja ekki afgerandi til um hvort þar sé í raun vatnsæð.
11. 1304 m. Skoltap jókst á þessu dýpi. Æðin sést í hitamælingum. Hún er milli basaltinnskota í túffi.
12. 1398 m. Rétt eftir að borað hafði verið í gegnum þessa æð brotnaði borstrengurinn. Við skolun jókst skoltap upp í um 40 l/s. Í upphitun eftir borun virtist æðin stjórna þrýstingi í holunni og er hún því talin vera öflugasta vinnsluæð holu NJ-12. Vegna mikils skoltaps er ekki á hreinu hvernig jarðlögum er háttað við æðina. Hitastig hennar er áætlað um 280°C.
13. 1502 m. Æðin sást greinilega í hitamælingum þegar dælt var í holuna. Hún er við efri jaðar díórít-innskots. Innskotið nær niður á 1540 m og virtist skoltap aukast þegar borað var niður úr innskotinu. Samkvæmt hitamælingum er hins vegar engin æð sjáanleg við neðri brún innskotsins.
14. 1804 m. Samkvæmt hitamælingum er gjöfufull æð á þessu dýpi. Vegna mikils skoltaps var erfitt að greina í borsvarfi nákvæmlega hvernig jarðlög eru við æðina en samkvæmt nifteindamælingu er hún trúlega við jaðar basaltinnskots. Þetta er dýpsta vinnsluæð NJ-12 og er hitastig hennar um 300°C.

6.2 Vatnsleiðni

Við borun vinnsluhluta holu NJ-12 er áætlað að um 28210 m³ af skoltvatni hafi tapast út í jarðhitakerfið. Skoltöp urðu fyrst að einhverju ráði neðan 1300 m dýpis. Þetta magn af kælivatni nægir til að kæla svæði sem nær um 4,9 m út frá holunni. Hafi hins vegar kælivatnið tapast á þröngum bilum umhverfis æðar holunnar getur kælingin þar náð allt að 9,8 m út frá holunni. Í dæluprófuninni getur þessi kæling haft áhrif fyrstu 1 til 4 mínúturnar í hverju þrepi.

Holan var þrepaðeld dagana 15. til 16. júlí 1985 og er gangi dælu-
prófunarinnar lýst í viðauka 4 (mynd 13, tafla 4). Í dæluþrófuninni
var þrýstiskynjarinn hafður á 1790 m dýpi um 10 m fyrir ofan neðstu æð
holunnar, en mestu skoltöp voru á bilinu 1400-1800 m.

Eins og sést á mynd 13 er upphitun hvað hröðust í 1050 til 1100 m,
vegna rennslis úr æð í 1070 m við enga dælingu. Þetta veldur hitnun í
holunni og truflar fyrsta þrepið í dæluþrófuninni sem er þrýstifall
við enga dælingu. Þegar dæling hefst byrjar hún að reka á undan sér
hitapúlsinn úr 1070 m niður holuna. Fyrstu tvö dæluþrepin eru veru-
lega trufluð vegna þessa. Seinni tvö dæluþrepin vara of stutt til að
hægt sé að túlka þau myndrænt, en mynd 14 sýnir hvernig reiknaður
ferill fyrir óendanlegt kerfi hefur verið felldur að mæligildum úr
fjórða þrepi (39,88 l/s). Ferillinn gefur vatnsleiðnina
 $kh/\mu = 3,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$. Sambærilegir reikningar fyrir hin þrepin
gefa vatnsleiðni á bilinu $(5-9) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$. Þessi gildi eru ekki
talin áreiðanleg þar sem þessi þrep eru trufluð af hitaáhrifum sem
valda ofmati á vatnsleiðninni.

Ádælingarstuðull (II) holunnar var metinn út frá mestu þrýstings-
breytingum milli dæluþrepa. Ádælingarstuðullinn fékkst þannig á
bilinu 3,0 til 4,1 (l/s)/bar. Ádælingarstuðullinn er síðan notaður
til að áætla vatnsleiðnina (Ómar Sigurðsson o.fl. 1983). Stuðullinn
gefur vatnsleiðni á bilinu $(2-3,5) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$.

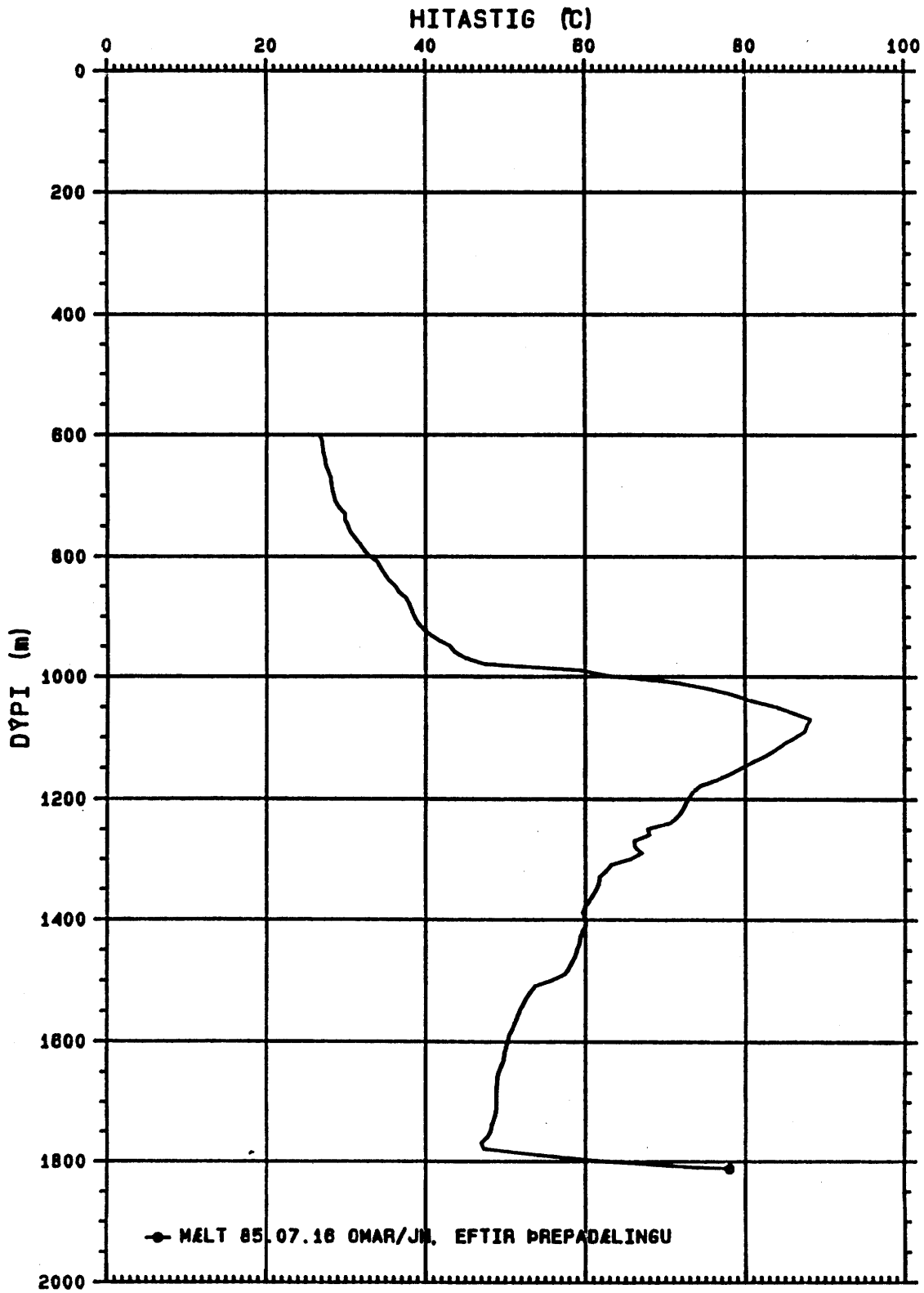
Að lokum hefur logaríthmínn af heildarrennsli holunnar verið teiknaður
á móti varmainnihaldi þess (mynd 15). Svonefnd kennilína hefur verið
færð inn og hún framlengd til varmainnihaldsins 2700 kJ/kg (Valgarður
Stefánsson o.fl. 1982). Þar er samsvarandi heildarrennsli lesið af
myndinni sem 11,2 kg/s. Samkvæmt reynslusamböndum samsvarar þetta
rennsli að vatnsleiðni holunnar sé um $5,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$.

Nokkur dreifing er á þeim vatnsleiðnigildum sem fást með mismunandi
aðferðum. Hæstu gildin fást þegar mælingarnar eru truflaðar af hita-
áhrifum. Lægstu gildin fást vegna þess að þrepin vara of stutt til að
holuáhrifin séu hætt að verka á mæligildin. Fyrir holu NJ-12 er
vatnsleiðnin á bilinu $(3-6) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$ með líklegasta gildið:

$$kh/\mu = 3,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$$

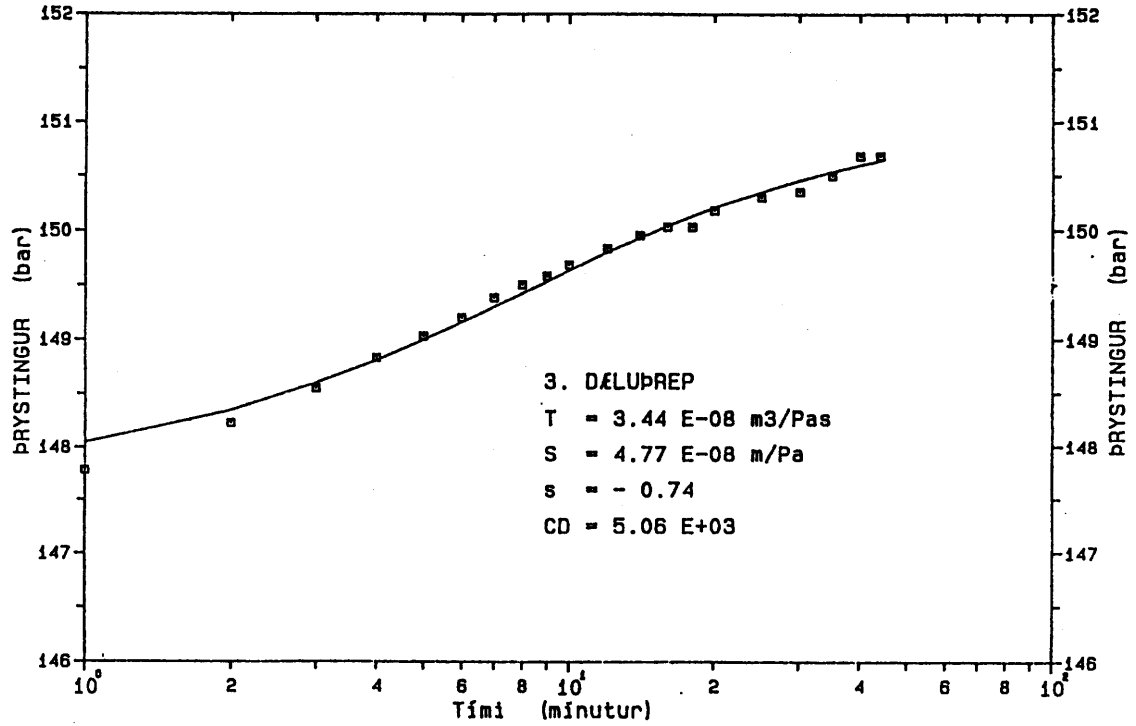
JHD-BM-8715.0S
86.05.0396.T

NESJAVELLIR HOLA NJ-12 HITAMÆLING

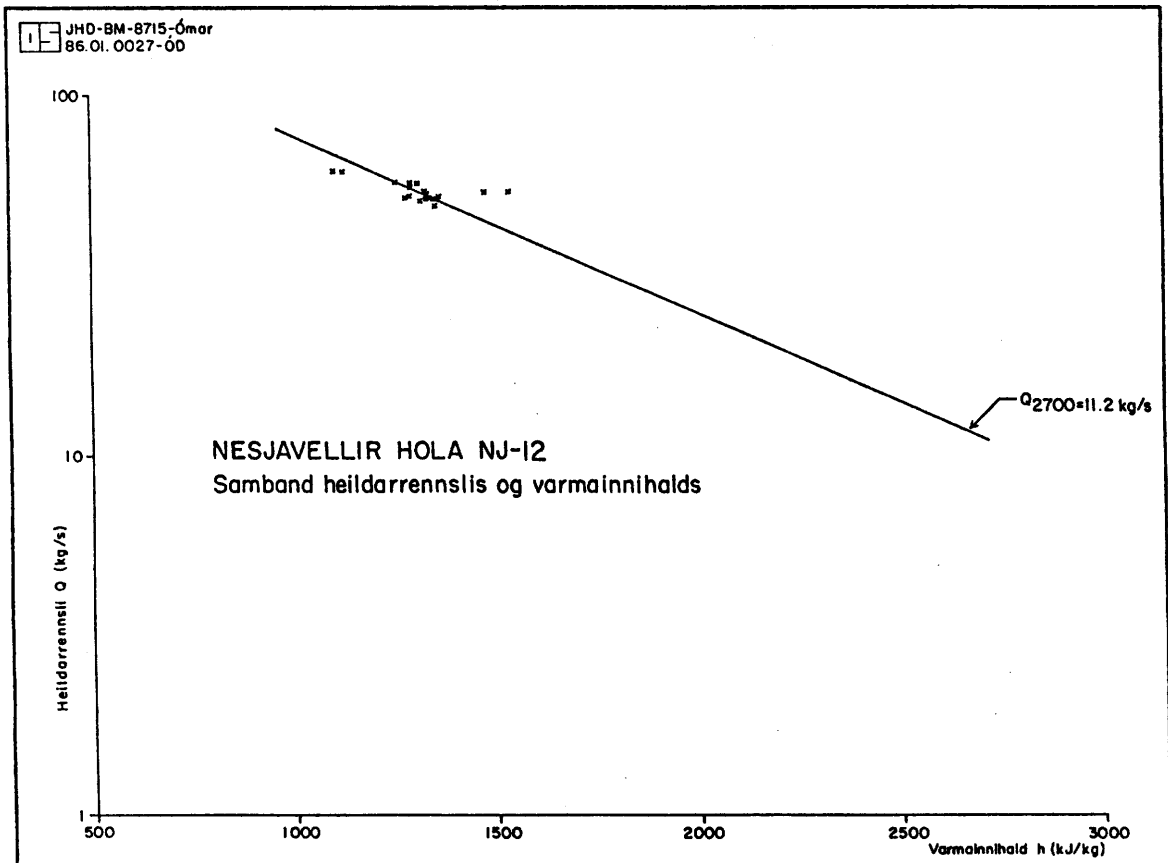


MYND 13 Hitamæling eftir þrepaðælingu

NESJAVELLIR HOLA NJ-12 ÞREPADÆLING



MYND 14 Þrepaðaling. Mæli- og reikniferill



MYND 15 Samband heildarrensli og varmainnhalds

6.3 Þrýstingur á vatnsæðum

Takmarkaðar upplýsingar hafa fengist um þrýsting á vatnsæðum holu NJ-12. Í borun var tekin vatnsborðsmæling eftir að borað hafði verið í æð á 211 m dýpi. Vatnsborð náði jafnvægi á um 82 m dýpi og þrýstingur æðarinnar því um 13 kg/cm^2 . Næst var reynt að mæla vatnsborð æðar á 1304 m dýpi, en þegar sýnt var að vatnsborð félli niður fyrir 200 m var mælingunni hætt. Þegar borun lauk sýndu mælingar hins vegar að vatnsborð féll niður fyrir 300 m dýpi þegar dælingu var hætt í holuna. Eftir borun var það vatnsæð á 1398 m dýpi sem stjórnaði þrýstingi í holunni. Samkvæmt vatnsborði neðan 300 m dýpis í kaldri holu er þrýstingur æðarinnar undir 110 kg/cm^2 . Þrýstimælingar á 1400 m dýpi í upphitun eftir borun gáfu $108,7 \text{ kg/cm}^2$ og breyttist þrýstingurinn á þessu dýpi ekki þegar holan hitnaði upp.

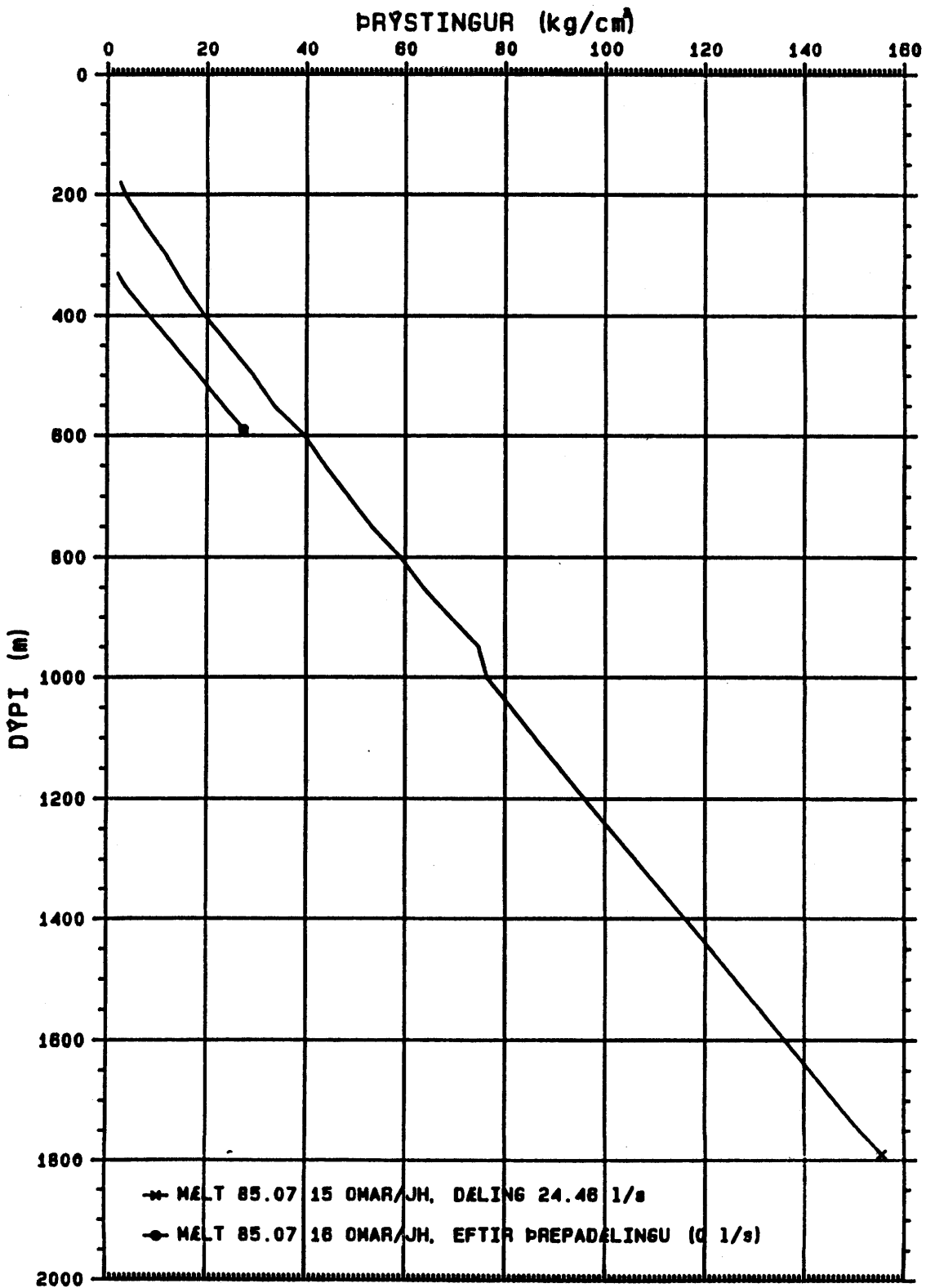
Til að meta þrýsting á öðrum vatnsæðum holunnar hefur út frá þrýstingi æðanna á 211 og 1398 m dýpi verið reiknaður þrýstiferill vatnssúlu sem fylgir áætluðum berghita við holu NJ-12. Ferillinn er sýndur á mynd 16, en reiknuðu þrýstigildin eru birt í töflu 4. Mynd 16 sýnir að ekki er hægt að tengja æðarnar í 211 og 1398 m með vatnssúlu og hefur kalda grunnvatnskerfið í efri hluta holunnar mun hærri þrýsting (um 9 kg/cm^2) en jarðhitakerfið neðan eins kílómetra dýpis.

6.4 Berghiti

Við mat á berghita við hclu NJ-12 hefur verið stuðst við hitamælingar í holunni í upphitun eftir borun og greiningar á ummyndunarsteindum í borsvarfi. Á mynd 17 eru þessar upplýsingar sýndar ásamt þeim berg-hitaferli sem líklegastur er talinn að gildi fyrir holuna. Tölugildi fyrir berghitann eru birt í töflu 4. Ofan 700 m dýpis sýndu hitamælingar mjög hæga upphitun og virtist hiti vera kominn í jafnvægi mánuði eftir að borun lauk. Mældur hiti á 200 m dýpi er um 8°C en hækkar síðan með dýpi og er um 100°C á 700 metrum. Ummyndun bendir hins vegar til mun hærri hita á þessu dýptarbili, og er greinilegt að ummyndunin lýsir ekki núverandi hitaástandi í efstu 700 metrum holunnar. Raunar koma fram lághitazeólítar allra efst í holunni en strax á 450 m dýpi er komið í kvars sem þarf 180°C til að myndast. Í 650 m dýpi er blandlagaleir orðinn ráðandi og ummyndunarhiti því yfir 200°C . Dýpra í kerfinu dregur úr misræminu milli ummyndunar- og berg-hita. Í upphitun eftir borun var streymi úr efri vinnsluæðum allt niður í botnæðina á 1804 m. Streymið kældi holuna og mæld gildi því talin vel undir berghita. Hiti á 1000 m dýpi er áætlaður er um 240°C og er þar epidót ráðandi ummyndunarsteind. Áætlaður berghiti vex áfram með dýpi, og er botnhiti NJ-12 áætlaður um 300°C . Hæst mældist hins vegar 285°C í botni í upphitun eftir borun. Ósamræmið milli ummyndunar og hita í efri hluta holunnar bendir ótvírætt til þess, að mun grynna hafi verið á jarðhitakerfið þegar ummyndunin varð til heldur en er í dag.

JHD-BM-8715.0S.
86.05.0395. T

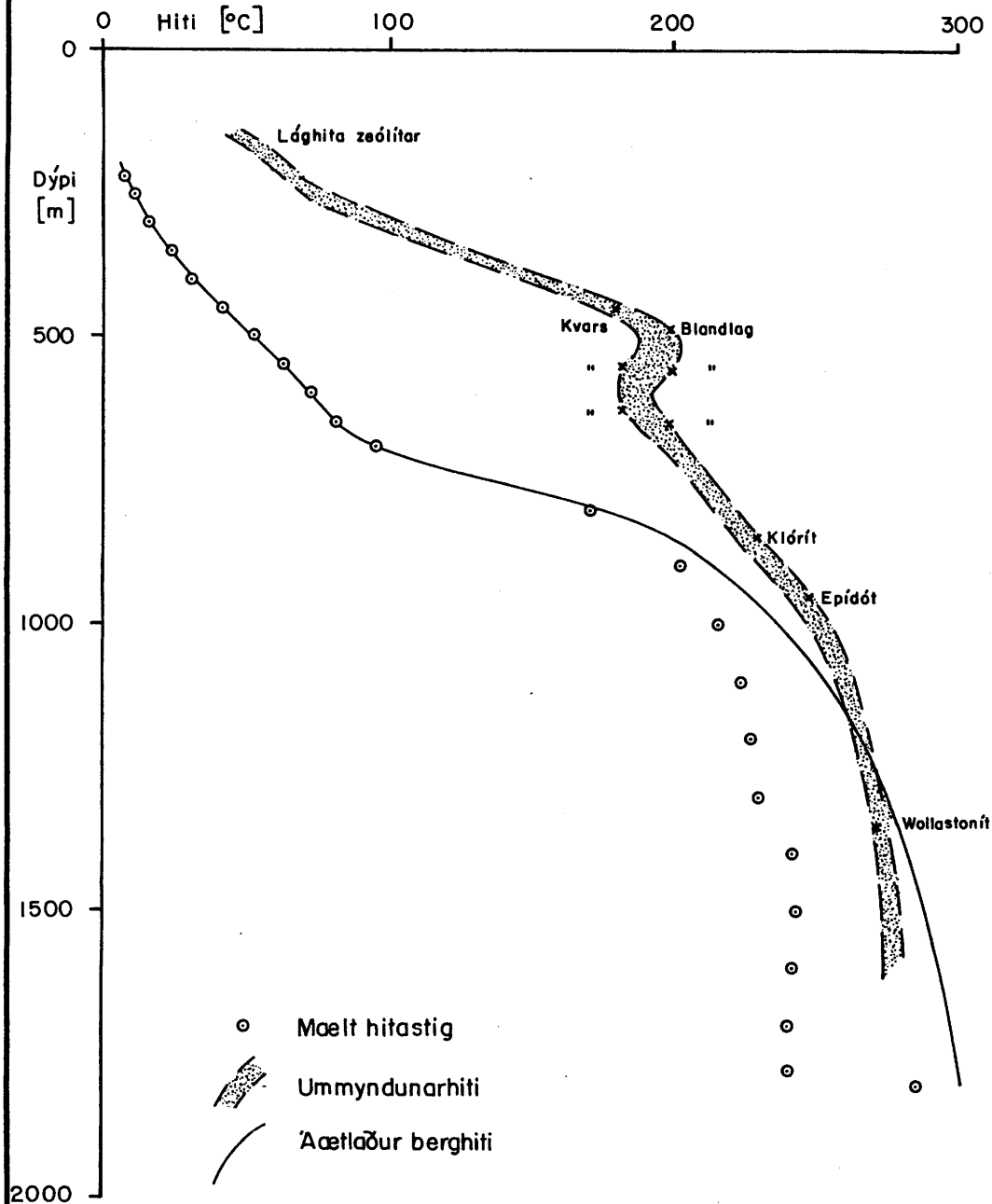
NESJAVELLIR HOLA NJ-12 ÞRYSTINGSMÆLINGAR



MYND 16 Þrýstingur á vatnsæðum

JHD-EM-8715-BS/HF
86.06.0503-0D

NESJAVELLIR HOLA NJ-12 Áætlaður berghiti



MYND 17 Áætlaður berghiti

TAFLA 4 Nesjavellir hola NJ-12. Áætlaður berghiti og þrýstingur

Dýpi (m)	Berghiti (°C)	Þrýstingur á vatnsæðum (kg/cm ²)
100	-	1,5
200	8	11,5
300	18	21,5
400	33	31,5
500	55	41,4
600	76	51,2
700	100	51,2
800	175	60,5
900	212	69,2
1000	238	77,5
1100	252	85,6
1200	264	93,5
1300	274	101,2
1400	281	108,7
1500	287	116,1
1600	292	123,5
1700	296	130,7
1800	300	137,9

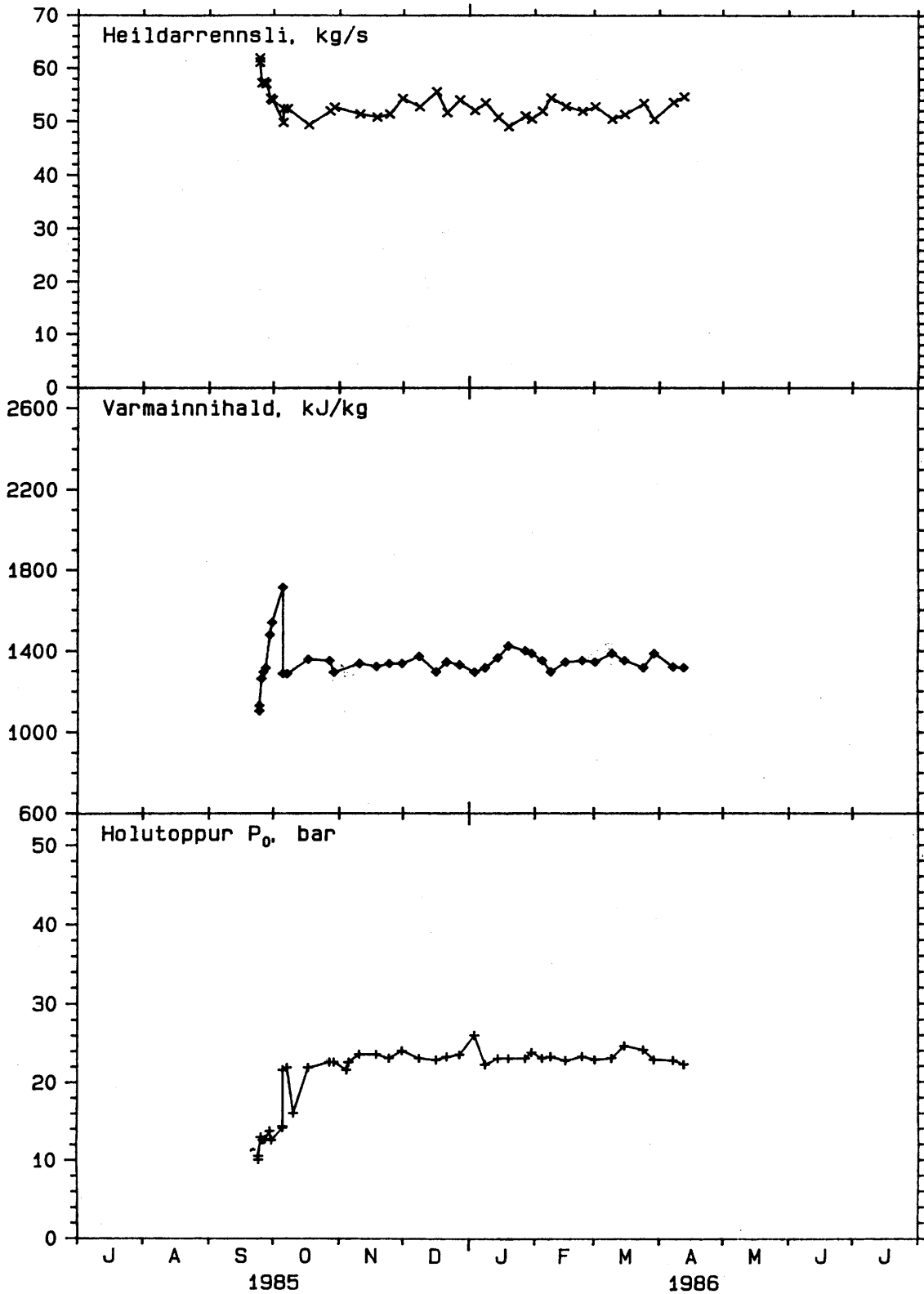
7 AFL

Holu NJ-12 var hleypt í blástur 23. september 1985. Nota þurfti bullu til að draga holuna í gos, en hiti var undir 100°C niður á 700 m dýpi. NJ-12 hefur blásið samfelld frá upphleypingu og hefur verið fylgst reglulega með henni, hún aflmæld og tekin efnasýni. Niðurstöður aflmælinga á NJ-12 fram til 1. apríl eru birtar í töflu 5, en á mynd 18 er sýnt hvernig helstu aflstærðir hafa breyst á þessu tímabili. Í byrjun blásturs var toppþrýstingur 10-14 bar og fór vaxandi með tíma. Flæði úr holunni var mjög mikið og erfitt að ná marktækum aflmælingum vegna þess að vatn gusaðist upp úr hljóðdeyfi. Vatnsmagn var því vanmetið í mælingunum og reiknast varmáinnihald því óeðlilega hátt fyrstu blástursdagana. Til að stöðva vatnsausturinn upp úr hljóðdeyfinum var sett 4 tommu blenda við leggloka. Toppþrýstingur hækkaði yfir 20 bar og rennsli minnkaði nægilega til að stöðva vatnsausturinn. Fyrst eftir breytinguna reiknaðist varmáinnihald tæplega 1300 kJ/kg, en hefur síðan hækkað í 1350-1400 kJ/kg. Toppþrýstingur hefur verið um 22 bar, en heildarrennsli um 52 kg/s.

Hola NJ-12 hefur svipað varmáinnihald og holur NG-7, NG-10 og NJ-14. Hún hefur áþekkan aflferil og þessar holur (mynd 19). Við blendusetninguna var holunni lokað í u.þ.b. hálf klukkustund og mældist lokunarþrýstingur 30 bar. Annar mældur punktur á aflferlinum er við 22 bar, en við þann þrýsting gefur NJ-12 um 52 kg/s. Þetta samsvarar um 70 MW í hrávarma og rúmlega 16 kg/s af háþrýstigufu (7 bar a). Sé hola rekin við lægri toppþrýsting eykst aflið. Fyrstu aflmælingar á NJ-12 voru gerðar við toppþrýstinginn 10-14 bar. Eins og kom fram hér að ofan gáfu þær mælingar óeðlilega hátt varmáinnihald vegna þess að vatn tapaðist upp úr hljóðdeyfinum. Ef mælingarnar eru endurreiknaðar fyrir varmáinnihald um 1300 kJ/kg fæst heildarrennsli um 68 kg/s við toppþrýsting 13 bar. Við þennan þrýsting gæti afl NJ-12 því verið allt að 88 MW í hrávarma.

JHD-BM-8715.BS.
86.05.0484. T/SyJ.

NESJAVELLIR HOLA NJ-12
Afslaga frá upphafi blásturs fram í apríl '86

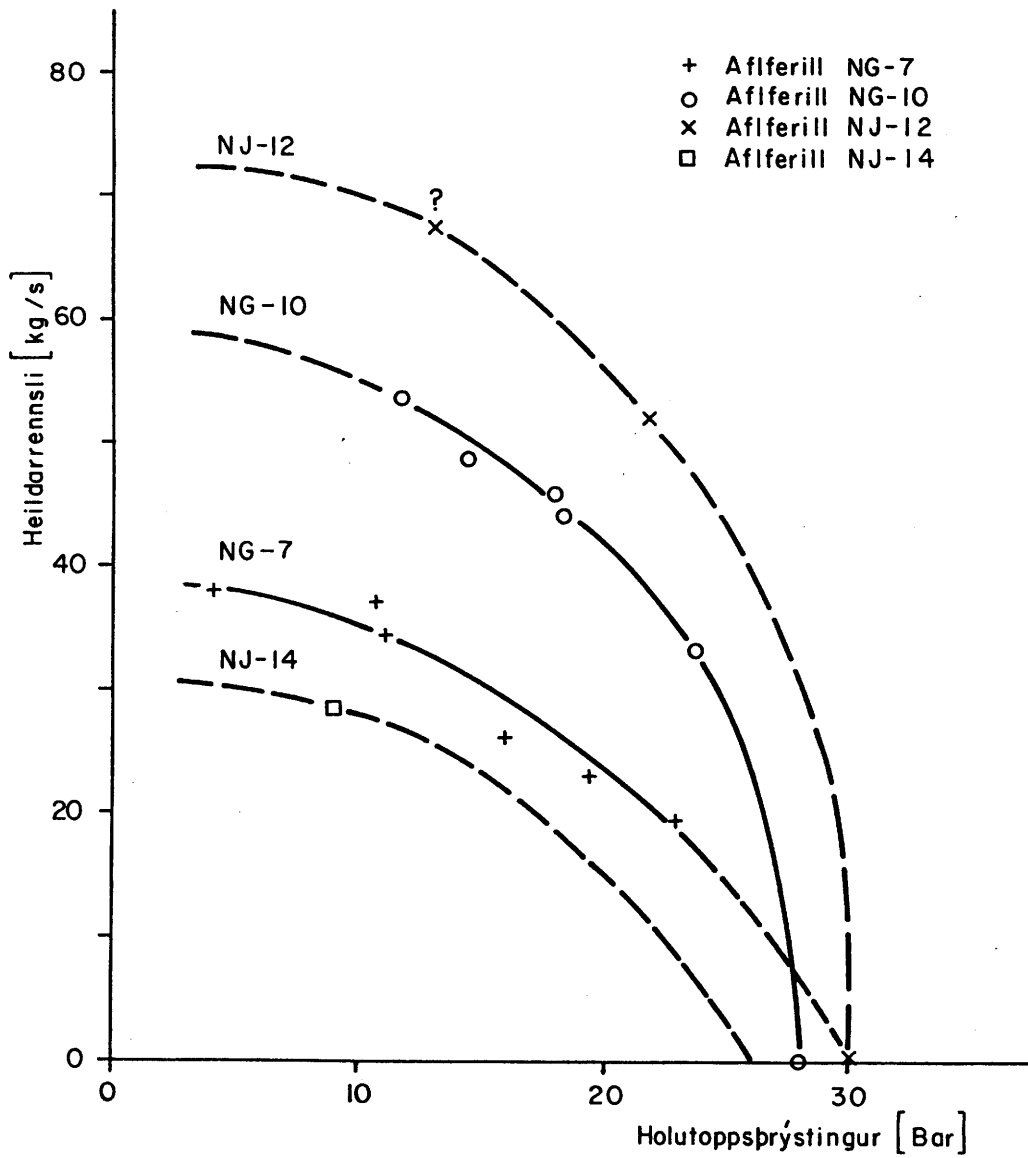


MYND 18 Afslaga NJ-12

JHD-BM-8715 BS
86.04.0374 AA

NESJAVELLIR

Aflferlar hola með varmáinnihald ~ 1300 KJ/KG



MYND 19 Aflferlar borhola með varmáinnihald um 1300 kJ/kg

8 EFNASAMSETNING BORHOLUVÖKVA

Tilgangur með rannsókn borholuvökvans er einkum að skilgreina efnasamsetningu og gasinnihald hans, meta hitastig þess vökva sem inn í holurnar streymir, kanna hugsanlegar útfellingar og þar með vinnslueiginleika vökvans, 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-12.

8.1 Efnasamsetning heildarrennslis

Tafla 6 sýnir efnasamsetningu heildarrennslis í holu NJ-12. Holan var dregin í gos 23. september 1985. Fyrstu þrem sýnunum var safnað meðan holan var enn að hreinsa sig eftir borunina. Það sést á styrk köfnunarefnis og súlfats. Þegar síðari sýnunum var safnað hefur holan verið komin nokkurn veginn í jafnvægi. Efnasamsetning heildarrennslis í þessari holu er mjög svipuð og í öðrum holum með svipað varmainnihald (NG-7 og NG-10). Hóla NG-7 er þó að því leyti frábrugðin, að styrkur þéttanlegra gastegunda, CO_2 og H_2S er meiri. Holu NJ-12 svipar því mest til NG-10. Á árinu 1985 var sýnum safnað úr öllum holum á Nesjavallasvæðinu til ísótópamælinga. Greina átti ísótópa súrefnis og vetnis. Mælingum á súrefnisísótópum er lokið, en gögn fyrir vetnisísótópa liggja enn ekki fyrir. Hlutfall súrefnisísótópanna í holu NJ-12 á Nesjavöllum er mun lægra en í öðrum holum á svæðinu. Að því leyti sker hola NJ-12 sig frá öllum öðrum holum. Ekki er hægt að skýra þetta með neinni vissu fyrr en niðurstöður mælinga á vetnisísótópum liggja fyrir. Ef vetnisísótópar verða svipaðir í öllum holum má túlka þennan mun í súrefnisísótópum með greiðara sambandi holu NJ-12 við uppstreymi jarðhitakerfisins. Ef hola NJ-12 verður jafnframt frábrugðin í vetnisísótópum þá þarf að leita annarra skýringa. Ein hugsanleg skýring er þá að uppruni vökvans í holu NJ-12 sé annar en í holunum austan Kýrdalshryggs.

8.2 Mat á hita

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 hiti er hærra en 250°C og gefa efnahitamælar þá oft þann hita 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.

Yfirlit yfir efnahita fyrir holu NJ-12 er sýnt á mynd 20. Hver lína táknar eina kvörðun, þykka strikið meðalfrávik og hakið niður úr því táknar meðaltal. Ein kvörðun kísilhita (Kristín V. Ragnarsdóttir & Walter 1983) gefur langhæstu 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.

Kísilhita og alkalíhita ber mjög vel saman fyrir þessa holu ($[TSiO_2]$ meðaltal = 272°C, $T[NaK]$ meðaltal = 274°C). Gashitamælar gefa aftur á móti heldur lægri hita, 255-266°C að meðaltali. Mismunur milli hitamæla er því ekki mikill (mynd 20). Efnahitamælar gefa hita um 270°C. Út frá ummyndun var hiti í vinnsluhlutanum áætlaður 250-280°C og berg-hiti var áætlaður ívið hærri. Þau gögn sem fyrir liggja eru því mjög sambærileg. Breytingar á útreiknuðum efnahita með tíma eru sýndar á mynd 21. Flestir efnahitar breytast yfirleitt lítið með tíma. Eitt sýni hefur mjög óeðlilegan alkalíhita og er sá punktur trúlega ekki marktækur. Í tveim síðustu sýnunum hefur kolsýru- og brennisteinsvetnishiti lækkað, en vetnishiti er mjög svipaður allan tímann. Breytingar á styrk kolsýru hafa jafnframt áhrif til hækkunar á útreiknaðan CO_2/H_2 hita.

8.3 Vinnsluhæfni jarðhitavökvans

Tvennt ræður mestu um vinnsluhæfni borholuvökvans: útfellingarhætta og styrkur gass í gufu. Styrkur gass í gufu í NJ-12 við 7 bar-a þrýsting er um 0,3-0,4% af þunga.

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 22 sýnir jafnvægisferil kalsíts sem fall af hita, svo og feril jarðhitavökva úr holu NJ-12 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. Kasítufirmettun í upphafi er mjög lítil og eru því hverfandi líkur á útfellingum kalsíts.

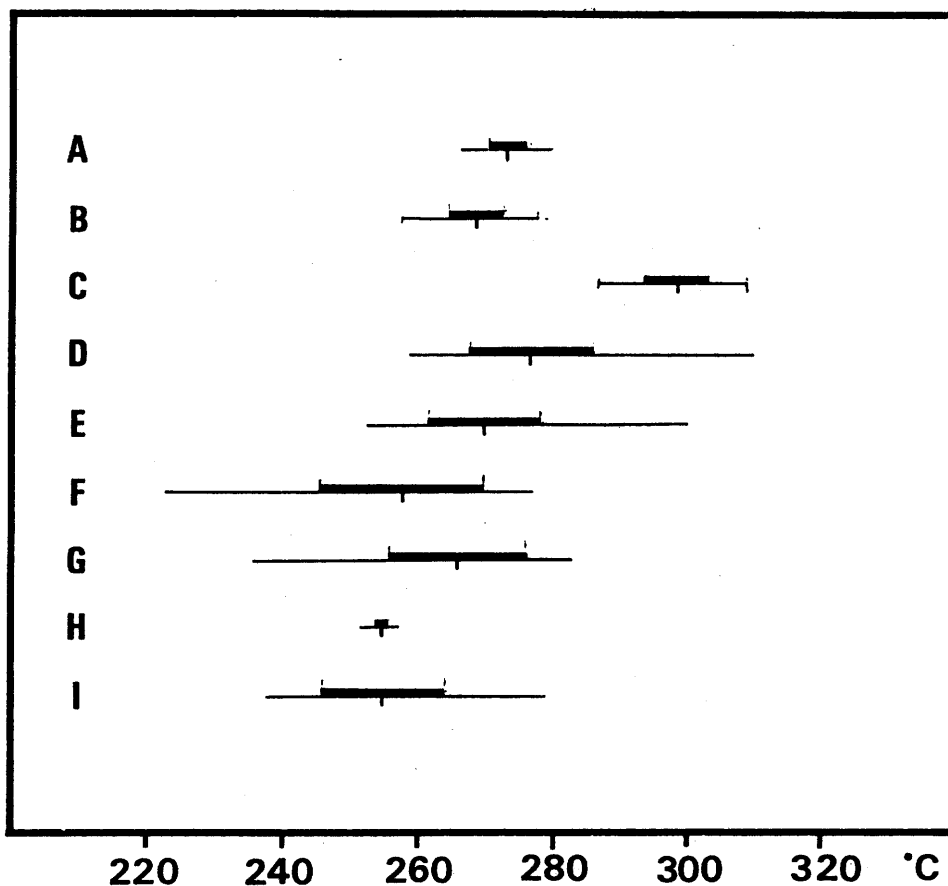
Jarðhitavökvinn er nálægt jafnvægi við kvars í jarðhitakerfinu, sbr. kísilhita. Mynd 23 sýnir ferla fyrir uppleysanleika kvars og ópals sem fall af hita. Þegar vökvinn sýður eykst styrkur kísils í þeim vökva sem eftir er. Inn á myndina eru dregnir ferlar fyrir breytingu á styrk kísils við suðu. Kísilútfellingar geta myndast þegar vökvinn

nær mettunarferli ópals. Ef holan er rekin við meira en um 10,5 bar-a þrýsting, ætti ekki að vera hætt á kísilútfellingum í holunni sjálfri. Hins vegar má búast við kísilútfellingum ef holutoppsþrýstingur er lægri en 10,5 bar-a.

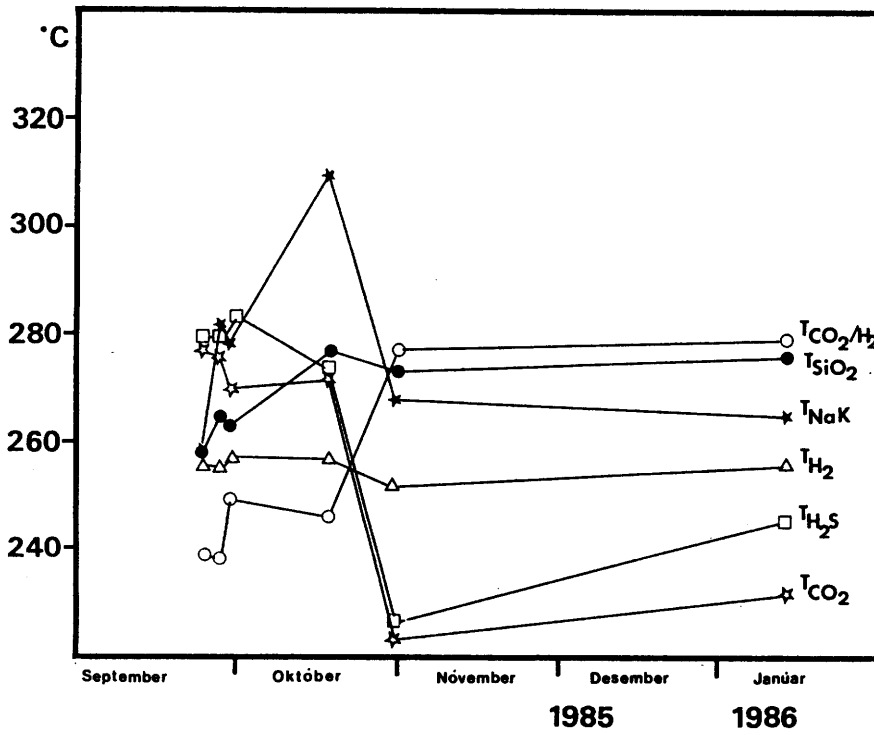
TAFLA 6 Efnainnihald í heildarrennsli í holu NJ-12 á Nesjavöllum. Styrkur efna í mg/kg.

Sýni	85-5089	85-5090	85-5098	85-5108	85-5111	86-5021
dags.	850924	850927	850929	851017	851029	860113
PO bar	10.4	12.4	13.3	10.0	22.5	23.8
HO kJ/kg	1129	1315	1478	1286	1293	1386

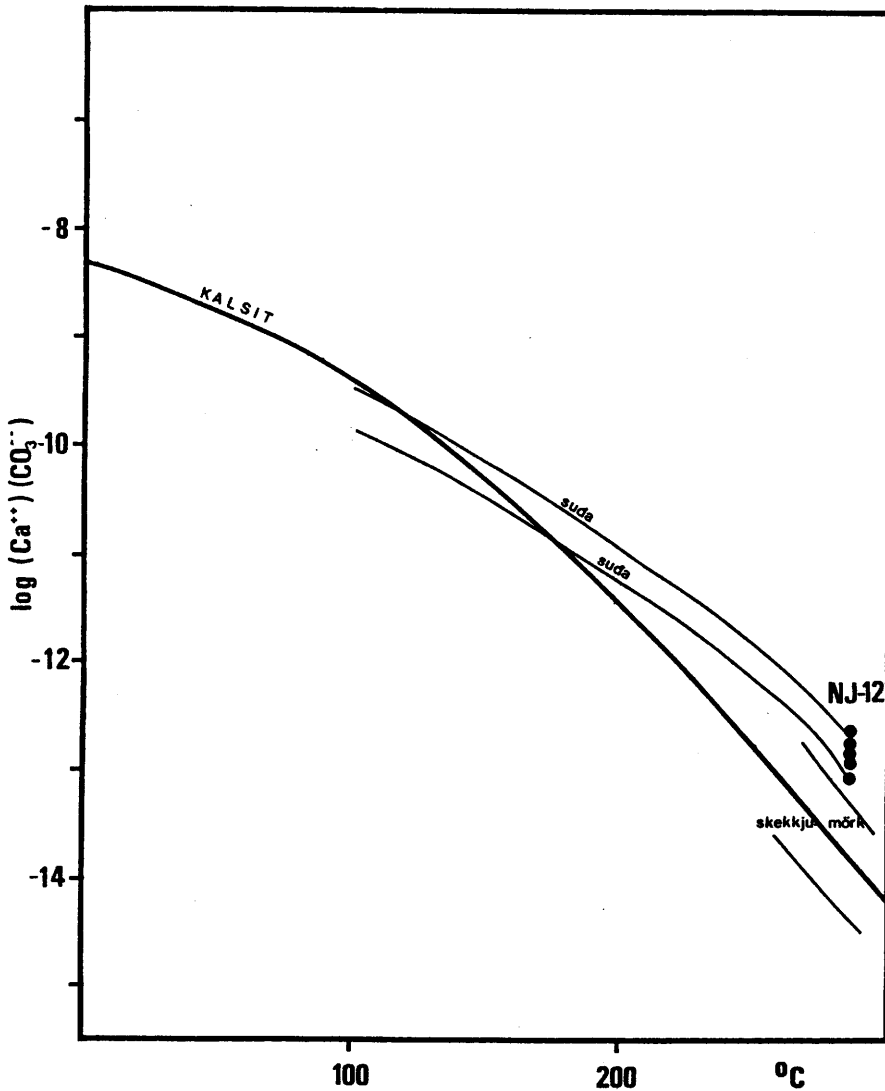
SiO ₂	590	547	480	612	591	562
Na	126,4	111,2	90,8	63,9	109,3	115,4
K	19,8	21,7	17,0	15,9	18,7	19,2
Ca	0,84	0,64	0,56	0,39	0,37	0,28
Mg	0,004	0,007	0,03	0,02	0,021	0,013
SO ₄	26,2	31,1	10,5	8,5	8,8	18,3
Cl	1,5	2,1	56,0	2,4	3,3	2,3
F	0,81	0,74	0,64	0,81	0,80	
CO ₂	676,2	761,8	800,0	711,6	605,7	827,4
H ₂ S	190,5	223,8	293,6	193,8	172,5	233,3
H ₂	5,14	6,02	9,47	6,8	5,4	8,3
O ₂	0,12	0,79	0,10	0,26	0,0	1,4
CH ₄	6,23	5,43	8,64	2,55	3,36	3,98
N ₂	167,2	114,7	147,8	64,0	54,1	90,5



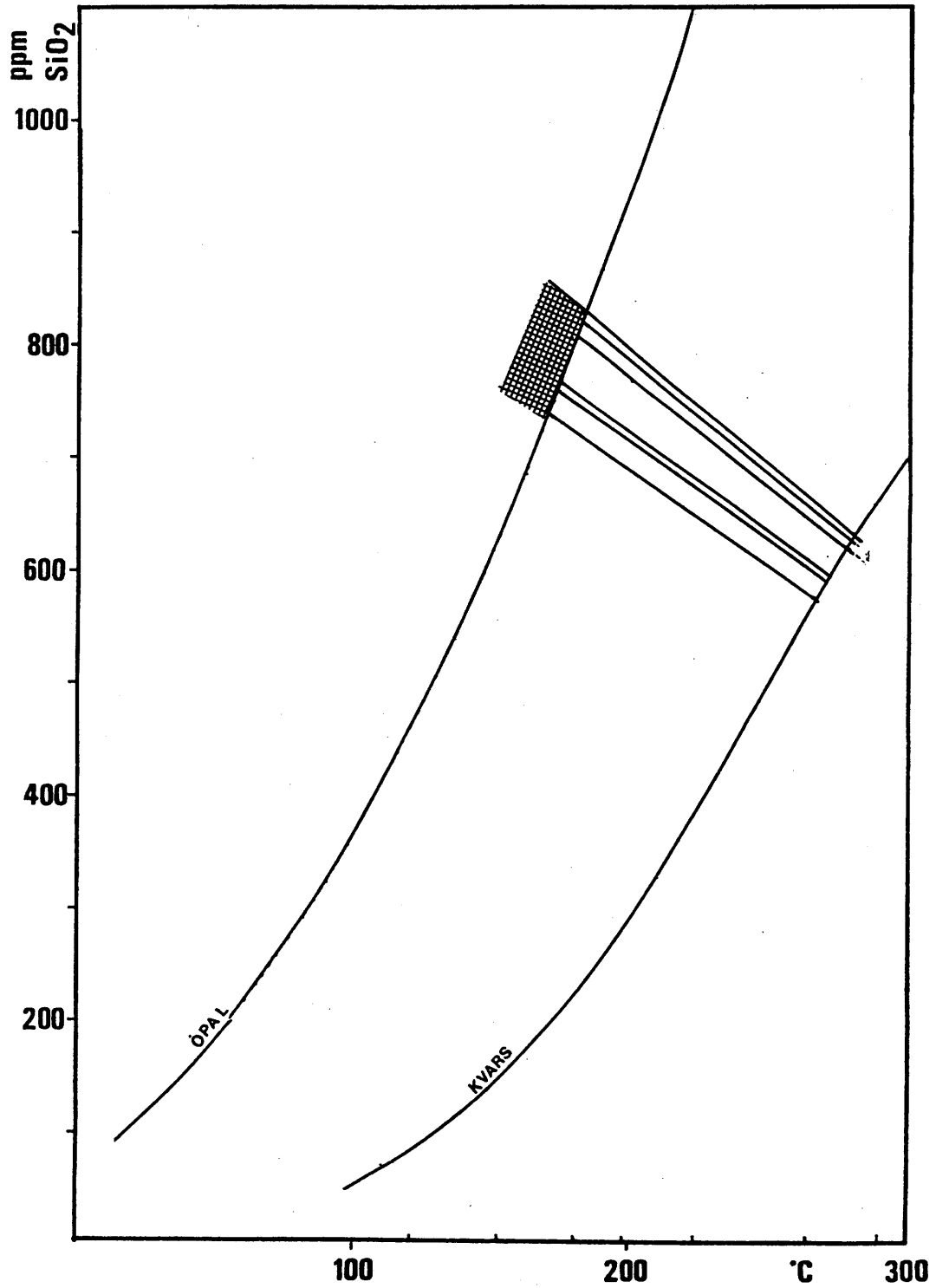
- A. $t(^{\circ}\text{C}) = 1498/5,70 - \log \text{SiO}_2) - 273,15$ (180-300 $^{\circ}\text{C}$). Stefán Arnórsson o.fl (1983). Styrkur efna í mg/kg.
- B. $t(^{\circ}\text{C}) = -42,198 + 0,28831 (\text{SiO}_2) - 3,6686 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2) + 3,1665 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2) + 77,034 \log (\text{SiO}_2)$ (0-330 $^{\circ}\text{C}$). Fournier og Potter (1982). Styrkur efna í mg/kg.
- C. $t(^{\circ}\text{C}) = 39,536 + 0,58127 (\text{SiO}_2) - 6,1713 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2) + 3,7499 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2) + 19,985 \log (\text{SiO}_2)$ (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 21 Breytingar með tíma á hitastigum reiknuðum út frá efnasamsetningu



MYND 22 Jafnvægi kalsíts og útfellingarhætta þess



MYND 23 Jafnvægi kvars og ópals og útfellingarhætta kísils

9 HELSTU VINNSLUEIGINLEIKAR

Í undangengnum köflum hefur verið minnst á vinnslueiginleika holu NJ-12. Engu að síður er rétt að draga saman á einn stað í lok skýrslunnar það helsta sem vitað er um vinnslueiginleika þessarar holu. Hér verður því að nokkru um endurtekningu að ræða á því, sem áður hefur komið fram.

Vinnslueiginleikar NJ-12 eru mjög hagstæðir. Hún er ein þeirra borhola á Nesjavöllum sem gefa vökva með varmainsihaldi um 1300 kJ/kg og eru um 40% af rennsli hennar gufa, en 60% vatn. Líkist hún í þessu tilliti holum NG-7, NG-10 og NJ-14.

Hola NJ-12 er með aflmestu holum á Nesjavöllum. Við lágan toppþrýsting hefur reynst erfitt að mæla rennslið nákvæmlega vegna þess hve mikið vatn skvettist upp úr hljóðdeyfi. Við um 14 bar þrýsting er heildarrennsli áætlað um 68 kg/s. Mælt varmainsihald er rúmlega 1300 kJ/kg. Við 14 bar er varmaafli hennar því áætlað um 88 MW. Ef vökvinn er aðskilinn við 7 bar-a fást um 21 kg/s af háþrýstigufu, eða sem samsvarar rúmlega 10 MW raforkuframléiðslu í eimsvalahverfli. Ef toppþrýstingur er hækkaður dregur úr rennsli og þar með afli. T.d. er afl holunnar um 70 MW í varma við 22 bar þrýsting. Við lokun fer toppþrýstingur NJ-12 í rúmlega 30 bar. Á sjö mánaða blásturstíma hefur holan lítið breyst og samkvæmt reynslunni frá holum NG-7 og NG-10, sem eru áþekkar NJ-12, er ekki mikilla breytinga að vænta fyrstu árin. Mesta breytingin mun væntanlega felast í auknu varmainsihaldi, en afldvínun verður hægfara.

Styrkur óþéttanlegra gastegunda í háþrýstigufu frá NJ-12 er lítill eða um 0,3-0,4% af massa og eru um 90% gassins kolsýra og brennisteinsvetni. Gas hefur fremur farið dvínandi á þeim sjö mánuðum sem holan hefur blásið. Efnainsihald rennslis úr NJ-12 er í jafnvægi við ríkjandi hita í vinnsluhluta holunnar. Ekki er að vænta kalkútfellinga í holunni og kísill fellur ekki út í henni ef vinnsluþrýstingi á holutoppi haldið yfir 10,5 bar-a.

Lokunarþrýstingur holunnar er rúmlega 30 bar eins og áður segir. Holan þolir þó trúlega ekki að standa lokuð í langan tíma og fellur toppþrýstingur væntanlega í núll á fáum klukkutímum eftir lokun. Ef NJ-12 er látin standa þrýstingslaus um einhvern tíma verður að draga hana í gos með bullu, líkt og gera þurfti í upphafi.

HEIMILDASKRÁ

Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson, 1986a: Nesjavellir Hola NJ-11. Borun rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS86025/JHD05. Í prentun.

Hjalti Franzson, Hilmar Sigvaldason 1985b: Nesjavellir Hola NG-7. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun OS85124/JHD, 80 s.

Hjalti Franzson, Hilmar Sigvaldason 1985a: Nesjavellir Hola NG-8. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85120/JHD-16, 33 s.

Omar Sigurdsson, Gudmundur S. Bodvarsson and Valgardur Stefansson 1983: "Nonisothermal Inejctitivity Index can lufer Well Productivity and Reservoir Transmissivity" Proceedings Ninth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, p. 211-216.

Ragnarsdóttir, K.V. and Walter, J.B. 1983: Pressure sensitive "silica geothermometer" determined from quartz solubility experiments at 250°C. Geochim. Cosmochim. Acta. 47, p. 941-946.

Valgarður Stefánsson, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Halldór Ármannsson, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson og Trausti Hauksson 1982: Krafla Hola KJ-13. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS82046/JHD07, 108 s.

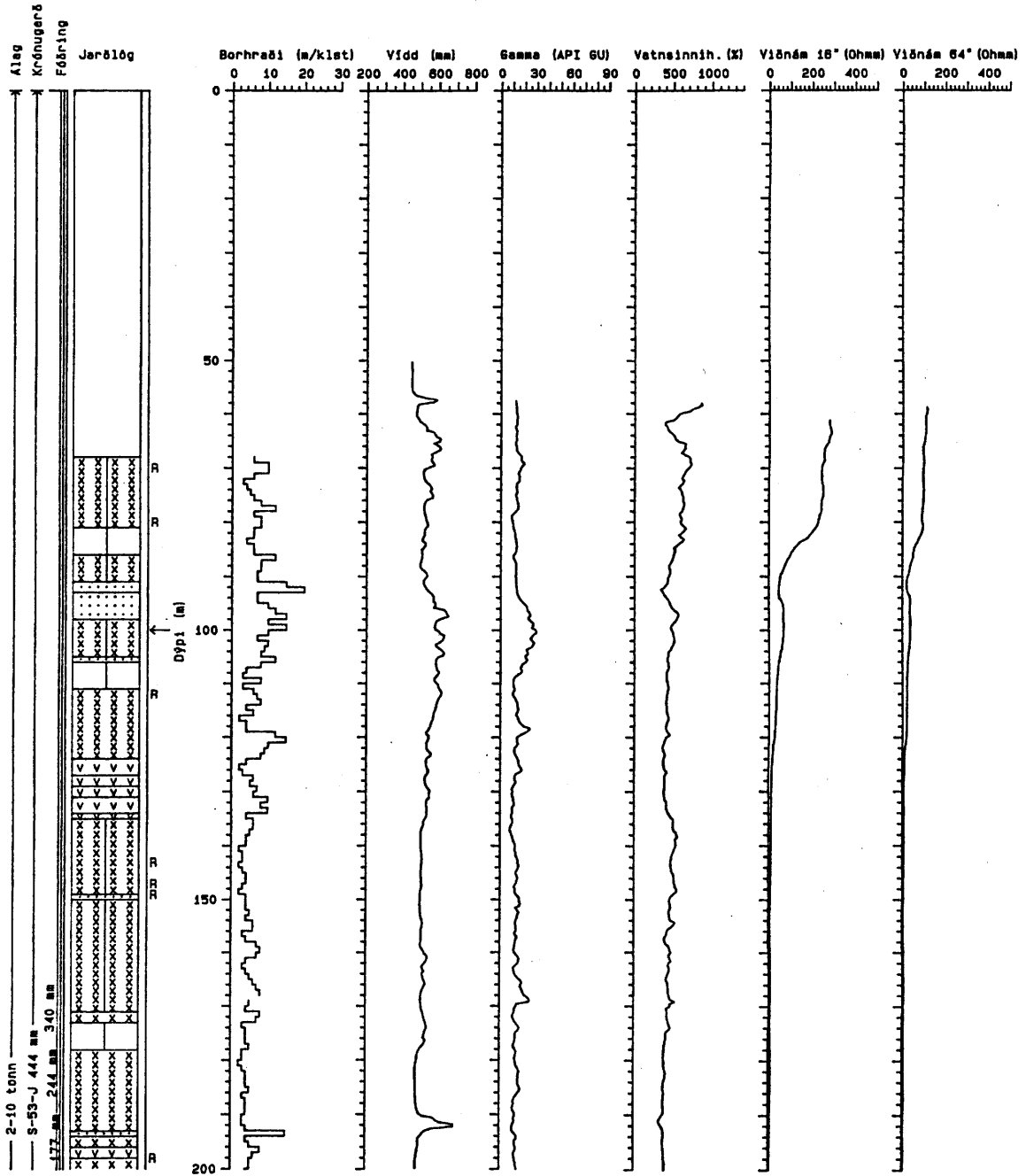
Valgarður Stefánsson, Jens Tómasson, Einar Gunnlaugsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson og Ómar Sigurðsson 1983: Nesjavellir Hola NG-6. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun OS83023/JHD04, 100 s.

VIÐAUKI V-1

Jarðlagasnið og mælingar

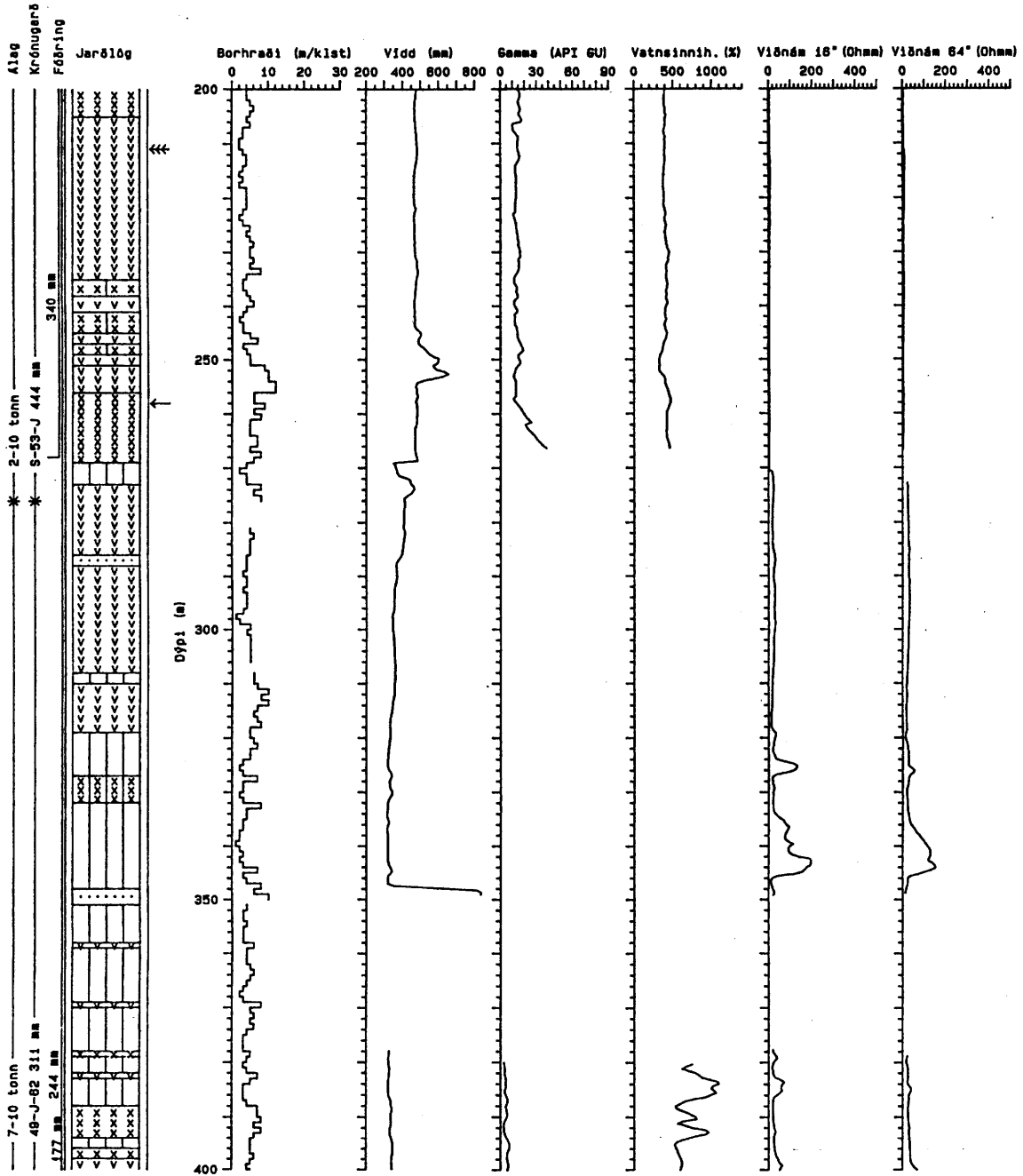
JHD-BM/BJ-8715 HF.6Sv.HS
86.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



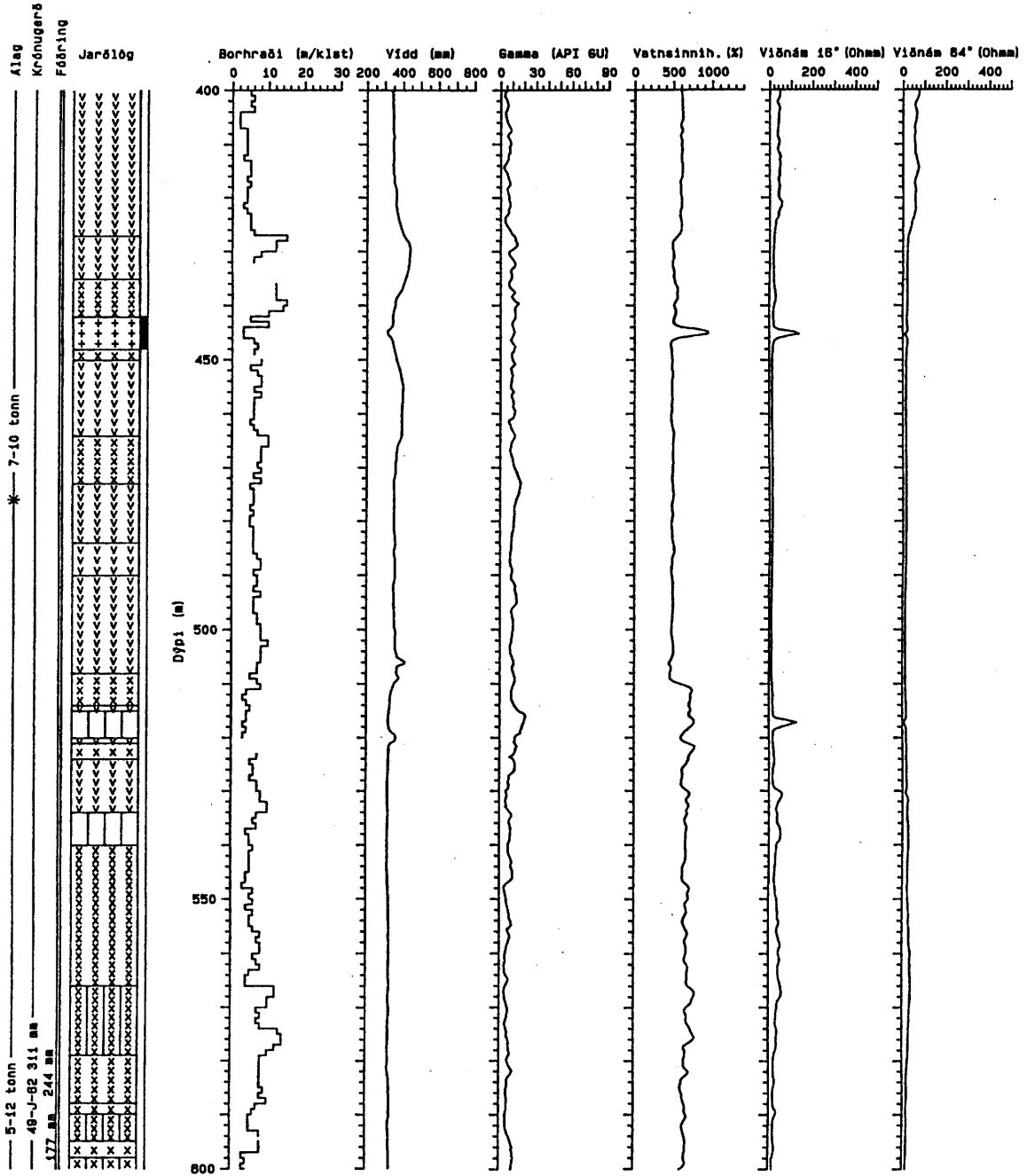
JHD-BM/BJ-8715 HF.GSv.HS
86.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



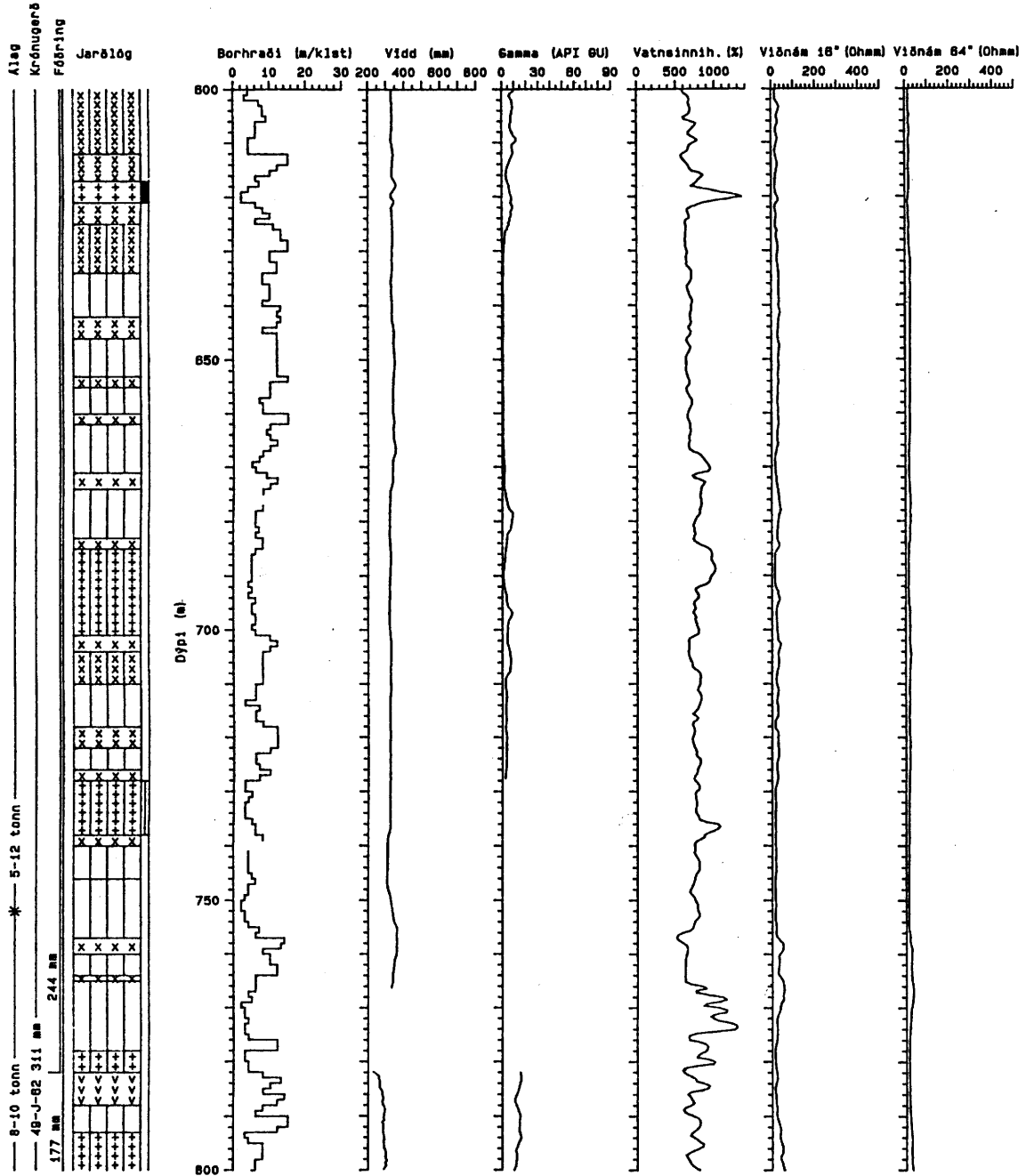
JHD-BM/BJ-8715 HF.6Sv.HS
86.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



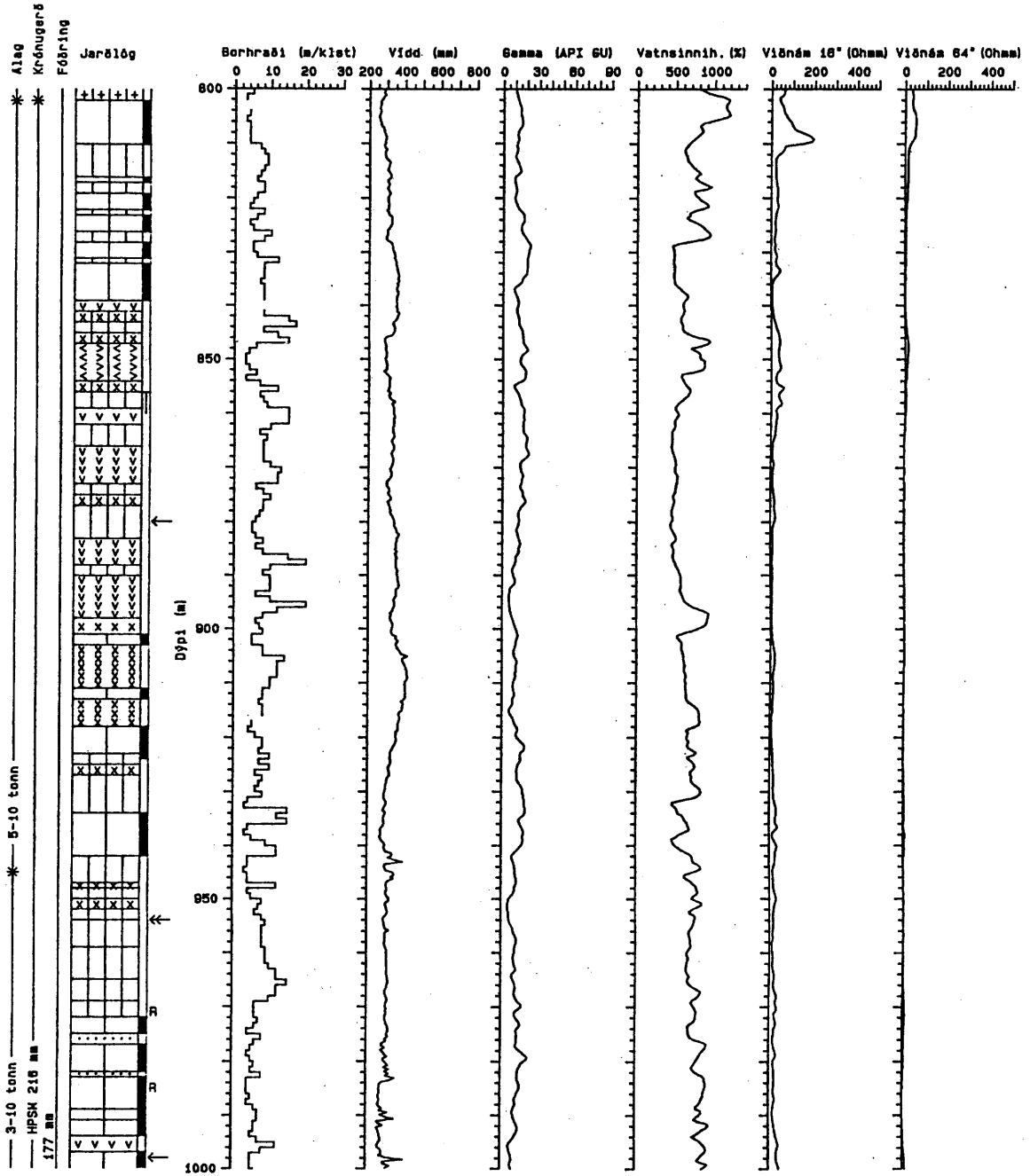
JHD-BM/BJ-8715 HF.6Sv.HS
88.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



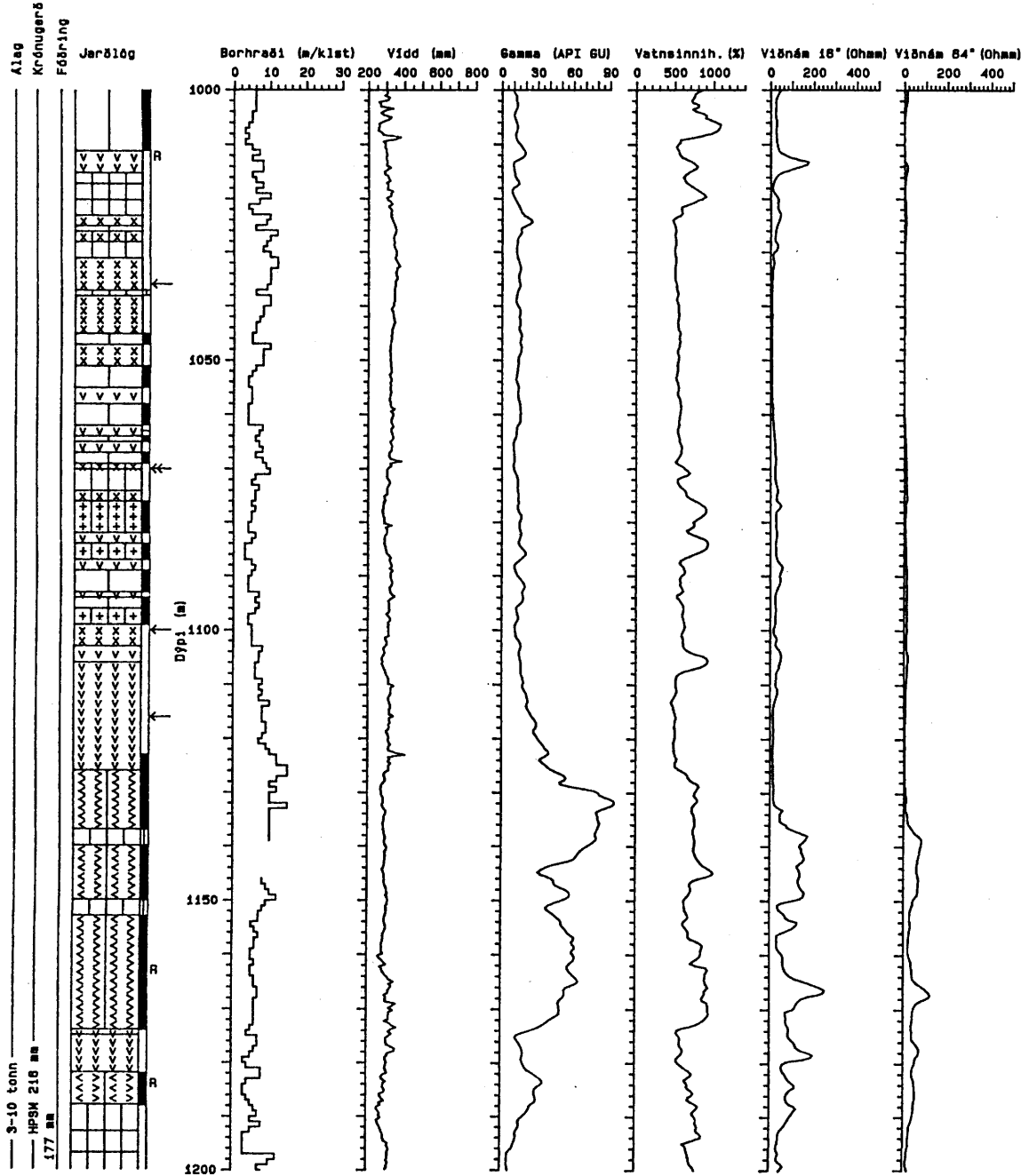
JHD-BM/BJ-8715 HF. GSv. HS
86.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



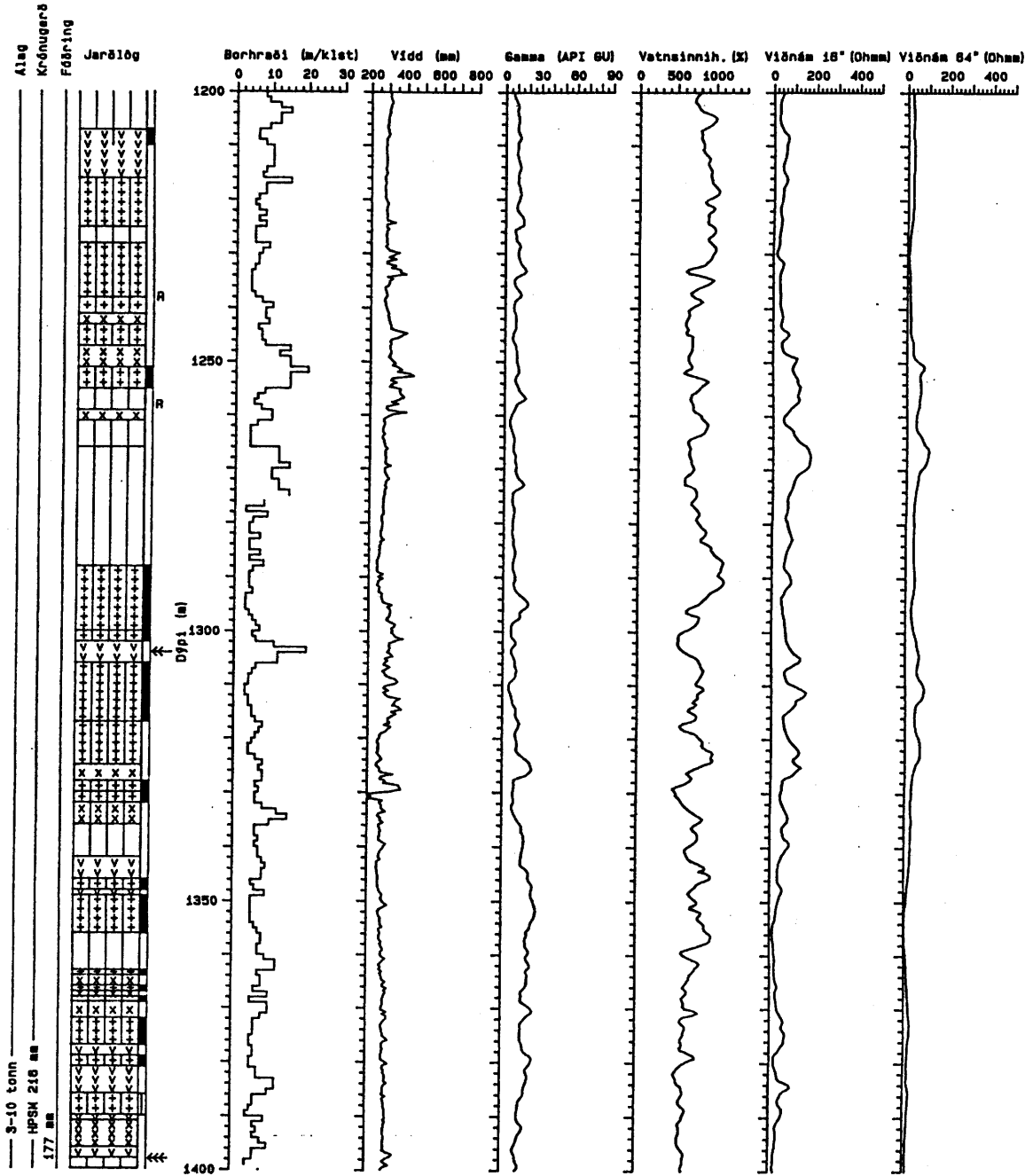
JHD-BM/BJ-8715 HF.6Sv.HS
86.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



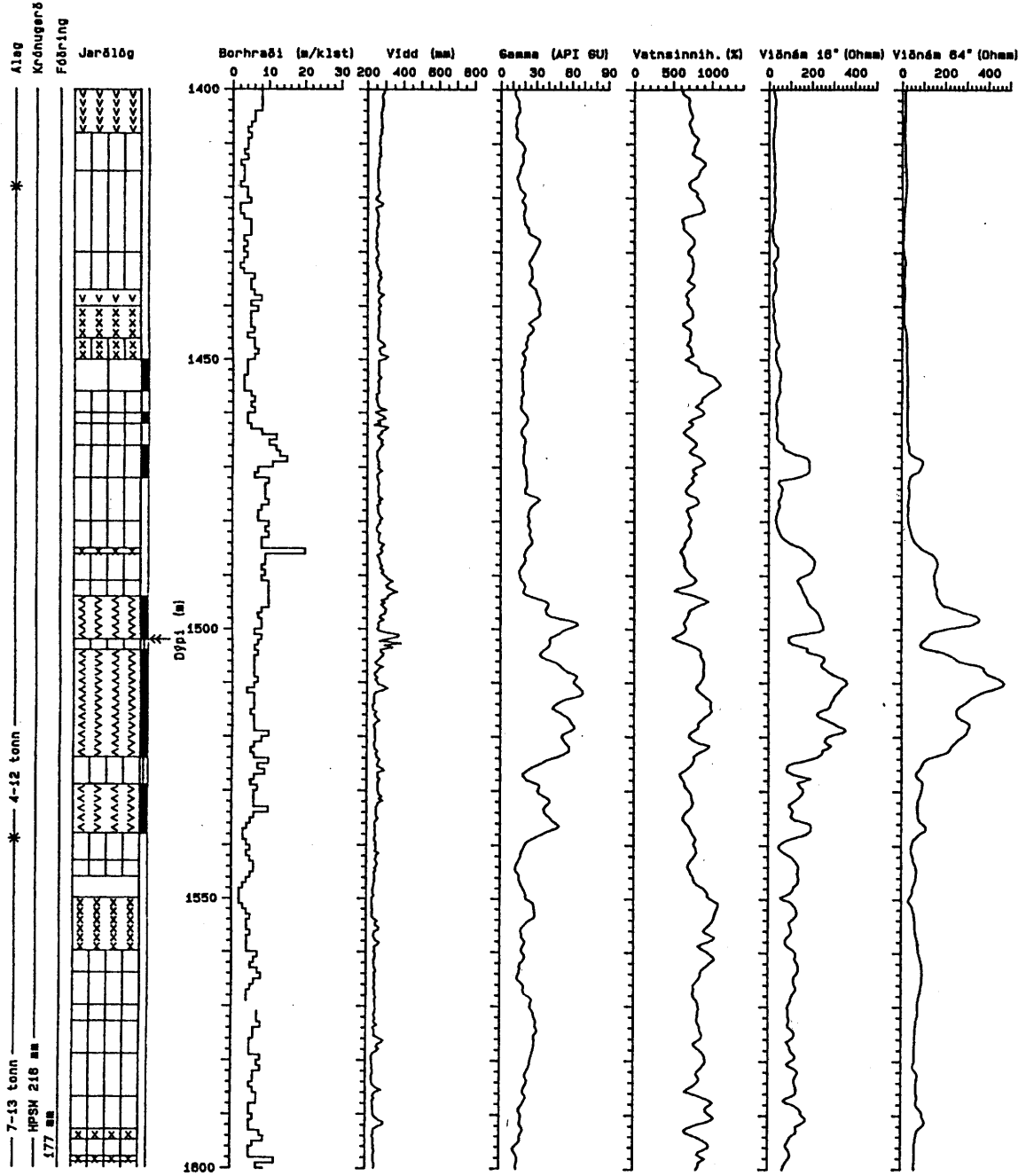
JHD-BM/BJ-8715 HF.6SV.HS
88.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



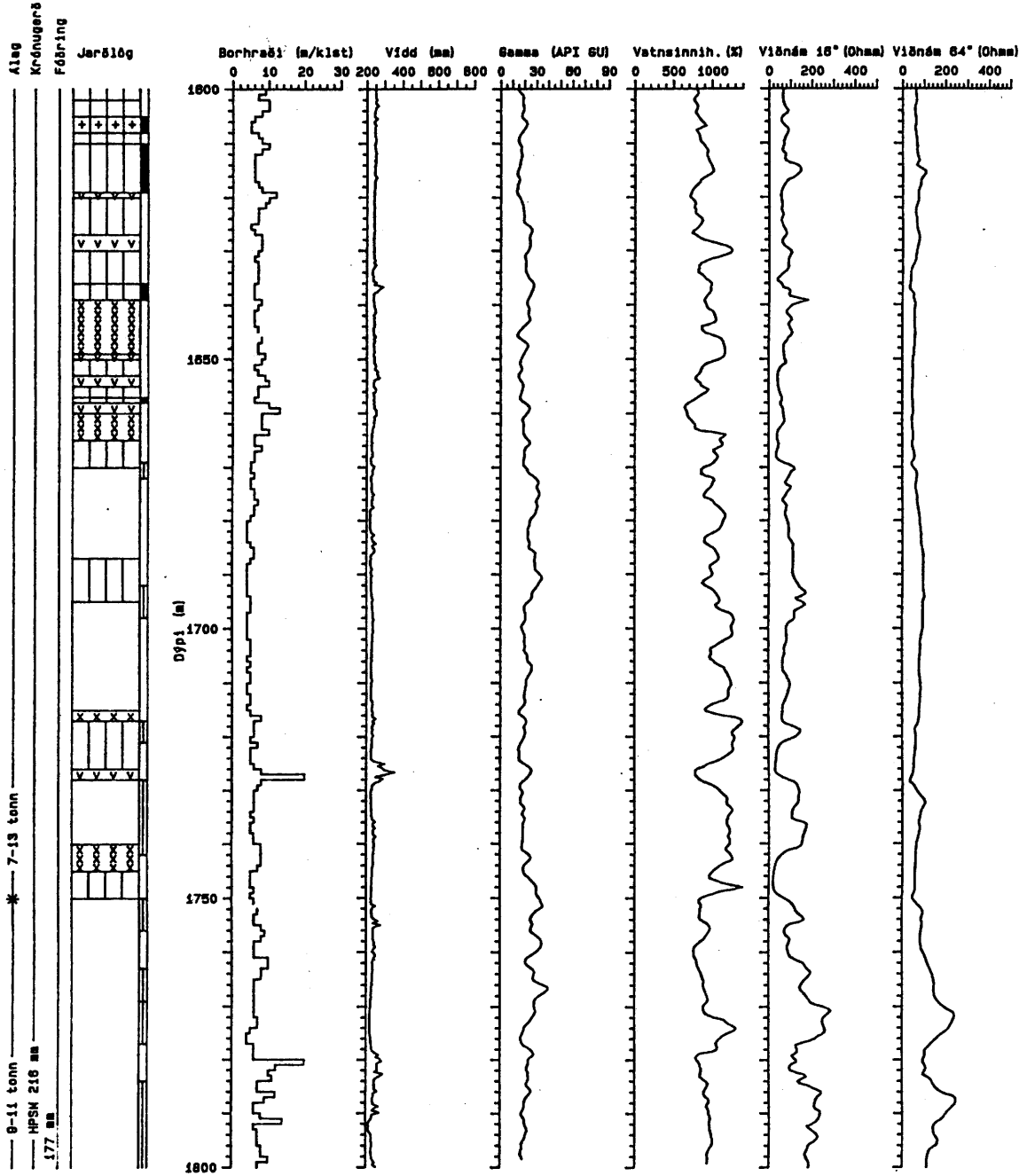
JHD-BM/BJ-8715 HF.GSv.HS
86.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



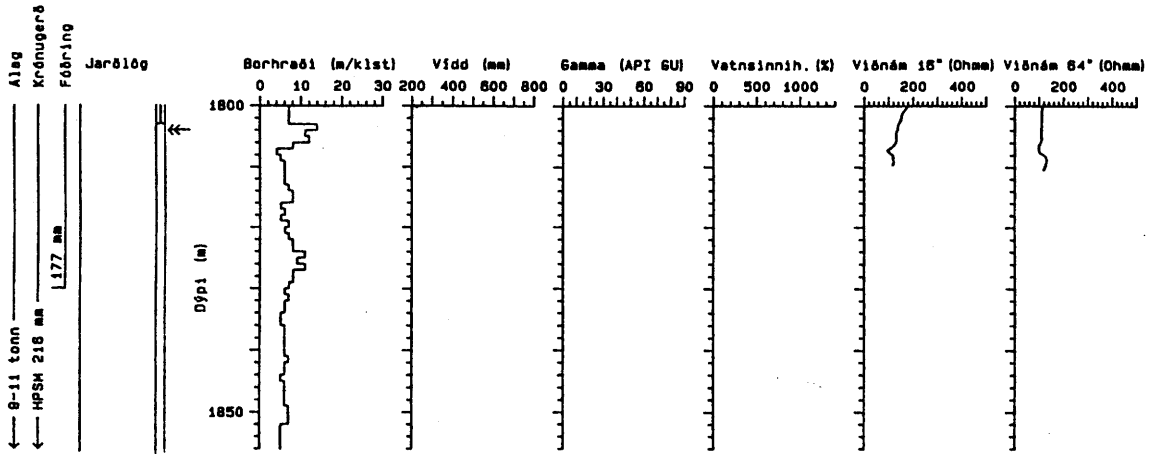
JHD-8M/BJ-8715 HF.6sv.HS
88.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)

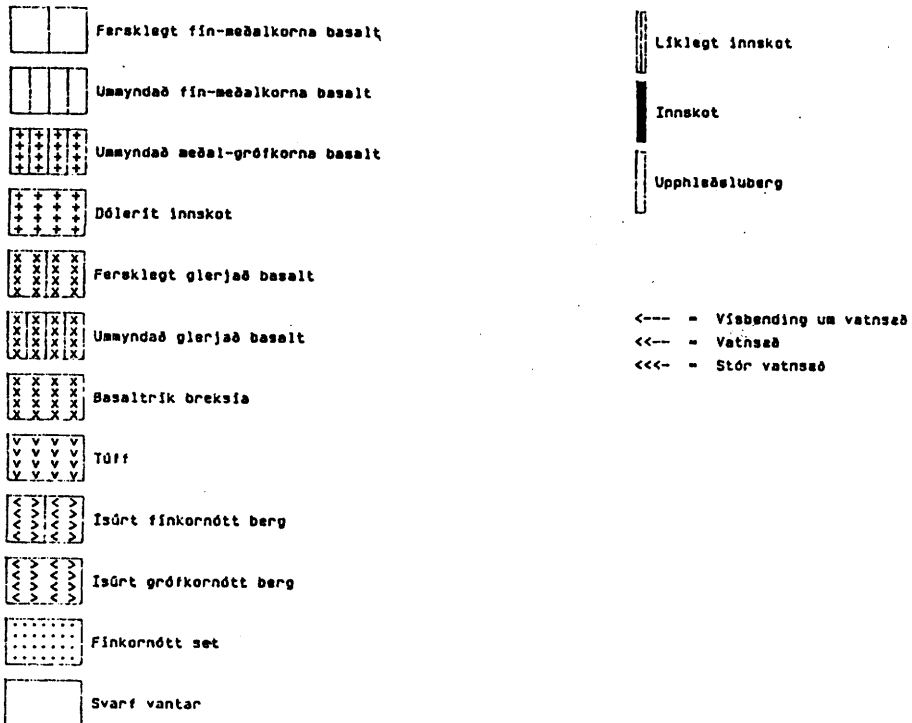


JHD-BM/BJ-8715 HF.6Sv.HS
86.03.0207 T

NESJAVELLIR NJ-12 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



Skýringar við jarðlagasnið



VIÐAUKI V-2

NESJAVELLIR HOLA NJ-12, 1. ÁFANGI

Borun fyrir 13 3/8" öryggisfóðringu frá 51-276 m

EFNISYFIRLIT

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

TÖFLUSKRÁ

1 Mælingar í 1. áfanga.....	81
2 Fóðrunarskýrsla.....	82

MYNDASKRÁ

1 Mælingar í borun.....	83
2 Vatnsborðsmælingar.....	84
3 Steyping 13 3 8" fóðringar.....	85
4 Framvinda borunar.....	86
5 Jarðlög og ummyndun.....	87
6 Hitamælingar í fóðrunardýpi.....	88

1 INNGANGUR

Skýrsla þessi er unnin samkvæmt verksamningi JHD-4-1985 milli Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar.

Hola NJ-12 er önnur hola, sem boruð er árið 1985 fyrir Hitaveitu Reykjavíkur á Nesjavöllum. Hún er staðsett í Kýrdal í tæplega 340 m hæð yfir sjó og var höggboruð og fóðruð niður á 51 m dýpi árið 1984 með Höggbor 4. Holan var hönnuð sem hér segir:

Steyptar fóðringar í holunni eru áætlaðar:

- a) Höggborsfóðringur er 51 m. Utanmál 473 mm, veqgþykkt 8 mm.
- b) Öryggisfóðringur 250 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. þrjú efstu rör öryggisfóðringar skulu vera 68 lbs/ft.
- c) Vinnslufóðringur í a.m.k. 600 m, API 9 5/8", 40,0 lbs/ft. K-55 BTC, innanmál 224,4 mm

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

Heildardýpt hola verður allt að 2000 m.

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

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

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

Markmiðið með staðsetningunni er að kanna vinnslueiginleika svæðisins til vesturs. Yngsta gossprungan á svæðinu skilur á milli hola NJ-12 og þeirra hola, sem áður hafa verið boraðar. Auk þess er Kýrdalur nær miðju sigbeltisins heldur en Nesjavalladalurinn.

2 BORSAGA

Flutningur á Jötni frá holu NJ-11 á NJ-12 hófst mánudaginn 3. júní og er það jafnframt fyrsti verkdagur á holu NJ-12. Samtímis flutningi og uppsetningu bortækisins var unnið að hækkuð borsins á þann hátt að undirstöður hans voru hækkaðar um 2,5 m. Það varð til þess að borun hófst ekki fyrr en á 12. verkdegi, þ.e. undir morgun föstudagsins 14. júní. Notuð var til verksins 17 1/2" (444 mm) króna af gerðinni S-53-J. Borstrengurinn var byggður upp sem hér segir: 17 1/2" króna, stýring, söbbur, 7" álagsstöng, stýring, söbbur, 11 stk. af 7" álagsstöngum, "kross over söbbur" og borstengur.

Skömmu fyrir miðnætti fimmtudagsins 13. júní var byrjað að bora steypu á 41 m dýpi. Um kl. 4 var byrjað að bora í berg á 60 m dýpi. Þegar dýpið var 88 m þá var botnfall 12 m við stangaríbætingu. Þá var dæling aukin og minnkaði botnfallið við það um helming. Þegar kvöldaði var orðið erfitt að skola upp úr holunni, en þá var dýpið 134 m og ekki um annað að ræða en að blanda gel. Borun hófst á ný um kl. 23. Lítils háttar leki var í holunni (mynd 1) og tapaðist gelið því fljótlega. Það var látið þynnast út og gekk vel að skola upp eftir það. Undir morgun laugardagsins 15. júní var komið út í borun með vatni á ný. Boraðir voru 3-4 m að meðaltali á klukkustund og gekk vel að skola svarfinu upp til yfirborðs. Uppúr miðnætti, þegar dýpið var 210 m, þá var skorin æð og töpuðust þar 26 l/s (mynd 1). Ekki var um annað að ræða en að steypa í lekann. Áður en það var gert þótti rétt að bora eitthvað niður fyrir ef einhverjar smáæðar leyndust fyrir neðan. Hætt var að bora í 234 m dýpi undir morgun sunnudagsins 16. júní. Skoltap reyndist þá vera um 18 l/s og botnfall 7,5 m. Borstrengur var tekinn upp og borstangir settar niður á 227 m dýpi. Áður en að steypingu kom þá var vatnsborð mælt og er það sýnt á mynd 2 hvernig það féll með tíma, en það virtist ná jafnvægi á 82 m dýpi. Steyping byrjaði kl. 16:50 og var steyppt í gegnum stanqir úr 8 tonnum af sementsblöndu. Eftirdælingu var lokið kl. 17:04. Meðan á steypingu stóð hækkaði vatnsborð um 32 m og fór upp í 54 m. Að steypingu lokinni var fylgst með vatnsborðsbreytingum (mynd 2) og virtist sem það næði jafnvægi á 71 m dýpi. Vatnsborðið var lengi að falla eða sem nam 0,3 l/s leka og benti það til að þéttingarsteypnan hefði tekist strax í fyrstu tilraun, eins og síðar kom á daginn. Aðfaranótt 17. júní var borstrengur sett niður og var komið niður á steypu á 195 m dýpi. Það býddi að steypa sem samsvaraði rúmmáli 13 m í holunni hafi farið út í æðina. Steypa var of lin um nóttina og varð að bíða til morguns áður en hægt væri að byrja að bora hana út. Byrjað var að bora í berg kl. 10:30 og borað sleitulaust þann daginn og fram til kl. 21, en þá var komið í fóðringardýpi í 276 m. Við borunina var reynt að haga álagi banniq að borunin væri sem jöfnust. Lagt var á krónu 2-8 tonn eftir því sem við átti og

snúningur var á bilinu 65-75 sn/mín.

Eftir að borun lauk var skolað til kl. 22, en þá mælt botnfall. Eftir 20 mínútna bið var það 5 m. Þá var blandaður geltappi úr 2l poka af bentóníti og holan skoluð með geli. Því var lokið skömmu fyrir miðnætti og voru þá 3 m í holunni eftir 15 mínútna bið. Það þótti viðunandi og því hafinn undirbúningur að því að taka upp borstrenginn, en fyrst var hitamælt inn í stöngum. Upptekt var lokið milli kl. 3 og 4, en þá var mælt fram til kl. 9 (sjá kafla 4). Skömmu síðar var hafist handa við fóðrun holunar með 13 3/8 " rörum og lauk fóðrun kl 19:00. Fóðring var síðan steyppt laust eftir miðnætti aðfaranótt 19. júní. Steyping tók 47 mín (0:22 - 01:09). Steypt var úr u.þ.b. 40 tn af sementsblöndu og 6 tn af portland sementi. Eðlisþyngd steypu var um 1.72 (sjá mynd 3). Steypa kom upp (eðlisþ. 1.67) og sig síðan niður í u.þ.b. 60 m dýpi. Eftirdæling var 3347 l. Steypt var ofan á úr u.þ.b. 6 tn af sementsblöndu og 1 tn af portland sementi. Steyputími var 15 mín (05:07 - 05:22). Eðlisþyngd var á bilinu 1.75 - 1.85. Fyllt var upp með steypu til kl. 06:00 og lauk þar með 1. áfanga borverks við NJ-12.

Meðan á borun stóð var fylgst með skolvatnsbreytingum, dælingu og þrýsting á dælum og var skráning á því með reglubundnum hætti. Á mynd 1 eru þessi gögn sýnd ásamt einfölduðu jarðlagasniði og meðaltalsborhraða fyrir hverja 10 m. Þar kemur skýrt fram lekinn á 210 m og ef betur er að gáð sést annar leki á u.þ.b. 250 m. Einnig virðist vera lekastaður rétt neðan við 100 metrana, en það er ekki eins ljóst, þar sem dæling var aukin á umræddu bili og steig þrýstingur um 100 PSI.

Alls tók 1. verkáfangi NJ-12 17 daga eins og fram kemur á mynd 4.

3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Á mynd 5 er sýnt einfaldað jarðlagasnið ásamt megindráttum í dreifingu ummyndunarsteinda. Ekki er að sjá greinilegar tengingar við aðrar holur á svæðinu við fyrstu sýn, en ákveðnir drættir koma fram sem svipar til holanna á efra svæðinu. Sérstaklega eru það jarðlagaskil á 180 m dýpi, en þar er borað niður í túff með allmiklu af frauðkenndu basalti í og því er það kallað breksía. Ábekk jarðlagamót sjást í holunum á efra svæðinu á svipuðu dýpi.

Vatnsæðarnar sem fundust eru þar sem þunn basalhraunlög skilja á milli móbergslaga.

Ummyndun er hér mjög frábrugðin ummyndun í holunum uppi á hæðinni austan við Kýrdalshrygginn. Má þar helst nefna að zeólítar í NJ-12 sjást ekki samfelld fyr en neðan við 200 m dýpi. Einnig er athyglisvert hvað pýrítakristallar eru smáir á móts við lekastaðina í 210 m og 250 m dýpi, en pýrít hefur aukist verulega við það í holunum austan við Kýrdal. Ummyndunarsteindir gefa til kynna að hitastig niður á 276 m dýpi sé undir 100°C.

Þrýstingur er mikið lægri í holu NJ-12 í efstu 200-300 metrunum en nágranna holum hennar á efra svæðinu. Til dæmis er munurinn á NG-8 og NJ-12 um 25-30 bar, NG-9 og NJ-12 um 5 bar og svipað milli NJ-12 og NG-6.

4 BORHOLUMÆLINGAR

Í fyrsta áfanga voru gerðar 5 mælingar, eins og tafla 1 sýnir. Tap var 6.0 - 8.7 l/s er mælingarnar voru gerðar. Fyrst var hitamælt í stöngum til að athuga upphitun. Mælingin var gerð kl. 00:45-01:35, en engrar upphitunar gætti, hitastigið var lengst af 13-14°C. Síðan var tekið upp og strax eftir það mæld vídd, þá viðnám, n-n og náttúrulegt gamma og svo aftur hiti (kl.08.45-08:55). Holan hafði svo til ekkert hitnað á milli mælinga (mynd 6).

Víddarmælingin sýnir talsverða útvöskun frá fóðringu og niður í 135 m dýpi og áberandi skápar eru í 190 m og 250 m dýpi. Í viðnámsmælingunni er helst að geta að viðnám ofan 120 m dýpis er talsvert hærra en neðar í holunni. Í n-n mælingunni er lítið að sjá en svolítill toppur er í kringum 100 m dýpi í náttúrulegu gammamælingunni.

Tafla 1 Mælingar í fyrsta áfanga NJ-12

Dags.	Hvað mælt	Dýptarbil (m)	Ath.
85.06.18	Hiti+dT+CCL	0-265	Mælt inni í stöngum kl. 00:45-01:35
85.06.18	Vídd	0-271	Mælt eftir upptekt kl. 05:00-06:00
85.06.18	Viðnám	0-271	Mælt eftir upptekt kl. 06:00-07:00
85.06.18	n-n og gamma	0-271	Mælt eftir upptekt kl. 07:00-08:30
85.06.18	Hiti+dT+CCL	0-271.5	Mælt eftir upptekt kl. 08:45-08:55

ORKUSTOFNUN
JARÐBORANIR RÍKISINS

FÓÐRUNARSKÝRSLA

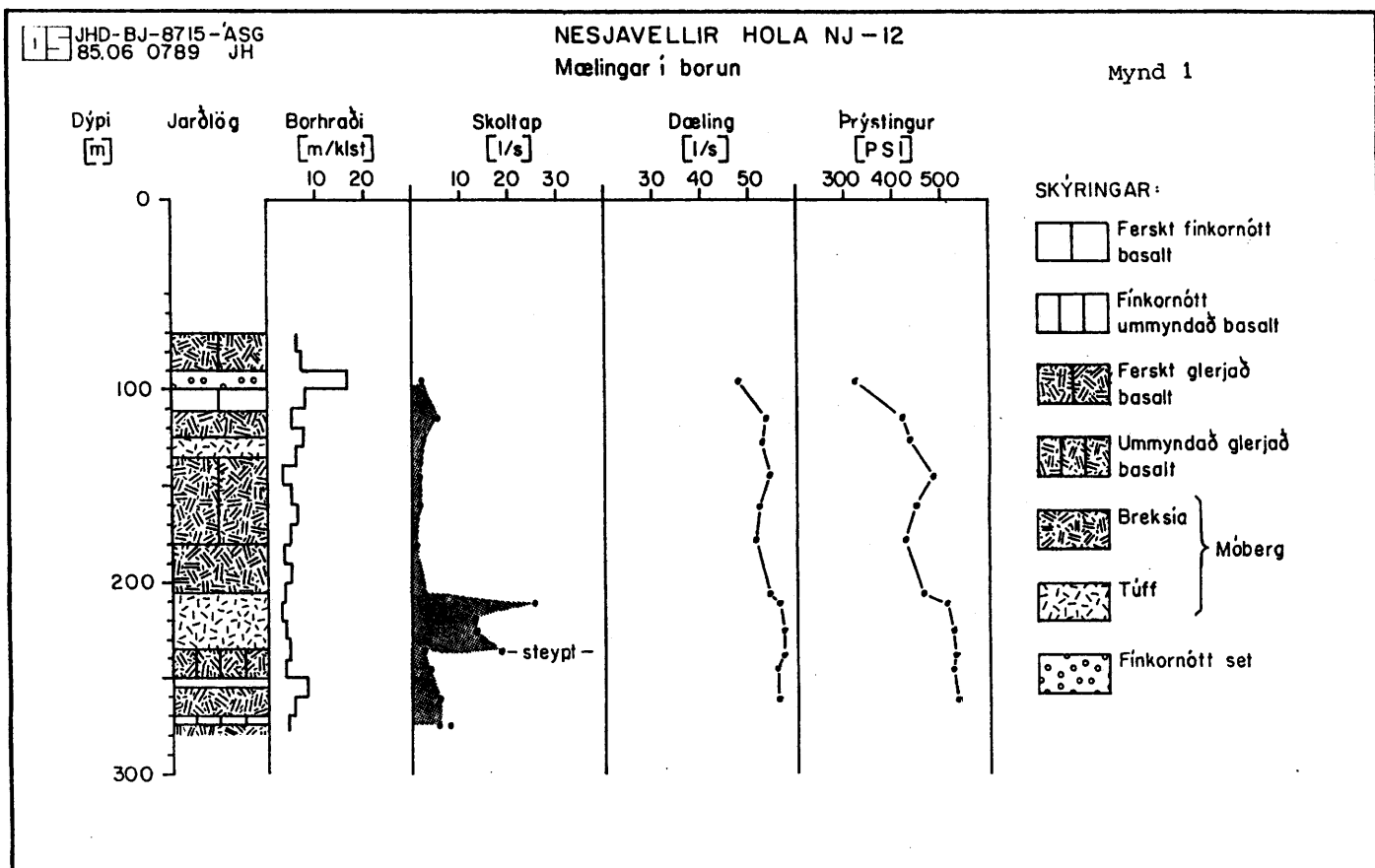
VERK NR. 644	HOLA NR. NJ-12	BORSTAÐUR Nesjavellir		VERKKAUPI Hitaveita Reykjavíkur
VÍDD HOLU 17 1/2"	DÝPT HOLU 267m	FÓÐRING NR. 2	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS. 18-20- 06-1985	ÚTFYLLT H.S.

FJARLEGD KJALLARABRÚN - KRAGI		0,72 m			
FÓÐRING	PVERM. UTAN 13 3/8 " INNAN 317,9-315,3mm				
	GERÐ (k-55) ÞYNGD 61& 68 lbs/ft				
	TENGI Skrúfuð. Buttress				
	NOTAÐ 273,86 m FRÁ KRAGA 260,78m				
	KRAGI (FLANGS) 12" 900				
	SKÓR Float Shoe & Float collar				
MÍÐJUST. 8 stk. STEYPUT. 0 stk.					
STEYPING	SEMENT 40 tonn G-blanda kg				
	SEMENT 6 tonn Portland kg				
	ÍBL.EFNI Kísilsalli kg				
	ÍBL.EFNI Perlusteinn & Gel kg				
	TAFAEFNI 0 kg EDLISP. STEYPU 1,72				
	STEYPUTÉKI Halliburton steypusamstæða				
	STEYPIGARTÍMI 47 mín				
	EFTIRDELING. MAGN 3347 Í TÍMI 6 mín				
	STEYPA KOM UPP <input checked="" type="checkbox"/> JÁ <input type="checkbox"/> NEI				
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA Ca 60 m				
FRÁANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR 4 h				
	SEMENT 7000 kg ÍBL.EFNI G-blanda kg				
	SKORID OFAN AF EFTIR 8 h				
	STEYPA BORUD EFTIR 47 h				
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI 249 m				
VERKTÍMI RÖR STEYPA TOPPUR TAFIR ALLS					
h 14,5 3,0 34,0 56,5					
ATH. 2 efstu rörin eru 68 lbs/ft. hin öll 61 lbs/ft. Steyping tókst vel, steypa kom upp.. Steypt var fyrst úr 40 tn. af G-blöndu og 6 tn. Portlandsssem. Steypa seig niður í ca 60 m.. Steypt eftir 4 st. úr 6 tn, G-blöndu 1 tn. af Portlandi. 2 rör fyrir neðan Float collar.					

RÖRATALNING		
LENGD	NR ¹⁾	ALLS m
8,69	1	8,69
11,43	2	20,12
11,92	3	32,04
11,97	4	44,01
11,99	5	56,00
11,91	6	67,91
12,22	7	80,13
11,81	8	91,94
11,88	9	103,82
11,64	10	115,46
11,82	11	127,28
11,94	12	139,22
11,76	13	150,98
11,69	14	162,67
12,28	15	174,95
11,87	16	186,82
12,26	17	199,08
12,27	18	211,35
12,00	19	223,35
12,12	20	235,47
0,72	Float collar	236,19
12,10	21	248,29
11,87	22	260,16
0,62	Float shoe	260,78

05.82 20x30FDH

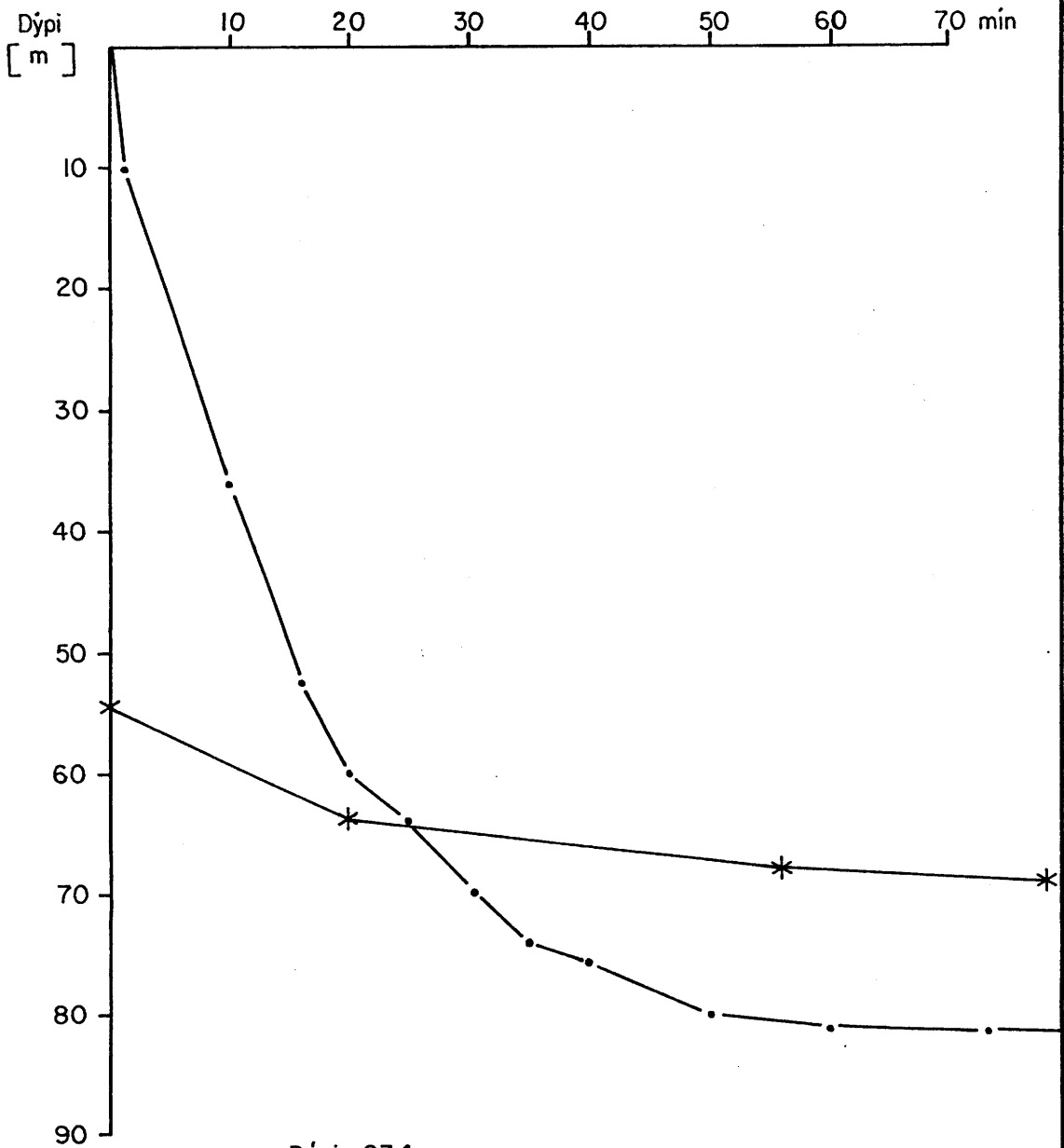
1) X=MÍÐJUSTILLAR. ÁVALLT ER TALID FRÁ FLANGSI EDA UPPHENGJU



JHD-BJ-8715-ÁSG
85.06. 0790 JH

Mynd 2

NESJAVELLIR HOLA NJ-12 Vatnsborðsmælingar

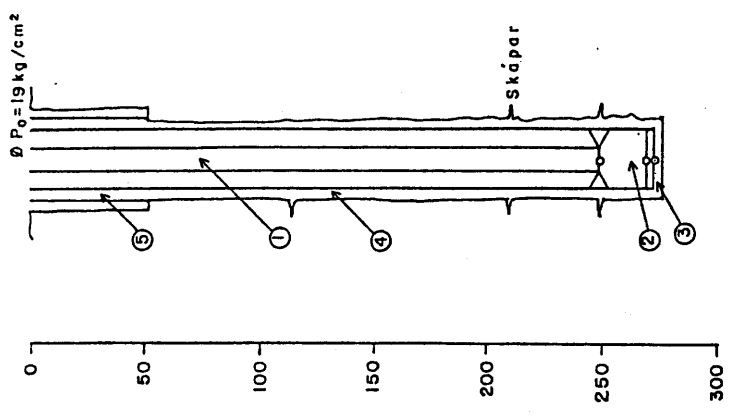


• Mælt kl. 14-16 fyrir steypiregn

* Mælt kl. 17-19 eftir steypiregn

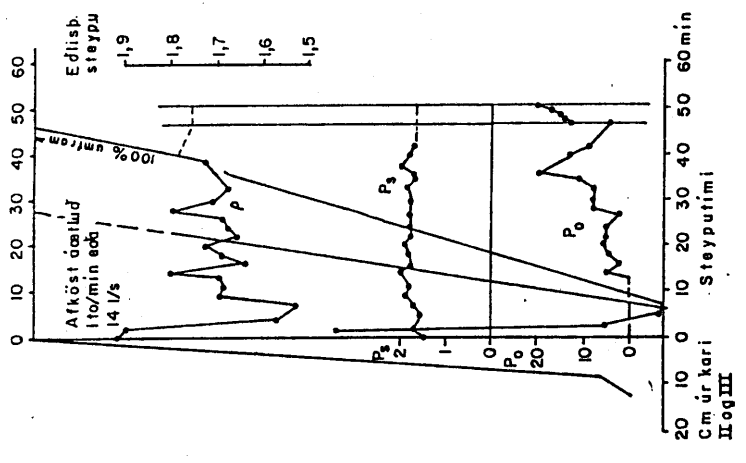
JHD-BJ-8715.S.Ben
85.06.0793. SYJ.

Steyping 13% fðring í NJ-12



Mynd 3

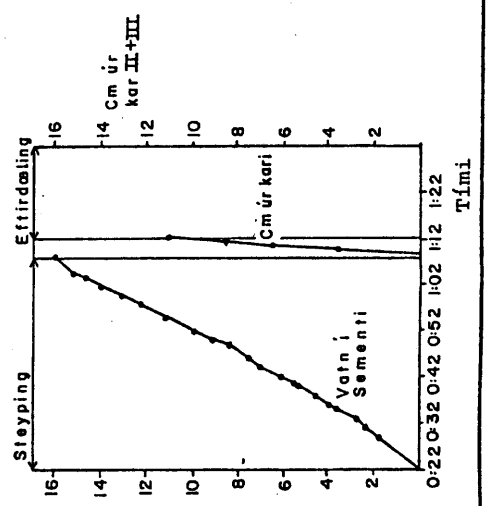
l/m	x	m	=	l	100% umfram
1)	9,28	x	250	=	2320
2)	85,6	x	24	=	2054
3)	155	x	6	=	930
4)	65	x	225	=	14625
5)	74	x	51	=	3774
					<hr/>
					23703
					<hr/>
					840 = 28 to 39258 = 46,7 to




Steypt var úr ca 40 to af sementsblöndu og 6 to af portlandi, þ.e. 46 to á 47 mín. eða 0,97 to/mín

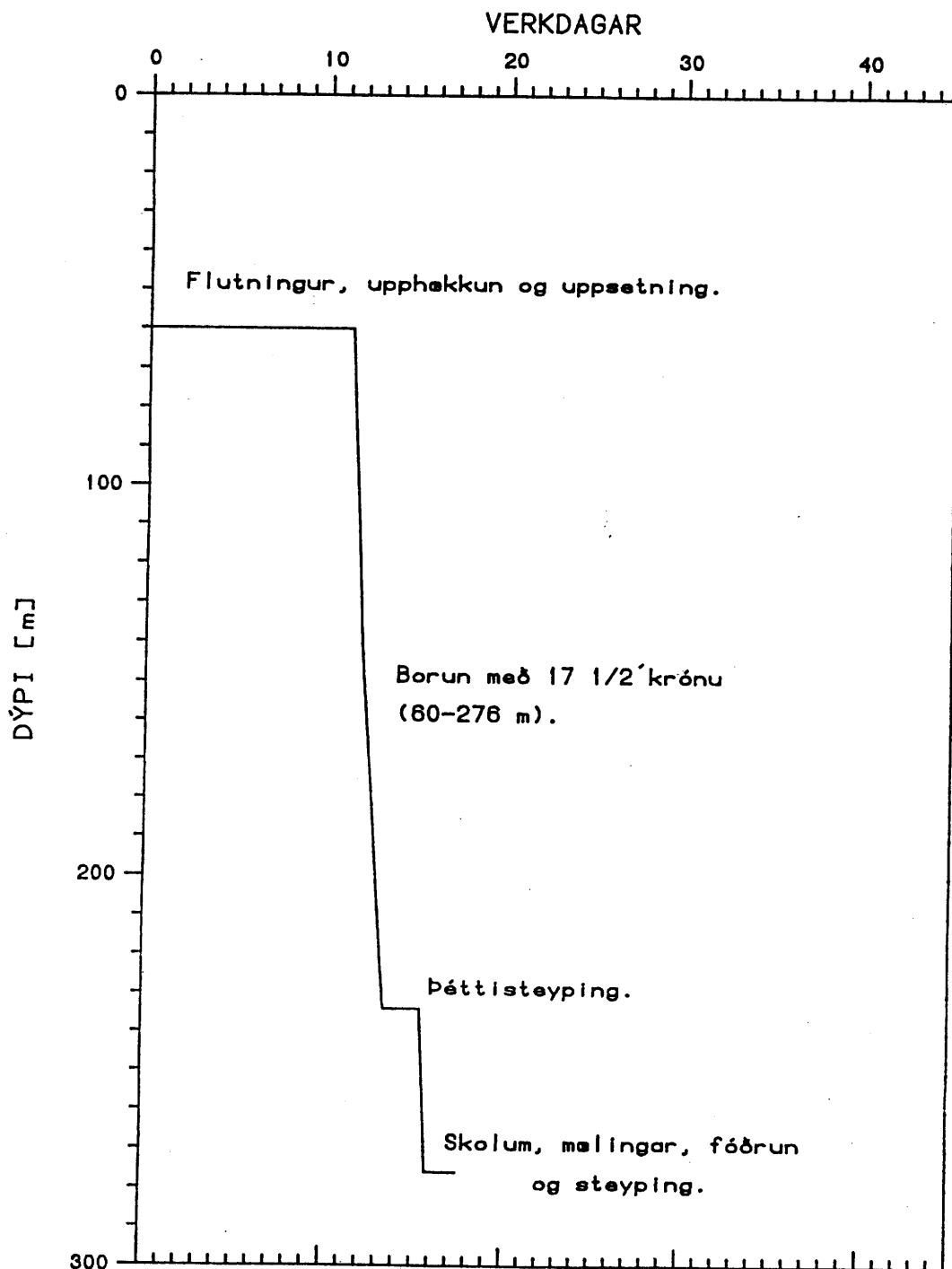
Loks var steypt milli röra kl 5:07 til 6:00. Steypt var þá úr 6 to af sementsblöndu og 1 to af portlandi.

Samtals 7 tonn.



 JHD-BJ-8715 Ásg
85.08.0791 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-12 FRAMVINDA BORUNAR 1. ÁFANGI

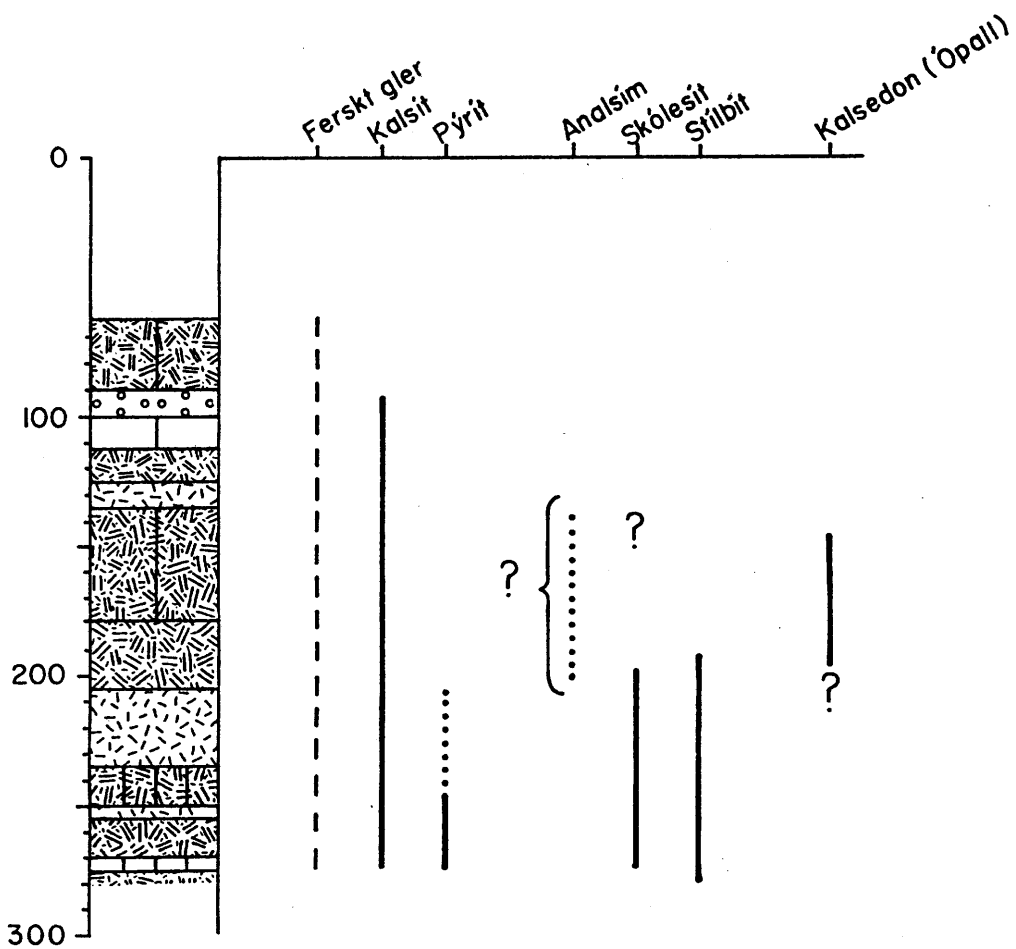


JHD-BJ-8715-ÁSG
85.06.0788 JH

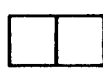
Mynd 5

NESJAVELLIR HOLA NJ-12

Einfaldað jarðlagasnið og dreifing
ummyndunarsteinda.



SKÝRINGAR:



Ferskt finkornótt basalt



Finkornótt ummyndað basalt



Ferskt glerjað basalt



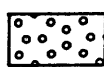
Ummyndað glerjað basalt



Breksía



Túff



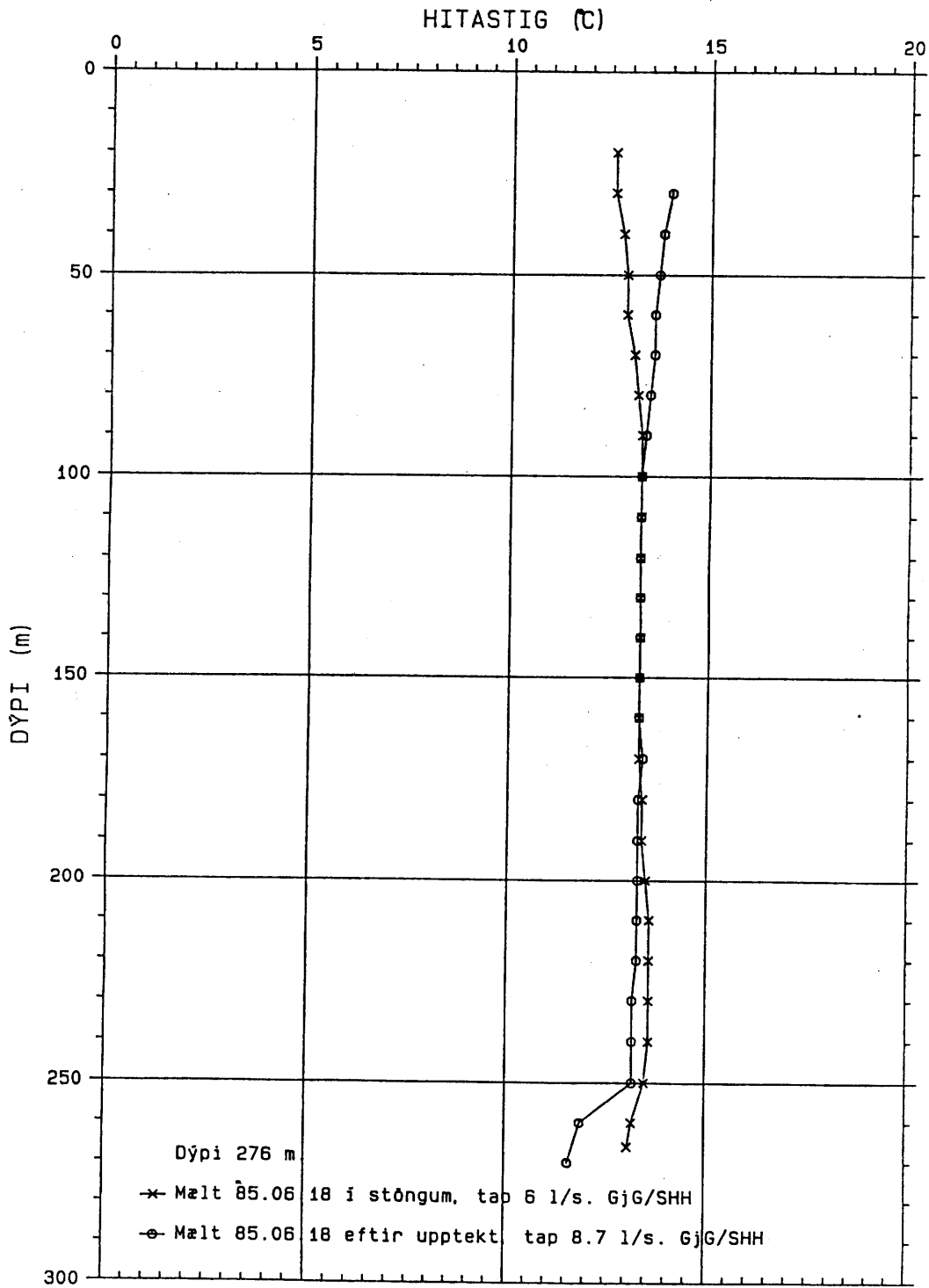
Finkornótt set

} Móberg

JHD-BM-8715-SHH
85.06.0792 T

MYND 6

NESJAVELLIR HOLA NJ-12 HITAMÆLING



VIÐAUKI V-3

NESJAVELLIR HOLA NJ-12, 2. ÁFANGI

Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu frá 276-802 m.

EFNISYFIRLIT

	Bl.s.
1 INNGANGUR	91
2 BORSAGA	91
3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN	92
4 BORHOLUMÆLINGAR	93

TÖFLUSKRÁ

1 Mælingar í NJ-12. Annar áfangi	94
2 NJ-12. Fóðrunarskýrsla fyrir 9 5/8" fóðringu	95

MYNDASKRÁ

1 NJ-12. Gangur borunar, annars áfanga	97
2 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun	98
3 Steyping 9 5/8" fóðringar	99
4 Upphitun í "botni" 85.06.25	100
5 Hitamælingar 85.06.25 og 26	101
6 Hitamæling eftir steypingu	102
7 CBL-mæling í 9 5/8" fóðringu	103

1 INNGANGUR

Skýrsla þessi er unnin samkvæmt verksamningi JHD-4-1985 milli Hita-veitu Reykjavíkur og Orkustofnunar, og fjallar um 2. áfanga borverks holu NJ-12. Í verksamningi er kveðið á um það, að vinnslufóðring (API 9 5/8", 40 lbs/ft, k-55 BTC, innanmál 224,4 mm) skuli ná a.m.k. niður í 600 m. Jafnframt er þess getið í samningi að við endanlega ákvörðun á fóðrunardýpi skuli stuðst við ummyndunargreiningu, þannig að ekki verði fóðrað fyrr en ummyndun bendi til a.m.k. 200°C hita.

2 BORSAGA

Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu NJ-12 hófst kl. 00:30 21. júní, 1985, á 276 m dýpi. Borun 2. áfanga lauk kl. 10:10 25. júní, á 802 m dýpi (mynd 1). Notuð var króna af gerðinni 49-J-6, en borstrengur uppbyggður á eftirfarandi hátt: 12 1/4" króna, söbbur, 7" álagsstöng, stýring, söbbur, 11 stk. 7" álagsstangir, X-over söbbur og borstengur. Borun gekk mjög vel svo sem fram kemur á mynd 1. Álag í borun var 5-12 tonn og snúningur krónu 60-70 sn/mín.

Fylgst var reglulega með skolvatnsbreytingum meðan á borun stóð. Niðurstöður eru sýndar á mynd 2, ásamt meðalborhraða og einfölduðu jarðlagasniði. Ekkert marktækt skoltap varð og hitastig skolvatns sýndi einungis dægursveiflu. Í hitamælingu að borun lokinni sást ekki heldur nokkur vísbending um vatnsæðar. Sýnt er því að holan er pottþétt á þessu dýptarbili og er það nýmæli á Nesjavallasvæðinu.

Við val á fóðrunardýpi milli 600 og 800 m var notast við mat á ummyndunarhita, en æskilegt þótti að berghiti við fóðringarenda væri a.m.k. 200°C. Því marki var ekki náð (sjá ummyndunarkafla) og fóðurrörsenda því valinn staður í basaltlagi á 802 m dýpi. Að borun lokinni var holan skoluð í 3 tíma og síðan mælt botnfall sem reyndist vera 3 m. Þá var gerð hitamælt og upphitun mæld í borni. Hiti reyndist lágur og upphitunarhraði hægur (4-5°C/klst). Botnfall var aftur mælt að lokinni mælingu, og reyndist þá orðið 7-8 m. Holan var því skoluð í nokkra tíma í viðbót og síðan ráðist í upptekt borstrengs.

Jarðlagamælingar hófust rétt fyrir miðnætti, 25. júní og lauk kl. 10, 26. júní. Þá var tekin hallamæling á 360 m dýpi (0,5°), en síðan hófst fóðrun holunnar með 9 5/8" fóðurrörum. Að jarðlagamælingum loknum að morgni 25. júní var hafist handa við niðurstetningu 9 5/8" fóðurrörs.

Samkvæmt fóduringaskýrslu náði fóduringin aðeins niður á um 775 m dýpi frá kraga vegna um 16 m botnfalls í holunni.

Steyping fódurrörs hófst svo kl. rúmlega 10 að morgni 27. júní og eru upplýsingar um hana sýndar í fóduringaskýrslu (töflu 2). Steyping tókst vel og kom steypa til yfirborðs handan fódurrörs. Steypumæling sannaði vel heppnaða steypingu fódurrörs. Unnið var við uppsetningu öryggisbúnaðar á holutopp. Var því lokið um klukkan 16 föstudaginn 28. júní (26. virkisdagur) og þar með öðrum áfanga borverksins.

3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN.

JARÐLÖG. Einfaldað jarðlagasnið er sýnt á mynd 2. Frá 13 3/8" fódurrörsenda var borað í móbergsmýndun niður á u.þ.b. 320 m dýpi. Þaðan og niður í tæplega 400 m dýpi var borað í gegnum fín-meðalkorna basaltlög. Frá u.þ.b. 400 m og niður undir 600 m dýpi var svo borað í gegnum þrjár móbergsmýndanir. Sú efsta þeirra (Móbergsmýndun M-4) er áberandi feldspatdílótt, og er hún auðkennd sérstaklega á mynd 2. Samsvarandi myndun finnst á 247-290 m dýpi í holu NG-7 (Hjalte Franzson og Hilmar Sigvaldason, 1985. Nesjavellir hola NG-7 jarðlög, ummyndun, vatnsæðar. OS handrit). Um 150 m hæðarmunur á yfirborði er milli holu NG-7 og NJ-12, og virðist því sem tengja megi lárétt milli þessara borhola.

Neðan 600 m í holu NJ-12 var borað í gegnum Hraunlagamyndun 1. Mörkin milli þeirrar myndunar og yfirliggjandi móbergsmýndunar eru ekki skýr.

UMMYNDUN. Fylgst var með breytingum í ummyndun samhliða borun í því skyni að fá vísbendingu um ríkjandi berghita, til hliðsjónar við val fódrunardýpis. Einkum var þá horft til breytinga í samfélagi zeólíta.

Lághitazeólítar (<120°C) eru algengir í efsta hluta holunnar, en magn þeirra fer þverrandi þegar neðar dregur. Skólesít/mesólít eru þó nokkuð áberandi á u.þ.b. 600 m dýpi. Laumontít (>120°C) sést fyrst nærri 500 m dýpi, og er áberandi zeólít í sýnum frá 600 m dýpi niður í 800 m. Finnst það stundum í talsverðu magni. Wairakít (≥ 200°C) fannst ekki með vissu í þessum hluta holunnar. Kvars fór að sjást á svipuðu dýpi og laumontít, og eykst magn þess með dýpi.

Lághitaleirinn smektít virðist til staðar allt niður í 800 m dýpi, en blandlagsleirsteindir virðast koma inn á svipuðu dýpi og laumontít og kvars. Klórít var ekki greint með vissu í þessum áfanga. Heita má að

kalsít megi finna í flestum sýnum úr þessum áfanga, en magn þess er mjög breytilegt.

Í stuttu máli, þá bendir frumathugun á ummyndun til þess að berghiti í þessum hluta holunnar sé lægri en 180°C .

4 BORHOLUMÆLINGAR.

Í töflu 1 eru upptaldar allar mælingar, sem gerðar voru í öðrum áfanga borunar NJ-12. Engra mælinga var þörf á meðan borun stóð yfir, og var því fyrst mælt eftir að komið var í fóðringardýpi. Fyrir upptekt var hitamælt í stöngum og fylgst með upphitun í botni. Upphitun reyndist mjög hæg eða sem svarar $4-5^{\circ}\text{C}$ á klukkustund (myndir 4 og 5). Holan var þétt og þurfti aðeins brot úr sekúndulíttra til að halda henni fullri. Eftir upptekt hófst mælingarprógram með hitamælingu. Í 350 m dýpi settist mæliprópan og komst ekki neðar. Í ljós kom að stór skápur ($>32''$) er á þessu dýpi og tókst ekki að koma mæliprópu í gegnum hann. Skápurinn er í rauðu millilagi (túff) og hafði orðið vart við hrun úr þessu lagi í svarfinu niður alla holuna. Mælt var viðnám og vídd niður í 350 m, en síðan settar niður stangir í 380 m og neðri hluti holunnar mældur. Endað var með hitamælingu og reyndist botnhiti 60°C , en hitamælingin er sýnd á mynd 5. Sem fyrr er holan þétt (tap 50.5 l/s).

Hitamælt var aftur um 12 klst. eftir að fóðringin var steyppt (mynd 6), síðan var CBL mælt til að kanna steypugæðin (mynd 7) og reyndist steypan mjög góð.

Tafla 1 Mælingar í NJ-12, annar áfangi

Dags.	Tími (kl)	Hvað mælt	Dýptarbil (m)	Aths.
85.06.25	14:00-16:00	Hiti-dT-CCL	0-784	Mælt í stöngum
85.06.26	00:00-01:00	Hiti-dT-CCL	0-350	Eftir upptekt
85.06.26	02:00-03:00	Viðnám 16" og 64"	0-350	Eftir upptekt
85.06.26	03:00-05:30	Viðnám 16" og 64"	380-789	Stengur í 380m
85.06.26	01:00-02:00	Vídd	0-350	Eftir upptekt
85.06.26	06:00-07:15	Vídd	380-784	Stengur í 380m
85.06.26	07:45-09:00	NN og gamma	0-784	Stengur í 380m
85.06.26	09:00-10:00	Hiti-dT-CCL	0-789	Stengur í 380m
85.06.26	10:30-11:15	Halli	360	Halli 0.5
85.06.28	02:00-03:00	Hiti-dT-CCL	0-750	Eftir steypingu
85.06.28	03:00-05:00	CBL-mæling	0-750	- " -

ORKUSTOFNUN
JARÐBORANIR RÍKISINS

FÓÐRUNARSKÝRSLA

Jötunn

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR	VERKKAUPI
644-1	NJ-12	Nesjavellir	Fitaveita Reykjavíkur
VÍDD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.
12 1/4"	802	3	1985.06.25.-29.
			ÚTFYLLT
			1985.06.29. D.S.

FJARLEGD KJALLARABRÚN—KRAGI		0,72 m
FÓÐRING	PVERM. UTAN 9 5/8" INNAN 222,4 mm.	
	GERÐ ÞYNGD 43,4 lbs/ft	
	TENGI Skrúfuð Buttress	
	NOTAÐ 790,01 m FRÁ KRAGA 774,88 m	
	KRAGI (FLANGS) í slýf við holuflans	
	SKÓR Float Shoe og Float Collar 2rörun ofar	
	MÍÐJUST. 20 stk. STEYPUT. 0 stk.	
STEYPING	SEMENT G blanda 58.000 kg	
	SEMENT Portland 2.000 kg	
	ÍBL.EFNI kg	
	ÍBL.EFNI kg	
	TAFÆFNI kg EDLISP STEYPU 1,7-85	
	STEYPUTÆKI Haliburton Steypusamstæða	
	STEYPINGARTÍMI 61 mín	
	EFTIRDELING. MAGN 8061 Í TÍMI 21 mín	
	STEYPA KOM UPP eðlisp 1,69 <input checked="" type="checkbox"/> JÁ <input type="checkbox"/> NEI	
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA Ofan við flans 20cm	
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR h	
	SEMENT kg ÍBL.EFNI kg	
	SKORID OFAN AF EFTIR 4 h	
	STEYPA BORUD EFTIR 30,5 h	
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI 785,0 m	
VERKTÍMI RÖR STEYPA TOPPUR TAFIR ALLS		
h 10,0 2,0 18,5 73,0		
ATH. Mjög góð steypa kom upp í fyrstu og einu steypingu fóðringarinnar. er sest var að steypunni náði hún 20 cm. upp fyrir holuflans. Rörið var illa miðjustillt og því gekk illa að koma slýfinni fyrir en hafðist þó. Efsta rörið nær upp í miðjan holuflans.		

RÖRATALNING		
LENGD	NR ¹⁾	ALLS m
12,08	1 x	12,08
12,31	2	24,39
13,77	3	38,16
13,38	4 x	51,54
13,52	5	65,06
13,51	6	78,57
13,62	7 x	92,19
13,52	8	105,71
13,76	9	119,47
13,59	10 x	133,06
13,63	11	146,69
13,57	12	160,26
13,37	13 x	173,63
13,35	14	186,98
12,33	15	199,31
13,64	16 x	212,95
13,63	17	226,58
13,51	18	240,09
13,00	19 x	253,09
13,25	20	266,34
13,84	21	280,18
13,72	22 x	293,90
13,63	23	307,53
13,69	24	321,22

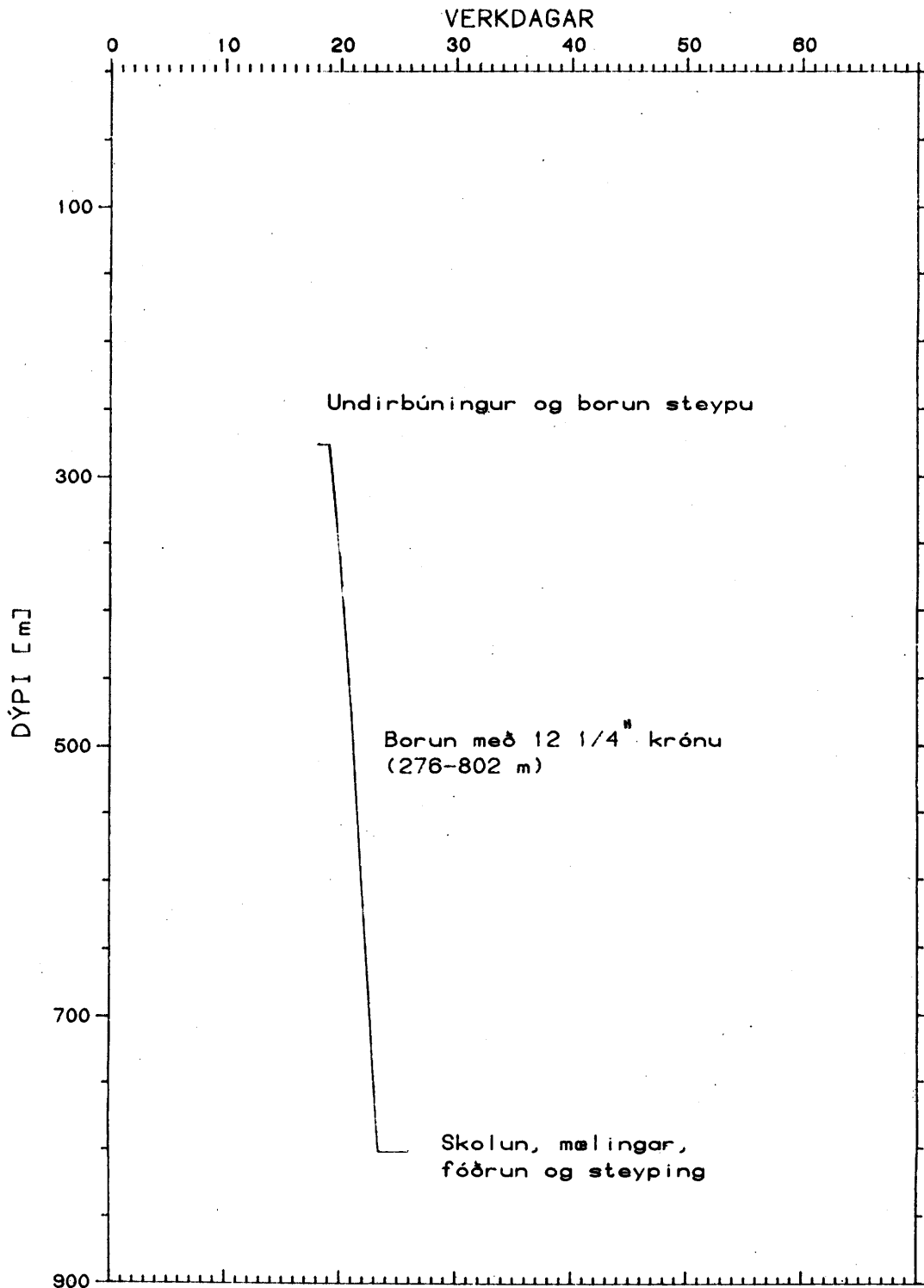
05.82.20x30FDH

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

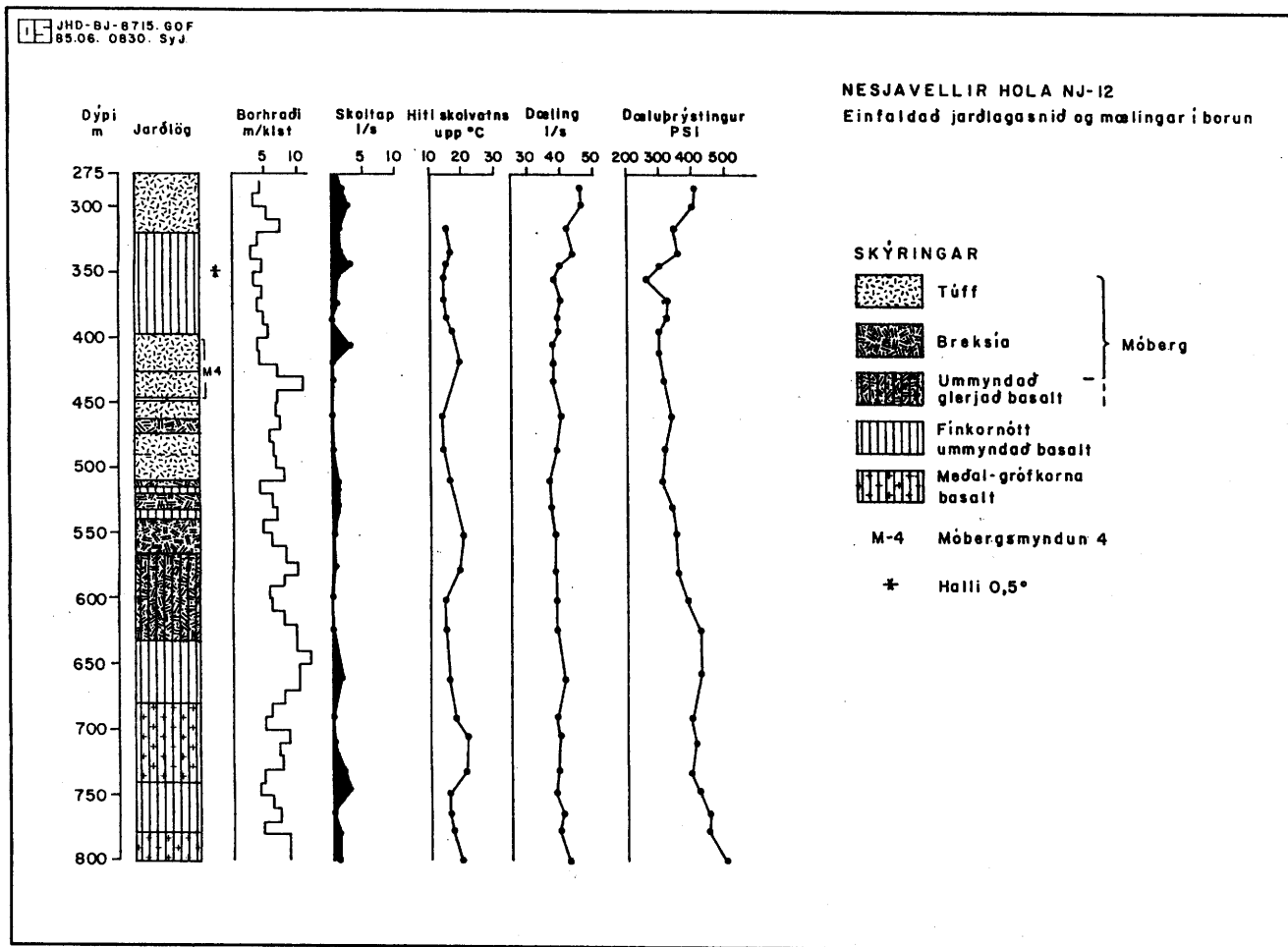


JHD-BJ-8715.GOF.
85.07.0846.T

NE.SJAVELLIR HOLA NJ-12 FRAMVINDA BORUNAR 2. ÁFANGI



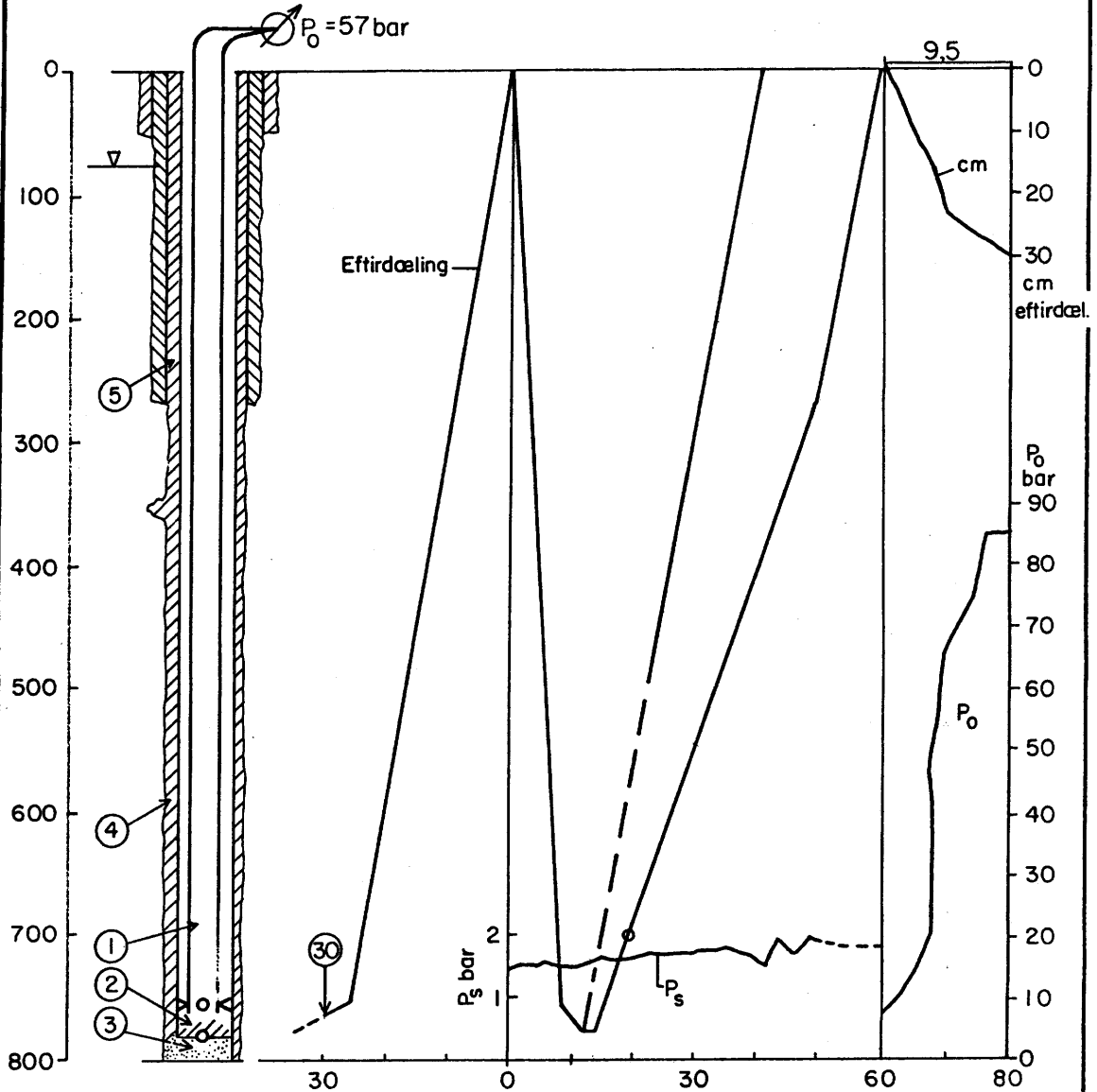
Mynd 1 NJ-12. Gangur borunar, annars áfanga



Mynd 2 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun

JBR - 8715 - SBen
85.07.0836 OD

Steyping 9 5/8" fódðringar í NJ-12

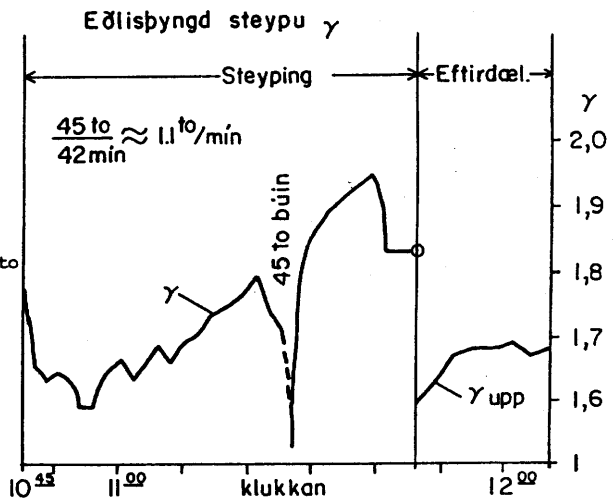


1/m x m = 1 100% umfram .
 1) 9,28 x 775 = 7192
 2) 85,6 x 25 = 2140
 3) 155 x 5 = 775 1550
 4) 29 x 530 = 15370 30740
 5) 34 x 270 = 9180
 $\frac{34657}{840} = 41,3$ to $\frac{50802}{840} = 60,46$ to
 Eftirdæling 7192+1070=8262/271,6 = 30,4 cm

Steypt úr ca 58 to af sementsblöndu
og ca 2 to af portlandi

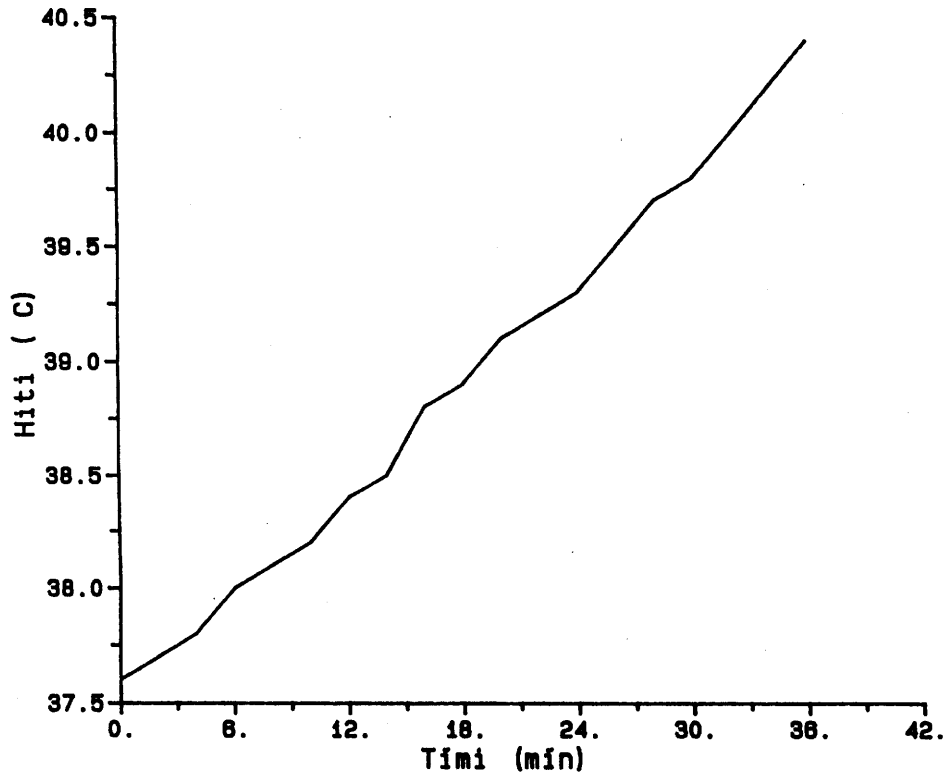
meðaltal $\frac{60 \text{ to}}{61 \text{ mín}} = 1,0 \text{ to/mín}$

Mynd 3 Steyping 9 5/8" fódðringar



05 JND-SM-8715 HTu1
85.07.0851 T

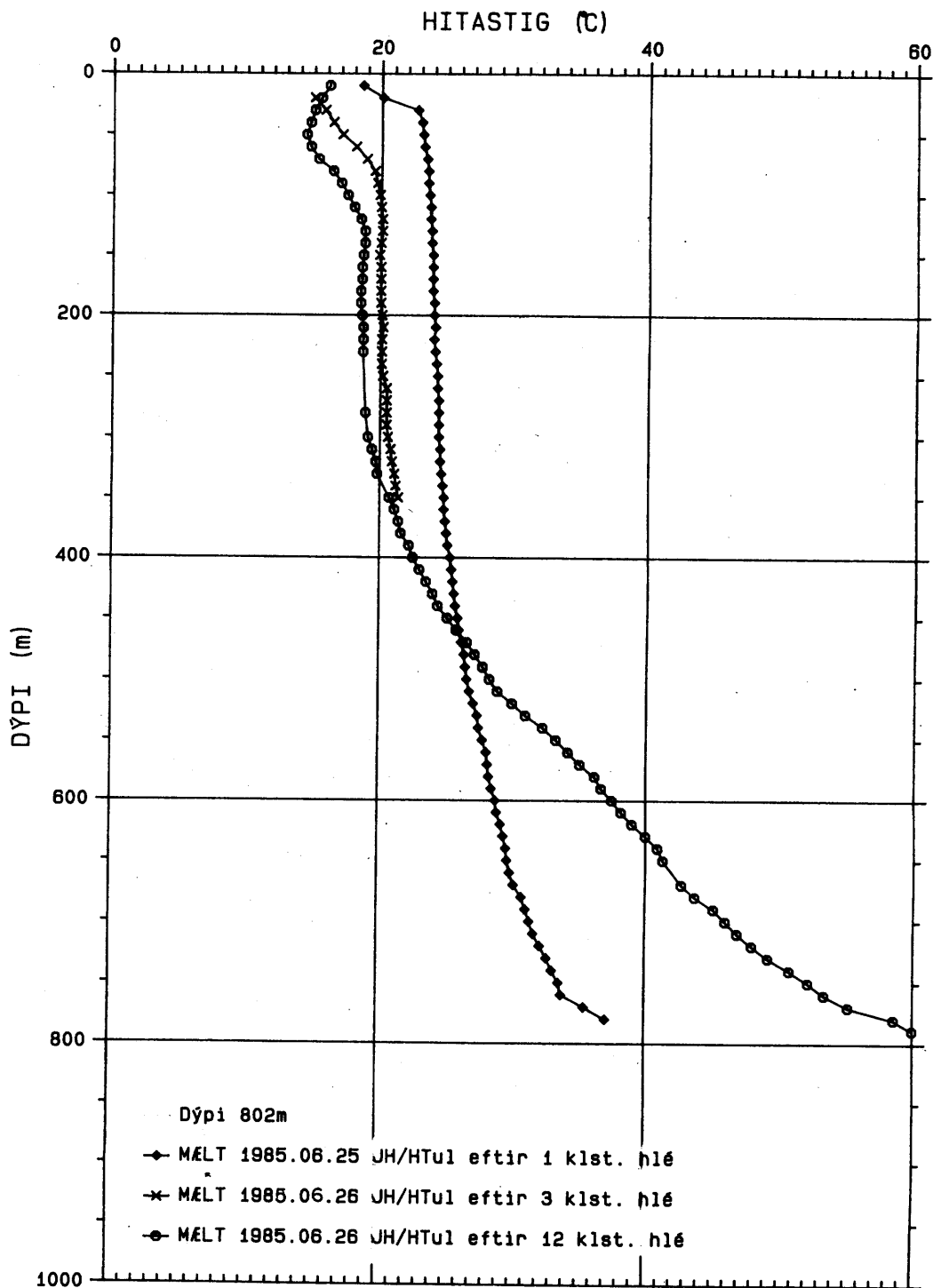
NJ-12 UPPHITUN Í BOTNI 1985.06.25



Mynd 4 Upphitun í "botni" 85.06.25

JHD-8M-8715 HTU1
85.07.0834 T

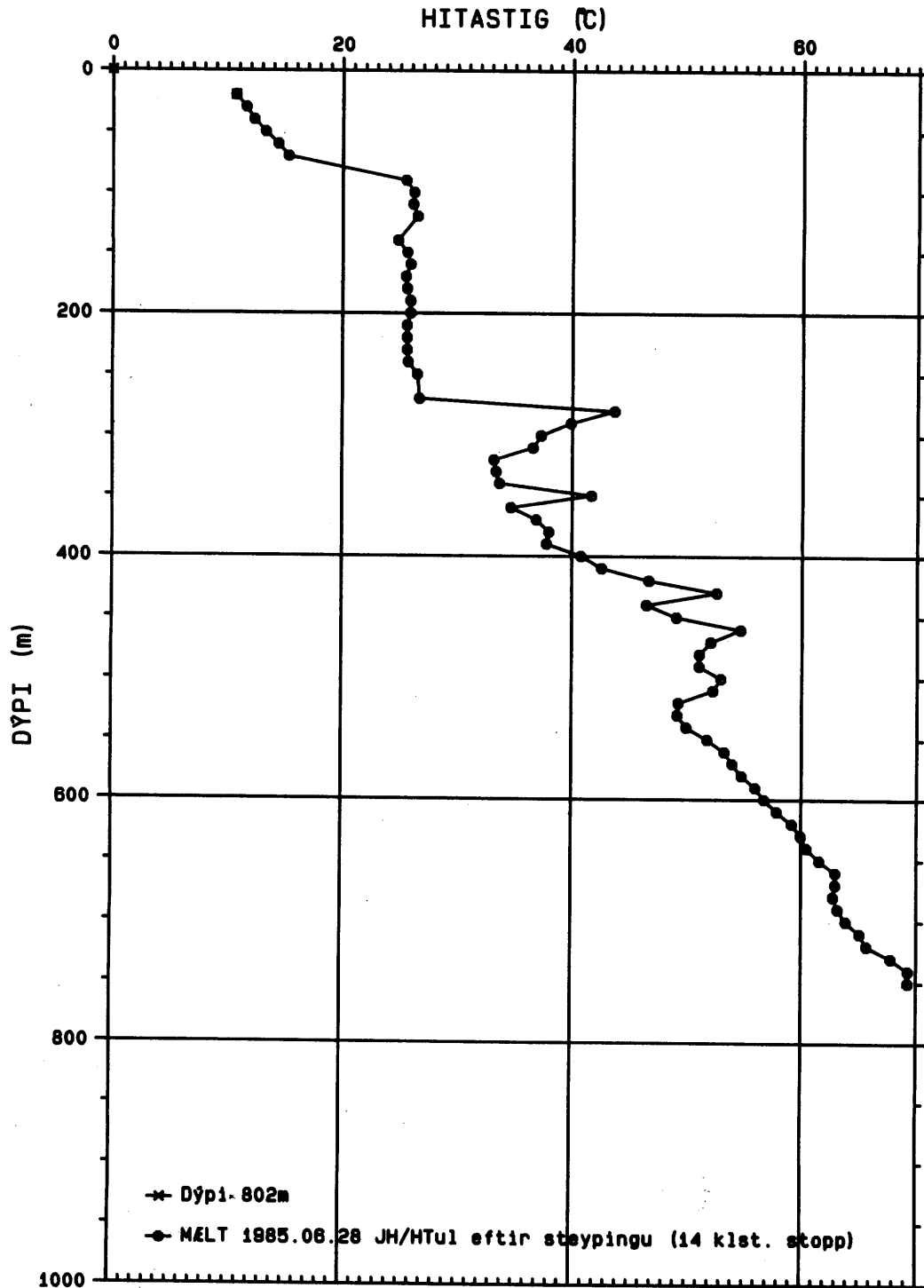
NESJAVELLIR HOLA NJ-12 HITAMÆLINGAR



Mynd 5 Hitamælingar 85.06.25 og 26

JHD-SM-8715 HTu1
88.07.0852 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-12 HITAMÆLING



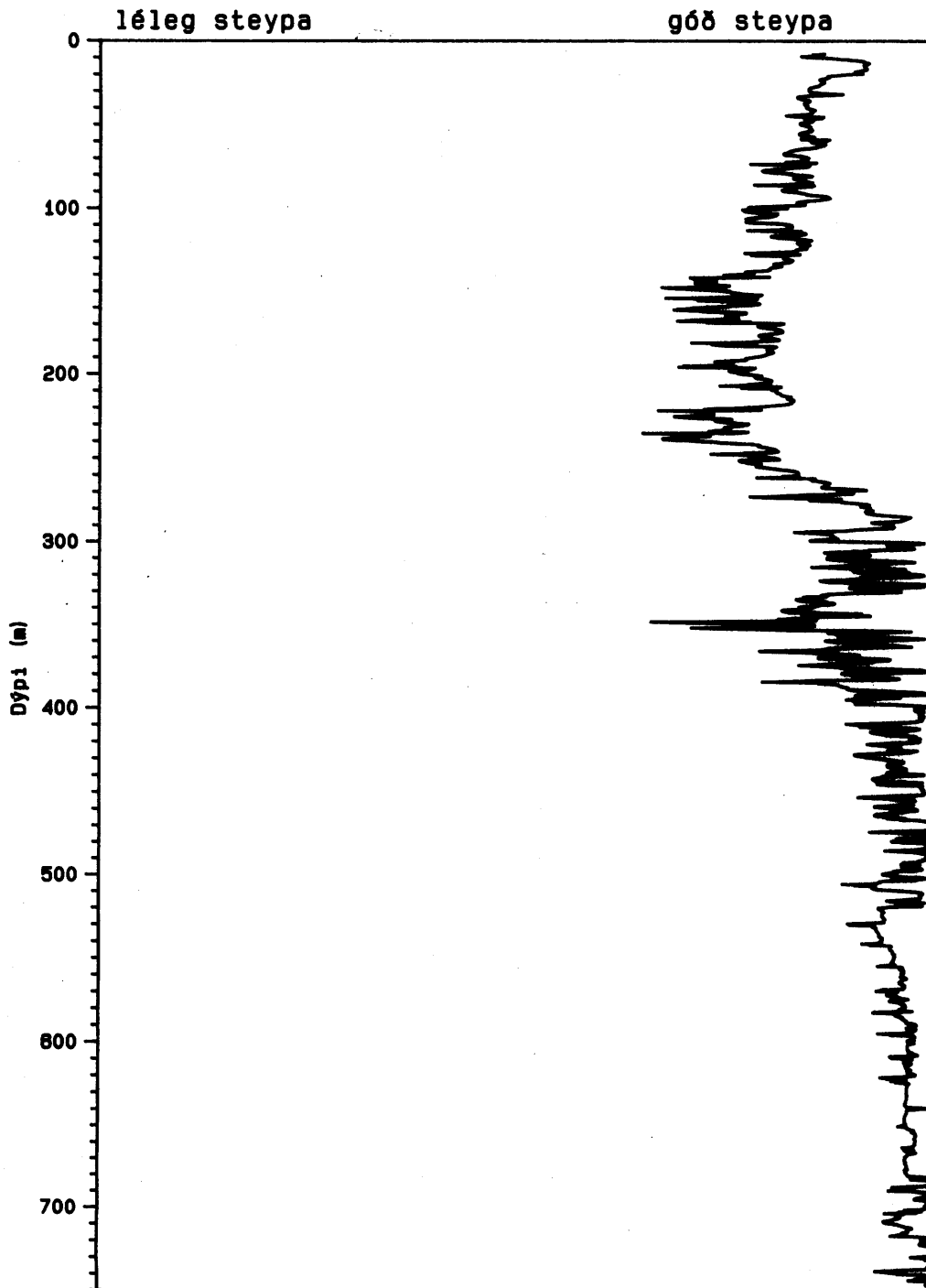
Mynd 6 Hitamæling eftir steypingu

IE JHD-SM-8715 HTu1
05.07.0695 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-12

CBL MÆLING 1985.06.28

Steypugæði



Mynd 7 CBL-mæling í 9 5/8" fóðringu

VIÐAUKI V-4

NESJAVELLIR, HOLA NJ-12, 3.ÁFANGI

Borun vinnsluhluta frá 802 m til 1856 m

EFNISYFIRLIT

	bls.
1 BORSAGA	107
2 JARÐLÖG OG UMMYNDUN	111
3 MÆLINGAR	112
4 ÆÐAR	112
5 ÞREPADÆLING	112
Tafla 1 Fóðrunarskýrsla	114
Tafla 2 Mælingar í 3. áfanga	116
Tafla 3 Þrepaðæling	117

MYNDASKRÁ

Mynd 1 Gangur borunar	121
Mynd 2 Jarðlög og skoltöp	122
Mynd 3 Vatnsborðsmælingar í borun	123
Mynd 4 Hitamæling 85-06-30	124
Mynd 5 Hitamæling 85-07-01	124
Mynd 6 Hitamæling 85-07-09	125
Mynd 7 Hitamælingar í stöngum 85-07-12	125
Mynd 8 Hitamæling 85-07-14	126
Mynd 9 Hitamæling 85-07-16	126
Mynd 10 Sprengjubúnaður, losun stíflu í streng	127
Mynd 11 Sprengjubúnaður, losun stíflu í streng	128
Mynd 12 Sprengjubúnaður, sundurskrúfun	129
Mynd 13 Þrepaðæling	130

1 BORSAGA

Þriðji áfangi holu NJ-12 hófst þriðjudaginn 28. júní með niðursetningu borstrengs. Til verksins var notuð 8 1/2" (216 mm) króna af gerðinni HPSM-J. Borstrengur var byggður upp sem hér segir: 8 1/2" (216 mm) króna, stýring, álagsstöng, stýring, 11 álagsstengur, "kross over söbbur" og borstengur. Á mynd 1 er sýndur gangur verksins.

Um miðnætti var búið að bora í gegnum steypustykki, steypuna og borun í berg hafin. Á miðnætti 29. júní var holan orðin 931 m djúp, en þar var borað í mjög flögótt, fínkorna, fersklegt innskot. Frá því dýpi og niður í 942 m tók í snúning. Við stangaríbætingu voru um 7 m af grófu botnfalli. Þegar reynt var að hreinsa það í burtu festist borstrengurinn. Borkrónan var þá á 935 m dýpi. Líklegt þótti að téð innskot orsakaði festuna. Dæluþrýstingur jókst úr 300 í 1400 PSI á sama tíma og dæling minnkaði úr 25 í 17 l/s. Það gaf til kynna að hrunið legðist þétt að borstrengnum. Fram undir morgun var reynt að losa strenginn með því að toga og snúa, en án árangurs. Þá var geltappi blandaður og dælt niður borstrenginn í þeirri von að gelið virkaði sem smurningur á hrunmolana og auðveldaði þannig losun. Illa gekk að dæla gelinu og fór þrýstingur á dælum upp í 1700 PSI og virtist því sem gelið þétti hrunið enn frekar. Þar með þótti ljóst að reyna þyrfti aðrar aðferðir til losunar. Helst kom til greina að skrúfa í sundur borstreng rétt ofan við festu og setja þar inn "jar" (uppsláttartól) og lemja á þann hátt strenginn upp úr festunni. Á mælingamenn var kallað til að sprengja á móts við þann stað, þar sem skrúfa átti í sundur. Áður en að sprengingum kom var holan hitamæld, en mælir komst ekki niður fyrir 814-817 m dýpi vegna fyrirstöðu innan í borstreng. Reynt var að ýta fyrirstöðunni neðar með lóði og síðan að sprengja hana í burt (tvær sprengitilraunir), en án árangurs. Þá var ekki annað til ráða en að sprengja á næstu samskeytum ofan við þrengingu, þ.e. á 810 m dýpi til þess að koma þar jarnum fyrir. Sprengihleðslu var komið fyrir þar niðri og hún sprengd meðan snúningi var haldið á strengnum. Ekki varð vart við neitt los við sprenginguna, en athugull borstjóri tók eftir því að borstrengurinn hafði sigið eilítið. Reynt var að toga í strenginn og kom þá í ljós að eitthvað hafði losnað um hann. Með 200 þúsund punda togi tókst að mjaka honum upp. Þegar þrjár stengur voru komnar upp var strengurinn laus, en hann vóg 84 þúsund pund. Um klukkan 5 var strengurinn kominn upp úr holunni. Ekki mátti miklu muna að álagsstengurnar féllu niður í holu, því gengjurnar á móts við sprengistaðinn voru aðeins hálf skrúfaðar. Ennfremur hafði stöngin ofan við sprengistaðinn rifnað. Við athugun á

strengnum sást að steypukleprar höfðu valdið fyrirstöðunni innan í stöngum.

Holan var hitamæld eftir að strengurinn var kominn upp og var hitastig á 924 m 130 gráður C, en 18 m botnfall var í holunni. Að hitamælingu lokinni var holan víddarmæld. Skápamyndun var nokkur en þeir voru ekki djúpir. Stærstur var skápurinn undir fóðringunni. Þótti því sýnt að hrúnið og megin skáparnir væru neðan 924 m dýpis.

Að morgni mánudagsins 1. júlí var settur niður borstrengur með nýrri 8 1/2" krónu af gerðinni HPSM, en uppbygging hans var eins og áður. Þegar 130 m voru eftir niður á botn þá var ein og ein stöng tínd ofan í og kælt á milli. Á 934 m dýpi var komið niður á botnfall og var eins og um hreina borun væri að ræða í því. Um kl. 20 var komið niður á botn á holu í 942 m dýpi og skolað þar í góða stund. Síðan var lyft upp og tekið botnfall eftir 15 mínútna bið. Það reyndist vera 8 m þ.e.a.s. að engin breyting frá því að byrjað var að eyða því. Haldið var áfram að skarka í botnfallinu fram að hádegi 2. júlí. Sandur skolaðist vel upp úr holu meðan á þessari aðgerð stóð, en botnfallið hélst allan tímann svipað þ.e. 6-8 m. Greinilega hrundi því jafnóðum inn í holuna á þessu dýptarbili. Frá 934-940 m er sem áður er getið fersklegt fínkornótt innskot, mjög sprungið og á sprunguflötunum var og er grænsvarstur leir. Leirinn er lítill byndingur milli sprunguflata og hefur bergið einfaldlega runnið jafnóðum eftir sprunguflötunum inn í holuna.

Upp úr hádegi var ákveðið að taka upp borstreng og steypa í holuna. Meðan á botnfallseyðingu stóð fór skolun vel yfir 50 l/s, sem þýddi að holan hefði vaskast eitthvað út, sérstaklega á móts við álagsstengurnar. Því var ákveðið að víddarmæla og var það gert kl. 21:30-23. Mælirinn komst ekki niður fyrir 849 m dýpi, en þar var eins og fyrirstaða væri í holunni eins og síðar kom í ljós. Víddarmælingin var nánast eins og mælingin, sem gerð var 30. júní nema allra neðst við 846-848 m var smá útvíkkun, sem hafði ekki sést áður.

Ákveðið var að steypa í holuna á þremur stöðum í sömu ferðinni. Fyrst að steypa úr 3 tonnum í hrúnið neðst í holunni, síðan að taka upp 3 standa, upp í 848 m, og steypa þar úr 6 tonnum og taka síðan upp í 802 m og steypa þar úr 8 tonnum. Á þennan hátt var hægt að steypa í hrunkaflann og allá skápa í holunni í sömu aðgerðinni. Það var útbúinn krónulaga endi á neðstu borstöngina og hún boruð ofan í hrúnið á meðan fyrsta steypumagnið var að renna út úr strengnum og síðan koll af kolli. Sementsmagn var áætlað ríflega vegna skápa og einnig töpuðust 3 l/s, en samkvæmt hitamælingum voru mögulegir lekastaðir rétt neðan fóðringar og á 900 m dýpi. Steyping byrjaði kl. 3:25 og var lokið 4:50 aðfaranótt miðvikudagsins 3. júlí. Skömmu fyrir hádegi sama dags var

búið að setja borstreng niður og fannst steypa á 716 m dýpi og var hún frekar lin fyrstu metrana, en frá 724 m var hún hörð og góð. Á miðnætti var komið niður í 872 m og hafði hrein steypa komið upp allan tímann. Á 900 m dýpi linaðist steypa aðeins og var þannig næstu 16 m, en þaðan og niður á botn var steypan aftur hörð og góð. Þegar komið var í hrunkaflann sáust fyrst svarfkorn í steypunni. Undir morgun fimmtudagsins 4. júlí (um kl. 6) hófst borun í berg á nýjan leik. Meðan á steypuborun stóð var fylgst öðru hvoru með skolvatnsbreytingum, en þær voru ekki merkjanlegar.

Fljótlega eftir að borun í berg hófst mældist 7 l/s skoltap og bentu svarfathuganir til þess að æðin væri á u.þ.b. 954 m dýpi. Þá um kvöldið fimmtudagsins 4. júlí var gerð tilraun til að mæla vatnsborð, en það féll ekkert á rúmum 5 mínútum. Þar sem niðurstöður skoltapsmælinga voru mjög breytilegar þá var fylgst með hitastigi á skolvatni eftir stangaríbætingu, því ef yfirþrýstingur væri á þessu dýpi mundi heitt vatn væntanlega streyma inn í holuna meðan á stangaríbætingu stóð. Athugunin stóð yfir í 25 mín. og hafði skolvatn þá hitnað um 0.3 gráður C. Þar af leiðandi var talið að litlar áhyggjur þyrfti að hafa af yfirþrýstingi í bili.

Skömmu eftir miðnætti sunnudagsins 7. júlí mældist 13 l/s skoltap á 1307 m dýpi. Litlu síðar var stoppað og vatnsborðið mælt (mynd 3). Eftir 20 mínútur var það komið niður á 157,2 m og virtist stefna í 190-200 m dýpi. Borun var síðan haldið áfram. Um kvöldmatarleytið, er dýpið var orðið 1407 m, brotnaði borstrengur mjög neðarlega í holunni. Klukkustund síðar var skoltap mælt 20 l/s og og kl. 21 eða rétt fyrir upptekt mældist það 39 l/s. Eftir að upptekt hófst minnkaði skoltap aftur niður í 20 l/s. Þegar borstrengur var kominn upp kom í ljós að 9 álagsstengur, 2 stýringar og króna urðu eftir á botni holunnar. Brotið var við boxið á fjórðu efstu álagsstöng. Sett var niður fiskitæki með hulsu, sem smeygja átti utan yfir brotsárið, en svo glatt gekk það ekki, þar sem 35 m botnfall var ofan á brotinu. Skýrði það m.a. hvers vegna skoltap minnkaði skömmu eftir upptekt. Botnfallinu var skolað að mestu burtu, en 3 m vantaði á að endar næðu saman. Gróft hrun var neðst og skaddaði það fiskitækið lítilega þegar reynt var að láta það snúast í hruninu. Ekki var um annað að ræða en að taka upp og setja niður krónu til að mylja hrunið og fleyta því í burtu. Byrjað var að mylja rétt fyrir hádegi mánudaginn 8. júlí. Álag var haft um 5 þúsund pund og innan við 20 l/s skol. Skömmu eftir hádegi var því lokið og geltappi sendur niður til að minnka möguleikana á að mikill sandur félli að strengnum. Byrjað var að taka upp borstreng um kl. 15.

Enn var strengur settur í holu, og hófst borun um kl. 20 þriðjudaginn 9. júlí. Borað var samfelld niður á 1756 m dýpi. Eins og best sést á mynd 2 jókst skoltap er neðar dró og í um 1550 m kom í stuttan tíma

algert skoltap, og neðan rúmlega 1600 m var skoltap nær algert (sbr. mynd 2). Í 1756m var ákveðið að stöðva borun, en talið var mögulegt að steypudreif í svarfsýnum henti til útvöskunar í hrunkaflanum sem áður hafði verið steypdur. Hitamelt var í stöngum og sýndi hún að holan kældi sig allt niður í rúma 1500 m. Ákveðið var að freysta þess að bora neðar, og var það gert allt er komið var í 1856 m dýpi, en þar var talið hæfilegt að velja holunni botn, Algert skoltap var í borun þessa neðstu 100 m. Þar sem hitamæling í 1756 m hafði sýnt holuna vel kælda niður í rúma 1500 m og einnig að vatnsborð í holunni var mjög svipað og í þeirri hitamælingu, var ekki talin þörf á hitamælingu í stöngum. Að lokinni um 3 klst skolun holu, m.a. til að fjarlægja um 11 m botnfall, var borstrengur tekinn upp úr holu.

Í beinu framhaldi hófust svo mælingar í holunni og var þeim lokið um miðnætti 14.júlí. Í lok þeirra voru gerða tvær hallamælingar, sú efri í 1000 m dýpi og var halli holunnar þar um 0.2 gráður, en sú síðari á 1750 m dýpi og var hallinn þar 0.3 gráður frá lóðréttu.

Raufaður leiðari var síðan settur í holuna og náði neðri endi hans í 1822.6 m, en það var um sex metrum ofan við botnfallið (tafla 1). Við niðurstetningu hans varð vart við fyrirstöðu í um 1300 m dýpi, og hefur sú fyrirstaða sennilega verið merki um hrun.

Að fóðrun lokinni var þrepaðaling framkvæmd og er um hana fjallað í kafla 4 .

Á þeim drottins degi 16. júlí var mastur Jötuns fellt en það merkti endalok borverks á 44. verkdegi.

2 JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Greining svarfs reyndist jarðfræðingum fremur erfið, einkum vegna smæðar svarfkorna og svo vegna skoltapa neðan um 1300 m dýpis. Því er takmörkuð ábyrgð tekin á jarðlagasniðinu, sem sýnt er á mynd 2, a.m.k. þar til greining þunnsneiða liggur fyrir og samanburður við mælingar hefur verið gerður. Á grundvelli svarfgreiningarinnar virðist jarðlög í vinnsluhluta NJ-12 helst skera sig frá öðrum holum hvað varðar hátt hlutfall ísúrra og súrra berglaga. Ber einna helst á þeim á dýptarbilunum 945-960 m, 1100-1215 m, 1255-1290 m, 1405-1435 m, og 1505-1545 m, en flest þessara laga virðast af innskotakyni. Frekari umfjöllun jarðlaga verður að bíða lokaskýrslu.

Helstu atriði ummyndunar eru þau að epidót og prenit greinast fyrst með öryggi á um 945 m dýpi. Wollastonít greindist fyrst á um 1050 m en síðan ekki fyrr en neðan 1340 m. Kvars og wairakít greinast fremur strjált niður allan vinnsluhluta holunnar. Laumontít hverfur neðan um 1050 m dýpis.

3 MÆLINGAR

Mælingar sem framkvæmdar voru í þessum verkáfangum eru sýndar í töflu 2, en þær eru 21 talsins. Auk hefðbundinna mælinga við borlok dagana 12-16 júlí var hita- og víddarmælt nokkrum sinnum vegna erfiðleika í borun, auk þess sem sprengja þurfti þrisvar sinnum. Aðeins verður hér minnst á hitamælingar. Hitamælingarnar, sem urðu alls 6, eru sýndar á myndum 4-9. Þrjár fyrstu hitamælingarnar eru mældar vegna erfiðleika í borun, en hinar við borlok. Hitamæling frá 12. júlí sýnir hvernig holan hitnar upp (ferill 1 og 2) án ádælingar og er það um 12-15 gráður C á klst. á bilinu 1100-1500 m dýpi. Ferill 3 sýnir hitaferilinn í holunni við 28 l/s utanádælingu, og kælist holan þá niður í 1500 m. Eftir að holan var dýpkuð í 1856 m var hún hitamæld með 25 l/s ádælingu og kælist hún þá niður í 1800 m eins og sést á mynd 8. Mynd 9 sýnir svo fyrstu hitamælingu eftir að ádælingu var hætt að lokinni borun. Hraðasta upphitnunin er í um 1000 m dýpi. Öðrum mælingum úr þessum áfangum verða gerð skil síðar.

4 ÆÐAR

Á hitamælingunum (myndir 4-9) og skoltöpum (mynd 2) koma eftirtaldir æðar fram:

- 1) 880 m. Samkvæmt hitamælingu er smá æð á þessu dýpi. Á svipuðu dýpi varð vart við rúmlega 1 l/s skoltap.
 - 2,3 og 4) 960, 1000 og 1030 m. Litlar æðar. Á svipuðu dýpi og þessar æðar varð vart við skoltapsaukningu.
 - 5 og 6) 1070 og 1100 m. Á þessu dýpi er upphitun í holunni hvað hröðust. Nærri þeirri síðarnefndu varð vart við skoltapsaukningu.
 - 7) 1290 m. Lítil æð, en upphitunarhraði er aðeins hærri en að jafnaði. Mögulega getur aukning í skoltapi á svipuðu dýpi bent til æðar.
 - 8) 1500 m. Þessi æð kom mjög vel fram í ádælingu þegar holan var 1750 m (sjá mynd 9). Aukningar verður vart í skoltapi.
 - 9) 1800 m. Þessi æð kom mjög vel fram í ádælingu, þegar holan var orðin 1856 m djúp.
- Auk ofangreindra vatnsæða er mögulegt að skoltöp á 1396-1408 m, 1531-1582 m, og 1606-1632 m bendi til vatnsæða.

5 PREPADÆLING

Hola NJ-12 var þrepaðeld 15. til 16. júlí 1985 eftir að leiðara hafði verið komið fyrir. Þá var dælt á holuna um 24.5 l/s og hafði verið haldið þannig stöðugu frá því um hádegi 15. júlí. Mælingar hófust laust eftir kl. 21 með því að mæla þrýstistigulinn niður á 1790 m dýpi. Þar var skynjarinn hafður fyrir þrepaðælinguna eða rétt fyrir ofan neðstu æð holunnar. Þrepaðælingin hófst svo upp úr kl. 23 með því að slökkt var á dælingu í um 1.5 klst. Síðan var dælt í þrepum 15.8 - 28.2 - 39.9 l/s en þá tæmdist úr kari borsins og minnka varð dælingu í 32.2 l/s. Ekki kom mikið meira magn en það að bornum svo að dælingu var hætt skömmu síðar. Þrepaðælingu lauk svo upp úr kl. 7 að morgni 16. júlí. Að lokum var holan hitamæld frá botni í 1812 m og upp. Yfirlit yfir þrepaðælinguna er gefið í töflu 3 og sýnt á mynd 13.

Eins og ráða má af gögnum og af mynd 13 eru þau verulega hitaháð, og því erfitt að meta vatnsleiðnina með venjulegum aðferðum. Lauslegt mat gefur til kynna að vatnsleiðnin sé á bilinu;

$$\frac{kh}{\mu} = (1,5 \text{ til } 2,0) \times 10^{-8} \frac{\text{m}^3}{\text{Pa s}}$$

Þetta er í lægra lagi miðað við svipuð gildi frá öðrum holum á Nesjavöllum. Líkist þetta meira holum niðri á sléttunni, svo sem holum NG-5 og NG-7, heldur en holum uppi á fjalli (NG-6 og NG-9). Annað sem svipar til með holum niðri á sléttunni er, að við enga dælingu fellur vatnsborð djúpt niður í holu (315 m dýpi miðað við drifborð á upphækkuðum Jötni).



FÓDRUNARSKÝRSLA

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTADUR	VERKKAUPI
644	NJ-12	Nesjavellir	Hitaveita Reykjavíkur
VIDD HOLU	DÝPT HOLU	FÓDRING NR.	FÓDRUN FRAMKV. DAGS.
81/2"	1856 m	4	1985-08-14-07-15
			ÚTFYLLT
			H.S.

FJARLÆGD KJALLARABRÚN — KRAGI		0,72 m	
FÓDRING	PVERM. UTAN 7" 177 mm	INNAN 159,4 mm	
	GERÐ	ÞYNGD	26,00 lbs/ft
	TENGI	Skrúfuð. Buttress	
	NOTAÐ	1086,04 m	FRÁ KRAGA 1822,62 m
	KRAGI (FLANGS)	Burns Liner Hanger í 735,23 m.	
	SKÓR	VEG.	
	MÍÐJUST.	stk.	STEYPUT. stk.
STEYPING	SEMENT	kg	
	SEMENT	kg	
	ÍBL.EFNI	kg	
	ÍBL.EFNI	kg	
	TAFÆFNI	kg	EDLISP. STEYPU
	STEYPUTÆKI		
	STEYPINGARTÍMI	mín	
	EFTIRDELING. MAGN	I TÍMI	mín
	STEYPA KOM UPP	<input type="checkbox"/> JÁ	<input type="checkbox"/> NEI
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA	m	
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR	h	
	SEMENT	kg	ÍBL.EFNI kg
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR	h	
	STEYPA BORUD EFTIR	h	
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI	m	
VERKTÍMI	RÖR	STEYPA	TOPPUR
	h 14		20
ATH. Þrjú efstu rörin eru óraufuð. 36,01 m Hin öll eru raufuð. 27,38 m voru af botnfalli í holunni. Endi á liner er 6 m. ofar, eða í 1822,62 m.			

RÖRATALNING		
LENGD	NR ¹⁾	ALLS m
0,76	Hengist.	1087,39
0,36	Millist.	1086,63
12,22	1	1086,27
11,80	2	1074,05
11,90	3	1062,25
11,96	4	1050,25
12,23	5	1038,30
12,07	6	1026,07
11,77	7	1014,61
11,62	8	1002,84
11,28	9	991,22
11,58	10	979,94
11,69	11	968,36
11,59	12	956,67
12,18	13	945,08
12,05	14	932,90
12,70	15	920,85
12,22	16	908,15
11,31	17	895,93
12,05	18	884,62
12,18	19	872,57
12,41	20	860,39
11,92	21	847,98
11,75	22	836,06

05.82 20x30FDH

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

Tafla 2

NESJAVELLIR NJ-12 MÆLINGAR Í III ÁFANGA

DAGS.	KLUKKAN	HVAÐ MÆLT	DÝPTARBIL(m)	ÁSTAND HOLU	TILGANGUR	ATHS.
850630	14:00-15:00	HITI-dT-CCL	0-810.5(942)	STRENGUR FASTUR OG STÍFLAÐUR	HITASTIG	
		LÓÐUN	816(942)		LOSA UM STÍFLU	
		CCL-LÓÐUN	816(942)			
	16:40	SPRENGT	811(942)			
		LÓÐUN	812(942)			
	19:15	SPRENGT	817.9(942)			
	23:30	SPRENGT	813.0(942)		LOSA ÚR FESTU STRENGUR LOSNAÐI	
850701	5:00-6:00	HITI-dT-CCL	0-924(942)	UPPTEKT LOKIÐ		
	6:30-8:00	VÍÐD	0-924(942)			
850702	21:30-22:00	VÍÐD	700-848(942)			
850709	8:10-9:15	HITI-dT-CCL	0-1327(1407)	ÁLAGSSTÖNG BROTNAÐI		FISKUN LOKIÐ
	9:30-11:10	VÍÐD	0-1325(1407)		SKÁPAR	
850712	21:19-01:30	HITI-dT-CCL	0-1710(1750)	BORUN Á LOKA- STIGI	UPPHITUN	MÆLT INNI Í STÖNGUM
850714	13:10-14:10	HITI-dT-CCL	0-1813(1856)	BORUN LOKIÐ		MÆLT EFTIR UPP- TEKT
	14:15-16:00	VÍÐD	0-1810(1856)		SKÁPAR	
	16:00-20:00	N-N+GAMMA	0-1810(1856)		JARÐLÖG	
	20:00-21:30	VIÐNÁM	0-1810(1856)			
	21:30-22:20	HALLI	1750			
	22:30-23:10	HALLI	1000			
850715	21:20	ÞRÝSTINGUR	0-1719(1856)	LEIÐARI KOMINN Í HOLU		ÞREPAÐÆLING
850716	7:20-9:00	HITI-dT-CCL	0-1812(1856)			

NESJAVELLIR HOLA N.J-12

HRNR: 8715 SVÆÐISNR: 153 STADS.NR: 112 ADF.NR: 3120

N12.DMP

DÆLUPROFUN

Dagsetning	Tími	Tímabresting min	Þrustingur bar	Dæling l/s	Þyrti a nema n	Hiti C	ATHUGASENDIR	SKRNR
850715	2316	0.0	152.48	24.46	1790.00	48.90		2
850715	2317	1.0	150.15	0.00	1790.00	48.90	FYRSTA FALL	3
850715	2318	2.0	148.46	0.00	1790.00	48.90		4
850715	2319	3.0	147.51	0.00	1790.00	48.90		5
850715	2320	4.0	146.90	0.00	1790.00	48.90		6
850715	2321	5.0	146.35	0.00	1790.00	48.90		7
850715	2322	6.0	145.90	0.00	1790.00	48.90		8
850715	2323	7.0	145.66	0.00	1790.00	48.90		9
850715	2324	8.0	145.53	0.00	1790.00	48.90		10
850715	2325	9.0	145.39	0.00	1790.00	48.90		11
850715	2326	10.0	145.35	0.00	1790.00	48.90		12
850715	2328	12.0	145.40	0.00	1790.00	48.90		13
850715	2330	14.0	145.33	0.00	1790.00	50.40		14
850715	2332	16.0	145.25	0.00	1790.00	50.40		15
850715	2334	18.0	145.23	0.00	1790.00	50.90		16
850715	2336	20.0	145.25	0.00	1790.00	50.90		17
850715	2341	25.0	145.20	0.00	1790.00	50.90		18
850715	2346	30.0	145.23	0.00	1790.00	50.90		19
850715	2351	35.0	145.28	0.00	1790.00	53.20		20
850715	2356	40.0	145.38	0.00	1790.00	53.20		21
850716	0001	45.0	145.52	0.00	1790.00	53.50		22
850717	0006	50.0	145.45	0.00	1790.00	53.50		23
850718	0011	55.0	145.50	0.00	1790.00	54.00		24
850719	0016	60.0	145.53	0.00	1790.00	54.00		25
850720	0021	65.0	145.55	0.00	1790.00	54.60		26
850721	0026	70.0	145.50	0.00	1790.00	54.60		27
850722	0031	75.0	145.53	0.00	1790.00	55.00		28
850723	0036	80.0	145.53	0.00	1790.00	55.00		29
850724	0041	85.0	145.53	0.00	1790.00	55.00		30
850725	0046	90.0	145.50	0.00	1790.00	55.00		31
850726	0051	95.0	145.40	0.00	1790.00	57.00		32
850727	0056	100.0	145.28	0.00	1790.00	57.00	DÆLING SETT A	33
850716	0057	1.0	146.85	15.75	1790.00	57.00	FYRSTA PÆP	34
850716	0058	2.0	147.63	15.75	1790.00	57.00		35
850716	0059	3.0	148.08	15.75	1790.00	57.00		36
850716	0100	4.0	148.43	15.75	1790.00	57.00		37
850716	0101	5.0	148.65	15.75	1790.00	57.00		38
850716	0102	6.0	148.80	15.75	1790.00	57.00		39
850716	0103	7.0	148.90	15.75	1790.00	57.00		40
850716	0104	8.0	149.00	15.75	1790.00	57.00		41
850716	0105	9.0	149.03	15.75	1790.00	57.00		42
850716	0106	10.0	149.18	15.75	1790.00	57.00		43
850716	0108	12.0	149.23	15.75	1790.00	58.70		44
850716	0110	14.0	149.45	15.75	1790.00	58.70		45
850716	0112	16.0	149.53	15.75	1790.00	58.70		46
850716	0114	18.0	149.55	15.75	1790.00	58.70		47
850716	0116	20.0	149.85	15.75	1790.00	59.40		48
850716	0121	25.0	149.93	15.75	1790.00	61.00		49
850716	0126	30.0	150.10	15.75	1790.00	61.00		50
850716	0131	35.0	150.38	15.75	1790.00	63.50		51

NESJAVELLIR HOLA N.J-12

HRNR: 8715 SVEDISNR: 153 STADS.NR: 112 ADF.NR: 3120

N12.DMP

DALUPROFUN

Dagsetning	Tíði	Tímabresting min	Þrýstingur bar	Dýpi a		Hiti C	ATHUGASENDR	SKRNR
				Dýling l/s	þ m			
850716	0136	40.0	149.66	15.75	1790.00	65.00		52
850716	0141	45.0	148.85	15.75	1790.00	66.00		53
850716	0142	46.0	147.50	15.75	1790.00	66.00		54
850716	0143	47.0	144.20	15.75	1790.00	66.00		55
850716	0146	50.0	144.25	15.75	1790.00	67.00		56
850716	0151	55.0	144.35	15.75	1790.00	68.50		57
850716	0156	60.0	144.38	15.75	1790.00	69.70		58
850716	0201	65.0	144.45	15.75	1790.00	71.00		59
850716	0206	70.0	144.50	15.75	1790.00	71.00		60
850716	0211	75.0	144.60	15.75	1790.00	71.60		61
850716	0216	80.0	144.58	15.75	1790.00	71.60		62
850716	0221	85.0	144.58	15.75	1790.00	71.30		63
850716	0226	90.0	144.65	15.75	1790.00	71.30		64
850716	0231	95.0	144.65	15.75	1790.00	71.30		65
850716	0236	100.0	144.63	15.75	1790.00	67.60	DÖLING AUKIN	66
850716	0237	1.0	145.35	28.17	1790.00	67.60	ANNAD PREP	67
850716	0238	2.0	146.03	28.17	1790.00	67.60		68
850716	0239	3.0	146.33	28.17	1790.00	67.60		69
850716	0240	4.0	146.68	28.17	1790.00	67.60		70
850716	0241	5.0	146.80	28.17	1790.00	65.50		71
850716	0242	6.0	146.98	28.17	1790.00	65.50		72
850716	0243	7.0	147.08	28.17	1790.00	65.50		73
850716	0244	8.0	147.18	28.17	1790.00	65.50		74
850716	0245	9.0	147.30	28.17	1790.00	65.50		75
850716	0246	10.0	147.38	28.17	1790.00	63.60		76
850716	0248	12.0	147.48	28.17	1790.00	63.60		77
850716	0250	14.0	147.60	28.17	1790.00	61.00		78
850716	0252	16.0	147.75	28.17	1790.00	61.00		79
850716	0254	18.0	147.90	28.17	1790.00	61.00		80
850716	0256	20.0	147.98	28.17	1790.00	60.30		81
850716	0301	25.0	148.05	28.17	1790.00	58.70		82
850716	0306	30.0	147.95	28.17	1790.00	58.00		83
850716	0311	35.0	147.98	28.17	1790.00	58.00		84
850716	0316	40.0	147.98	28.17	1790.00	55.70		85
850716	0321	45.0	147.88	28.17	1790.00	54.30		86
850716	0326	50.0	147.88	28.17	1790.00	54.30		87
850716	0331	55.0	147.80	28.17	1790.00	51.30		88
850716	0336	60.0	147.80	28.17	1790.00	51.30		89
850716	0341	65.0	147.78	28.17	1790.00	50.30		90
850716	0346	70.0	147.60	28.17	1790.00	50.30		91
850716	0351	75.0	147.60	28.17	1790.00	49.00		92
850716	0356	80.0	147.65	28.17	1790.00	49.00		93
850716	0401	85.0	147.65	28.17	1790.00	47.00		94
850716	0406	90.0	147.70	28.17	1790.00	47.00		95
850716	0411	95.0	147.65	28.17	1790.00	46.10		96
850716	0416	100.0	147.65	28.17	1790.00	46.10		97
850716	0426	110.0	147.65	28.17	1790.00	44.90		98
850716	0430	114.0	147.68	28.17	1790.00	44.90	DÖLING AUKIN	99
850716	0431	1.0	147.78	39.88	1790.00	44.90	PRIDJA PREP	100
850716	0432	2.0	148.23	39.88	1790.00	44.90		101

NESJAVELLIR HOLA NJ-12

HRNR: 8715 SVÆDISNR: 153 STAÐS.NR: 112 ADF.NR: 3120

N12.DMP

DÆLUPROFUN

Dæsetning	Tími	Tímabreyting min	Þrýstingur bar	Dæling l/s	Þungi nema a	Hiti C	ATHUGASENDIR	SKRNR
850716	0433	3.0	148.55	39.88	1790.00	44.90		102
850716	0434	4.0	148.83	39.88	1790.00	44.90		103
850716	0435	5.0	149.03	39.88	1790.00	44.90		104
850716	0436	6.0	149.20	39.88	1790.00	44.90		105
850716	0437	7.0	149.38	39.88	1790.00	44.90		106
850716	0438	8.0	149.50	39.88	1790.00	44.90		107
850716	0439	9.0	149.58	39.88	1790.00	44.90		108
850716	0440	10.0	149.68	39.88	1790.00	44.90		109
850716	0442	12.0	149.83	39.88	1790.00	44.90		110
850716	0444	14.0	149.95	39.88	1790.00	44.90		111
850716	0446	16.0	150.03	39.88	1790.00	44.90		112
850716	0448	18.0	150.03	39.88	1790.00	44.90		113
850716	0450	20.0	150.18	39.88	1790.00	41.00		114
850716	0455	25.0	150.30	39.88	1790.00	41.00		115
850716	0500	30.0	150.35	39.88	1790.00	40.00		116
850716	0505	35.0	150.50	39.88	1790.00	40.00		117
850716	0510	40.0	150.68	39.88	1790.00	39.50	KAR TÆMIST	118
850716	0514	44.0	150.68	39.88	1790.00	39.50	DÆLING MINNKJUD	119
850716	0515	1.0	149.47	31.24	1790.00	39.50	FJORDA PREP	120
850716	0516	2.0	148.88	31.24	1790.00	39.50		121
850716	0517	3.0	148.60	31.24	1790.00	39.50		122
850716	0518	4.0	148.40	31.24	1790.00	39.50		123
850716	0519	5.0	148.23	31.24	1790.00	39.50		124
850716	0520	6.0	148.13	31.24	1790.00	39.50		125
850716	0521	7.0	148.05	31.24	1790.00	39.50		126
850716	0522	8.0	147.98	31.24	1790.00	39.50		127
850716	0523	9.0	147.93	31.24	1790.00	39.50		128
850716	0524	10.0	147.90	31.24	1790.00	39.50		129
850716	0526	12.0	147.88	31.24	1790.00	39.70		130
850716	0528	14.0	147.83	31.24	1790.00	39.70		131
850716	0530	16.0	147.83	31.24	1790.00	39.70		132
850716	0532	18.0	147.83	31.24	1790.00	39.70		133
850716	0534	20.0	147.83	31.24	1790.00	39.70		134
850716	0539	25.0	147.83	31.24	1790.00	39.70		135
850716	0544	30.0	147.83	31.24	1790.00	39.70		136
850716	0549	35.0	147.80	31.24	1790.00	39.70		137
850716	0554	40.0	147.75	31.24	1790.00	40.20		138
850716	0559	45.0	147.78	31.24	1790.00	40.20		139
850716	0604	50.0	147.78	31.24	1790.00	40.20		140
850716	0607	53.0	147.75	31.24	1790.00	40.20	DÆLING STÖDVUÐ	141
850716	0608	1.0	144.94	0.00	1790.00	40.20	SIDARA FALL	142
850716	0609	2.0	142.83	0.00	1790.00	40.20		143
850716	0610	3.0	141.30	0.00	1790.00	40.20		144
850716	0611	4.0	140.26	0.00	1790.00	40.20		145
850716	0612	5.0	139.63	0.00	1790.00	40.20		146
850716	0613	6.0	139.29	0.00	1790.00	40.20		147
850716	0614	7.0	139.00	0.00	1790.00	40.20		148
850716	0615	8.0	138.73	0.00	1790.00	40.20		149
850716	0616	9.0	138.60	0.00	1790.00	40.20		150
850716	0617	10.0	138.60	0.00	1790.00	40.20		151

NESJAVELLIR HOLA NJ-12

HRNR: 8715 SVADISNR: 153 STAOS.NR: 112 ADF.NR: 3120

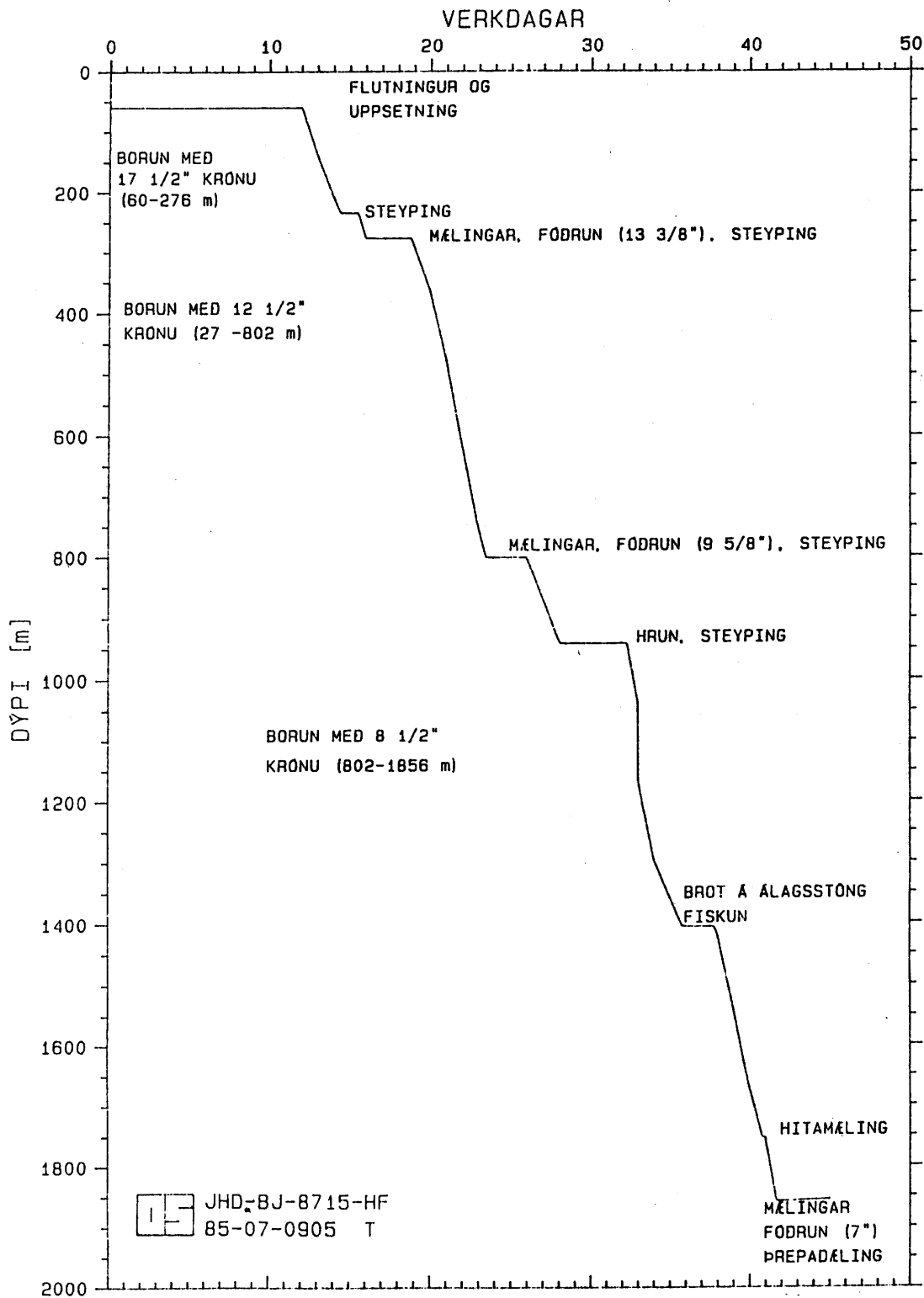
N12.DMP

DRLUPROFUN

Dagsetning	Tími	Tímabresting min	Þrustindur bar	Dæling l/s	Þvæ a nema n	Hiti C	ATHUGASEMDIR	SKRNR
850716	0619	12.0	138.58	0.00	1790.00	40.20		152
850716	0621	14.0	138.38	0.00	1790.00	43.20		153
850716	0623	16.0	138.33	0.00	1790.00	43.20		154
850716	0625	18.0	138.28	0.00	1790.00	44.50		155
850716	0627	20.0	138.20	0.00	1790.00	44.50		156
850716	0632	25.0	138.13	0.00	1790.00	45.00		157
850716	0637	30.0	138.10	0.00	1790.00	46.50		158
850716	0642	35.0	138.08	0.00	1790.00	46.50		159
850716	0647	40.0	138.03	0.00	1790.00	47.90		160
850716	0652	45.0	138.00	0.00	1790.00	48.40		161
850716	0657	50.0	137.98	0.00	1790.00	48.40		162
850716	0702	55.0	137.94	0.00	1790.00	49.00		163
850716	0707	60.0	137.88	0.00	1790.00	49.50		164
850716	0712	65.0	137.83	0.00	1790.00	51.00		165
850716	0715	68.0	137.80	0.00	1790.00	51.50	HFLINGU HATT	166

BORUN HOLU NJ-12, NESJAVÖLLUM

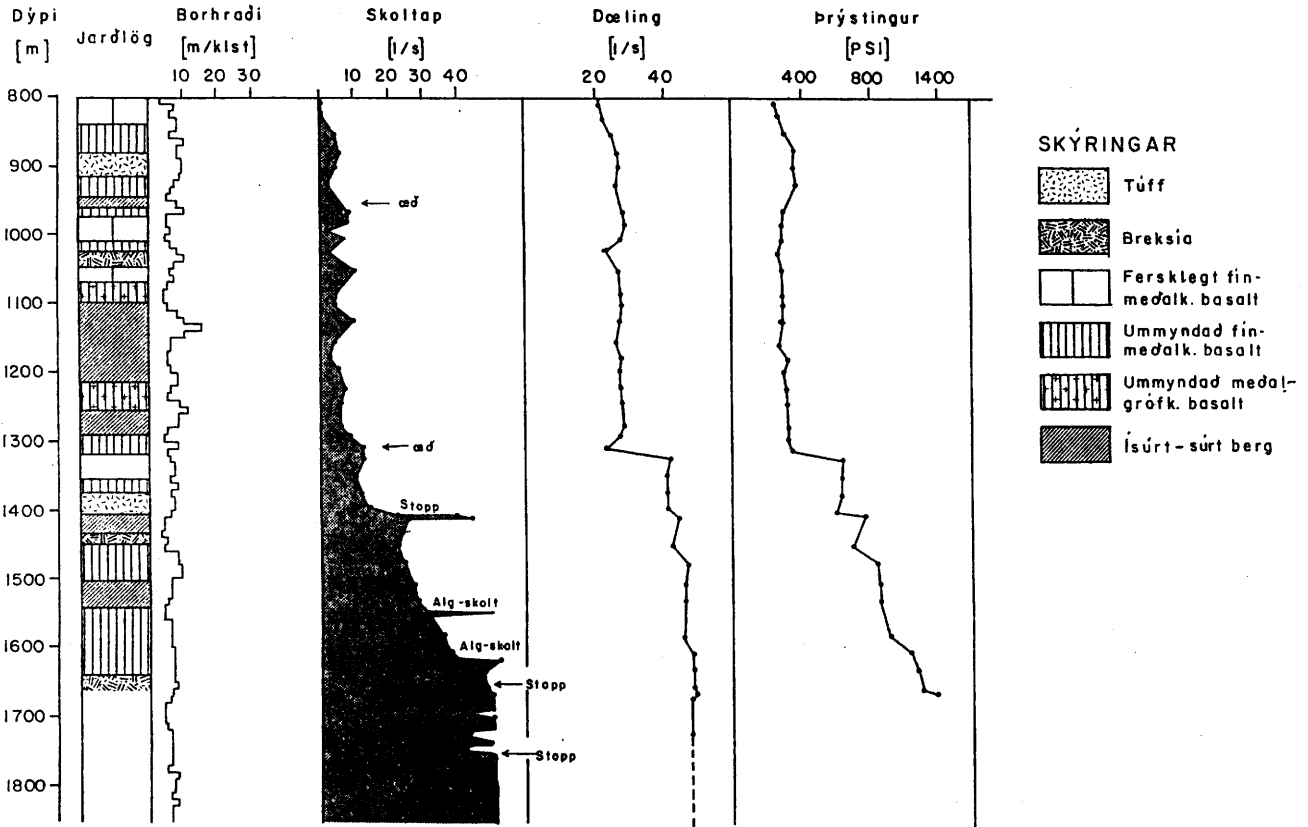
Mynd I



JHD-BM-8715. HF
85.07.0894 Syð.

NESJAVELLIR HOLA NJ-12
Jardlög, skoltöp, dæling og dæluþrýstingur

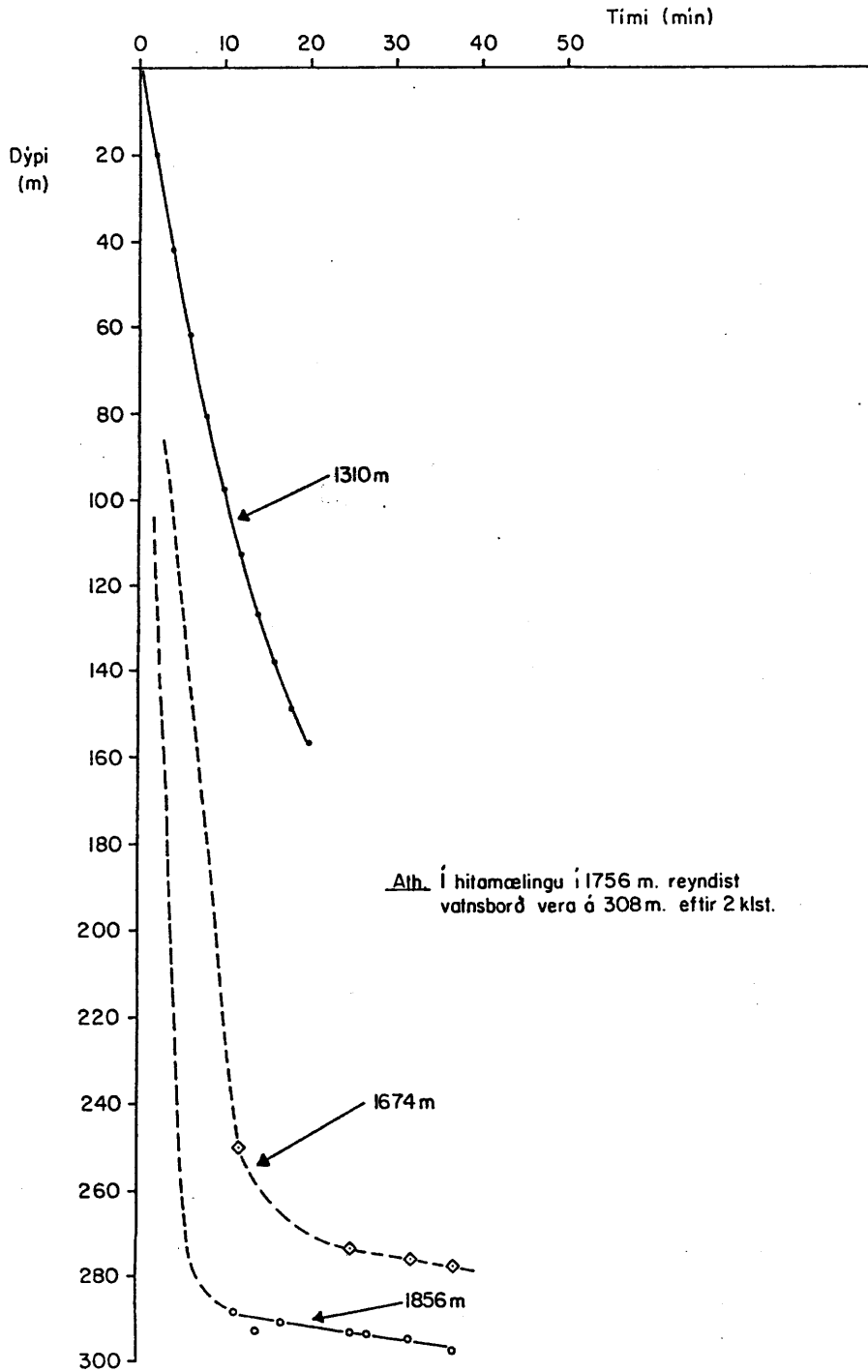
Mynd 2



JHD-BJ-8715-HF
85.07 0904 JSH

Mynd 3

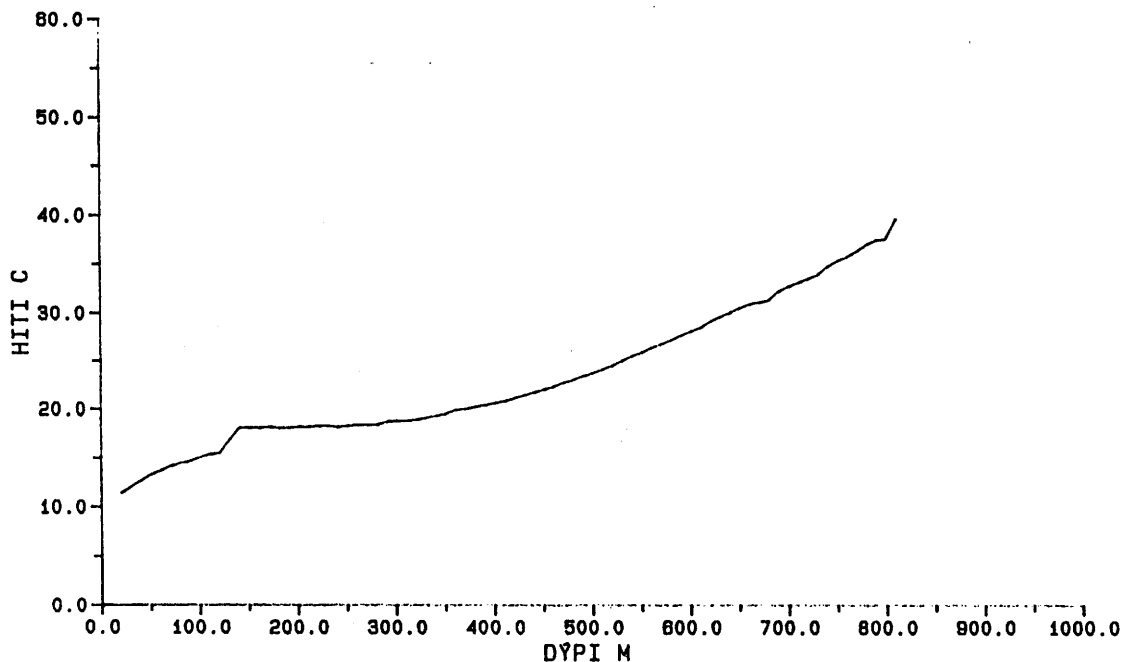
Nesjavellir, hola NJ-12, Mælingar á vatnsborði í borun vinnsluhluta



JHD-BM-8715. HS
85.07. 0903. T

Mynd 4

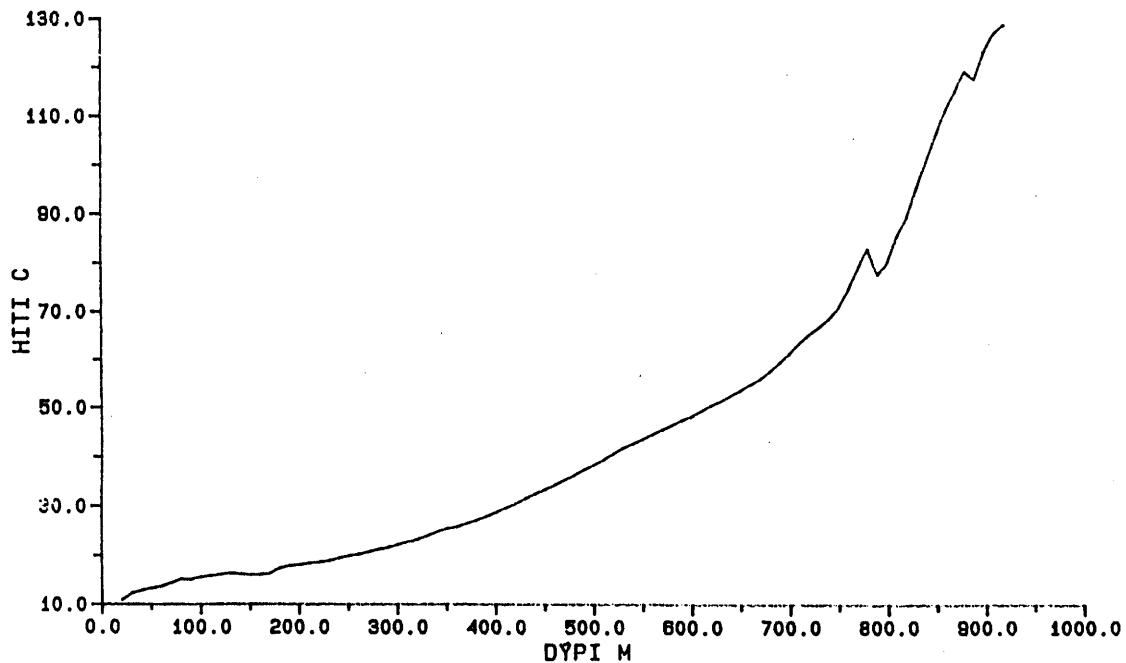
HITAMÆLING NJ-12 85-06-30



JHD-BM-8715. HS
85.07. 0902. T

Mynd 5

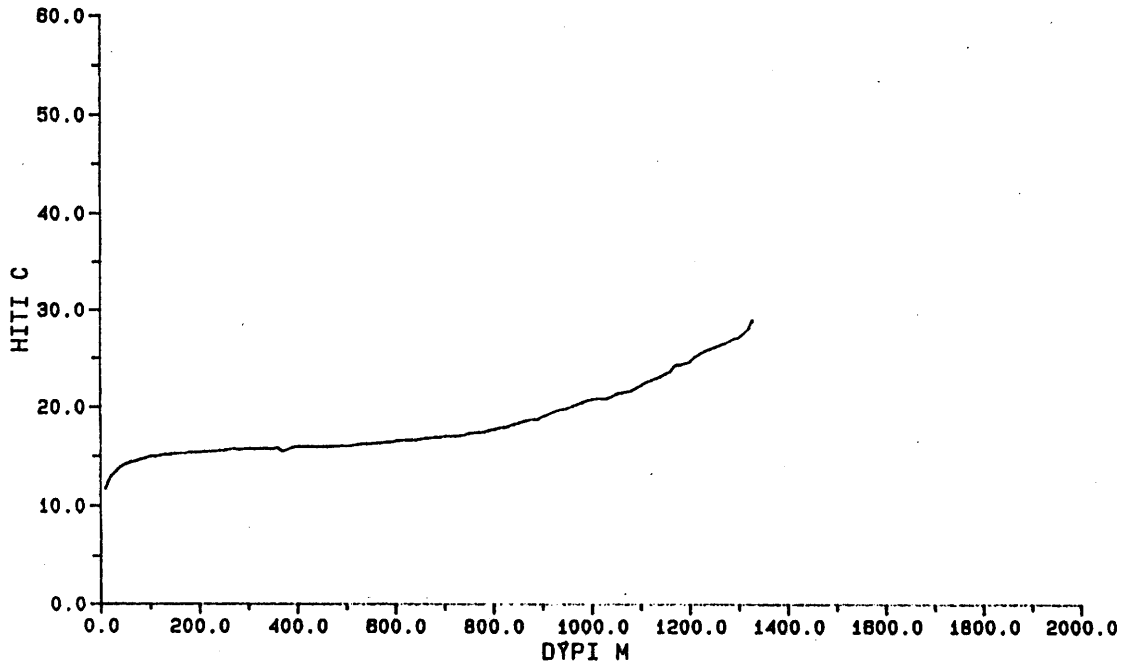
HITAMÆLING NJ-12 85-07-01



JHD-BM-8715.HS
85.07.0901.T

Mynd 6

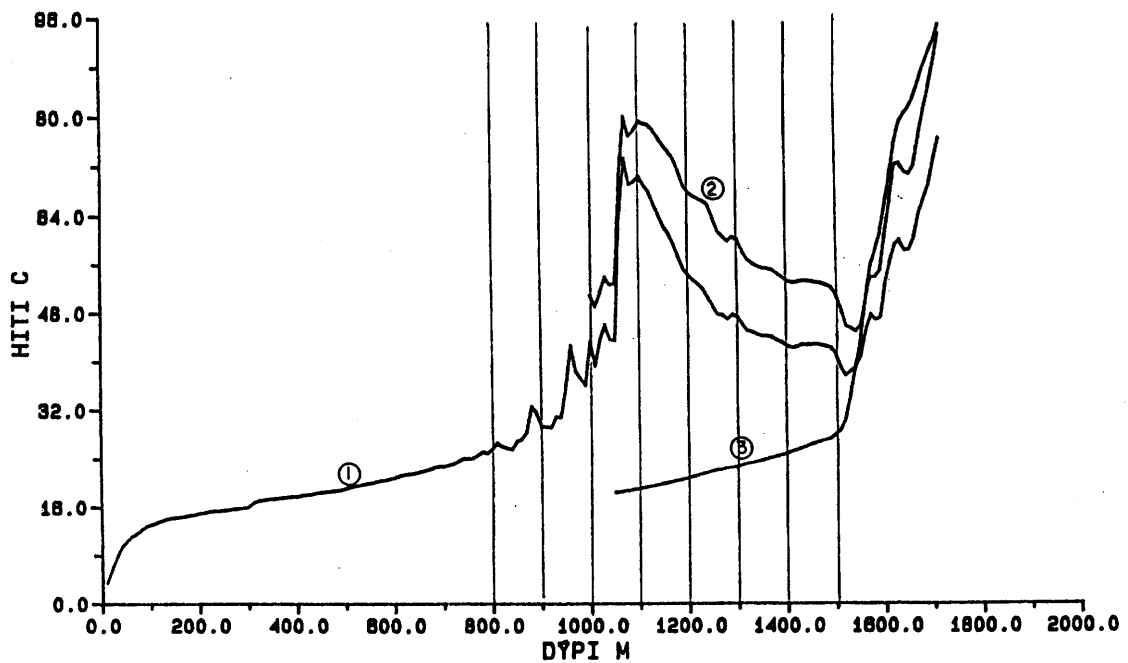
HITAMÆLING NJ-12 85-07-09



JHD-BM-8715.HS
85.07.0900.T

Mynd 7

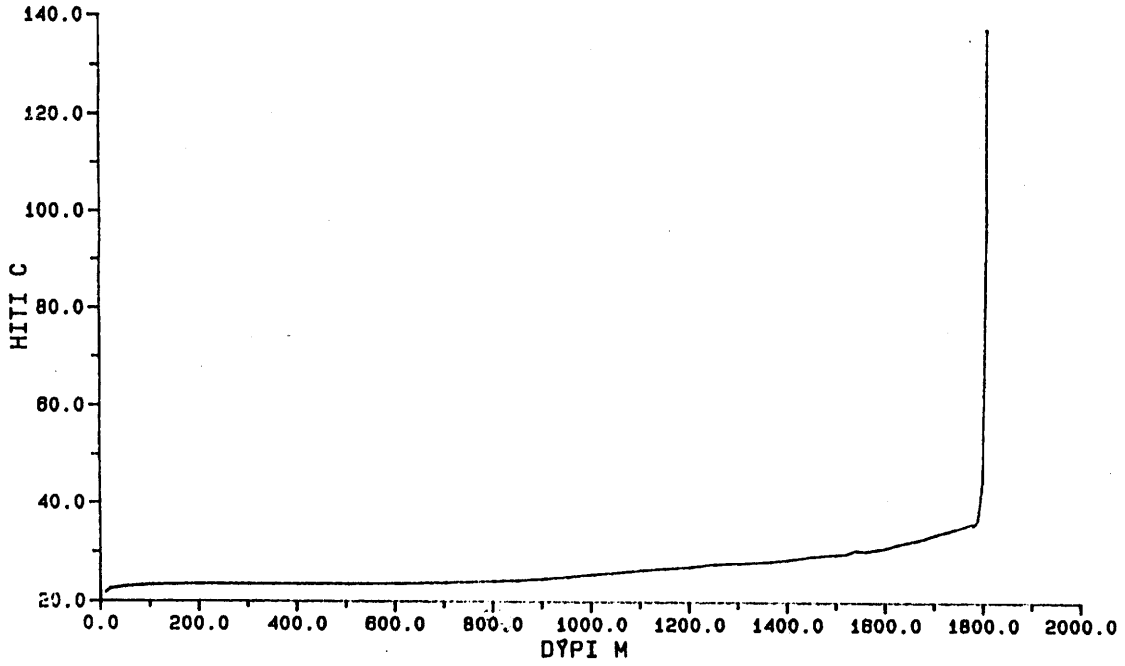
HITAMÆLINGAR Í STÖNGUM 85-07-12 NJ-12



JHD-BM-8715.HS
85.07. 0899. T

Mynd 8

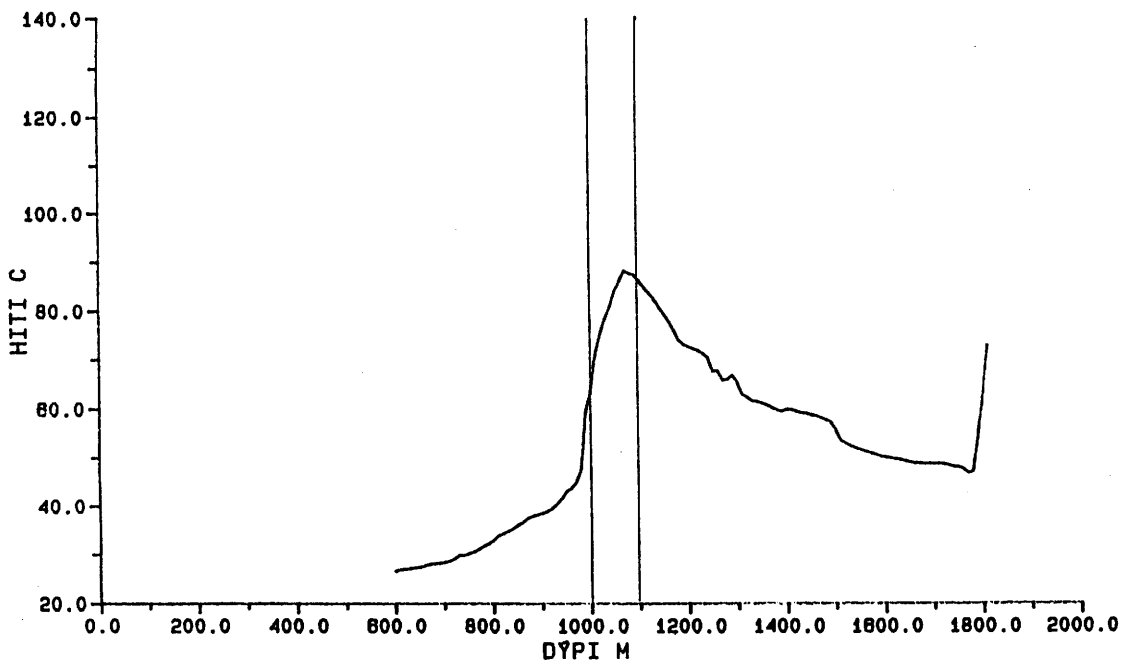
HITAMÆLING NJ-12 85-07-14



JHD-BM-8715.HS
85.07. 0898 T

Mynd 9

HITAMÆLING NJ-12 85-07-16



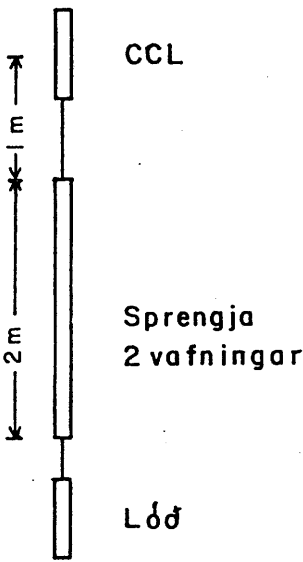
IE JHD-BM-8715. JH/GuG/HT
85.07. 0892. SyJ.

SPRENGINGAR I BORHOLU

1. Sýsla, kaupstaður ARNESSÝSLA		2. Hreppur Grafningshreppur
3. Staður Nesjavellir		4. Hóla nr. NJ-12
5. Dýpi. m 942 m	6. Fóðringar. m. þv.	7. Bortími

8. Ástand holu fyrir aðgerð
Borstrengur fastur

9. Verkkaupi HR	10. Tilgangur Losun á stíflu úr streng	
11. Mælitoeiki R-50402	12. Dagset. 85.06.30	13. Mælingamenn JH-GuG-HT
14. Núllpunktur á dýpi Drifborð á Jötni	15. Skotstaður 811 m	16. Fjöldi skota 1

<p>17. Lýsing á sprengju</p> 	<p>18. Ath. Sprengt kl. 16⁴⁰</p>
--	--

Mynd II

JHD-BM-8715-Gu.G
85.07-0893-JSH

SPRENGINGAR I BORHOLU

1. Sýsla, kaupstaður ARNESSYSLA		2. Hreppur GRAFNINGSHREPPUR
3. Staður NESJAVELLIR		4. Hóla nr. NJ-12
5. Dýpi. m 942	6. Fóðringar. m. þv.	7. Bortími

8. Ástand holu fyrir aðgerð Borstrengur fastur

9. Verkkaupi HR	10. Tilgangur Losun á stíflu úr streng	
11. Mælitoeiki R-50402	12. Dagset. 85-06-30	13. Mælingamenn JH-Gu.G-HT
14. Núllpunktur á dýpi Drifbord á Jotni	15. Skotstaður 817,9 m	16. Fjöldi skota 1

<p>17. Lýsing á sprengju</p>	<p>18. Ath.</p> <p>Sprengt kl. 19 sprunga á stöngina og sprengjudapter eyðilagðist Löð varð eftir í holunni</p>
------------------------------	---

SPRENGINGAR I BORHOLU Mynd 12

JHD-BM-8715. JH/GuG/HT
85.07. 0891. SyJ

1. Sýsla, kaupstaður ÁRNESSÝSLA		2. Hreppur Grafningshreppur
3. Staður Nesjavellir		4. Hóla nr. NJ-12
5. Dýpi. m 942 m	6. Fóðringar. m. þv.	7. Bortími

8. Ástand holu fyrir aðgerð
Borstrengur fastur

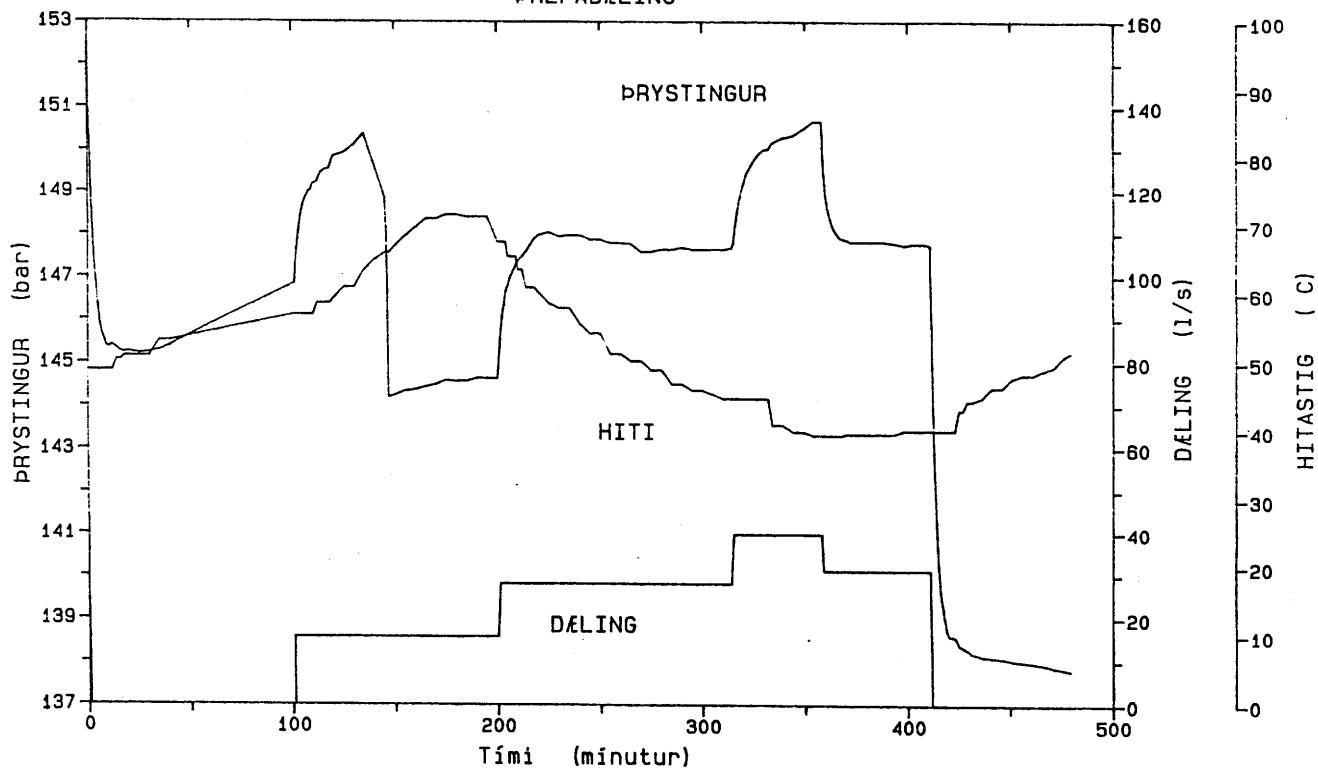
9. Verkkaupi HR	10. Tilgangur Losun á streng	
11. Mælitæki R-50402	12. Dagset. 85.06.30	13. Mælingamenn JH- GuG-HT
14. Núllpunktur á dýpi Drifborð á Jötni	15. Skotstaður 813,0 m	16. Fjöldi skota 1

<p>17. Lýsing á sprengju</p>	<p>18. Ath.</p> <p>Sprengt kl. 23³⁰ Strengur losnaði Ekki skrúfaðist í sundur</p>
------------------------------	--

JHD-BM-8715-Omar
85.07.0907 T

NESJAVELLIR HOLA NJ-12
PREPADÆLING

Mynd 13



VIÐAUKI V-5

NESJAVELLIR HOLA NJ-12, 4. ÁFANGI

Upphitun, upphleyping og blástur

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 INNGANGUR	133
2 YFIRLIT YFIR TÍMABILIÐ 16. JÚLÍ - 1. NÓVEMBER	133
3 MÆLINGAR Í UPPHITUN	134
4 UPPHLEYPING	135
5 AFL OG AFKÖST	136
6 EFNASTYRKUR	136
HEIMILDIR	144

TÖFLUSKRÁ

1 Yfirlit yfir tímabilið 85.07.16-85.11.01	138
2 Aflmælingar holu NJ-12	139
3 Efnainnihald í heildarrennsli holu NJ-12 á Nesjavöllum	140
4 Hlutföll nokkurra efna í rennsli holu NJ-12 á Nesjavöllum ...	140
5 Efnasamsetning djúpvökva í holu NJ-12 á Nesjavöllum	141
6 Efnahiti reiknaður út frá efnasamsetningu vökva úr holu NJ-12 á Nesjavöllum	142
7 Gas í gufu við 7 bar a þrýsting í holu NJ-12 á Nesjavöllum ..	142
8 Samsetning gass í gufu (%) við 7 bar a þrýsting í holu NJ-12 á Nesjavöllum	143
9 Hitastig ópalmettunar við hvellsuðu í holu NJ-12 á Nesjavöllum	143

MYNDASKRÁ

1 Vatnsborð í upphitun	145
2 Þrýstimælingar í upphitun	146
3 Hitamælingar í upphitun	147

1 INNGANGUR

Hola NJ-12 er staðsett í Kýrdal. Hún var boruð á tímabilinu 3. júní - 16. júlí 1985 og tók verkið 44 verkdaga. Vinnslufóðring er steyppt í 775 m dýpi, en holan var boruð í 1856 m dýpi. Nokkurt botnfall var í holunni í lok borunar og nær raufaður leiðari niður á 1823 m dýpi, sem er um sex metrum ofan við botnfallið.

Frá borun holu NJ-12 hefur verið greint í þremur áfangaskýrslum (sjá Heimildir). Þessi skýrsla fjallar um þær athuganir sem gerðar hafa verið á holu NJ-12 eftir að borun lauk, og nær skýrslan yfir tímabilið 16. júlí - 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 Helga Tulinius frá JHD, Einar Gunnlaugsson frá HR, og Dagbjartur Sigursteinsson frá JBR.

2 YFIRLIT YFIR TÍMABILID 16. JÚLÍ - 1. NÓVEMBER

Upphitun holu NJ-12 eftir borun hófst, þegar hætt var að dæla köldu vatni í holuna við lok borverks. Þetta var 16. júlí kl 11:30. Fylgst var með holunni næstu vikur og mældir hita- og þrýstiferlar ásamt vatnsborðsstöðu í holunni hverju sinni. Upphitun reyndist hæg og var hitastig ofan 700 m dýpis ávallt undir 100°C. Vatnsborð hækkaði sömuleiðis hægt. Það var á 271 m dýpi 18. júlí, en á 214 m dýpi 27. ágúst. Sýnt var því að nota þyrfti bullu til að ná holunni í gos.

Til að auðvelda upphleypingu var fyrsta aðgerð sú að dæla lofti á holuna til að þrýsta vatnsborðinu niður, og hita þannig upp efri hluta vatnssúlunnar í holunni. Loftdælingin hófst 4. september og var holunni haldið undir 38 bar þrýstingi fram til 17. september. Þá var loftinu hleypt af, vatnsborð mælt, en holan síðan hitamæld. Vatnsborð reyndist á 168 m dýpi, og því sýnt hver áhrif loftdælingarinnar voru. Dælt var síðan lofti á holuna að nýju, og haldið 39 bar þrýstingi til 23. september. Holan var loks dregin í gos með bullu 23. september. Þurfti að ausa holuna 64 sinnum áður en hún náðist í gos, og tók verkið um þrjár klukkustundir.

Holan hefur blásið síðan, ef frá eru talin þrjú örstutt stopp á meðan skipt hefur verið um blendur og þess háttar. Fylgst hefur verið með blæstrinum, afl holunnar mælt og tekin efnasýni. Við toppþrýstinginn $P_o=14$ bar gefur holan um 68 kg/s með varmainnihald um 1290 kJ/kg. Afl

holunnar er því um 88 MW í hrávarma við $P_0=14$ bar, en lækkar hins vegar ef toppþrýstingur er hækkaður.

Í töflu 1 er að finna yfirlit yfir helstu athuganir, sem gerðar voru í holu NJ-12 á tímabilinu 16. júlí til 1. nóvember 1985. Ekki er þar minnst á einstakar aflmælingar, en þær eru birtar í töflu 2 síðar í skýrslunni.

3 MÆLINGAR Í UPPHITUN

Upphitun NJ-12 eftir borun stóð frá 16. júlí til 23. september. Á þessu tímabili voru gerðar í holunni fimm hitamælingar og þrjár þrýstimælingar, auk þess sem vatnsborð í holunni var mælt. Vatnsborðsbreytingarnar eru sýndar á mynd 1. Í fyrstu mælingu (18. júlí) reyndist vatnsborð á 271 m dýpi og hækkaði að jafnaði um 2,4 m á dag út júlí. Í ágústmánuði hækkaði vatnsborð jafnvel enn hægar, eða aðeins um 0,8 m/dag. Þetta er tvisvar til þrisvar sinnum hægar vatnsborðshækkun en algengt er í háhitaholum í upphitun, og er ástæðan sú hve upphitun holunnar var hæg.

Á mynd 2 eru sýndar tvær þrýstimælinganna, sem gerðar voru í NJ-12 í upphitun. Mælingarnar sýna að þrýstijafnvægi var í holunni á u.þ.b. 1400 m dýpi. Við borlok kom í ljós að stærstu vatnsæðar holunnar voru á u.þ.b. 1400, 1500 og 1800 m dýpi, auk smærri æða ofar í holunni. Þrýstimælingarnar sýna að 1400 m æðin stjórnaði þrýstingi í holunni. Hún er því öflugasta æðin. Ótruflaður þrýstingur á æðinni er um 107 bar.

Fimm hitamælingar voru gerðar á meðan NJ-12 var í upphitun eftir borun. Mælingarnar eru sýndar hér á mynd 3. Kemur þar glögggt í ljós hve hægt holan hitnaði. Einkum var upphitun hæg ofan 300 m dýpis og virðist berghiti á þessum stað í Kýrdal vera 20-80°C á dýptarbilum 200-700 m. Raunar mældist hitastigið allmiklu hærra en þetta í síðustu hitamælingunni. Sú mæling var gerð strax eftir að 38 bar loftþrýstingi var létt af holunni. Á meðan holan var undir þrýstingi hefur vatnsborð í holunni verið á u.þ.b. 600 m dýpi, en hækkaði í 168 m dýpi þegar loftinu var hleypt af. Hitastigið sem mældist þá ofarlega í holunni endurspeglar því ekki berghita á því dýpi sem mælt er. Hitamælingarnar á mynd 3 sýna að í vinnsluhluta holunnar (neðan 800 m dýpis) hefur verið niðurrennsli á meðan á upphitun stóð. Streymir inn í holuna um vatnsæðar ofan 1400 m dýpis, og út um dýpri æðar. Dýpsta æðin er á 1800 m dýpi rétt ofan við botn holunnar.

Niðurrennslið veldur því að erfitt er að ákvarða berghitaferil út frá hitamælingunum. Þó er ljóst að berghiti er um 200°C á 800 m dýpi, og í botni (um 1800 m dýpi) er hitastig hærra en 285°C.

4 UPPHLEYPING

Það kom fljótlega í ljós eftir að NJ-12 fór að jafna sig eftir borunina, að erfitt yrði að ná henni í blástur. Hitastig ofan 300 m dýpis var lægra en 100°C og vatnsborð neðan 200 m dýpis. Það var því sýnt, að draga þyrfti holuna í gos með bullu á svipaðan hátt og gert var á sínum tíma við holur NG-7 og NG-10.

Fyrsta skrefið í upphleypingunni var að dæla lofti á holuna. Loftdælingin hófst 4. september og var haldið 38 bar þrýstingi á holutoppi (sjá töflu 1). Loftinu var hleypt af holunni 17. september til að kanna hver áhrif loftdælingin hefði á hitastig (og vatnsborð) í holunni. Dæling hófst síðan að nýju og stóð holan undir 39 bar þrýstingi fram til 23. september.

Síðari hluta 23. september var allt tilbúið til að draga holuna í gos. Efsti blindflans á holutoppnum var tekinn af og loftinu hleypt af holunni. Bullunni var síðan slakað á stálvír 10-20 m niður fyrir vatnsborð. Stálvírin lá yfir trissu við holutoppinn og í truck frá FERÓ. Bullan var síðan dregin upp á þann hátt að trucknum var ekið suður Kýrdal. Hófst þessi strokkun með bullum kl 18:00 23. september. Í hverri ferð með bulluna náðist vatnsspýja úr holunni. Vatnið fór smátt og smátt hitnandi eftir því sem ferðum með bulluna fjölgaði, og fór svo að holan komst í stöðugt gos. Það var kl 20:58 og höfðu þá verið farnar 64 ferðir með bulluna. Holan blés í fyrstu beint upp í loftið, en kl 13:10 24. september var holunni lokað. Topplokið sett á og opnað síðan fyrir holuna út á hljóðdeyfi. Lauk þar með upphleypingu holu NJ-12.

Meðan á upphleypingunni stóð, og fram til 5. október gekk holutoppurinn upp um 41 mm.

5 AFL OG AFKÖST

Holan hefur blásið frá 23. september 1985 um 161 mm stút. Aflmælingar eru sýndar í töflu 2. Í fyrstu var engin blenda við leggloka og var þá holutoppsprýstingur 10-14 bar og fór vaxandi með tíma. Síðan var 4" blenda sett við legglokann og er holutoppsprýstingur nú um 22 bar. Vatnsrennsli hefur verið mikið og er í sumum tilfellum vanmetið vegna vatnsausturs úr hljóðdeyfi. Af sömu ástæðu getur varmainnihald verið of hátt. Varmainnihald hefur verið frá 1100-1390 kJ/kg, sem samsvarar 280-290°C svipað og mældist í upphitun á um 1800 m dýpi. Heildar-afköst holunnar hefur lengst af verið 52-57 kg/s. Gufuhluti holunnar hefur verið um 0,4.

Þessar meðaltalstölur sem hér hafa verið nefndar samsvara um 70 MW í hrávarma við 22 bar toppprýsting.

6 EFNASTYRKUR

Frá því hola NJ-12 var dregin í gos 23. september og til loka október hafa verið tekin 5 sýni til efnagreininga. Niðurstöður liggja ekki fyrir úr síðasta sýninu, svo hér verður einungis getið um niðurstöður úr 4 sýnum. Söfnunaraðferð og greiningaaðferðir eru svipaðar og verið hefur og lýst er í skýrslu um NG-6 (Valgarður Stefánsson o.fl., 1983). Nú er argon greint í gasi, en það hefur ekki verið til þessa.

Tafla 3 sýnir styrk efna í heildarrennsli holunnar og tafla 4 sýnir hlutföll nokkurra efna í heildarrennsli. Styrkur natríums, kalíums, kalsíums, súlfats og köfnunarefnis hefur lækkað við blásturinn. Tiltölulega hár styrkur súlfats og köfnunarefnis í upphafi blásturs stafar líklega af skolvatni í holunni frá því borun átti sér stað. Af þeim sökum hækkar hlutfall H₂S/SO₄ og hlutfall N₂/H₂S lækkar. Styrkur klórs þann 29. september er mun hærri en á undan og eftir. Svipaðar sveiflur hafa komið fram í styrk klórs í holu NG-6.

Tafla 5 sýnir efnasamsetningu djúpvökva í holu NJ-12. Er þá gert ráð fyrir 285°C djúphita og samsvarandi varmainnihaldi, 1262 kJ/kg. Ástæðan fyrir því að ekki er notast við mælt varmainnihald er sú, að holan hefur ausið vatni úr hljóðdeyfi, en það hefur áhrif á varmainnihald sem mælt er.

Útreiknaður efnahiti er sýndur í töflu 6. Útreiknað hitastig fyrir kísilhita og alkalíhita ber þokkalega saman og gefur meðalgildi um

280°C alkalihita. Nokkur munur er á kísilhita eftir kvörðunum og gefur kvörðun C hæst gildi. Sá hiti samsvarar alkalíhita best við hærri hitastigin.

Gas í gufu er um 0,3 til 0,4% af þyngd (tafla 7) og er samsetning gassins sýnd í töflu 8. Kolsýra og brennisteinsvetni eru aðalgastegundirnar, um 90%. Einkennandi er að hlutfall metans og argons er hátt og líkist hola NJ-12 þannig holum NG-7 og NG-10.

Útreikningar gefa til kynna að ópalmettun sé náð við 170 til 180°C eða 7,5 til 10 bar a þrýsting (tafla 9). Það er því óæskilegt að keyra holuna við lægri þrýsting en 10 bar a.

Tafla 1 Hóla NJ-12. Yfirlit yfir tímabilið 85.07.16 - 85.11.01

Dagsetn.	Klukkan	Mælingar	Athugasemdir
85.07.16	11:30		Dælingu hætt (Q=25 l/s)
85.07.18	20:00-21:50	Hitamæling	Mælt í 860 m dýpi
85.07.18	21:50-22:45	Am. hitamæl.	Vatnsborð 271 m
85.07.18	23:00-24:00	Am. þrýstimæl.	
85.07.22	16:10-17:15	Hitamæling	Mælt í 730 m dýpi
85.07.22	17:50-18:15	Am. hitamæling	Vatnsborð 254 m
85.08.01	21:15-21:45	Hitamæling	Mælt í 720 m dýpi
85.08.01	22:15-23:30	Am. hitamæling	Vatnsborð 235 m
85.08.02	00:10-01:05	Am. þrýstimæl.	
85.08.27	11:15-11:45	Hitamæling	Mælt í 706 m dýpi
85.08.27	13:29-14:47	Am. hitamæling	
85.08.27	15:19-16:15	Am. þrýstimæl.	Vatnsborð 214 m
85.09.04	18:30		Dælt lofti á holuna Po=5 bar kl 20:45
85.09.05	09:00	Po=25 bar	
85.09.05	14:00	Po=31,5 bar	
85.09.06	11:50	Po=39,5 bar	
85.09.17	14:20	Po=38 bar	Lofti hleypt af. Tók 1 mínútu
85.09.17	14:30-15:00	Hitamæling	Mælt í 420 m dýpi. vatnsborð=168 m
85.09.17	16:30-16:50	Am. hitamæling	Byrjað að dæla lofti á ný kl 23:00
85.09.18	11:50	Po=16 bar	
85.09.18	23:15	Po=29 bar	
85.09.19	23:00	Po=36,5 bar	
85.09.20	11:00	Po=35,5 bar	
85.09.21	13:30	Po=39 bar	
85.09.22	18:00	Po=39 bar	
85.09.23	17:45	Po=39 bar	Lofti hleypt af holu
85.09.23	18:00-20:58		Holan dregin í gos með bullu
85.09.24	13:10-13:15		Holu lokað. Topplok sett á.
85.09.24		Sýnataka	Heilsýni nr: 85-5089
85.09.27		- " -	Heilsýni nr: 85-5090
85.09.29		- " -	Heilsýni nr 85-5098
85.10.05	17:45-17:52		Holu lokað. Sett 4" blenda Po=24,1 bar
85.10.10	11:20-11:26		Holu lokað. Blenda tekin úr Po=30 bar
85.10.14	16:11-16:19		Holu lokað. Sett 4" blenda Po=26 bar
85.10.17		- " -	Heilsýni nr 85-5108
85.10.25		- " -	Heilsýni nr: 85-5111

Tafla 2 Afilmælingar holu NJ-12

Dagsetn.	Kl.	Þvermál stúts	Po	Pc	Vatns- rennsli		H	Heildar- rennsli	Gufa við 1 bar abs.	Gufa við 7 bar abs.	
			mm	bar	bar	cm	kg/s	kJ/kg	kg/s	kg/s	kg/s
85.09.24	13:30	EG	161	10,0	3,10	25,3	43,08	1104	61,9	18,8	12,3
85.09.24	19:00	EG	161	10,5	3,15	25,0	41,83	1129	61,1	19,2	12,9
85.09.25	22:40	MG	161	12,9	3,40	23,5	35,90	1261	57,2	21,3	15,7
85.09.26	15:15	EG	161	12,5	3,55	23,3	35,15	1295	57,4	22,2	16,7
85.09.27	10:15	EG	161	12,6	3,60	23,1	34,41	1315	57,0	22,6	17,1
85.09.29	13:00	EG	161	13,7	4,00	21,5	28,82A	1478A	54,3	25,4	20,6
85.09.30	22:20	MG	161	12,5	4,20	21,0	27,19A	1538A	53,9	26,7	22,0
85.10.05	11:45	JK	161	14,1		19,0	21,24				
85.10.05	17:30	BS	161	14,3	4,40	19,0	21,24A	1711A	49,7	28,4	24,5
85.10.05	20:05	BS	161	21,5	3,10	22,5	32,24	1286	52,3	20,1	15,0
85.10.07	10:35	BS	161	21,8	3,10	22,5	32,24	1286	52,3	20,1	15,0
85.10.10	18:15	JK	161	16,0		18,5	19,88				
85.10.27	10:40	JK	161	22,5	3,30	22,0	30,50	1350	51,9	21,4	16,5
85.11.04	18:00	JK	161	21,5		21,0	27,19				
85.11.05	11:10	MG	161	22,5		22,0	30,50				

A) Vatnsmagn trúlega vanmetið

Tafla 3 Efnainnihald í heildarrennsli í holu NJ-12 á Nesjavöllum
Styrkur efna í mg/kg.

Sýni	5089	5090	5098	5108
Dags	850924	850927	850929	851017
Po bar	10,4	12,4	13,3	10,0
Ho kJ/kg	1129	1315	1478	1286
SiO2	590	547	480	612
Na	126,4	111,2	90,8	63,9
K	19,8	21,7	17,0	15,9
Ca	0,84	0,64	0,56	0,39
Mg	0,004	0,007	0,03	0,02
S04	26,2	31,1	10,5	8,5
Cl	1,50	2,10	56,0	2,4
F	0,81	0,74	0,64	0,81
CO2	676,2	761,8	800,0	711,6
H2S	190,5	223,8	293,6	193,8
H2	5,14	6,02	9,47	6,8
O2	0,12	0,79	0,10	0,26
CH4	6,23	5,43	8,64	2,55
N2	167,2	114,7	147,8	64,0

Tafla 4 Hlutföll nokkurra efna í rennsli í holu NJ-12 á Nesjavöllum

Sýni	H2S/S04	N2/H2S	H2/H2S	CO2/H2S	Na/Cl
85-5089	7,27	0,88	0,027	3,55	84,3
85-5090	7,20	0,51	0,027	3,40	53,0
85-5098	28,0	0,50	0,032	2,73	1,6
85-5108	22,8	0,33	0,035	3,67	26,6

Tafla 5 Efnasamsetning djúpvökva í holu NJ-12 á Nesjavöllum,
míðað við 285°C og varmainnihald 1262 kJ/kg
Styrkur efna í mg/kg

Sýni	5089	5090	5098	5108
Dags	850924	850927	850929	851017
SiO2	539	565,5	558,1	621,5
Na	115,4	115,1	105,6	64,9
K	18,1	22,5	19,8	16,2
Ca	0,76	0,66	0,65	0,39
Mg	0,004	0,008	0,03	0,023
S04	23,9	32,2	12,3	8,6
Cl	1,40	2,20	65,1	2,4
F	0,74	0,76	0,74	0,83
CO2 (v)	796,3	685,1	542,4	680,4
H2S (v)	222,5	208,9	224,4	188,3
H2 (v)	6,1	5,4	6,3	6,5
O2 (v)	0,1	0,7	0,07	0,25
CH4 (v)	7,4	4,9	5,8	2,43
N2 (v)	198,9	102,7	98,5	61,1

Tafla 6 Efnahiti reiknaður út frá efnasamsetningu vökva úr NJ-12 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
85-5089	267	258	287	259	253	257	261	255	257
85-5090	271	265	294	282	275	254	260	254	258
85-5098	270	263	292	278	271	246	263	257	269
85-5108	279	278	308	310	300	251	256	256	264

- 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-12

Sýni	Dags.	Gas í gufu þyngdar %
85-5089	85.09.24	0,41
85-5090	85.09.27	0,35
85-5098	85.09.29	0,32
85-5108	85.09.29	0,32

Tafla 8 Samsetning gass í gufu (%) við 7 bar a þrýsting í holu NJ-12

Sýni	CO ₂	H ₂ S	H ₂	O ₂	CH ₄	N ₂	AR
85-5089	64,44	13,44	0,62	0,01	0,76	20,40	0,33
85-5090	69,91	15,47	0,67	0,09	0,61	12,94	0,31
85-5098	64,46	19,47	0,89	0,01	0,82	14,01	0,35
85-5108	75,41	15,37	0,83	0,03	0,31	7,86	0,19

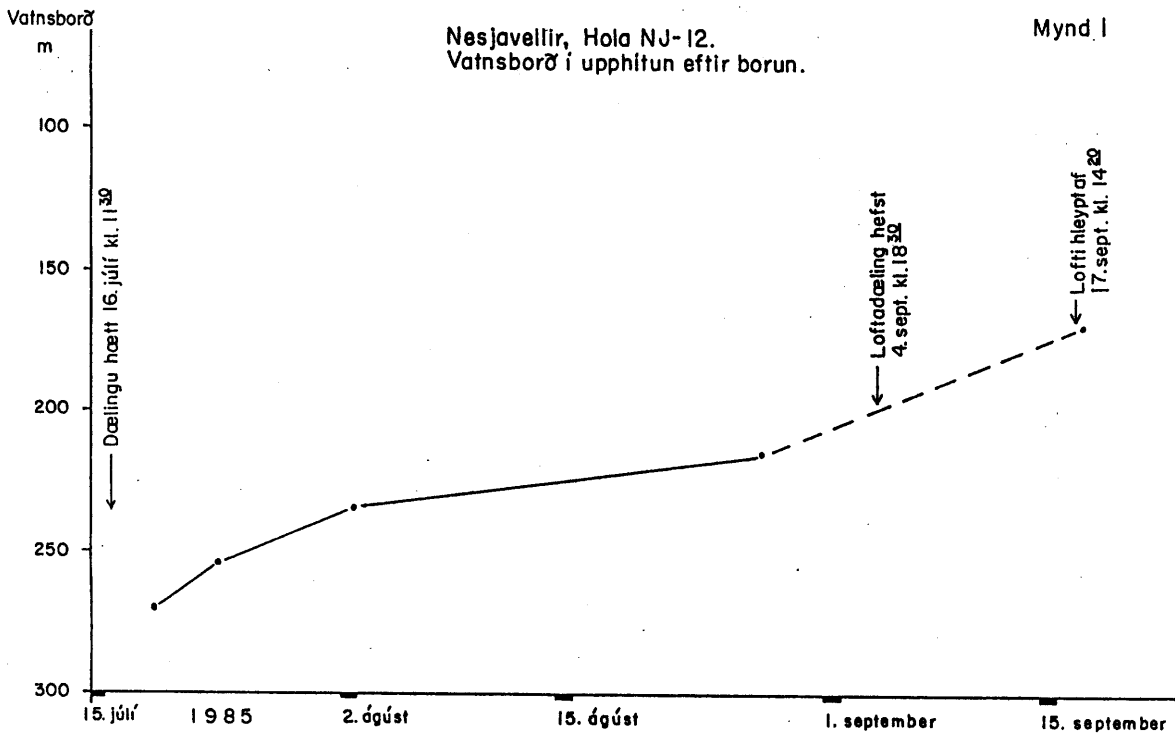
Tafla 9 Hitastig ópalmettunar við hvelisuðu

Sýni	Styrkur SiO ₂ í djúpvatni (mg/kg)	Hitastig ópalmettunar	P bar a
85-5089	590	168	7,5
85-5090	547	172	8,25
85-5098	480	170	7,85
85-5108	612	180	9,95

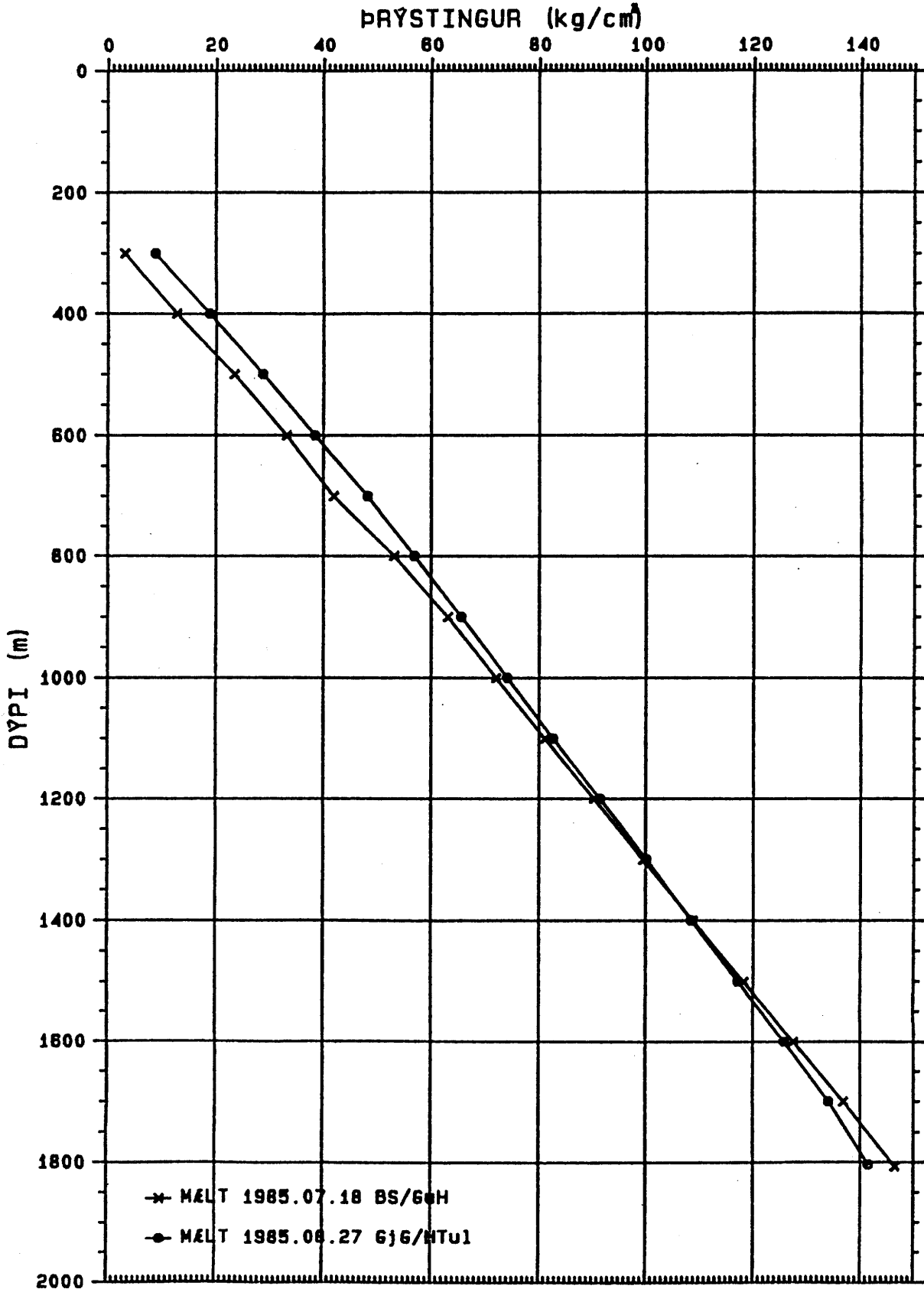
HEIMILDIR

- Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Sigurður Benediktsson, Svanbjörg Haraldsdóttir, 1985: Nesjavellir Hóla NJ-12, 1. áfangi. Borun fyrir 13 3/8" öryggisfóðringu frá 51-276 m. Orkustofnun OS-85049/JHD-14-B.
- Ásgrímur Guðmundsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, 1985: Nesjavellir Hóla NJ-12, 3. áfangi. Borun vinnsluhluta frá 802 m til 1856 m. Orkustofnun, OS-85055/JHD-20-B.
- Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Helga Tulinius, Hjalti Franzson, Sigurður Benediktsson, 1985: Nesjavellir Hóla NJ-12, 2. áfangi. Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu. Orkustofnun, OS-85053/JHD-18-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.

JHD-BM-8715-BS
85.II.1413-00



NESJAVELLIR HOLA NJ-12 ÞRÝSTIMÆLINGAR



NESJAVELLIR HOLA NJ-12 HITAMÆLINGAR

