



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

SvB

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

**NESJAVELLIR, HOLA NJ-11**  
**Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar**

**OS-86025/JHD-05**  
Reykjavík, apríl 1986

**Unnið fyrir**  
**Hitaveitu Reykjavíkur**



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

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

# **NESJAVELLIR, HOLA NJ-11**

## **Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar**

**OS-86025/JHD-05**  
Reykjavík, apríl 1986

**Unnið fyrir  
Hitaveitu Reykjavíkur**



Dags.  
1986.06.09  
Dags.

Tilv. vor  
BS/gb  
Tilv. yðar

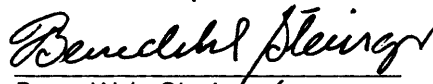
...  
Hr. Árni Gunnarsson  
Yfirverkfræðingur  
Hitaveita Reykjavíkur  
...  
Grensásvegur 1  
108 REYKJAVÍK

VARÐAR: RANNSÓKNIR Á HOLU NJ-11 Á NESJAVÖLLUM

Hér með afhendum við Hitaveitunni lokaskýrslu um rannsóknir á holu NJ-11 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-11. Hún tekur til rannsókna meðan á borun stóð, í upphitun eftir borun og blástursprófana fram til 1. apríl 1986. Skýrslan er unnin samkvæmt verksamningi nr. 611113-1986 milli HR og JHD dagsettum 26. mars 1986.

Virðingarfyllt

  
Benedikt Steingrímsson

## ÁGRIP

Hola NJ-11 var boruð á tímabilinu 18. mars - 2. júní 1985. Hún er staðsett vestast í Nesjavalladal nokkru norðar en fyrri holur. 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-11 var boruð í 2265 m dýpi á 59 verkdögum. Þar með var NJ-11 orðin dýpsta borhola á háhitasvæði hérlendis. Í jarðlagastaflanum við NJ-11 er móberg yfirgnæfandi niður í 500 m dýpi. Þar fyrir neðan skiptast á basalhraunlög og móbergsmýndanir jafnframt því sem æ meir ber á innskotabergi og eru innskotin yfirgnæfandi neðan 1600 m dýpis. Um tíundi hluti innskotanna er úr ísúru eða súru bergi. Vegna aðstæðna í borun voru jarðlagamælingar einungis gerðar í efstu 187 m holunnar og á dýptarbilinu 565-1420 m. Vatnsinnihald bergsins reiknast að venju hátt út frá mælingum og er það að meðaltali rúmlega 20%. Viðnám mælist lágt í efri hluta holunnar, en hærra neðan 800 m dýpis. Lætur nærri að viðnámsskilin séu þar sem ummyndun breytist úr blandlagsleirsteindum yfir í klórít og epdót. Ummyndun bergs við NJ-11 fellur þokkalega að áætluðum berghitaferli. Ofan 300 m er hiti undir 100°C og eru helstu ummyndunarsteindir þar zeólítar og leir. Á 400 m dýpi virðist hiti yfir 200°C og blandlagsleirsteindir orðnar ríkjandi og jafnvel farið að glitta í epidót á stöku stað. Komið er í klórít-epidót beltið á 800 m dýpi, en epidót-aktínólít beltið nær frá 1200 m niður í holubotn. Hiti í 800 m er áætlaður 287°C. Neðan 1000 m fylgir hiti suðumarksferli og hækkar úr 300 í 335°C niður á 1900 m. Neðan þessa dýpis hækkar hiti enn og mældist þar yfir 380°C, sem er hærra en áður hefur mælist í jarðhitaholu hér á landi. Talið er að neðsti hluti NJ-11 sé nærri kvikuinnskotum tengdum gossprungunni sem klýfur Kýrdalshrygg.

Helsta vatnsæð í NJ-11 er á 1226 m dýpi, en alls fundust sextán æðar í holunni. Þrýstingur æðanna er mismunandi og tilheyra þær fjórum vatnsæðakerfum. Efsta kerfið nær niður á 300-350 m. Það er með lágum þrýstingi og mældist vatnsborð í borun á 70 metra dýpi. Næsta æðakerfi nær niður á u.þ.b. 950 m. Það er yfirþrýst og mældist í borun þrýstingur á holutoppi. Efri hluti þessa kerfis er fóðraður af. Aðalvinnslukerfi NJ-11 liggur á 1000-2000 m dýpi. Vatnskerfið sem er sjóðandi er undirþrýst og mældist 102 kg/sm<sup>2</sup> við æðina á 1226 m. Neðan 2000 m virðist hola NJ-11 skera vatnskerfi með mjög háum þrýstingi og hita. Hiti mældist yfir 380°C eins og áður hefur komið fram, og þrýstingur á vatnsæðum reyndist það hár að ekki tókst að kæfa þær með skolun gegnum borstreng. Samkvæmt þessu er hér um að ræða vatnskerfi

yfir vendimörkum vatns. Til að kæfa holuna og fódra hana með leiðara varð að stífla neðri hluta hennar með mól og eru tæplega 1600 metrar niður á mölina. Djúpkerfið er því ekki lengur virkt í holunni.

Prófanir á NJ-11 við lok borunar sýndu að vatnsleiðni vinnsluhlutans væri hærri en í öðrum holum á Nesjavöllum. Reiknast vatnsleiðni NJ-11:  $kh/\mu = (7-9) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$ . Afl holunnar eftir að blástur hófst hefur staðfest þessa leiðni. Heildarrennsli hefur mælst um 35 kg/s með varmáinnihald yfir 2600 kJ/kg. Holan er mjög háþrýst og sé henni lokað fer toppþrýstingur a.m.k. í 70 bar. Í blæstri fram til 1. apríl 1986 fór varmáinnihald hækkandi og gefur holan nær eingöngu gufu. Hugsanlega heldur varmáinnihald áfram að hækka og gæti svo farið að NJ-11 yrði að þurrugufuholu innan fárra ára. Afl holunnar reiknast 95 MW í hrávarma, en gufa við 7 bar-a er um 32 kg/s, sem gæfi um 16 MW í rafmagni ef eimsvalahverfill væri tengdur við holuna.

Efnasamsetning vökvans frá NJ-11 er svipuð og í holu NG-6, en báðar sýna þessar holur nálægð uppstreymis eða gott streymi þaðan. Efnahitamælar gefa að meðaltali um eða yfir 280°C innstreymishita sem er heldur lægra en áætlað hitastig helstu vinnsluæða. Telja verður þó að efnasamsetning vökvans sé í jafnvægi við ríkjandi hitastig í jarðhitakerfinu. Styrkur gass í gufu við 7 bara-a er um 0.3-0.4% af þunga og eru kolsýra og brennisteinsvetni um 90% þess. Jarðhitavökvinn er mettaður með tilliti til kalsíts en líkur á kalkútfellingum eru þó taldar hverfandi. Hins vegar má búast við kísilútfellingum í holunni ef hún er rekin við lægri holutoppþrýsting en 11 bar-a. Þarf því að gæta þess í framtíðinni sem hingað til að halda nægum þrýstingi á toppi til að koma í veg fyrir kísilútfellingar í holunni.

Vinnslueiginleikar holu NJ-11 eru mjög hagstæðir. Holan er aflmikil og í rekstri ættu útfellingar ekki að myndast í holunni. Hins vegar veður holutoppþrýstingur upp úr öllu valdi ef holunni er lokað og hefur mælst yfir 70 bar á holutoppi í þau fáu skipti sem henni hefur verið lokað í örstutta stund. Ekki er rétt að láta holu standa undir svo háum þrýstingi í langan tíma og verður því að láta NJ-11 blása stöðugt hvort heldur sem hún er í notkun eður ei.

## EFNISYFIRI

	Bls.
ÁGRIP .....	2
EFNISYFIRLIT .....	4
TÖFLUSKRÁ .....	5
MYNDASKRÁ .....	6
1 INNGANGUR .....	7
2 STADSETNING .....	9
3 BORSAGA .....	10
4 JARÐLÖG .....	14
4.1 Jarðlagalýsing .....	14
4.2 Innskot .....	28
4.3 Jarðlagamælingar .....	31
5 UMMYNDUN .....	36
5.1 Greiningaraðferðir.....	36
5.2 Dreifing ummyndunarsteinda.....	36
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 .....	57
8.1 Efnasamsetning heildarrennslis .....	57
8.2 Mat á hita .....	57
8.3 Vinnsluhæfni jarðhitavökvans .....	58
9 HELSTU VINNSLUEIGINLEIKAR .....	63
HEIMILDASKRÁ .....	65

	Bls.
VIÐAUKI V-1 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR .....	67
VIÐAUKI V-2 NESJAVELLIR HOLA NJ-11, 1. ÁFANGI Borun fyrir 13 3/8" fóðringu niður á 187 m dýpi .	79
VIÐAUKI V-3 NESJAVELLIR HOLA NJ-11, 2. ÁFANGI. Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu frá 187 m til 566 m .....	91
VIÐAUKI V-4 NESJAVELLIR HOLA NJ-11, 3. ÁFANGI Borun vinnsluhluta frá 566 m til 2265 m .....	111
VIÐAUKI V-5 NESJAVELLIR HOLA NJ-11. 4. ÁFANGI Upphitun, upphleyping og blástur .....	145
 <b>TÖFLUSKRÁ</b>	
1 Þunnsneiðar úr NJ-11 .....	29
2 Flokkun innskota .....	30
3 Borholumælingaskrá .....	35
4 Berghiti og þrýstingur á vatnsæðum .....	49
5 Aflmælingar .....	53
6 Efnainnihald í heildarrennsli .....	59
7 Samsetning gass í gufu (%) við 7 bar-a .....	59

## MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Staðsetning borhola á Nesjavöllum .....	9
2 Framvinda borunar NJ-11 .....	11
3 Frágangur NJ-11 .....	12
4 Hitamæling eftir borun .....	13
5 Jarðlagasnið og mælingar .....	18
6 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar .....	28
7 Tíðnidreifing viðnáms, poruhluta og víddarleiðrétts gamma .	33
8 Dreifing ummyndunarsteinda .....	37
9 Staðsetning vatnsæða .....	40
10 Yfirlit yfir þrepaðælingar .....	44
11 Þrepaðæling. Mæli- og reikniferill .....	44
12 Samband heildarrennslis og varmainnihalds .....	45
13 Þrýstingur á vatnsæðum .....	47
14 Áætlaður berghiti .....	48
15 Aflsaga holu NJ-11 .....	51
16 Aflferlar hola með varmainnihald yfir 2300-2600 kJ/kg .....	52
17 Efnahitamælar fyrir NJ-11. Samanburður .....	60
18 Breytingar í efnahita með tíma .....	61
19 Jafnvægisferill kalsíts. Kalkútfellingar .....	61
20 Upplýsanleiki kvars og ópals. Kísilútfellingar .....	62



## 1 INNGANGUR

Fram til ársins 1985 voru boraðar tíu jarðhitaholur á Nesjavöllum. Allar holurnar eru staðsettar á þröngu svæði innst í Nesjavalladal eða á stallinum sunnan hans. Árangur af þessum borunum var ágætur og ljóst að vinnslueiginleikar jarðhitakerfisins væru góðir. Hins vegar var ljóst að borsvæðið væri fulllítið til þess að standa undir jafn mikilli vinnslu og Hitaveita Reykjavíkur stefnir að á Nesjavöllum (Valgarður Stefánsson 1985). Jarðhitarannsóknir á Nesjavöllum sumarið 1985 miðuðu því áfram að því að kanna stærð jarðhitakerfisins. Beitt var til þess víðtækum yfirborðsmælingum og borunum. Boraðar voru 6 djúpar jarðhitaholur og eru 5 þeirra staðsettar utan eldra borsvæðisins.

Fyrsta borhola sumarsins var hola NJ-11. Hún er staðsett vestast í Nesjavalladalnum skammt norðan holu NV-3, og var hún boruð niður í 2265 metra dýpi. Borun NJ-11 gekk vel allt til þess að taka átti borstrenginn upp úr holunni eftir að komið var í endanlegt dýpi. Þá kom í ljós að kröftugt streymi var milli æða í holunni og ekki hægt að kæfa hana. Upptök millistreymisins voru nærri botni og streymdi þaðan um eða yfir 400°C heitur vökvi upp holuna. Við efri æðar blandaðist kaldara vatn í uppstreymið allt upp í 1226 metra dýpi. Þar er kröftugasta vatnsæðin og gleypsti hún við öllu vatni sem dælt var í holuna auk streymisins að neðan. Ekki tókst því að kæfa uppstreymið með vatnsdælingu og varð að lokum að setja mól neðst í holuna. Þá fyrst náðist að stöðva uppstreymið frá botni og kæfa holuna svo hægt væri að fódra hana með raufuðum leiðara og ljúka þar með borverkinu. Skömmu eftir borun var holan sett í blástur og hefur hún blásið síðan.

Frumgögn um borunina og rannsóknir á holunni eru geymd hjá Jarðborunum, Jarðhitadeild OS og Hitaveitu Reykjavíkur eftir því hver þau eru. Jarðboranir varðveita borskýrslur og fódrunarskýrslur og er þær fyrirnefndu að finna innbundnar í árbækur merktar Jötni, en fódrunarskýrslur Jötuns eru geymdar í sérstökum möppum. Hjá JHD eru geymd svarfsýni og niðurstöður borholumælinga. Svarfsýnin er að finna í sérstakri svarfgeymslu. Þau eru í dósum merktum holunni og því dýpi sem sýnið er frá. Jarðfræðileg vinnslugögn má finna á tveimur stöðum. Lýsingar á svarfsýnum og þunnsneiðum er að finna í möppu merktri holunni og er hún geymd á borholujarðfræðideild þar sem unnið vann úr gögnunum. Þunnsneiðar eru hins vegar geymdar í sérstakri þunnsneiðageymslu JHD. Röntgengreiningar og túlkun þeirra er að finna í röntgenstofu JHD. Á borholumælingadeild má finna frumgögn um mælingar á tvennan hátt. Í fyrsta lagi eru gögnin geymd í möppum. Sé um að ræða mælingar í borun eru möppur merktar holunni. Mælingar eftir borun (Ameradamælingar) er hins vegar safnað saman ásamt áþekktum

mælingum í öðrum holum á landinu á einn stað og flokkaðar í möppur eftir mælidagsetningum. 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. Eru nú upplýsingar um allar borholur á Nesjavöllum aðgengilegar í þessum gagnagrunni. Bæði sem skrá yfir þær mælingar, sem til eru og niðurstöður hvernar mælingar. Gögn um blástur Nesjavallahola eru í vörslu HR. Fyrirferðarmest af þessum gögnum eru mælingar á afli hola og toppþrýstingi og geymir HR gögnin, annars vegar í töflum í mælímöppum og hins vegar á disklingum fyrir IBM-einkatölvu. Í mælímöppunum er einnig að finna upplýsingar um rekstur og daglegt viðhald borholanna. Auk þessa varðveitir HR efna-sýni sem tekin eru og efnagreiningar.

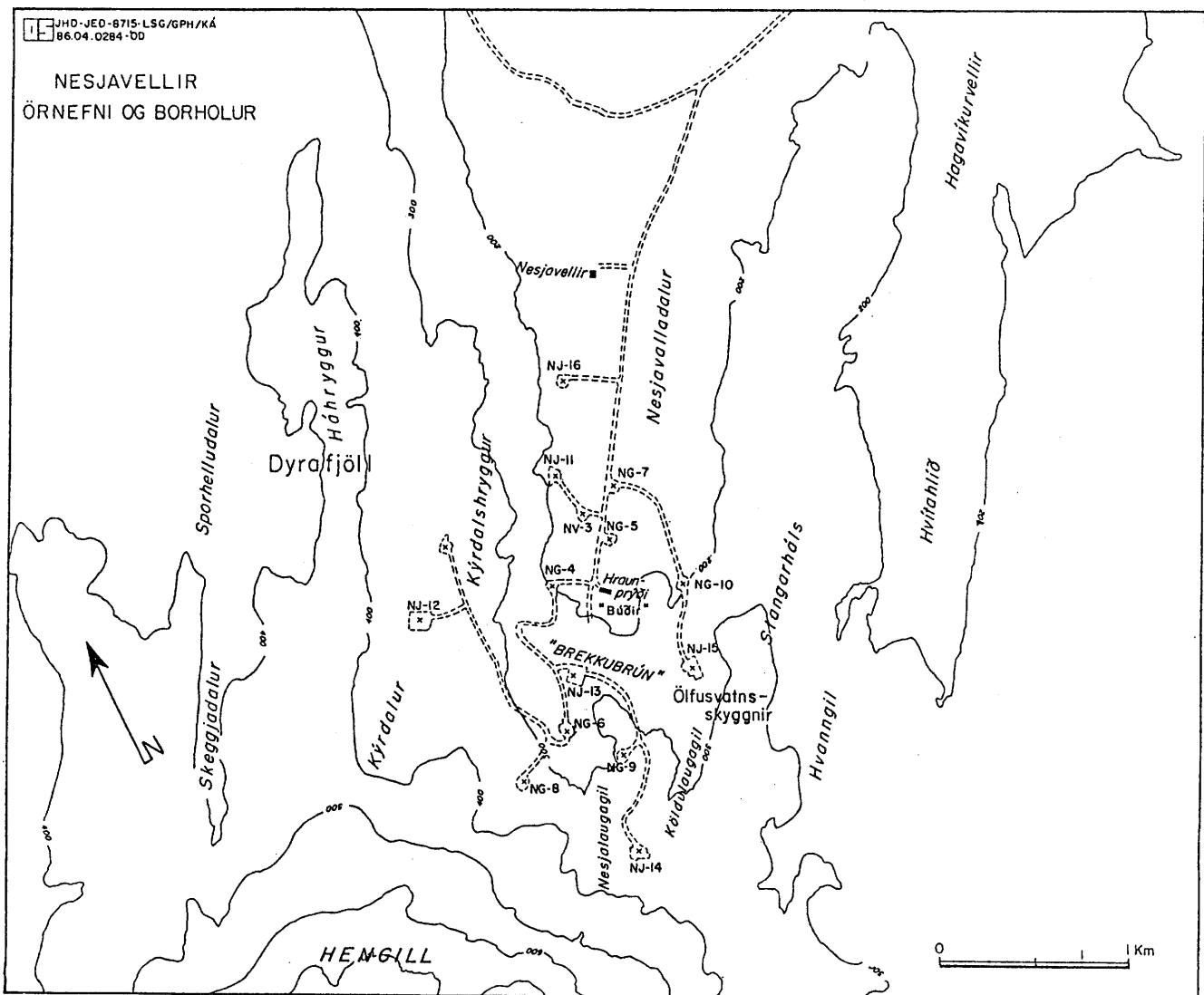
Í fyrirbyggjandi skýrslu eru raktar niðurstöður rannsókna sem gerðar voru á holu NJ-11 í borun, í upphitun eftir borun og í blæstri fram til 1. apríl 1986. Bráðabirgðaskýrslur, sem komið hafa út um verkið eru auk þess birtar sem viðaukar aftan við skýrsluna.

Jarðhitadeild Orkustofnunar og Hitaveita Reykjavíkur hafa staðið sameiginlega að samningu skýrslunnar og er Einar Gunnlaugsson starfsmaður H.R. en aðrir höfundar eru starfsmenn JHD. Auk höfunda skýrslunnar hafa fjölmargir aðilar unnið að einstökun þáttum í rannsóknum á holu NJ-11. Má þar nefna eftirtalda: Má Gunnarsson og Jóhann Kristjánsson hjá HR, Guðmund Ó. Friðleifsson, Hjalta Franzson, Benný Baldursdóttur, Gyðríði Jónsdóttur, Helgu Tulíníus, Guðjón Guðmundsson, Guðna Guðmundsson, Jósep Hólmjárn og Guðlaug Hermannsson hjá JHD, Sigurð Benediktsson og síðast en ekki síst áhöfn jarðborsins Jötuns hjá Jarðborunum.

## 2 STADSETNING

Hola NJ-11 er staðsett vestast í Nesjavalladalnum undir hlíðum Kýrdalshryggs um 300 m norðvestan við holu NG-7 (mynd 1). Jarðhiti finnst á yfirborði meðfram Kýrdalshryggnum austanverðum og er nyrsta hitaskellan skammt sunnan NJ-11. Eldri boranir á svæðinu (holur NV-1, 3 og 4) leiddu í ljós að grunnt væri á mikinn hita vestast í Nesjavalladalnum, og að yfirþrýstingur væri í jarðhitakerfinu þar niður á a.m.k. 500 m dýpi. Austar í dalnum (holur NG-5, NG-7 og NG-10) er þessu ólíkt farið. Þar er undirþrýstingur og hitastig ofan 500 metra dýpis undir 100°C. Meðfram Kýrdalshrygg austanverðum, að holu NJ-11, er jarðhiti sjáanlegur á yfirborði.

Holu NJ-11 var valinn staður með það fyrir augum að kanna útbreiðslu jarðhitans til norðurs og fá upplýsingar um vinnslueiginleika kerfisins niður á 2000 metra dýpi. Fyrri holur á þessu svæði eru hins vegar allar grynri en 1000 m (NV-1, 3 og 4) (Benedikt Steingrímsson og Valgarður Stefánsson, 1979).



MYND 1 Staðsetning borhola

### 3 BORSAGA

Borun holu NJ-11 hefur verið gerð ítarleg skil í þrem áfangaskýrslum (viðaukar V-2 til V-4). Hér verður því aðeins dregið á helstu atriði borsögunnar. Á mynd 2 er framvinda borunarinnar sýnd, en frágangur holu NJ-11 er sýndur á mynd 3.

Flutningur jarðborsins Jötuns til Nesjavalla hófst 18. mars 1985, og fimmtudaginn 11. apríl hófst borun holu NJ-11. Nokkrar tafir urðu í upphafi verksins. Hinkra þurfti eftir að "Cameron" öryggisloki yrði tiltækur. Jafnframt reyndist borun erfið í byrjun og þurfti að steypa fimm sinnum ofan 107 m dýpis vegna hruns og leka í holunni (mynd 2). Borað var með leðju fyrir öryggisfóðringu í 187 m dýpi. Fóðringin nær hins vegar aðeins í 183 m dýpi vegna botnfalls. Vel gekk að steypa fóðringuna og tókst það í fyrstu tilraun.

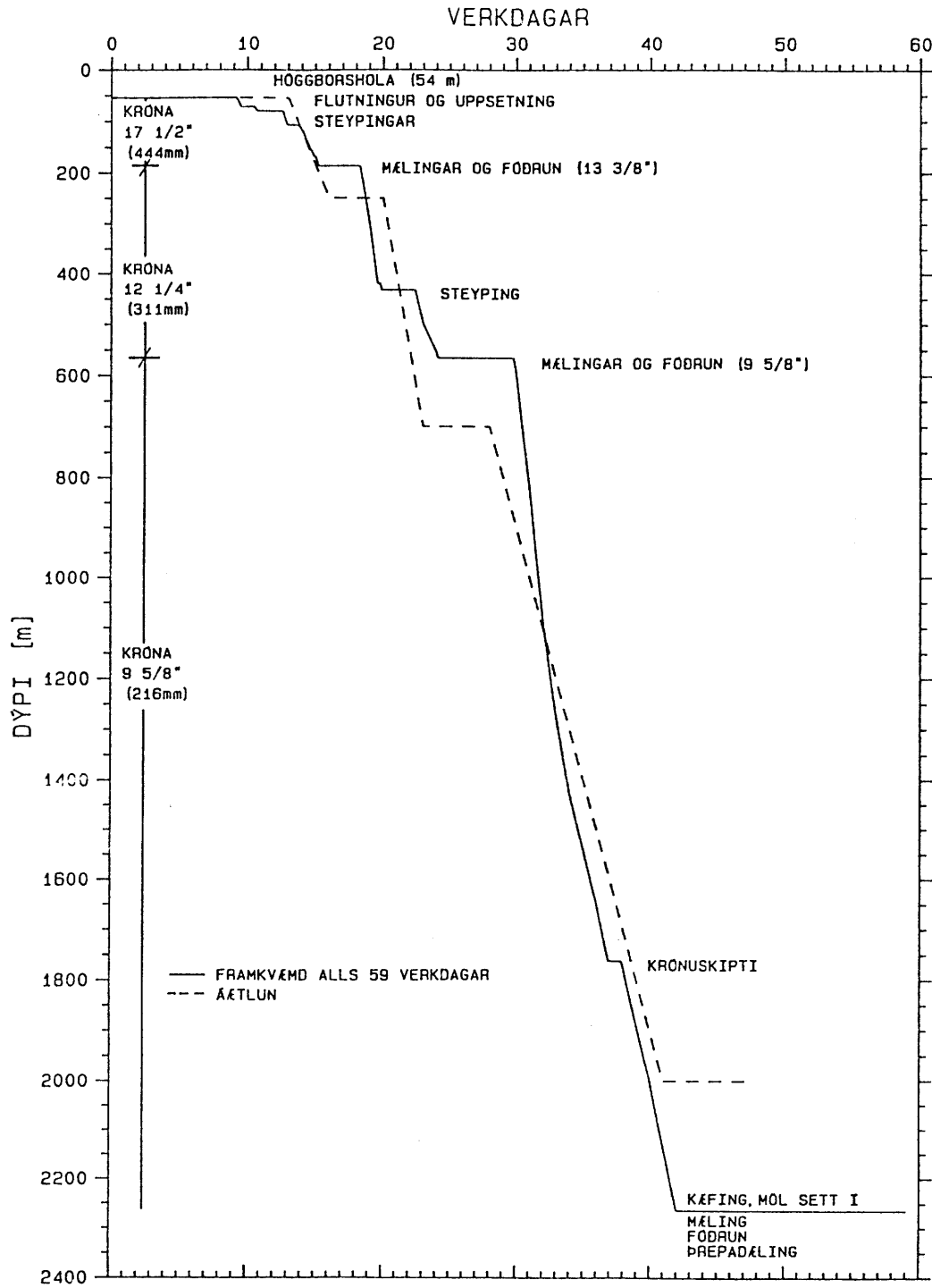
Fyrir vinnslufóðringu var borað í 566 m dýpi. Borun gekk greiðlega í um 414 m dýpi. Þar reyndist vera vatnsæð með yfirþrýstingi og gaf hún í byrjun um 6 l/s inn í holuna. Reynt var tvívegis að stífla æðina, með steypu, en án verulegs árangurs. Var borun því haldið áfram, en holan kæld í 1-2 tíma eftir borun hveggjar stangar. Í 508 m dýpi var komið í aðra vatnsæð með yfirþrýstingi og jókst skolið þá í 36 l/s, en áfram var borað í fóðringardýpi (566 m). Upp úr holunni var síðan tekið í áföngum og holan kæld þess á milli. Að upptekt lokinni var blönduð þung leðja til að kæfa holuna og síðan fóðrað. Steypa þurfti vinnslufóðringuna í tveimur atrennum. Eftir þá fyrri mældist steypan á rúmlega 300 m dýpi. Hitamælingar sýndu að holan tæki við vatni niður að steypuborði og var því í síðari atrennu sementsvatni dælt niður á milli fóðringa. Mælingar sýndu að tekist hefði að steypa fóðringuna án þess að vatnspokar mynduðust.

Borun vinnsluhluta NJ-11 gekk vel (mynd 2). Fyrstu vatnsæðar, sem borað var í gegnum reyndust vera með yfirþrýstingi og mældist t.d. skolaukningin 6 l/s, þegar komið var í 950 m dýpi. Fyrst var mælt skoltap á 1133 m dýpi, og á 1226 metrum tapaðist allt skolvatn. Þaðan og niður í botn var skoltap breytilegt 10-40 l/s, en borað var í 2265 m dýpi, og er NJ-11 dýpsta holan á Nesjavöllum.

Borun lauk á 43. verkdegi. Hófst þá lokafrágangur holunnar. Fyrst var holan skoluð í rúmlega fjóra tíma, en síðan dælt utan með borstreng. Í ljós kom að holan tók ekki við dælingu. Þess í stað runnu um 10 l/s upp úr holunni. Hitamælingar í holunni sýndu að ástæðan fyrir þessari hegðun væri uppstreymi úr æðum nærri holubotni (mynd 4). Hiti í uppstreyminu var mjög hár. Neðan 1800 m dýpis mældist hann yfir 381°C, og var yfir 300°C upp að æðinni í 1226 metrum

JHD-3M-8715 GuH  
86.03.0165 T

# NESJAVELLIR HOLA NJ-11 BORUN JÖTUNS 1985.03.18-06.02



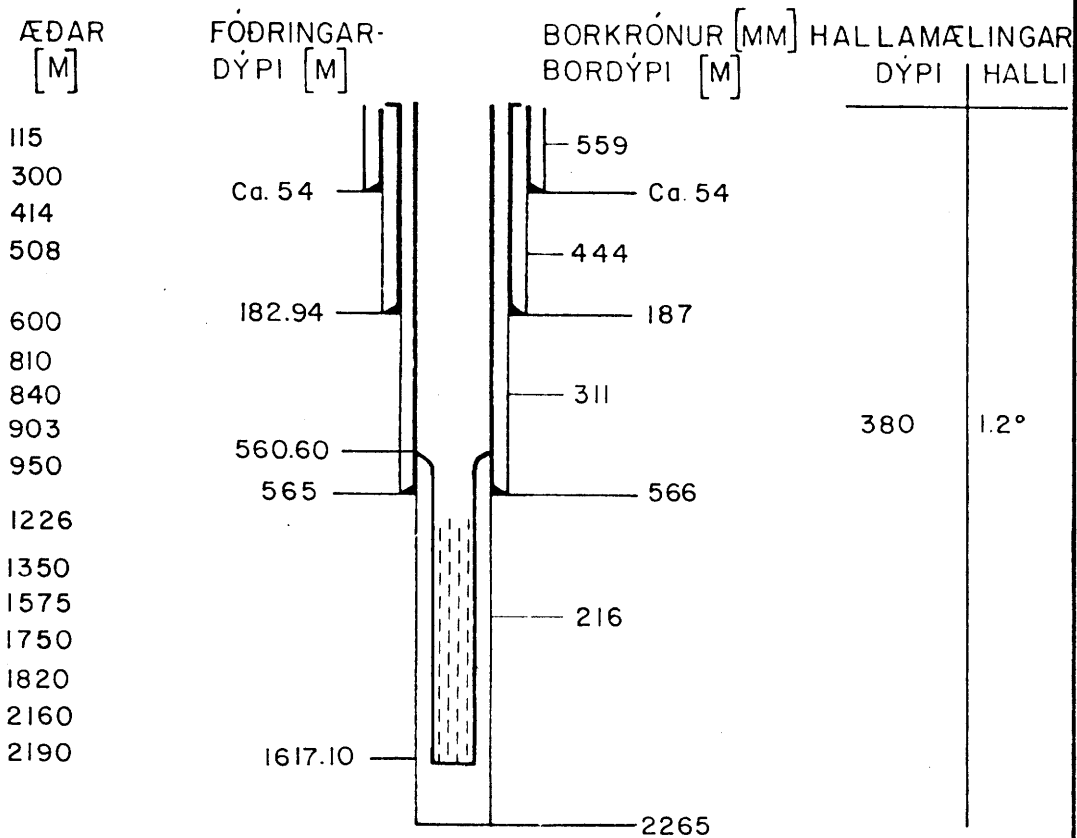
MYND 2 Framvinda borunar



JHD-BM-8715-BS  
86.03.0255 SyJ

NESJAVELLIR HOLA NJ-II  
Frangangur holu

\*  
Staðsetning: Hnit x=659021,63 y=404611,69 Hæð yfir sjó 187,32 m  
Fjarlægðir: Drifborð- kjallarabrún 4,56m, kjallarabrún- krugi 2,64m  
Höggbersfóðring: Utanmál 18 5/8" mm, veggþykkt 8 mm  
Öryggisfóðring: API 13 3/8", 68 lbs/ft, K-55, bl lbs/ft neðan 92,8m  
K-55 skrúf. buttr.  
Vinnslufóðring: API 9 5/8", 43,4 lbs/ft, K-55 skrúf buttr  
Leiðari API 7" innanmál 159.4mm, 24 lbs/ft. K-55, skrúf. buttr.  
Hengistykki í 560.60m  
\* Hnitakerfi aðlagð landskerfi



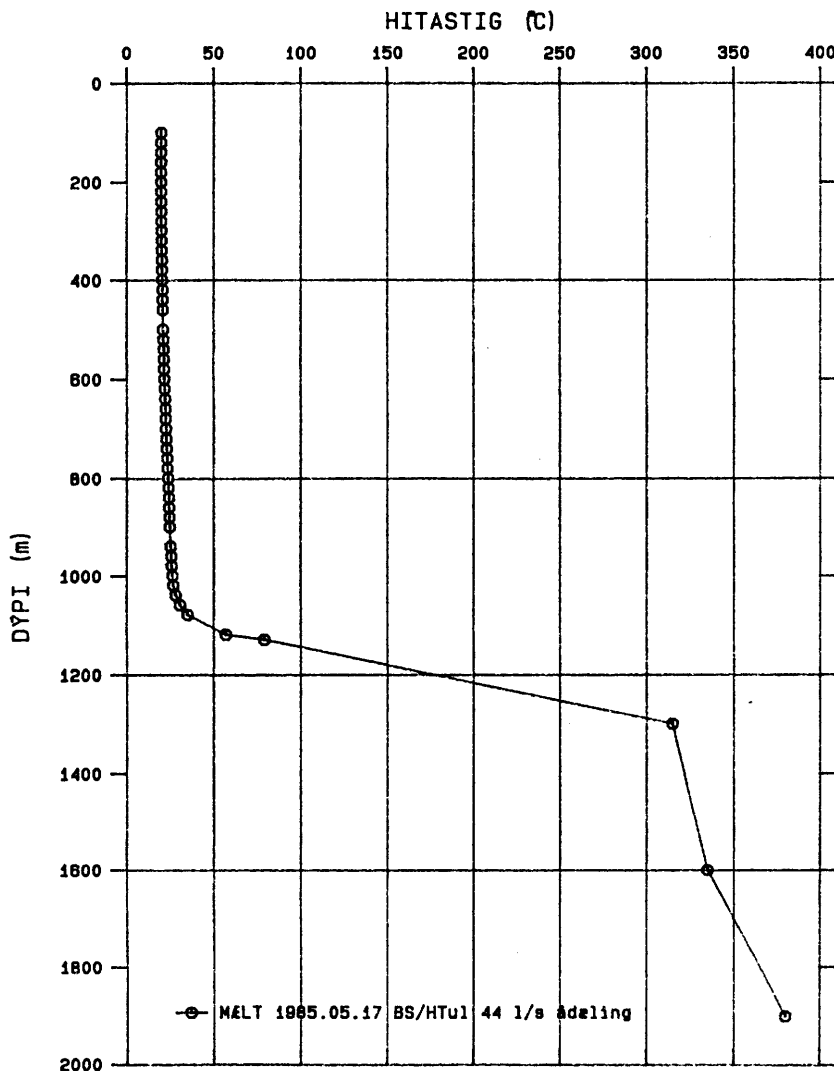
Ath. Leiðari raufaður neðan 792.2m dýpis, nema 24 neðstu metrar. Dýptartölur miðaðar við drifborð Jötuns

MYND 3 Frangangur holu

þrátt fyrir að dælt væri allt að 80 l/s undir þrýstingi á holutopp. Sýnt var því að æðin á 1226 m gleypti alla áðælinguna auk uppstreymisins og að ekki væri hægt að kæfa streymið úr botnæðunum. Við þessar aðstæður var ráðist í að taka upp úr holunni. Verkið sóttist hægt enda farið gætilega þar sem hættu var á því að holan tæki völdin og færi í óstöðvandi gos. Upptektinni er ítarlega lýst í viðauka V-4, en upp hafðist borstrengurinn að lokum án óhappa. Ljóst var að vonlaust væri að setja niður raufaðan leiðara í holuna án þess að stöðva uppstreymið. Næsta skref var því að setja möl í holuna. Alls var sett niður möl sem samsvarar 180 m í holunni. Mölin féll hins vegar ekki í botn og lóðaðist hún á 1584 m dýpi. Holan var síðan fóðruð með raufuðum leiðara og að þrepaðælingu lokinni hófst flutningur Jötuns á næsta borstað. Alls tók borverkið 59 verkdays.

JHD-BM-8715 GJG  
85.06.0764 T

### NESJAVELLIR HOLA NJ-11 HITAMÆLING



MYND 4 Hitamæling eftir borun

## 4 JARÐLÖG

Á mynd 5 (10 blöð) er sýnt jarðlagasnið og borhraði fyrir alla holuna. Jarðlagamælingar eru ekki samfelldar niður vegna of háa hita þegar borað var fyrir vinnslufóðringu og fyrir neðan 1412 m dýpi. Á mynd 6 er sýnt einfaldað jarðlagasnið og því samhliða eru; tíðni innskota, jarðlagamælingar og beltaskipting ummyndunar. Mynd 7 sýnir einfaldað jarðlagasnið ásamt dreifingu ummyndunarsteinda og beltaskiptingu þeirra.

Hér á eftir er reynt að flokka jarðlögin niður í einsleita hluta þar sem því verður komið við, og á það að auðvelda samanburð við nærliggjandi holur. Vegna blöndunar svarfs úr höggborsholu var ekki ástæða til að birta greiningar úr henni. Að jafnaði er getið um í jarðlagalýsingu af hvaða dýpi þunnsneiðar voru gerðar, en því til frekari áréttingar er listi yfir þær birtur í töflu 1.

### 4.1 Jarðlagalýsingar

#### Höggborshola 0-53 m.

Móberg 53-103 m. Móbergstúff er ráðandi bergerð neðan höggborsfóðringar niður á 103 m dýpi. Fjögur fínkorna ferskleg 1-3 m þykk basaltlög eru í þessum kafla ásamt tveimur tveggja metra þykkum glerjuðum basaltlögum. Ef gengið er út frá því að þetta sé ein móbergsmýndun þá verður að skýra tilveru basaltlaganna sem eitla í móberginu. Þunnsneið af svarfi frá 64 m dýpi inniheldur mjög glerjað takilítískt berg og eru plagíóklaslistar algengir.

Basalthraunlög og breksíur 103-131 m. Í efstu 30 metrunum eru þrjú 4-11 m þykk fínkorna ferskleg basaltlög. Berggerðin virðist vera millistig af póleiíti og ólivín póleiíti samkvæmt þunnsneið við 130 m dýpi. Síðan taka við basaltríkar breksíur, glerjað basalt og neðst er fínkorna fersklegt basalt. Allt glerið er ummyndað. Mikið skoltap var á 115 m dýpi í glerjaða hlutanum milli fersku basaltlaganna.

Móberg 161-216 m. Hér er um að ræða tvenns konar móbergsgerðir, þ.e. túff og breksíu. Það er að mestu ummyndað en öðru hverju glittir í ferskt gler. Í hlutanum sem er skyggður sem breksía er bergið frauðkenndara. Þunnsneið var gerð af túffi frá 196 m dýpi. Þar er allt gler ummyndað og stór hluti takilítískur með áberandi fínum plagíóklaslistum. Blöðrur í berginu voru í flestum tilfellum ílangar og hálfylltar.



Þóleiít basalthraunlög 216-255 m. Hér skiptast á fínkorna þóleiítbasaltlög og túfflög. Basaltið er misjafnlega kristallað. Ein þunn-sneið var gerð af túffi frá 224 m dýpi. Þar var allt gler ummyndað og að mestu greint sem takilít með áberandi smáum plagióklaslistum í. Athuganir á yfirborðsjarðlögum benda til þess að mörkin milli síðasta hlýskeiðs og síðasta jökulsskeiðs séu við efri mörk þessa basaltkafla (Knútur Árnason o.fl. 1986).

Móberg og glerjuð basalthraunlög 255-302. Þetta dýptarbil einkennist af túffi og mjög glerjuðum basalthraunlögum. Í rauninni er ekki mikill munur á berggerðinni hér og fyrir ofan. Helst er að nefna þykkari túfflög og glerjaðra basalt. Auk þess ber nokkuð á fersku gleri, sem lítið hefur sést fyrir ofan. Þunnsneið var gerð af svarfi frá 272 m dýpi. Þar var einkum að sjá þrjár túffgerðir; ferskt gler og takilítískt með örsmáum plagióklaslistum í og svo kolummyndað túff.

Móberg 302-394 m. Einkennandi fyrir þennan kafla er móbergstúff. Neðan við 350 m sjást fjögur þunn basaltlög. Þrjár þunnsneiðar voru gerðar úr þessu dýptarbili; við 320 m, 332 m og 382 m. Í öllum er aðalberggerðin takilítískt túff. Ferskt gler sést öðru hverju og er nokkuð breytilegt með tilliti til dýpis. Það virðist jafnvel aukast með dýpi. Efst sjást strjálir plagióklasdílar.

Þóleiít basalthraunlög 394-444. Fínkornótt þóleiítbasalt er einkennandi fyrir þennan kafla. Eins og sýnt er á sniðinu á mynd 5 þá skiptast á glerjuð basalthraunlög og betur kristölluð. Þrjár þunnsneiðar voru gerðar úr þessu dýptarbili; frá 404 m, 410 m og 426 m. Þóleiítbasalt var einkennandi í þeim öllum. Allsnögg skil voru í ummyndun á um 400 m dýpi og litlu neðar, eða í 415 m dýpi, var komið í sterka æð með yfirþrýstingi. Neðan við æðina var svarfsýnataka ekki eins og best var á kosið vegna vandamála við kælingu holunnar. Fyrstu háhitasteindirnar sáust með vissu á rúmlega 400 m dýpi, s.s. kvars, wairakít og blandlagaleir.

Móberg 444-489 m. Móbergstúff er ráðandi á þessu dýptarbili. Samkvæmt þunnsneið, sem gerð var af svarfi frá 454 m dýpi, virðist túffið vera plagióklasdílótt og einnig sjást dílapyrpingar af plagióklas og pyroxen. Eins og fram kemur á mynd 5 þá eru fínkornótt og glerjuð basaltlög ekki óalgeng.

Þóleiítbasalt 489-600 m. Hér er aðallega um fínkorna og glerjuð þóleiítbasaltlög að ræða. Hafa ber í huga að svarfsýnataka var ekki áreiðanleg frá u.þ.b. 420-566 m vegna kælingarvanda við borun eins og áður hefur komið fram. Þetta þýðir fyrst og fremst að erfitt er að meta þykkt einstakra laga.

Ólivínþóleiítbasalt 600-761 m. Ólivínþóleiítbasalt er ráðandi berggerð á þessu dýptarbili. Ekki virðast dyngjur vera til staðar og er sú ályktun studd með því hve þykkur kargi er víðast hvar milli einstakra hraunlaga. Á nokkrum stöðum eru þykkir kaflar af glerjuðu basalti og breksíu eins og t.d. á 647-660 m dýpi. Þar neðan við er 10 m þykkt fersklegt basaltinnskot og sennilega er annað frá 746-761 m dýpi, en það er grófkorna og við það eru neðri mörk þessa kafla. Greinarmunur er gerður á fínkorna til meðalkorna ólivínþóleiítbasalti og meðalkorna til grófkorna á jarðlagasniðinu eins og skýringar gefa til kynna. Fjórar þunnsneiðar voru gerðar; við 600 m, 634 m, 678 m og 736 m. Á móts við ferska innskotið á 650 m dýpi, mælist sterk viðnámshæð.

Móberg 761-997 m. Kaflinn einkennist af túffi og basaltbreksíum og eru basalt- og dólerítinnskot alltið niður á tæplega 900 m dýpi. Ef til vill má skipta þessum kafla upp í tvo hluta, nálægt 900 m dýpi, þar sem ólivínþóleiít er meira áberandi fyrir neðan en þóleiít fyrir ofan. Samt eru ekki hrein skil að því er þetta varðar. Fjórar æðar voru skornar í þessum kafla, tvær þær efri, í 810 og 840 m, eru á móts við innskot í móberginu. Á 940 m dýpi var komið niður í 16 m þykkt ísúrt til súrt berg og er það skorið af þunnu dólerítinnskoti. Æð er tengd súra berginu og önnur er nokkuð ofar, í setlagi á rúmlega 900 m dýpi. Allmargar þunnsneiðar voru gerðar úr þessum kafla, eða 11 talsins, enda er hann athyglisverður fyrir margra hluta sakir. Má þar nefna að á um 780 m dýpi er komið niður í klórít-epidót ummyndunarbeltið, innskot verða tíðari en fyrir ofan, yfirþrýstingur er á æðum og fjölbreytileiki í berggerðum er meiri en áður. Viðnámsferlar á mynd 5 sýna stíganda í viðnámi þar sem breyting á sér stað í ummyndun. Skörpust er breytingin við neðri mörk innskotakafla, á tæplega 900 m dýpi, þar sem viðnám hækkar hratt. Líklega eru margar skýringar tiltækar á hækkandi viðnámi á þessu dýptarbili, en sennilegust þykir breyting í ummyndun sem jafnframt gefur til kynna hækkandi hita.

Basalthraunlög 997-1148 m. Fínkorna basalthraunlög eru ráðandi á þessu dýptarbili og virðast þau að mestu vera af þóleiít gerð. Basaltbreksíur eru að jafnaði á milli hraunanna og eru í nokkrum tilfellum allt að 10 m þykkar. Þrjár þunnsneiðar voru gerðar úr þessum kafla; við 1070 m, 1120 m og 1144 m. Nokkuð þykkt plagióklasdílótt basaltlag með ófitískum textúr er við neðri mörk þessa kafla.

Ísúrt berg 1148-1218 m. Einkennandi berggerð er ísúr hraunlög, glerjuð og dílótt. Dólerítinnskot skera ísúra bergið og einnig sjást basaltlög og breksíur á þessum slóðum. Við neðri mörk þessa kafla er komið niður í epidót-aktínólít ummyndunarbeltið.

Móberg 1218-1316 m. Móbergstúff er hér einkennandi berggerð. Þunn dólerítinnskot skera móbergið og einnig sjást í því ólivínþóleiít hraunlög. Fimm þunnsneiðar voru gerðar úr þessum kafla; við 1226 m, 1250 m, 1276 m, 1286 m og 1304 m. Stungið var á sterkustu æð holunnar á 1226 m dýpi.

Móberg og basalt 1316- 1757 m. Þetta dýptarbil er ekki aðgreint á sama hátt og gert er að ofan vegna aukinna innskota. Greinilegt upphledsluberg sést í efstu 200 metrunum og skiptast á að jöfnu basalthraunlög og móberg. Innskotapéttleiki eykst nokkuð neðan 1500 m dýpis, en þaðan og niður á 1578 m dýpi er hugsanlega móbergsmyndun til staðar enda glittir víða í túff á því dýptarbili. Neðst í móberginu, eða á 1575 m dýpi, er miðlungssterk æð þar sem fínkornótt innskot sker túffið. Basalthraunlög eru síðan einkennandi niður á rúmlega 1620 m dýpi. Efri hlutinn er af þóleiítgerð en neðri hlutinn ólivínþóleiít. Innskotapéttleikinn frá 1620-1718 m er 90-100% og þá fyrst og fremst dólerít. Þar neðan við og niður á 1757 m dýpi tekur við samfellt móbergstúff. Nokkuð víst má telja að það séuleifar stærri móbergsmyndunar ef haft er í huga að innskot eiga að jafnaði greiðari leið í móberg en í basalt og innskot eru mjög tíð ofan og neðan við túffið.

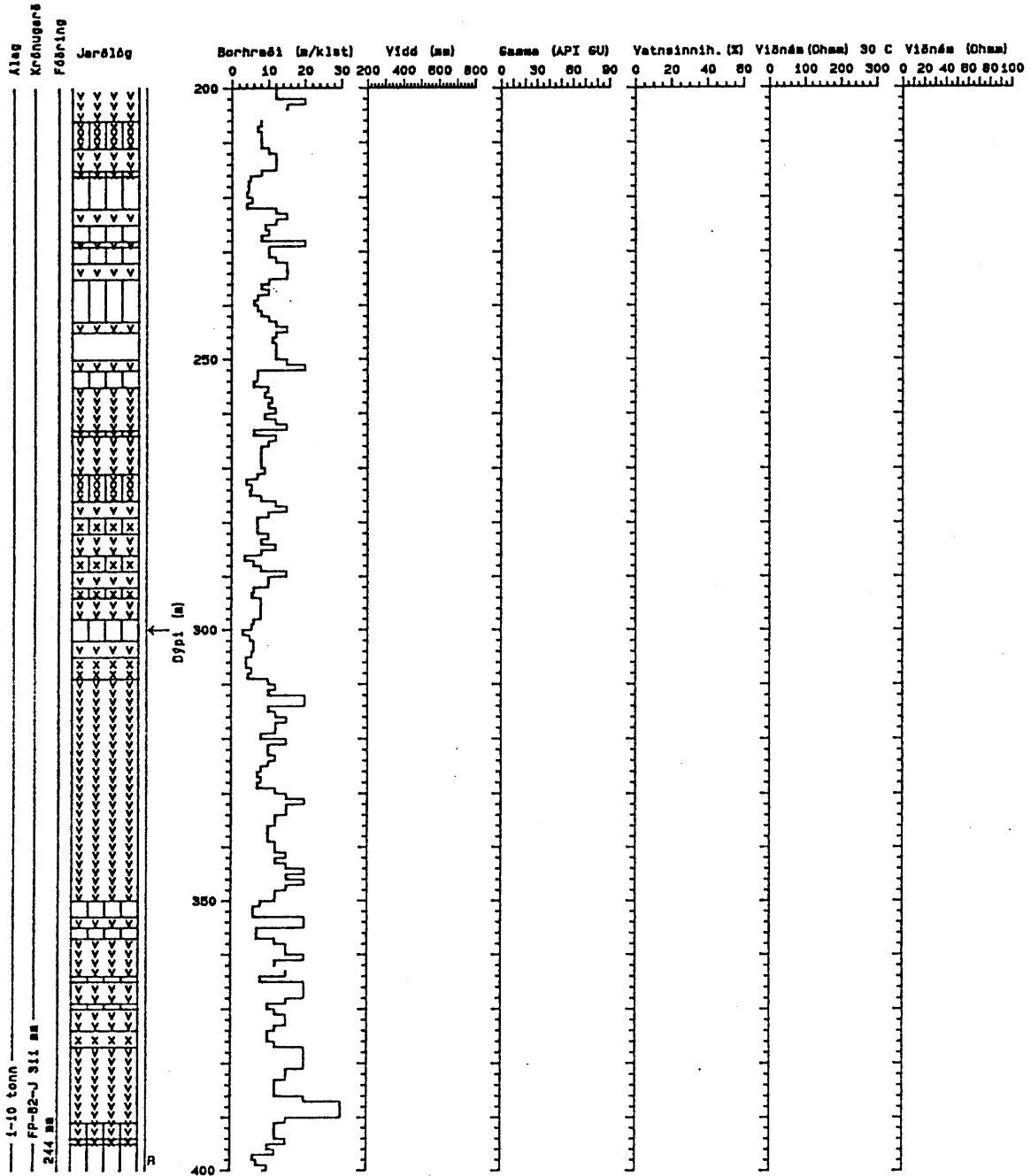
Innskot 1757-2265 m. Þetta dýptarbil einkennist af innskotum, en á fáeinum stöðum glittir í basalt og túff. Um 85% innskotanna eru af basaltsamsetningu en hin ísúr til súr; eru þau fyrst og fremst neðan 2000 m dýpis. Var þar komið niður í meiri hita en áður hefur verið mældur á íslensku jarðhitasvæði. Engar afgerandi skýringar eru enn sjáanlegar í jarðlögnum nema hvað ísúr og súr innskot eru tíðari á þessu dýpi en annars staðar í holunni. Þar sem meginæðin virtist vera er mjög ummyndað ísúrt til súrt berg sem telst ekki til innskota.

Hér að ofan er gefið í skyn að skil á milli síðasta jökulsskeiðs og hlýskeiðs gætu verið á 216 m dýpi. Ef svo reynist vera, þá er upphledsla verulega hægari í Nesjavalladalnum, að minnsta kosti í grennd við holu NJ-11, heldur en beggja vegna við hann. Í viðauka 4 er getið um það í jarðlagalýsingu að 100 m djúplægt misgengi geti verið á milli hola NJ-11 og NG-5 og vitnað þá um leið í skrif um holu NG-7 (Hjalte Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985), þar sem sýnt var fram á 100 m djúplægt misgengi milli hola NG-7 og NG-5. Ekki er ljóst hvort spildan milli hola NJ-11 og NG-7 sé höggúð, en nokkur munur er á móbergsgerðum sérstaklega í efri hluta holanna. Ástæða er til að nefna tvær áberandi plagióklasdílóttar móbergsmyndanir í holu NG-7, á 43-115 m og á 247-290 m dýpi, en áberandi plagióklasdílótt móberg sést ekki í efri hluta holu NJ-11.



JHD-BM/BJ-8715 A6.HS  
88.03.0201 T

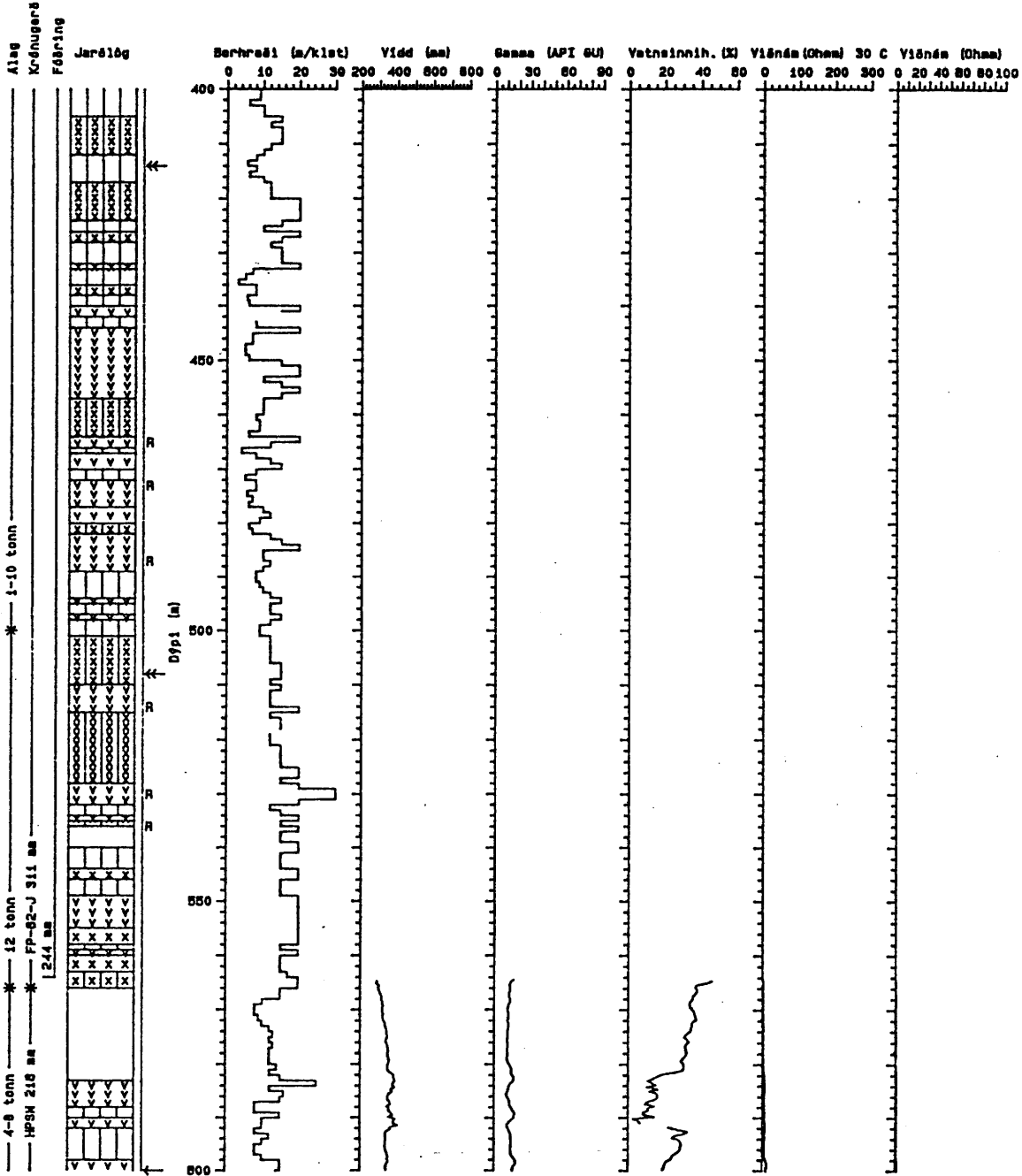
# NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 5 Frh.

JHD-BM/BJ-8715 AG.HS  
88.03.0201 T

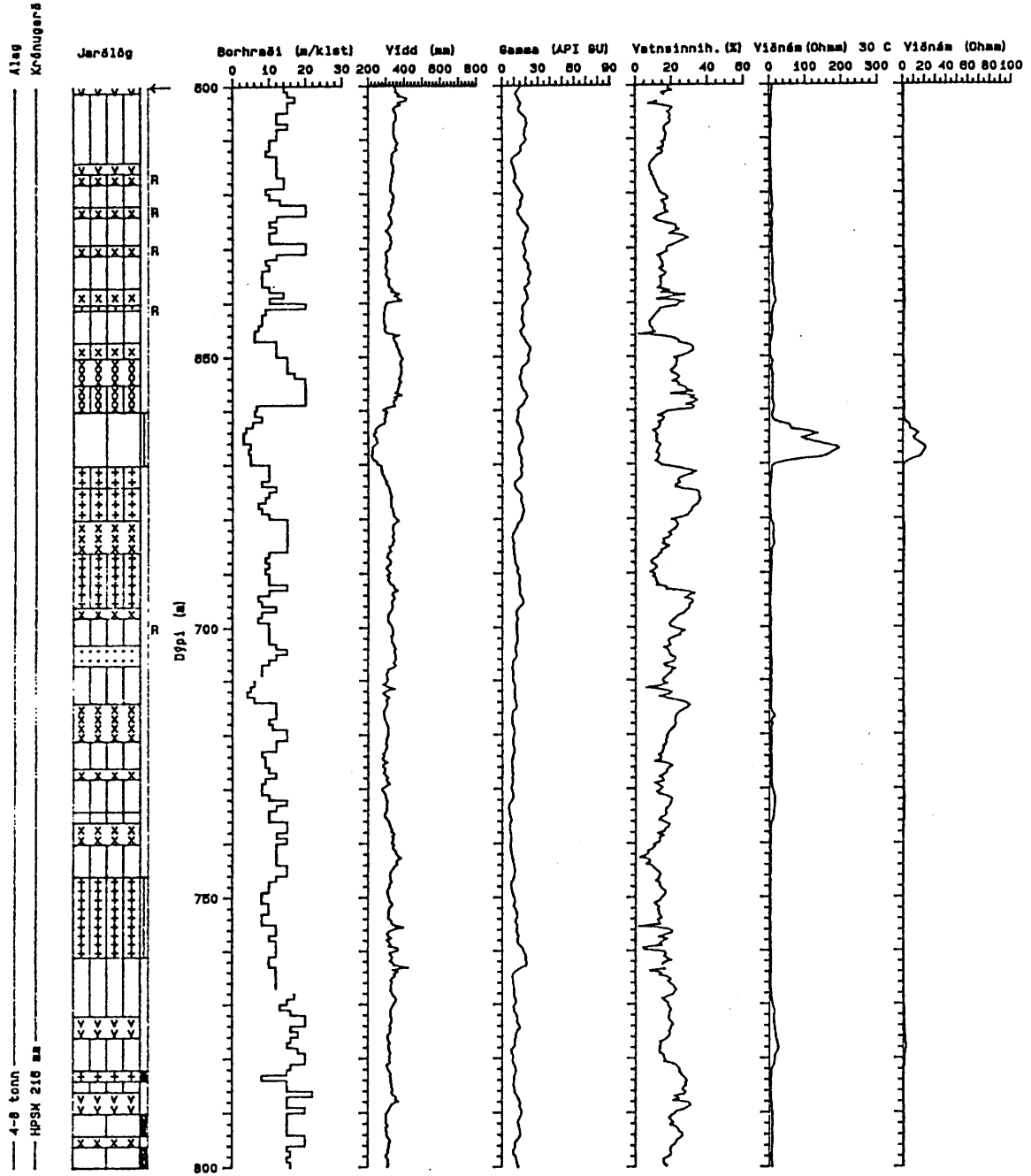
### NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 5 Frh.

JHD-BM/BJ-8715 AG.HS  
88.03.0201 T

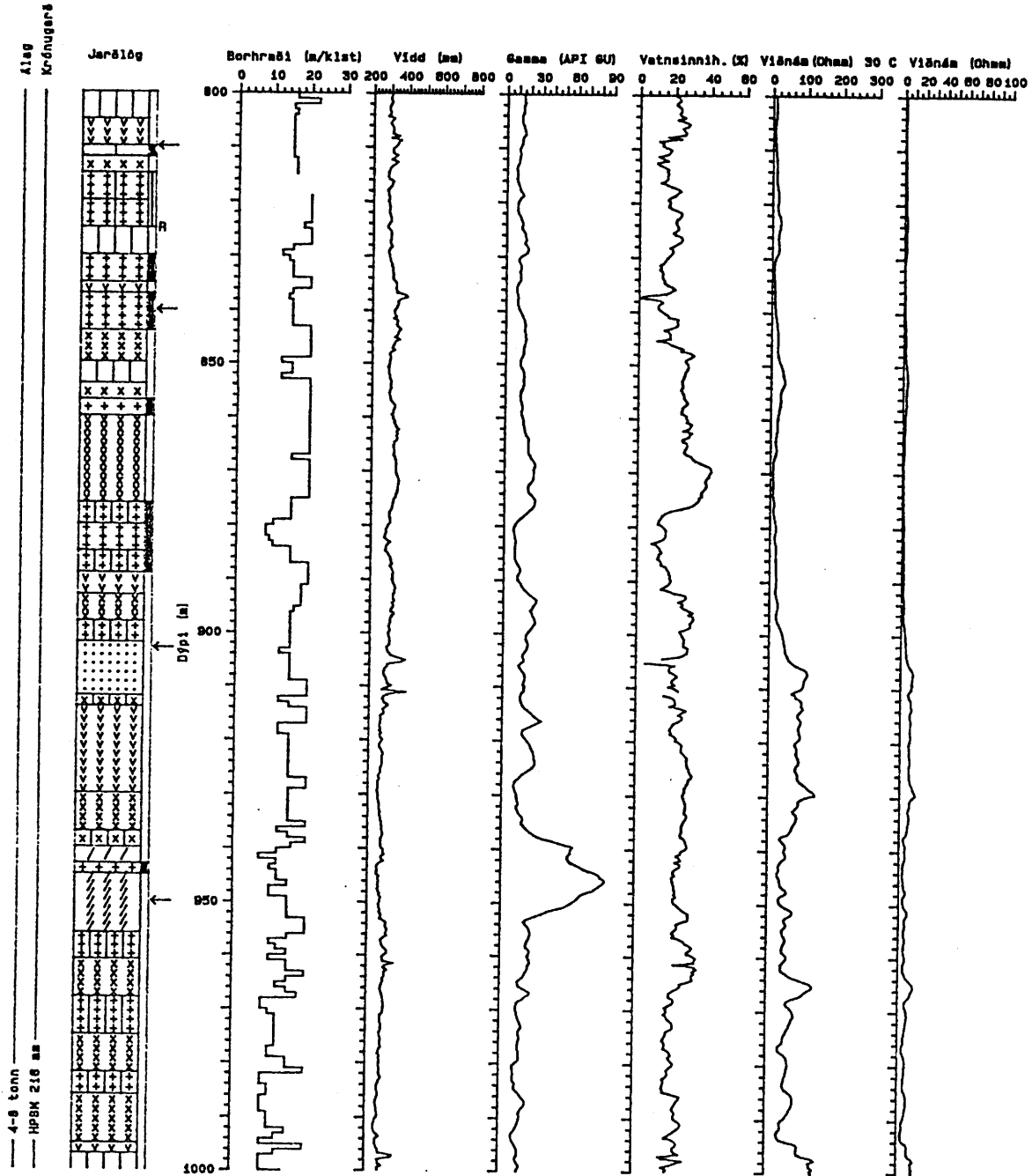
### NESJAVELLIR NJ-11 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 5 Frh.

JHD-BM/BJ-8715 A6.HS  
88.03.0201 T

# NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR

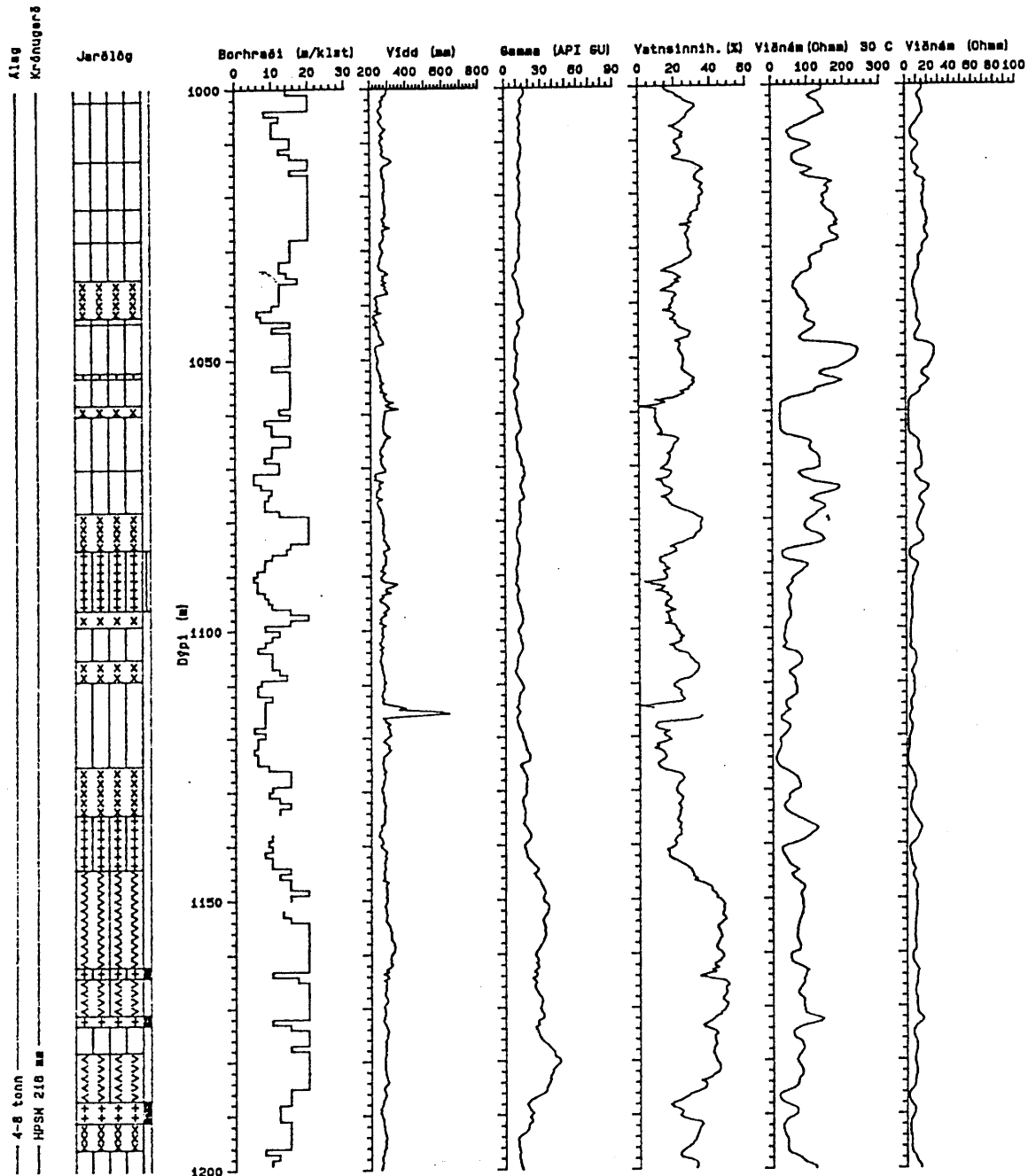


MYND 5 Frh.



JHD-BM/BJ-8713 ÁG.HS  
88.03.0201 T

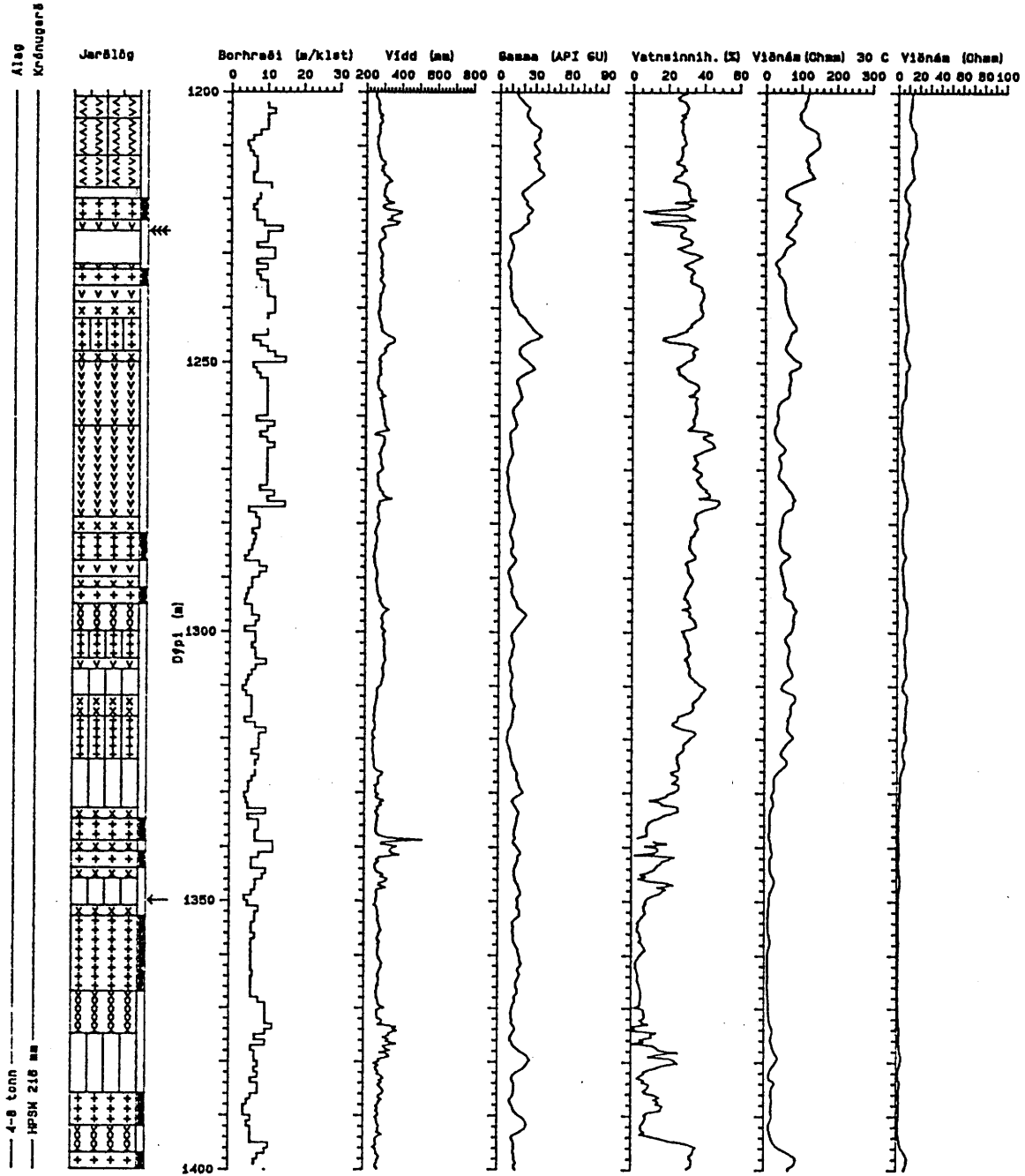
### NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 5 Frh.

JHD-BM/BJ-8715 AG.HS  
88.03.0201 T

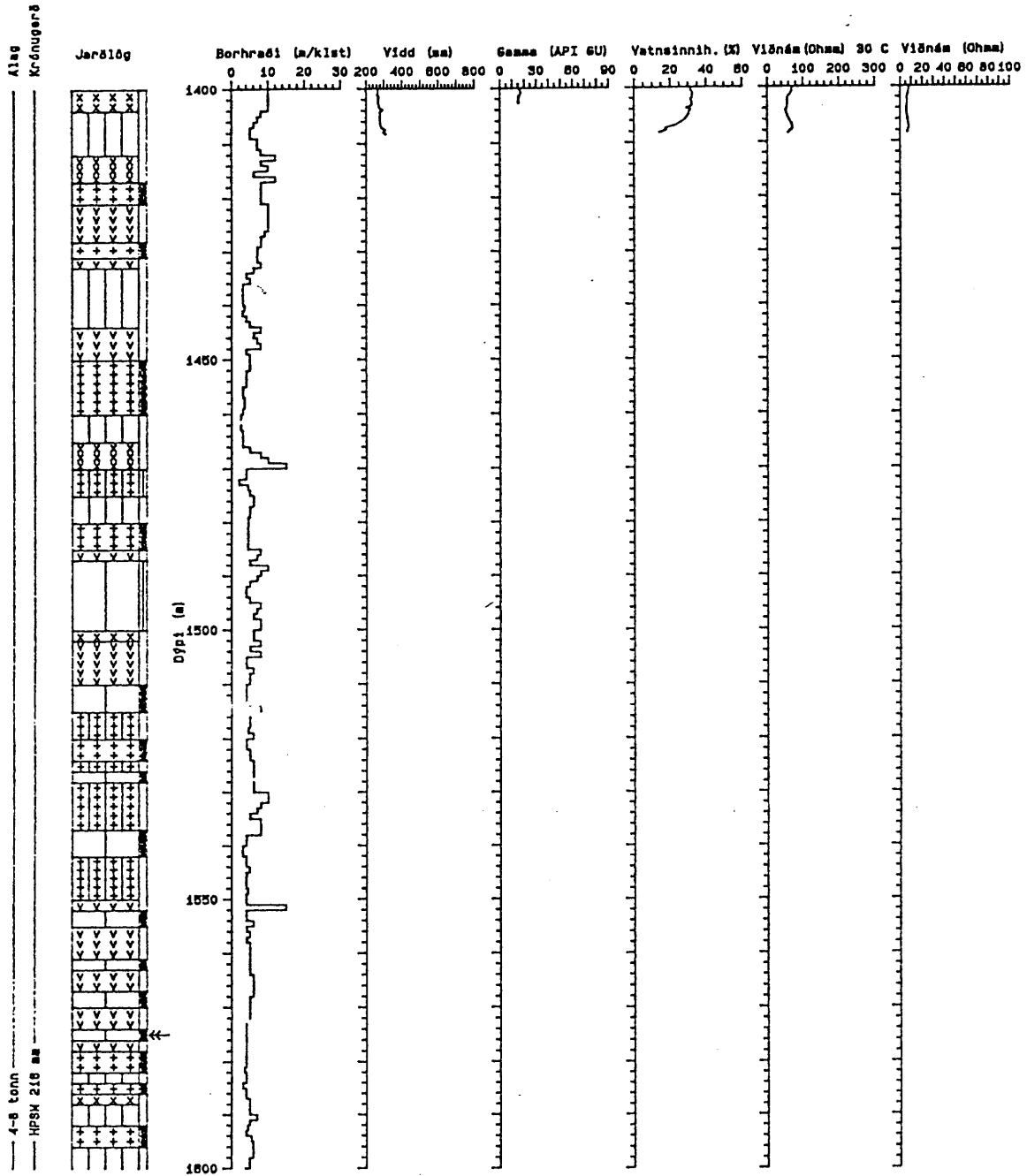
# NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 5 Frh.

JHD-BM/BJ-8715 AG.HS  
88.03.0201 T

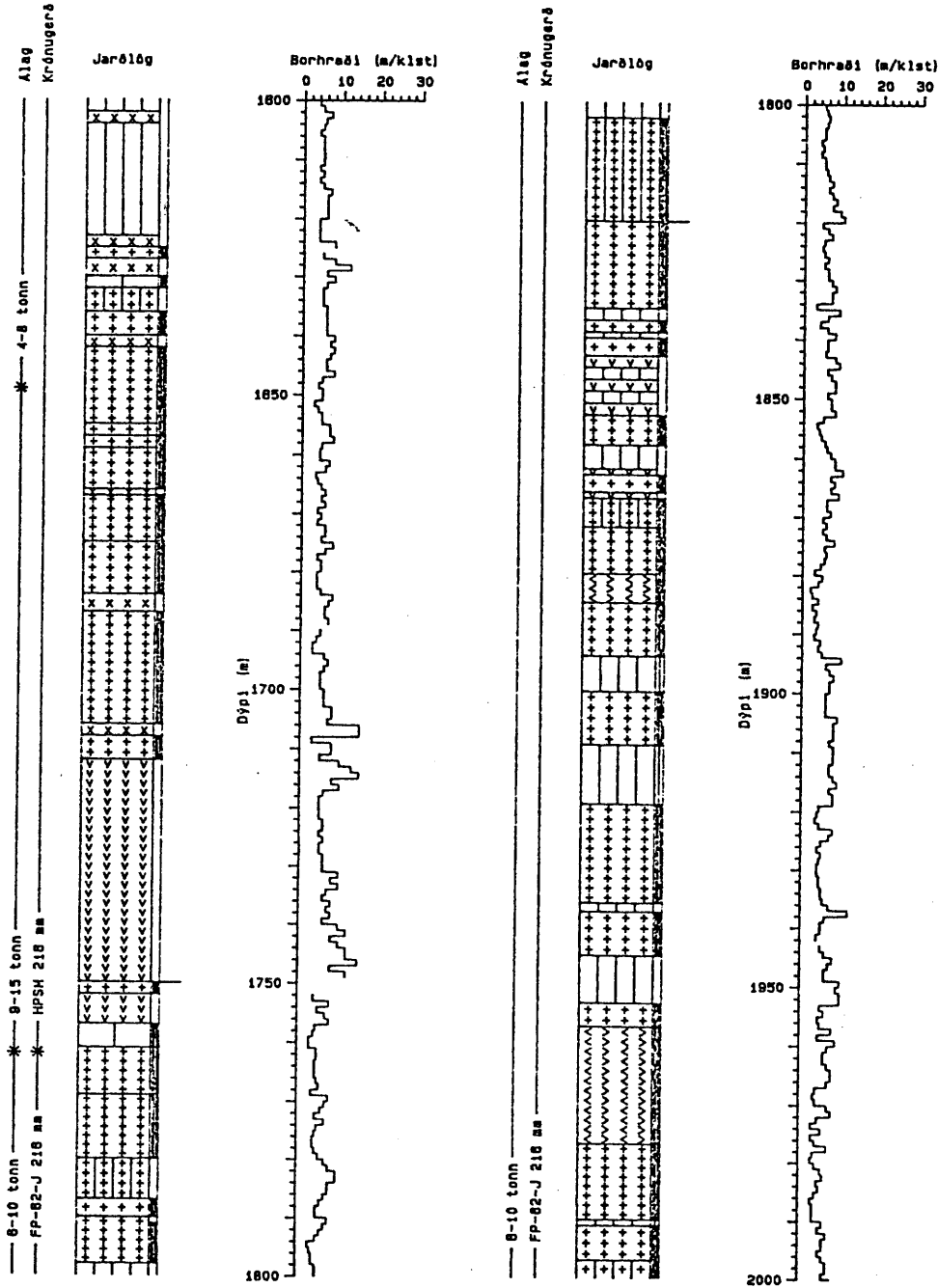
### NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 5 Frh.

JHD-BH/BJ-8715 A6.HS  
86.03.0201 T

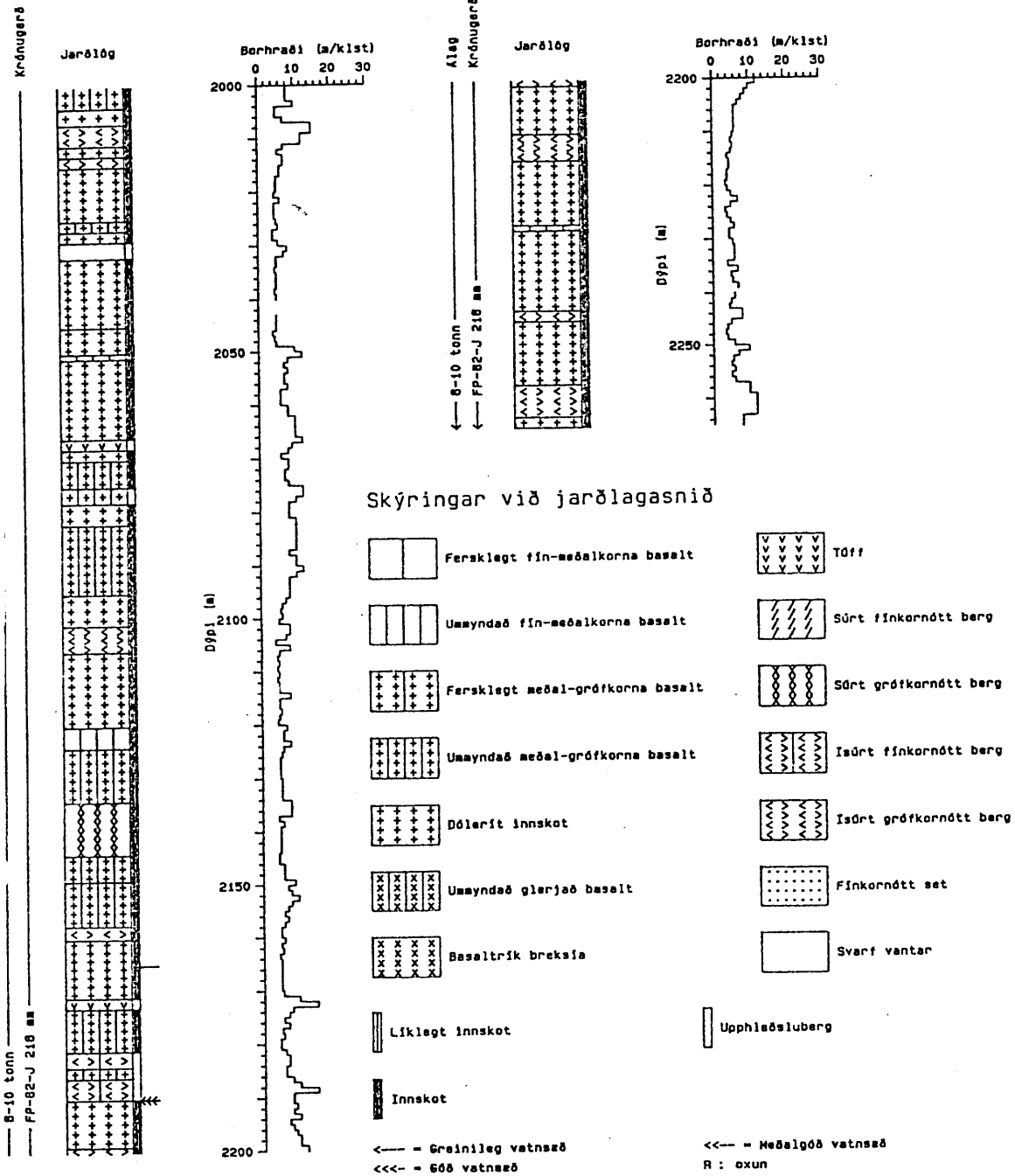
### NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 5 Frh.

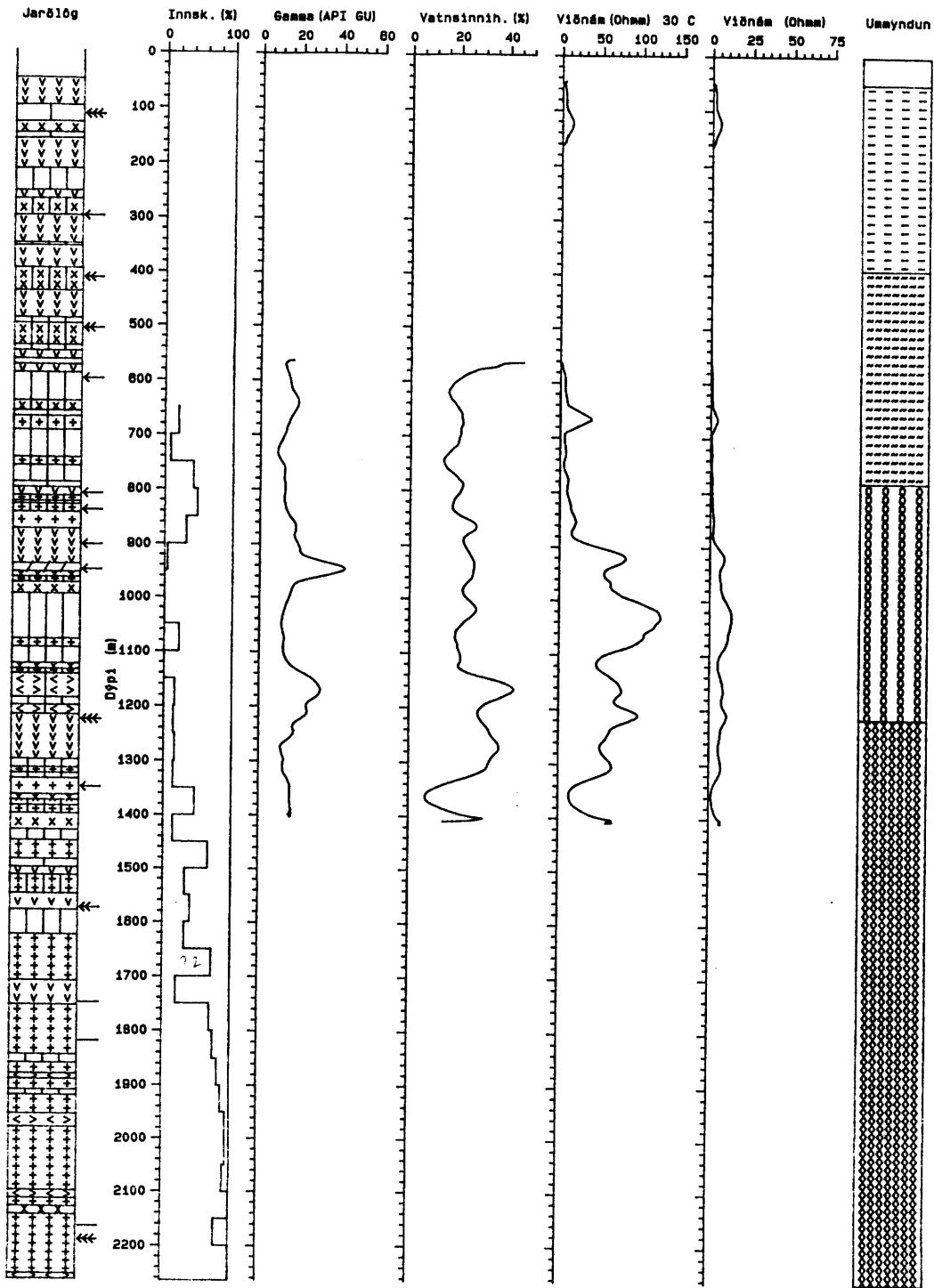
JHD-BH/BJ-8715 AG.HS  
86.03.0201 T

# NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



JHD-BM/BJ-8715 A6.HS  
86.03.0202 T

### NESJAVELLIR NJ-11 EINFALDAÐ JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR



MYND 6 Einfaldað jarðlagasnið og mælingar

TAFLA 1 Þunnsneiðar í holu NJ-11 Nesjavöllum

Númer	Dýpi (m)	Númer	Dýpi (m)
13637	64	13720	1212
13638	130	13721	1226
13639	196	13722	1250
13640	224	13723	1276
13641	272	13724	1286
13642	320	13725	1304
13643	332	13726	1328
13644	354	13727	1380
13645	382	13728	1408
13646	404	13729	1486
13647	410	13730	1534
13648	426	13731	1574
13649	454	13732	1650
13650	556	13733	1686
13702	600	13734	1734
13703	634	13801	1886
13704	678	13802	1906
13705	736	13803	1966
13706	780	13804	2014
13707	796	13805	2110
13708	814	13806	2144
13709	828	13735	2150
13710	850	13736	2160
13711	896	13807	2164
13712	910	13737	2170
13713	912	13738	2180
13714	950	13808	2184
13715	1002	13739	2190
13716	1070	13740	2210
13717	1120	13741	2220
13718	1144	13742	2230
13719	1164	13809	2265

#### 4.2 Innskot

Á jarðlagasniði er sýnd gerð og lega innskota í holunni. Í nokkrum tilfellum er ekki ljóst hvort um er að ræða innskot eða upphleðsluberg og er það sýnt á sniðinu. Á mynd 5 er sýnt hlutfalslegt magn innskota.

á móti upphleðslubergi fyrir hverja 50 metra. Í töflu 2 eru innskotin flokkuð niður eftir berggerðum, tíðni þeirra með dýpi og hlutfall af hverjum 100 metrum í stafla.

TAFLA 2 Flokkun innskota

Dýpi (m)	Fínk. basalt	Meðalkorna grófk. bas.	Dólerít	Ísúr og súr	Alls Fj.	%
0- 600	0	0	0	0	0	0
600- 700	1	0	0	0	1	10
700- 800	2	1	1	0	4	25
800- 900	3	2	4	0	9	38
900-1000	0	1	0	0	1	4
1000-1100	0	1	0	0	1	11
1100-1200	0	1	2	0	3	8
1200-1300	0	0	4	0	4	15
1300-1400	0	0	5	0	5	30
1400-1500	1	1	4	0	6	40
1500-1600	7	1	3	0	11	36
1600-1700	1	0	9	0	10	62
1700-1800	1	0	7	0	8	45
1800-1900	1	2	7	1	11	78
1900-2000	2	1	6	1	10	91
2000-2100	1	4	10	2	17	92
2100-2200	1	4	3	4	12	89
2200-2265	1		5	4	10	100
Samtals:	22	19	71	12	124	36

Alls voru 124 berglög flokkuð sem innskot eða 36% þeirra jarðlaga, sem holan sker. Innskot með basaltsamsetningu eru rúmlega 90% og ísúr til súr tæp 10%. Að jafnaði eru fínkorna basaltinnskotin ferskleg og þunn; algeng þykkt í holunni er 2-4 m. Sambærileg innskot eru algeng á 670-950 m dýpi í holu NG-7 (Hjalte Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985) og í NG-10 sjást þau neðan 870 m dýpis, en eru tíðust neðan 1470 m (Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason 1986). Ekki er hægt að tengja innskotin lárétt milli hola, en rétt er að benda á að þau koma fram við svipaðar aðstæður í holum NJ-11 og NG-10 á svipuðu dýpi, þ.e. í móbergstúffi á 1500-1600 m dýpi.

Í jarðlagalýsingu hér á undan var þess getið að ísúr og súr innskot væru tíðari neðan 2000 m en fyrir ofan. Eitt þessara innskota, á



2134-2144 m dýpi, er á mörkum granodíóríts og granófýrs samkvæmt þunnarneiðarathugun, en önnur hafa samsetningu díóríts. Að jafnaði er ummyndun mikil í frumsteindum innskotanna.

#### 4.3 Jarðlagamælingar

Skrá yfir þær mælingar, sem gerðar voru í NJ-11 í og eftir borun, eru birtar í töflu 3. Alls eru þetta 33 mælingar og lóðanir, þar af 19 hitamælingar. Flestar hitamælinganna hafa birst í áfangaskýrslunum ásamt CBL-mælingum. Í efsta hluta holunnar (17 1/2" borkróna) var ákveðið að mæla ekki nifteindadreifingu og gamma þar sem víddarleiðrétting þessara mælinga er mjög ónákvæm fyrir svo víða holu. Þá var öllum jarðlagamælingum sleppt í miðhlutanum vegna þess að æðar á 416 m og 508 m voru með yfirþrýsting og því ekki talið þorandi annað en að fódra holuna án tafar. Í lokaáfanganum reyndist ekki unnt að mæla neðar en í 1420 m vegna þess að hiti hækkaði mjög mikið í 1450 m og var kominn yfir það hitastig sem tækin þola.

Út frá nifteindamælingunni er reiknað vatnsinnihald bergsins en með því er átt við vatn sem bundið er í ummyndun og það vatn sem er í porum í berginu. Ekki er hægt ennþá að víddarleiðrétta nifteindamælinguna ef holuvídd fer yfir 400 mm og eru þar því eyður. Ef skoðaðar eru niðurstöður úr þessari mælingu af dýptarbilinu 564,6 m - 1420 m sést að meðaltalsvatnsinnihald er 23,2 +/- 9,8% og eru gildin á bilinu 0-50% (myndir 6 og 7b). Ekki er hægt að áætla út frá þessari mælingu hvort reiknaða vatnsinnihaldið er í ummyndun eða í porum í berginu en þar eð mælingin nær aðeins yfir neðsta hluta holunnar, þar sem ummyndunin er mikil, er líklegt að bundið vatn í ummyndun valdi þessu háa vatnsinnihaldi sem reiknast út frá nifteindadreifingunni.

Gammamælingin hefur verið notuð til að reikna út kísilsýru í bergi, en þar sem jafnan, sem notuð er til þessara útreikninga, gildir aðeins fyrir kristallað berg er brugðið á það ráð að birta ekki útreiknaða kísilsýru, heldur er gammamælingin leiðrétt fyrir vídd og birt þannig. Líðnidreifing fyrir víddarleiðrétt gamma sést á mynd 7a en meðaltalið er 16,1 +/- 8,9 API GU. Tveir áberandi toppar koma fram í gammamælingunni þar sem súr innskot sjást í jarðlagagreiningunni (945 m og 1180 m).

Í viðnámsmælingu tókst ekki að mæla 64" viðnámið með góðum árangri; aftur á móti náðist þokkaleg mæling með 16" viðnáminu og er stuðst við það í þessari skýrslu. 16" viðnámið er leiðrétt fyrir vídd holunnar en síðan reiknað út viðnám og þá gert ráð fyrir að borholuvökvinn sé 30°C heitur með eðlisviðnámið 10 Ohmm. Þá er einnig reiknað út viðnámið eins og ætla mætti að það væri við berghita. Slíkir útreikn-

ingar eru nú í fyrsta skipti birtir í lokaskýrslu um borholu og er því ekki komin á þá full reynsla. Í þessum reikningum er m.a. gert ráð fyrir að viðnám breytist eins með hita fyrir alla hluta holunnar óháð ummyndun og bergtegundum en um þetta atriði er lítið vitað. Knútur Árnason hefur fjallað um forsendur þessara reikninga í viðauka við skýrslu um yfirborðsrannsóknir á Nesjavöllum (Axel Björnsson og fl. 1985). Viðnám leiðrétt að berghita er birt hér (mynd 7d) til að auðvelda samanburð við yfirborðsrannsóknir en viðnám leiðrétt að  $30^{\circ}\text{C}$  er birt vegna þess að í því koma smærri viðnámsbreytingar betur fram og því hentar það betur til samanburðar við jarðlagasnið og ummyndun, sérstaklega þar sem öll mæligildin eru reiknuð út miðað við fast hitastig. Mælt viðnám virðist ráðast að mestu af ummyndun í NJ-11 eins og í öðrum holum á Nesjavöllum. Viðnám fer hækkandi fyrir neðan 800 m en á því dýpi breytist ummyndun og innskotum fjölgar mikið. Þar sem viðnámsgildin ná yfirleitt yfir stórt svið er tíðnidreifing viðnámsins birt í logaritmskum skala (mynd 7c) en að meðaltali reiknast viðnám leiðrétt að  $30^{\circ}\text{C}$   $40,3 \pm 41,9$  Ohmm. Viðnám leiðrétt að berghita er hins vegar miklu lægra og er meðaltalið þar  $4,6 \pm 4,4$  Ohmm. Bæði viðnámín sýna tvö hágildi í tíðnidreifingunni eins og vel kemur fram á mynd 7d.

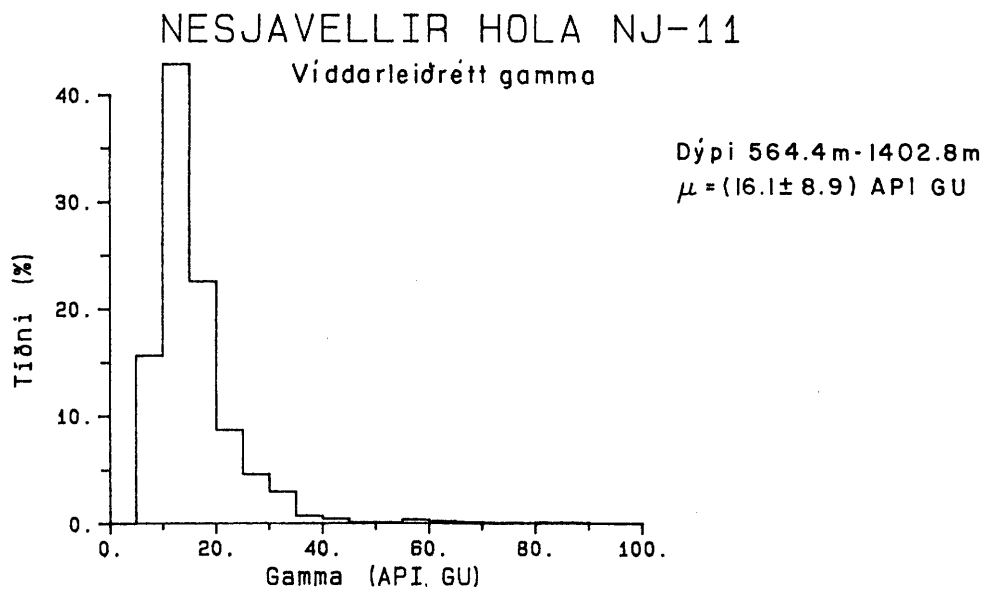
Holuvídd, víddarleiðrétt gamma, vatnsinnihald, viðnám leiðrétt að  $30^{\circ}\text{C}$  heitum borholuvökva og viðnám leiðrétt að berghita er birt á mynd 5 ásamt jarðlagaskipan, borhraða, álagi á borkrónu og upplýsingum um fóðringar, krónugerð og æðar. Þessar mælingar eru birtar í mælikvarða 1:1250.

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

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

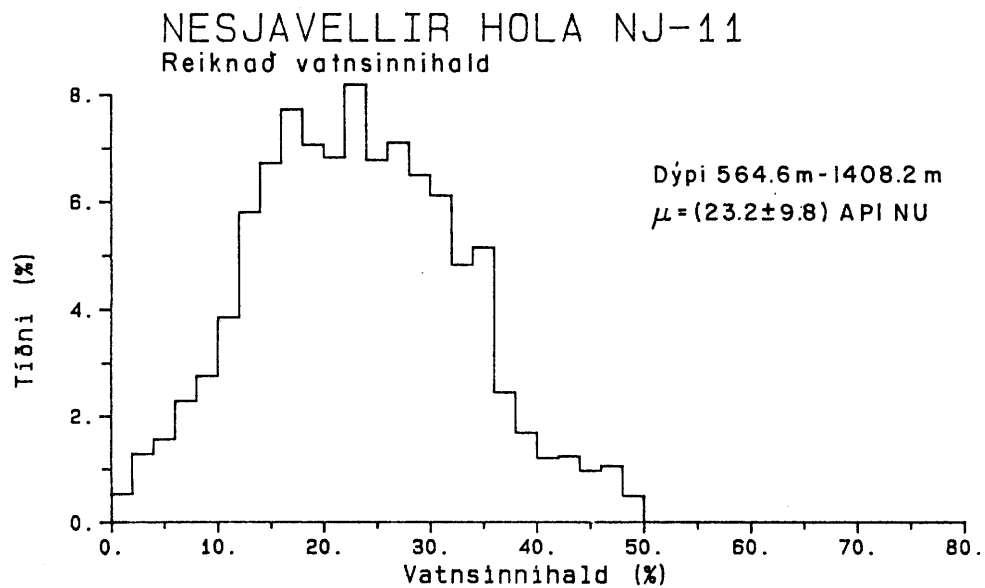
Ummyndun bergsins er flokkuð niður í ummyndunarbelti sem sýnd eru á myndinni.

JHD-BM-8715 HS  
86.03.0204/1 T



MYND 7a Víddarleiðrétt gamma, tíðnidreifing

JHD-BM-8715 HS  
86.03.0204/2 T

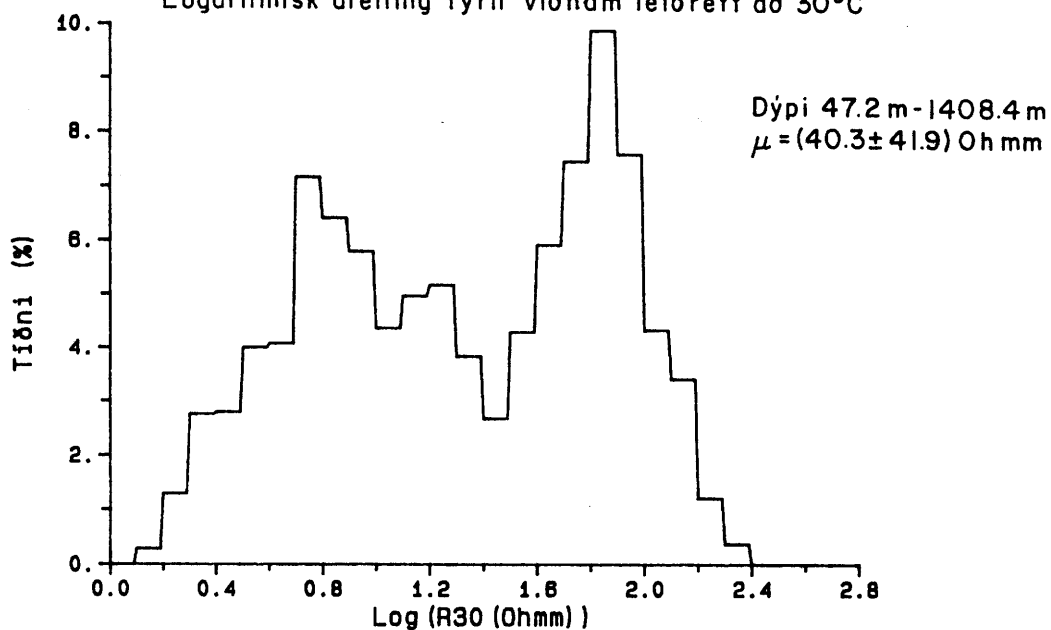


MYND 7b Reiknað vatnsinnihald, tíðnidreifing

JHD-BM-8715 HS  
86.03.0204/3 T

### NESJAVELLIR HOLA NJ-11

Logaritmsk dreifing fyrir viðnám leiðrétt að 30°C

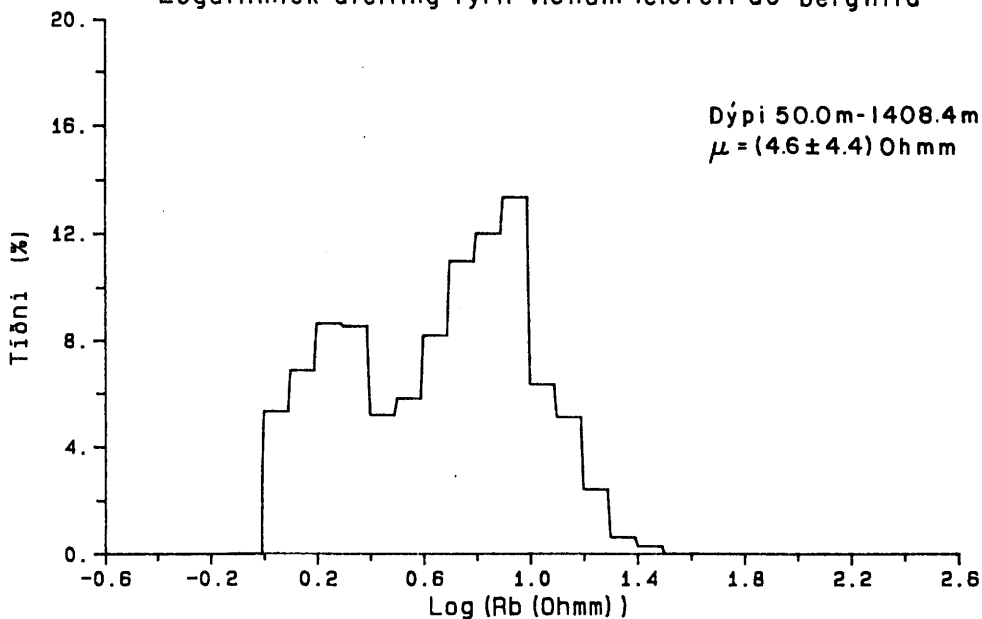


MYND 7c Tíðnidreifing viðnáms, leiðrétt að 30°C

JHD-BM-8715 HS  
86.03.0204/4 T

### NESJAVELLIR HOLA NJ-11

Logaritmsk dreifing fyrir viðnám leiðrétt að berghita



MYND 7d Tíðnidreifing viðnáms, leiðrétt að berghita

TAFLA 3 Mælingar í holu NJ-11

Dags.	Tími (kl)	Dýpi (m)	Hvað mælt	Athugasemdir
1985.04.20	10:20-11:15	0-173	Hiti-dT-CCL	Mælt inni í stöngum
1985.04.20	13:55-14:15	0-183	Hiti-dT-CCL	Mælt eftir upptekt
1985.04.20	14:15-15:15	0-175	Vídd	"-
1985.04.20	15:15-15:50	0-183	Viðnám	"-
1985.04.29	02:40-04:00	0-552	Hiti-dT-CCL	Mælt inni í stöngum
1985.05.01	17:38-18:10	0-530	Hiti-dT-CCL	"-
1985.05.01	21:48-22:30	0-530	CBL	Steypugæði
1985.05.01	23:44-00:15	0-460	CBL	"-
1985.05.02	00:52-01:26	0-510	Hiti-dT-CCL	Upphitun
1985.05.02	08:45-09:17	0-540	Hiti-dT-CCL	"-
1985.05.02	09:26-10:33	0-500	CBL	Steypugæði
1985.05.03	17:06-17:21	0-370	Hiti-dT-CCL	Upphitun
1985.05.03	17:30-19:00	0-330	CBL	Steypugæði
1985.05.12	01:00-04:40	0-1710	Hiti-dT-CCL	Mælt inni í stöngum
1985.05.12	10:00-11:18	0-1736	Hiti-dT-CCL	Mælt í krónuskiptum
1985.05.17	16:35-17:30	0-1130	Hiti-dT-CCL	Borun lokið
1985.05.17-18	23:00-02:00	0-1900	Amerada hiti	Ádæling 44 l/s
1985.05.19	20:30-22:00	0-1200	Hiti-dT-CCL	Ádæling 50 l/s
1985.05.20-18	23:00-02:00	0-2200	Amerada hiti	
1985.05.21	11:15-11:40	0-1160	Hiti-dT-CCL	Ádæling 50 l/s
1985.05.27	13:00-14:00	0-1790	Lóðun	"-
1985.05.27	14:30-16:30	0-1600	Amerada hiti	"-
1985.05.28	08:00-09:00	0-1620	Lóðun	"-
1985.05.28	09:30-11:30	0-1600	Amerada hiti	"-
1985.05.28	12:00-13:30	0-1452	Hiti-dT-CCL	Ádæling 46 l/s
1985.05.28	18:30-20:00	0-1420	Vídd	Ádæling 40 l/s
1985.05.28	20:00-24:00	0-1420	N-N-Gamma	"-
1985.05.29	00:00-02:00	0-1420	Viðnám	"-
1985.05.29	02:00-04:00	0-1435	Hiti-dT-CCL	"-
1985.05.29	04:00-05:00	0-1583	Lóðun	"-
1985.05.30	07:00-08:00	0-1523	Lóðun	"-
1985.05.31	22:30-23:30	0-1500	Hiti-dT-CCL	
1985.06.01	00:30-01:30	0-1575	Lóðun	
1985.06.03	22:40-23:30	0-1200	Amerada þrýst.	P = 0 bar
1985.06.04	00:20-01:30	0-1571	Amerada hiti	P = 2 bar
1985.06.05	17:45-19:00	0-1570	Amerada hiti	P = 28 - 32 bar
1985.06.05	20:25-21:40	0-1570	Amerada þrýst.	P = 28 - 34 bar
1985.06.07	21:25-22:45	0-1568	Amerada hiti	P = 62 bar

## 5 UMMYNDUN

### 5.1 Greiningaraðferðir

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

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

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

### 5.2 Dreifing ummyndunarsteinda

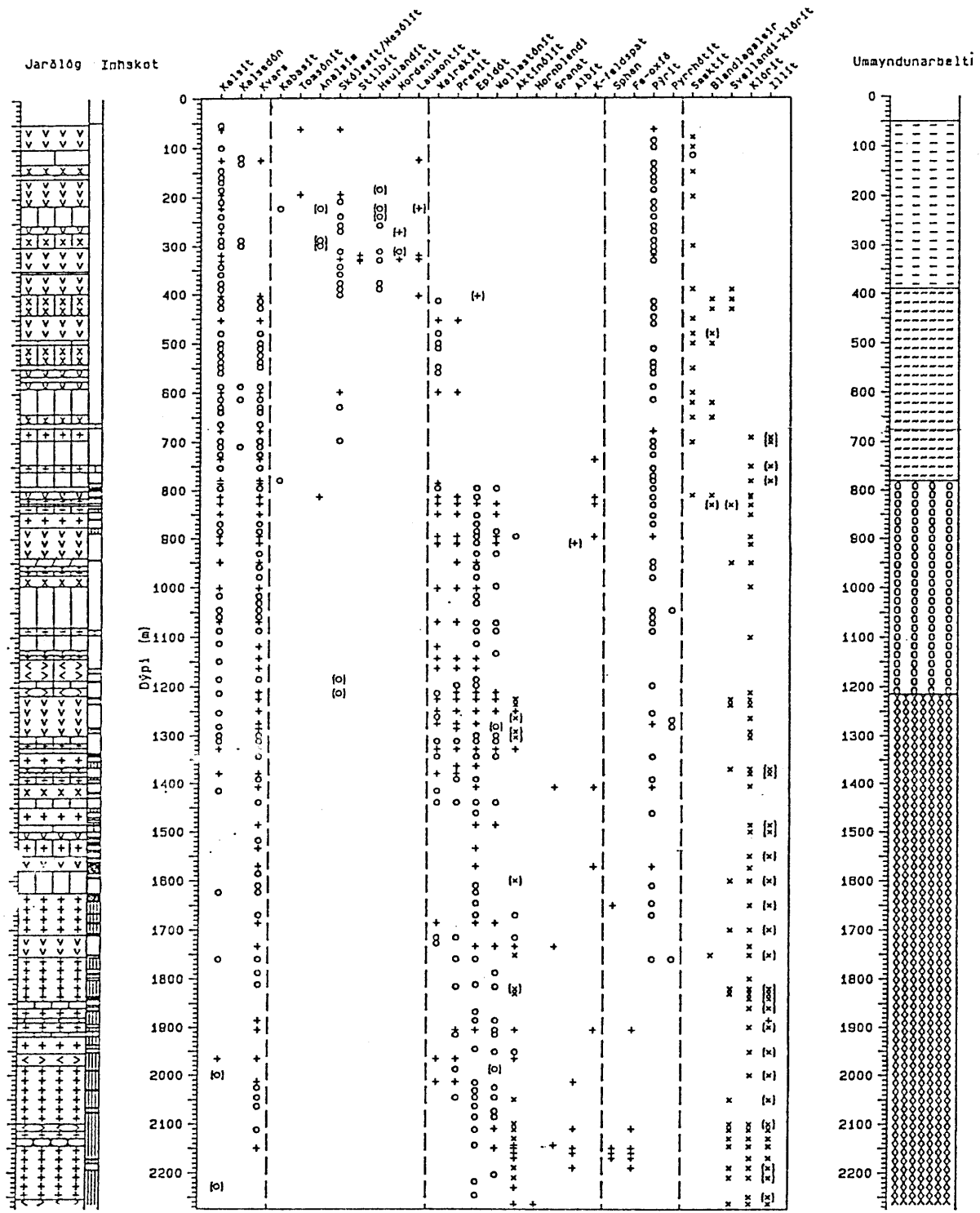
Á mynd 8 er sýnd dreifing ummyndunarsteinda og á hvern hátt þær voru greindar. Samhliða er sýnt einfaldað jarðlagasnið og skipting niður í ummyndunarbelti. Ekki er tilgreint hvort steindir sáust sem sprungufyllingar, blöðrufyllingar eða hvort þær höfðu yfirtekið ákveðnar frumsteindir. Erfitt er að skera úr um tvö fyrrgreindu atriðin vegna smæðar svarfsins, en yfirtaka ummyndunarsteinda á kostnað frumsteinda sést að jafnaði vel í þunnsneiðum. Hér á eftir er ekki lögð áhersla á myndunaraðstæður heldur tilvist ummyndunarsteindanna og steindasamfélögin sem þær mynda.

Magn ummyndunar er fyrst og fremst háð hitastigi, vatnsleiðni og berggerð. Ummyndun er jafnaði mest í glerjaða berginu en minnst í því kristallaða. Af því leiðir að ummyndun í holu NJ-11 er mest í móberginu og glerjaða basaltinu. Undantekningar þar á eru þegar berg er mikið sprungið og sprungufyllt þá skiptir berggerðin ekki meginmáli.

JHD-8J-8715 AsG  
86.03.0267 T

# NESJAVELLIR HOLA NJ-11

## DREIFING UMMYNDUNARSTEINDA OG UMMYNDUNARBELTI



Skýringar við ummyndunar- og jarðlagasnið

- |                                 |                        |                        |                         |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Fersklegt fin-sæðalkorna basalt | Umyndað glerjæð basalt | Sört grófkornétt berg  | { } : Övissa greining   |
| Umyndað fin-sæðalkorna basalt   | Basaltísk Draxsía      | Ísört finkornétt berg  | x : XRD-greining        |
| Umyndað meðal-grófkorna basalt  | Törf                   | Ísört grófkornétt berg | + : Þunnsléðgreining    |
| Dólarít innskot                 | Sört finkornétt berg   | Svartf vantar          | o : Greint í svarfsmáða |
| Klárít-epidít beltí             | Epidót-aktínólit beltí | Bláandiagabelti        |                         |
|                                 |                        | Zedli's-sættit beltí   |                         |

Dreifing ummyndunarsteinda í jarðlagastaflanum, sem NJ-11 sker, gefur nokkuð góða mynd af jarðhitakerfinu á þessum slóðum. Lítið sem ekkert sést af fersku gleri í efstu 200 metrunum og virðast smektít, kalsít og pýrít að mestu koma í þess stað. Pýrít er mjög afgerandi ummyndunarsteind ofan 130 m, líklega tengt aukinni lekt. Frá 200 m dýpi og niður að mörkum smektít-zeólítabeltisins og blandlagabeltisins eru zeólítar, smektít og kalsít ráðandi steindir. Á 200-400 m dýpi eru zeólítar áberandi og þá fyrst og fremst: Skólesít/mesólít, heulandít, stilbít og mordenít. Laumontít sést á þessu dýptarbili, en verður aldrei ráðandi steind að því er séð er. Samt má gera ráð fyrir að hitatungur teygi sig inn í jarðlagastaflann á þeim stöðum þar sem laumontít sést. Ferskt gler sést oftast á þessu dýptarbili en fyrir ofan og neðan. Það bendir til minni vatnsleiðni á viðkomandi dýptarbili.

Á tæplega 400 m dýpi er skyndileg breyting í ummyndun. Zeólítar nánast hverfa og háhitasteindir sjást, þ.e. steindir sem myndast við um og yfir 200°C. Þar má nefna kvars, wairakít, blandlagaleir og svellandi klórít, einnig vottar fyrir epidóti á rúmum 400 m, en það sést ekki aftur fyrr en á tæplega 800 m dýpi. Þar eru jafnframt mörk blandlagabeltisins og klórít-epidótbeltisins. Einkennissteindir blandlagabeltisins eru blandlagaleir, og svellandi klórít. Ennfremur hafa steindir eins og wairakít og kvars verið notadrjúgar við að afmarka efri mörk ummyndunarbeltisins. Við efri mörkin hverfa zeólítar að mestu að wairakíti undanskildu. Samkvæmt dreifingu ummyndunarsteinda innan blandlagabeltisins eru vísbendingar um sveiflur í hita. Það kemur skýrast fram í breytingum á leirnum. Til dæmis sést enginn blandlagaleir frá 500-600 m dýpi heldur aðeins smektít. Aftur á móti eru kvars og wairakít til staðar á þessu dýptarbili þannig að ólíklegt er að hitinn fari niður fyrir 200°C. Klórít sést fyrst á tæplega 700 m dýpi og samfelld þaðan niður á botn holu. Eins og fyrir ofan þá eru greinileg ummerki um hitasveiflur í blandlagabeltinu, þ.e. á bilinu 200-230°C frá 400-700 m dýpi. Sterkustu hitatopparnir eru á rúmlega 400 m dýpi, þar sem epidót og svellandi klórít sjást, og á u.þ.b. 450 m dýpi, þar sem prenit sést. Frá 600 m og niður er greinilegur stígandi í hita og fyrir neðan 700 m dýpi er hitinn vart undir 220-230°C eins og tilvera klóríts gefur til kynna. Tilvist zeólíta eins og skólesíts í blandlagabeltinu má skýra með tregri vatnsleiðni við fundarstaðina. Ráðandi steindir auk leirsins eru kalsít og kvars. Tvær æðar voru skornar á þessu dýptarbili, á 414 og 508 m dýpi, og var áberandi pýrít aukning í báðum tilfellum.



Efri mörk klórít-epidótsbeltisins eru dregin þar sem þessar steindir sjást samfelldt saman, þ.e. á tæplega 800 m dýpi. Steindasamfélagið er nokkuð svipað innan beltisins, þ.e. epidót, klórít, prenit, wairakít, wollastónít, kvars og kalsít, en síðastnefnda steindin er ekki eins áberandi þar og ofar. Steindasamfélagið bendir til hita á bilinu 250-280°C. Vísbendingar um hitasveiflur eru litlar; þó má greina aktínólít á tæplega 900 m dýpi sem gefur til kynna hita um eða yfir 280°C.

Epidót-aktínólítbeltið nær frá rúmlega 1200 m og niður. Steindasamfélagið er svipað því sem var í næsta belti fyrir ofan, en til viðbótar kemur amfíbólið aktínólít, sem er einkennandi fyrir ummyndunarbeltið ásamt epidóti og gefur til kynna hita um eða yfir 280°C. Ekkert aktínólít sést samt á dýpinu frá 1330-1600 m og bendir það til ívið lægri hita á þeim kafla heldur en fyrir ofan og neðan. Aftur á móti hverfur kalsít að mestu leyti á rúmlega 1400 m dýpi og er það vísbending um allt að 300°C hita. Neðan 1600 m dýpis sést aktínólít nokkuð samfelldt. Neðan 2100 m dýpis er það ráðandi ummyndunarsteind en auk þess sést þar sekúndert magnetít og líklega hedenbergít. Hornblendi er ein gerð amfibólís sem virðist vera til staðar niður undir botni holunnar. Nánar verður unnið að greiningu ummyndunarsteinda neðan 2000 m dýpis síðar til þess að fá óyggjandi úr því skorið hvernig steindasamfélagið þar er samsett.

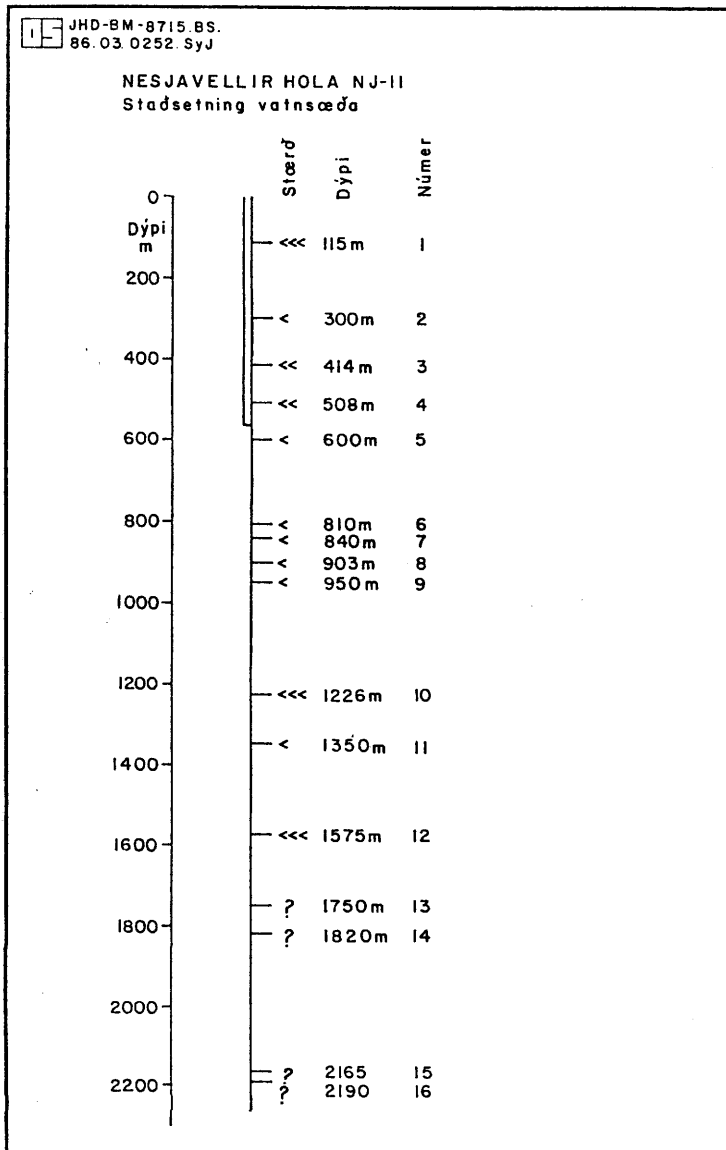
Hitamælingar frá þessu dýpi sýndu yfir 380°C hita og er það mesti hiti, sem mælst hefur í borholu hérlendis fram til þessa. Breytingar í ummyndun og jarðlögum benda til að hitastökk hafi átt sér stað neðan 2100 m dýpis.

Áætlaður berghiti miðað við dreifingu ummyndunarsteinda er sýndur á mynd 14.

## 6 EDLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS

### 6.1 Staðsetning vatnsæða

Alls fundust sextán vatnsæðar í holu NJ-11 og eru tólf þeirra í vinnsluhlutanum. Við staðsetningu vatnsæðanna var stuðst við breytingar á skoli í borun, hitamælingar og svarfgreiningu. Lega vatnsæðanna er sýnd á mynd 9. Ofan 300 m dýpis mældist skoltap við æðar, en frá 400 m dýpi niður á 1000 metra var yfirprýstingur á æðum og því skolaukning. Dýpri æðar tóku við vatni allt niður á 2000 m dýpi. Þar virðist holan hins vegar komast aftur í tengsl við vatnsæðar með yfirprýstingi. Orsökun þær æðar uppstreymi í holunni og rennsli milli æða eins og skýrt hefur verið frá hér að framan (kaflí 3). Á mynd 9 er sýnd, auk staðsetninga vatnsæðanna, afstæð stærð þeirra samkvæmt borholugögnum, en hér á eftir er lýst helstu einkennum hvernar æðar.



MYND 9 Staðsetning  
vatnsæða

1. 115 m. Algjört skoltap mældist um stundarsakir þegar borað var í gegnum þetta dýpi. Æðin er í basaltbreksíu milli ferskra fínkornóttra basalhraunlaga. Þýrít var mjög áberandi.
2. 300 m. Eftir fyrstu steypingu dældist út vatn á þessu dýpi. Æðin er við fínkornótt basalhraunlag. Kalsít er einkennandi ummyndunarsteind ásamt zeolítum og kalsedóni.
3. 414 m. Skolvatn jókst um 6 l/s við æðina, og er þrýstingur hennar um 5 bar umfram kalda súlu. Hún er í glerjuðu basaltlagi skammt neðan við túffkafla. Mjög skörp breyting varð í ummyndun við æðina. Sést þar kvars og wairakít en einnig vottar fyrir epidóti. Ummyndun bendir til 220-230°C hita.
4. 508 m. Við þessa æð jókst skol til muna, og var skolaukningin alls um 36 l/s. Líkt og í 414 m er æðin í glerjuðu basalti skammt neðan við túffkafla. Ummyndunarsteindir eru kvars, wairakít og preníti (Tum = 200-230°C).
5. 600 m. Þetta er efsta æð í vinnsluhluta NJ-11. Hún er yfirþrýst og seytlaði úr æðinni inn í holuna. Æðin er í þunnu túfflagi milli tveggja basalhraunlaga. Ummyndun er svipuð og við 508 m æðina (Tum = 200-230°C).
6. 810 m. Hér er smáæð með yfirþrýstingi. Hún er við fínkornótt fersklegt innskot í túfflagi. Einkennandi ummyndunarsteindir eru kvars, wairakít, epidót og wollastonít. Áætlaður ummyndunarhiti er um eða yfir 250°C.
7. 840 m. Hér er smáæð með yfirþrýstingi. Hún er í þunnu túfflagi milli dólerítinnskota. Ummyndun bendir til 250-270°C hita.
8. 903 m. Enn ein smáæð með yfirþrýstingi. Hún er í setlagi sem er undir mjög ummynduðu meðalgrófu basaltlagi. Líklega er æðin í tengslum við mjög útfellingaríkan kafla sem sést á þessu dýpi. Af ummyndunarsteindum ber mest á wairakíti, preníti og kvarsi, en einnig sést epidót, wollastónít og lítills háttar kalsít (Tum = 250-270°C).
9. 950 m. Enn jókst skolið við þessa æð, og var heildarskolaukningin í vinnsluhlutanum þar með orðin 5 l/s, en lokunarþrýstingur um 2,5 bar. Æðin er í dulkornóttu andesít- eða rhýólítlagi. Mest ber á epidóti og kvarsi (Tum > 250°C).
10. 1226 m. Hér tapaðist allt skolvatn. Æðin er við neðri jaðar á þunnu dólerítinnskoti sem skilur að ísúrt berg og túff. Skil eru

í ummyndun skammt ofan við æðina, úr epidót-klórít yfir í epidót-aktínólít beltið. Samkvæmt ummyndun er hitastig um eða yfir 280°C.

11. 1350 m. Æðin sést í hitamælingu sem gerð var við krónuskipti (1750 m dýpi). Hún er við efri jaðar dólerítinnskots (Tum = 280°C).
12. 1575 m. Æðin sást í hitamælingum. Hún er við þunnt fínkornótt ferskt basaltinnskot í túffi. Þar sást kvars, epidót og K-feldspat. Tum er áætlaður yfir 280°C.
13. 1750 m. Skoltap jókst við æðina. Hún er við þunnt dólerítinnskot í túffi. Tum er yfir 280°C.
14. 1820 m. Skoltap jókst við æðina. Hún er á mótum tveggja innskota (basalt og dólerít). Tum er yfir 280°C.
15. 2160 m. Hér er díorítinnskot. Ummyndun er fyrst og fremst aktínólít og er ummyndunarhiti áætlaður vel yfir 300°C.
16. 2190 m. Hér er ísúrt eða súrt berg (ath. ekki innskotsberg). Ummyndun er svipuð og í 2160 m. Tekið skal fram að staðsetning þessara tveggja síðustu æða er nokkuð óviss. Borað var með miklu skoltapi og skoltapsbreytingar óverulegar við þessa staði. Hitamælingar við borlok sýndu hins vegar uppstreymi úr æðum nærri botni holunnar, og eru staðsetningar æða 15 og 16 taldar líklegustu innstreymisstaðirnir samkvæmt gerð jarðlaganna.

## 6.2 Vatnsleiðni

Við borun vinnsluhluta holu NJ-11 var yfirþrýstingur á æðum niður á um 950 m dýpi. Þessi yfirþrýstingur nam allt að 2,5 bar miðað við kalda vatnssúlu. Skoltap varð fyrst neðan 1130 m. Út frá dagafjölda og meðaládælingu er áætlað að um 26000 m af kælivatni hafi tapast út í jarðhitakerfið við borun vinnsluhlutans. Eins og skýrt hefur verið frá urðu verulegar tafir og erfiðleikar við upptekt úr holunni vegna mikils hita og yfirþrýstings í neðsta hluta holunnar. Alls tók um 13,5 daga að ná upp borstreng, halda holunni niðri, stífla hana með tappa á 1584 m og setja niður leiðara. Meðan á þessum aðgerðum stóð er lauslega áætlað að um 47000 m af skolvatni hafi tapast til viðbótar út í jarðhitakerfið. Þetta magn af kælivatni nægir undir venjulegum kringumstæðum til að kæla svæði sem nær um 5 til 27 m út frá holunni eftir því á hvað þröngu bili það tapast út úr henni. Þetta kælda svæði myndi þá hafa áhrif á dæluprófunina fyrstu 0,5 til 5

mínútur í hverju þrepi. Hins vegar er vitað að gas og heitur jarðhitavökvi streymdi upp úr neðri hluta holunnar og blandaðist kælivatninu að ofan áður en það tapaðist út í jarðhitakerfið (úr holunni) á 1200 til 1500 m dýpi. Því er ljóst að áhrif kælingar eru í lágmarki og kælt svæði út frá holunni líklega innan við 5 m.

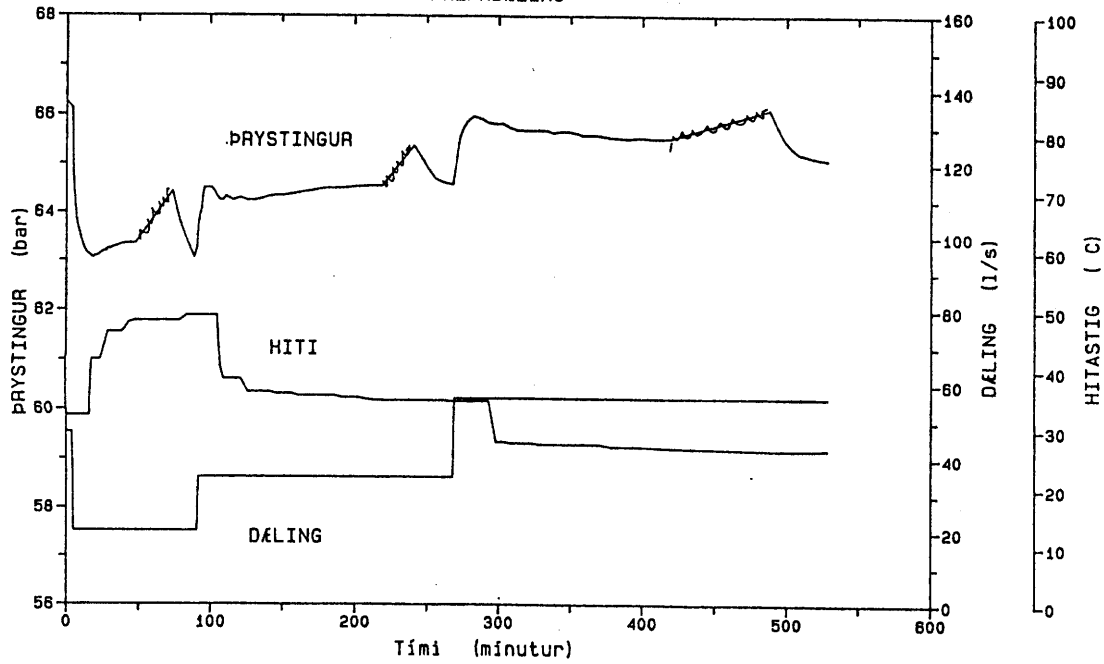
Holan var þrepað þann 31. maí 1985 og er gangi dæluþrófunarinnar lýst í viðauka 4 og á mynd 10. Í dæluþrófuninni var þrýstiskynjari hafður á 800 m dýpi en skoltöp holunnar eru aðallega á bilinu 1000 til 1440 m. Ofan 1000 m dýpis var yfirþrýstingur á æðum og er talið að þær hafi getað gefið allt að 3 l/s inn í holuna í þrepaðlingunni. Þetta veldur verulegum hitabreytingum eins og sést á mynd 10 og í viðauka 4 (mynd 10) og hafa þær áhrif á dæluþrófunina. Þessi hitaáhrif valda því að dæluþrepi eru illtúlkanleg með venjulegum aðferðum.

Mynd 11 sýnir annað dæluþrepið (35,03 l/s) en það var valið til frekari túlkunar þar sem það sýnir eðlilegustu hegðunina af þeim þrem þrepum sem voru mæld. Mynd 11 sýnir einnig reiknaðan þrýstiferil fyrir óendanlegt kerfi en hann var felldur að gögnunum eftir að þau mæligildi sem mest voru trufluð af hitaáhrifum höfðu verið tekin burt (gildi milli 4 til 15 mín. og 140 til 170 mín.). Ferillinn gefur vatnsleiðnina  $kh/\mu = 8,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$  en sé eingöngu miðað við mæligildin eftir 90 mín. fæst vatnsleiðnin sem  $kh/\mu = 7,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$ .

Út frá mestu þrýstingsbreytingu milli dæluþrepa fæst áðælingarstuðull holunnar (II) á bilinu 8,1 til 9,9 (l/s)/bar. Áðælingarstuðullinn má síðan nota til að áætla vatnsleiðnina (Ómar Sigurðsson o.fl. 1983). Vatnsleiðnin er þannig áætluð á bilinu  $kh/\mu = (7-9) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$ .

JHD-BM-8715-Omar  
86.01.0023 T

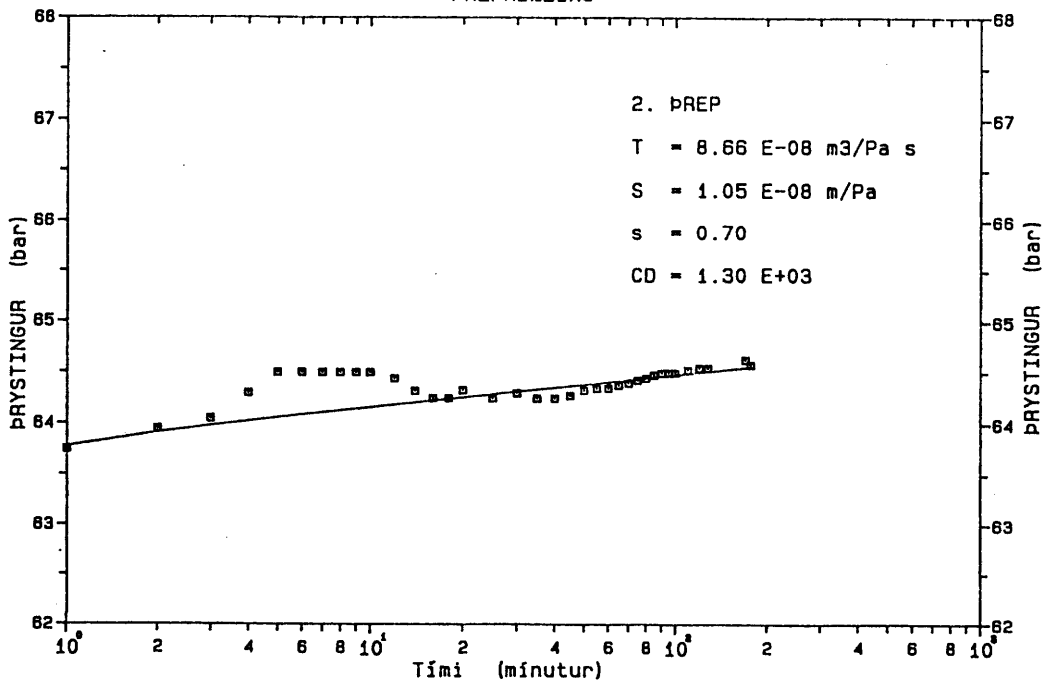
NESJAVELLIR HOLA NJ-11  
PREPADÆLING



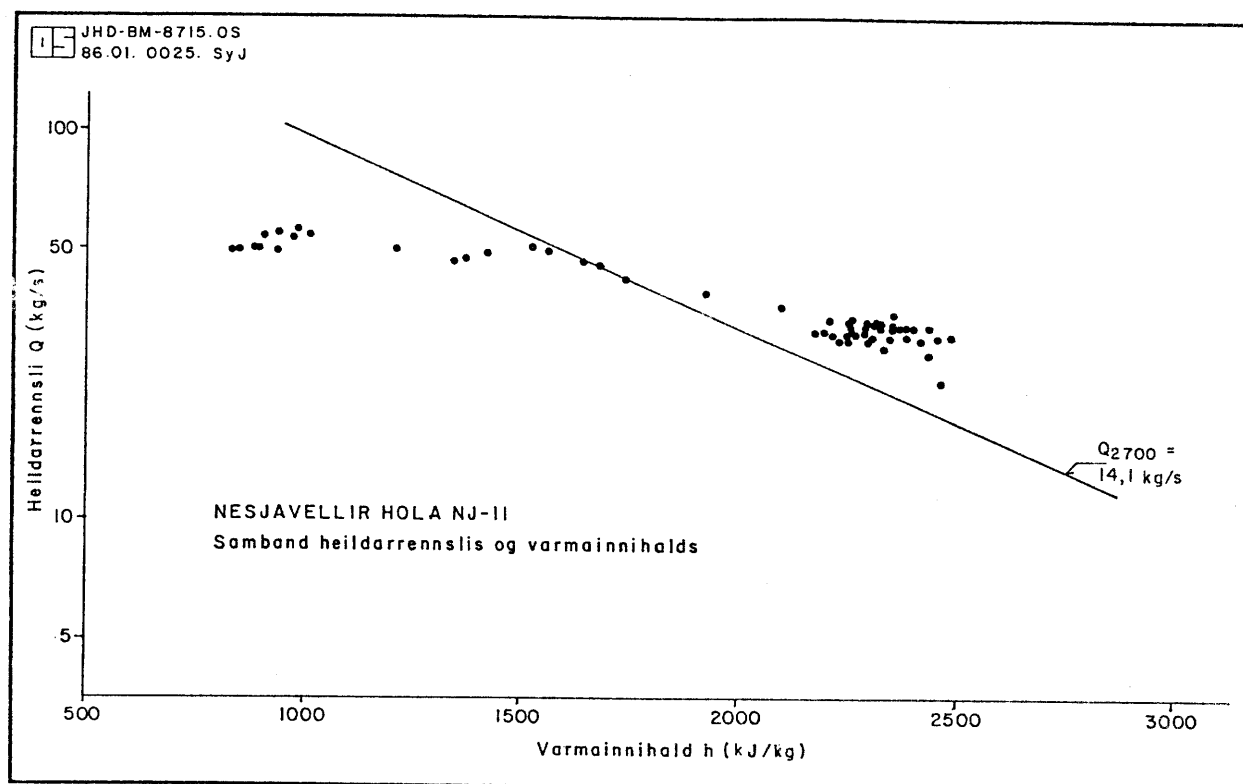
MYND 10 Yfirlit yfir þrepaðælingar

JHD-BM-8715. OS.  
86.01. 0024. T

NESJAVELLIR HOLA NJ-11  
PREPADÆLING



MYND 11 þrepaðæling. Mæli- og reikniferill



MYND 12 Samband heildarrensli og varmainnihalds

Til að fá enn eitt mat á vatnsleiðni holunnar var logarithmínn af heildarrensli holunnar teiknaður á móti varmainnihaldi þess (mynd 12). Þá var færð inn svonefnd kennilína (Valgarður Stefánsson o.fl. 1983) og hún framlengd til varmainnihalds 2700 kJ/kg. Þar er samsvarandi heildarrensli lesið af myndinni sem 14,1 kg/s. Samkvæmt reynslusamböndum samsvarar þetta rennsli því að vatnsleiðni holunnar sé um  $kh/\mu = 7,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$ .

Samkvæmt ofanskráðu gefa þessar aðferðir vatnsleiðnina fyrir holu NJ-11 á bilinu  $kh/\mu = (7-9) \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$  með líklegasta gildið um  $kh/\mu = 7,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}\cdot\text{s}$ .

### 6.3 Þrýstingur á vatnsæðum

Hola NJ-11 skar að minnsta kosti fjögur vatnsæðakerfi með mismunandi þrýstihæð. Efst í holunni, áður en komið var niður í jarðhitakerfið, mældist skoltap í borun við æðar og er ótruflað vatnsborð áætlað á um 70 m dýpi. Þetta er nokkru hærra en vatnsborð Þingvallavatns. Við vatnsæð á 414 m dýpi mældist hins vegar yfirþrýstingur í borun. Köld vatnssúla var í holunni, en toppþrýstingur var 5-6 bar. Þrýstingur æðarinnar var því um 47 kg/sm. Yfirþrýstingur var áfram við allar æðar niður í 900-950 m dýpi. Þar fyrir neðan tekur við vatnskerfi sem nær niður undir 2000 m dýpi. Þrýstihæð er mun lægri en æða ofan 1000 metra. Meginvinnsluæð NJ-11 er á 1226 m dýpi og er ótruflaður þrýstingur við hana um 102 kg/sm. Neðan 2000 m dýpis virðist NJ-11 hafa skorið æðar með mjög háum þrýstingi. Ekki tókst að halda á móti æðunum með fullri skolun gegnum borstreng. Hiti æðanna mældist yfir 380°C. Þær innihalda því ekki venjulegan jarðhitavökva. Hitastig er yfir krítískum mörkum vatns (374°C) og það að ekki tókst að kæfa æðarnar með skolun gegnum borstreng bendir til þess að þrýstingur æðanna sé einnig yfir krítískum mörkum (220 kg/sm).

Á mynd 13 eru sýndar þær upplýsingar sem fyrir liggja um þrýsting á æðum í NJ-11, og þrýstiferlar dregnir í samræmi við berghita (sjá kafla 6.4). Skiptingin í þrýstikerfi kemur skýrt fram á myndinni. Tölugildi fyrir þrýstiferlana eru birt í töflu 4.

### 6.4 Berghiti

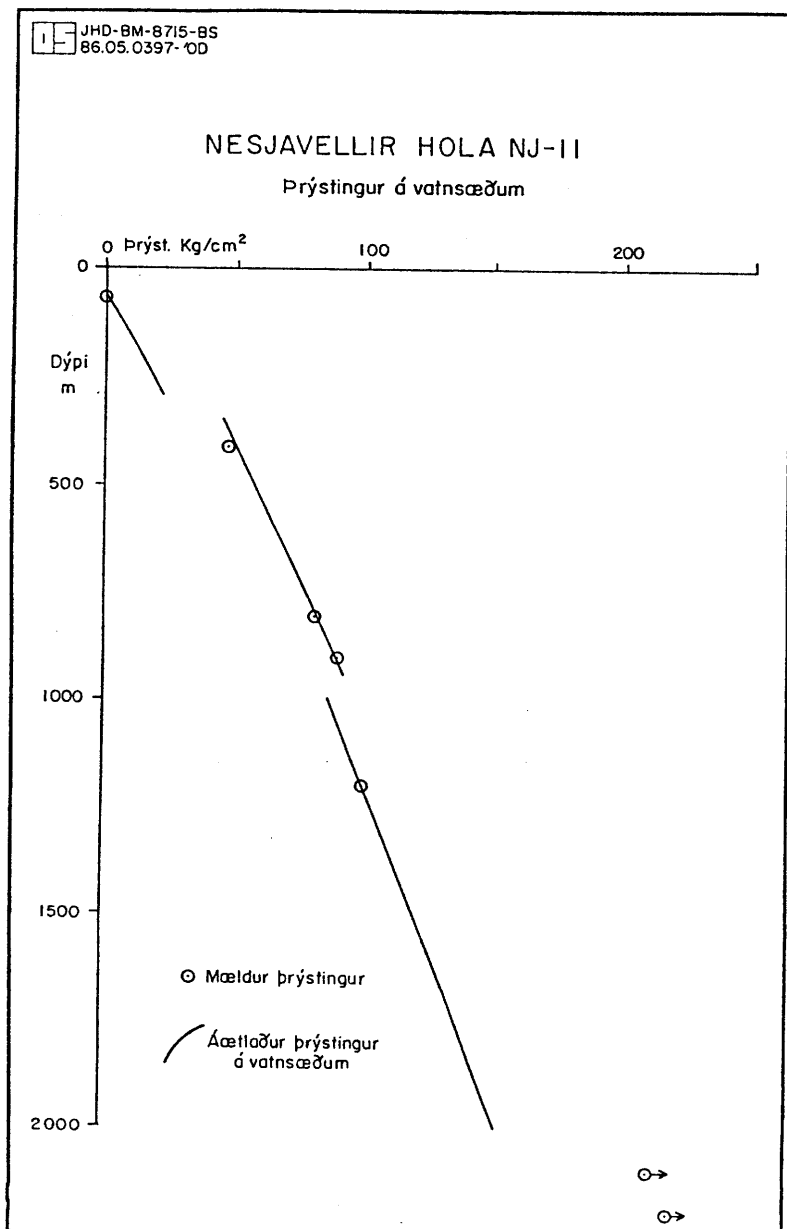
Bein mæling á ótrufluðum berghita við holu NJ-11 hefur aðeins fengist á örfáum stöðum í holunni. Við mat á berghitaferli hefur því verið stuðst við ummyndunargreiningu á borsvarfi, en jafnframt hefur hiti verið borinn saman við þrýsting til að komast að raun um hvar jarðhitakerfið er í suðu.

Á mynd 14 eru samandregnar helstu upplýsingar um hita í NJ-11 og sá berghitaferill sýndur sem líklegastur er talinn að gildi fyrir holuna. Ofan 300-350 m dýpis bendir ummyndun til um eða undir 100°C hita. Einungis tókst að mæla ótruflaðan hita á þessu dýptarbili á einum stað þ.e. í 30 m dýpi. Þar mældist hitinn 60°C. Við æðina á 414 m dýpi fékkst engin mæling á ótrufluðum hita, en ummyndun bendir til 220-230 gráðu hita. Til þess að æðin væri á suðumarki þyrfti hiti hins vegar að vera um 260°C. Á 850 m dýpi mældist 290°C hiti, sem er um 7°C undir suðumarki miðað við ótruflaðan þrýsting á þessu dýpi. Í aðalvinnslukerfi holunnar neðan 1000 m dýpis virðist suðumarki náð og

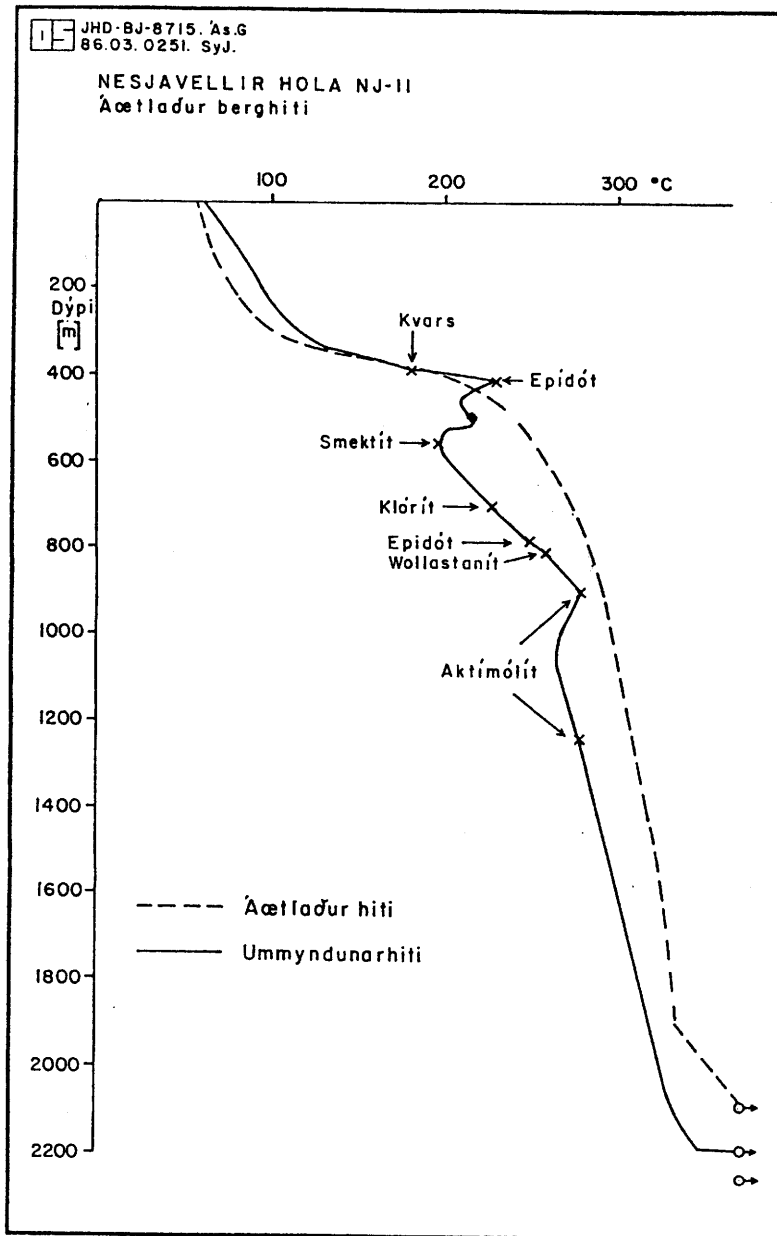


liggur t.d mældur hiti á 1500 og 1575 m dýpi á suðumarksferli. Loks mældist neðan 2000 m dýpis yfir 380°C hiti áður en holan var stífluð af möl í lok borunar.

Berghitaferillinn á mynd 14 tekur mið af ofangreindum upplýsingum. Almennt virðist ummyndunarhiti NJ-11 liggja undir mældum gildum, nema e.t.v. í efstu 400-500 metrum holunnar. Hiti er langt undir suðumarki í þessum hluta holunnar, en nálgast síðan suðumark, og í u.þ.b. 900 m dýpi virðist suðumarki náð og fylgir hiti suðumarksferli þaðan og jafnvel niður á 2000 metra. Hvað þar tekur við er ekki vitað fyrir víst. Hiti hækkar verulega og sýndu hitamælar fullt útslag sem þýddi að hiti var hærri en 380°C. Þetta er hærri hiti en áður hefur mælt í jarðhitaholu hérlendis, og fer hann yfir vendihitastig vatns (374°C). Ummyndun bendir einnig til mikils hita, og verður að telja fullvíst að botnæðar NJ-11 séu tengdar kvikuinnskoti.



MYND 13 Þrýstingur á vatnsæðum



MYND 14 Áætlaður berghiti

TAFLA 4 Nesjavellir Hóla NJ-11. Berghiti og þrýstingur á vatnsæðum

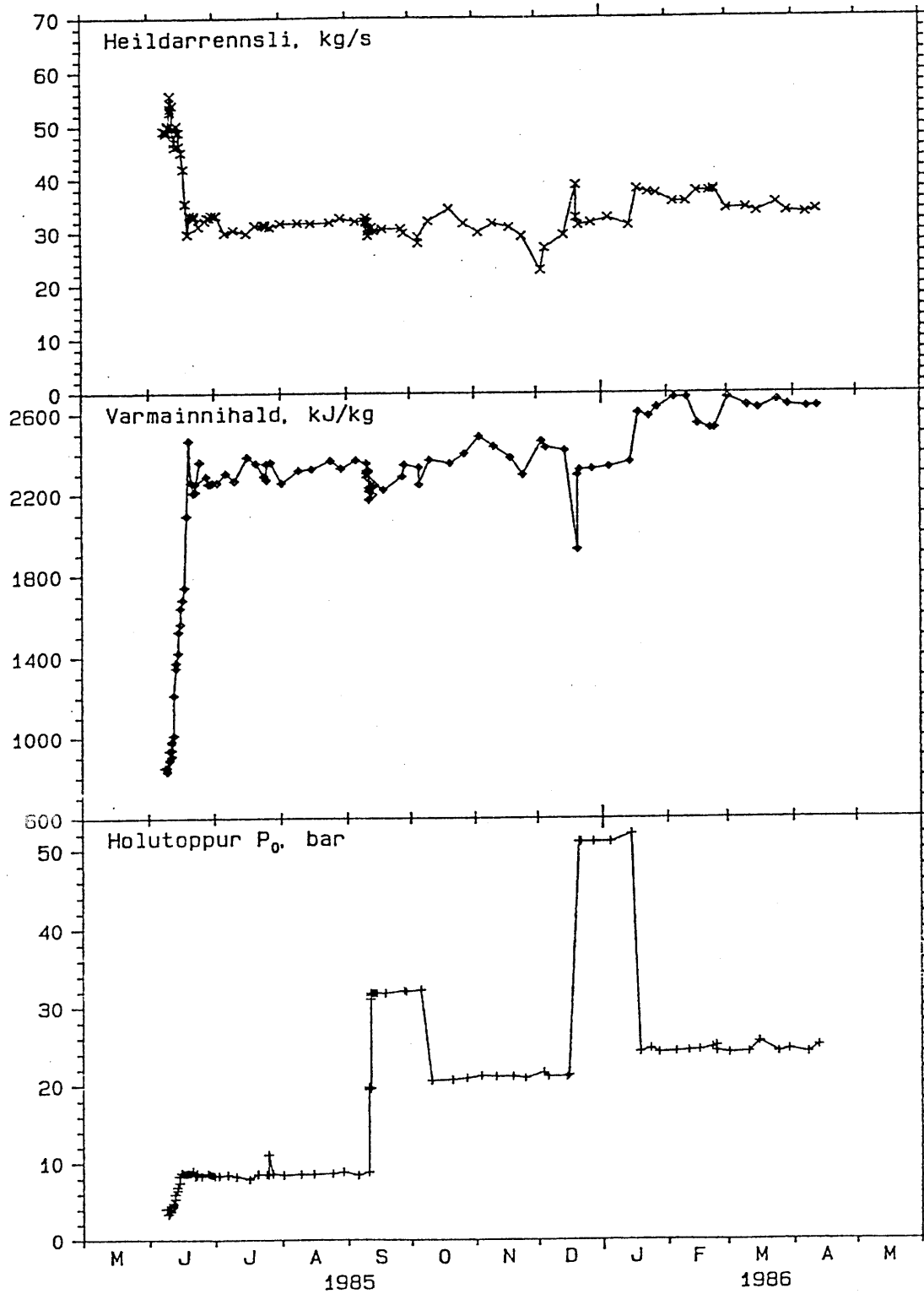
Dýpi (m)	Þrýstingur kg/cm <sup>2</sup>	Berghiti °C
100	3,0	65
200	13,0	80
300	22,6	100
400	49,6	205
500	58,0	245
600	66,0	265
700	73,7	278
800	81,0	287
900	88,3	293
1000	86,0	299
1100	93,0	305
1200	100,0	310
1300	106,8	315
1400	113,6	320
1500	120,3	324
1600	126,8	326
1700	133,2	329
1800	139,5	331
1900	145,8	335
2000	151,9	360
2100	> 210	> 380
2200	> 220	> 380

7 AFL

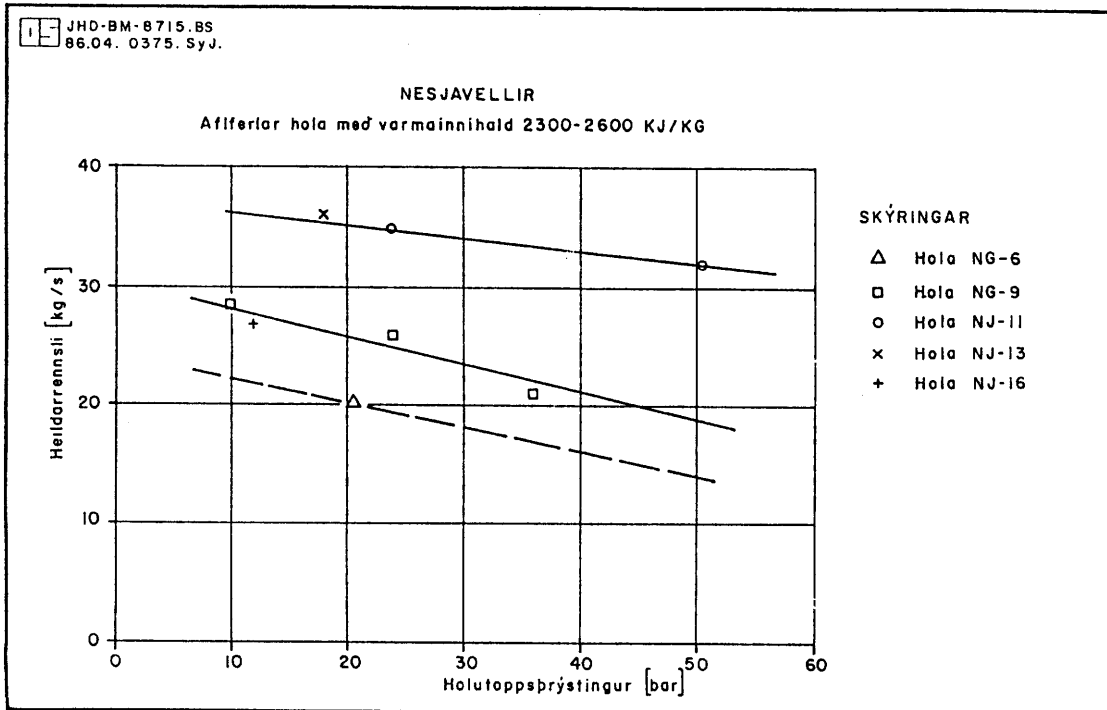
Holu NJ-11 var hleypt í blástur 8. júní 1985. Fylgst hefur verið reglulega með holunni og hún aflmæld a.m.k. vikulega. Niðurstöður aflmælinga fram til 1. apríl 1986 eru birtar í töflu 5. Á þessu tímabili blés holan samfelld. Á mynd 15 er sýnd aflsaga NJ-11 á umræddu tímabili. Fyrst eftir upphleypingu var holan látin blása frjálst í gegnum 204,6 mm mælistút, en síðar hefur holutoppsprýstingi verið stýrt með misvíðum blendum í blástursleggnum. Skýrir það þrepin sem sjá má í þrýstiferlinum á mynd 15. Í upphafi blásturs mældist lágt varmainnihald, enda hiti í holunni enn truflaður vegna kælingar frá boruninni. Varmainnihaldið jókst hratt fyrstu blástursdagana, var í upphafi rúmlega 800 KJ/kg, og var komið yfir 2000 KJ/kg eftir 10 daga blástur. Það hefur síðan hækkað hægt og bítandi og var orðið herra en 2600 KJ/kg hinn 1. apríl 1986. Svo hátt varmainnihald þýðir að holan gefur nærri eingöngu gufu og er vatnsmagn frá NJ-11 aðeins um 2-5% af heildarflæðinu. Ef litið er á ferilinn á mynd 15 sem sýnir hvernig heildarrennsli hefur breyst, sést að rennslið minnkaði hratt í byrjun blásturs, þegar varmainnihaldið jókst hraðast, en síðan hefur það haldist tiltölulega stöðugt og lítið breyst jafnvel þótt toppþrýstingi hafi verið breytt. Þetta er einkennandi fyrir holur með mjög háu varmainnihaldi. Á mynd 16 eru sýnd gögn um samband holutoppsprýstings og heildarrennslis fyrir þær holur á Nejavöllum sem gefa vökva með varmainnihaldi yfir 2400 kJ/kg. Þótt gögnin séu frekar af skornum skammti má sjá að aflferlar þessarar holu dala mjög hægt með hækkingu toppþrýstingi og t.d. streymir álíka mikið úr holu NJ-11 hvort heldur mótþrýstingur er 24 eða 51 bar. Lokunarþrýstingur þessara hola er mjög hár. Holu NJ-11 hefur reyndar aldrei verið lokað lengur samfelld en örfáa klukkutíma, og því ekki fengist jafnvægisgildi fyrir lokunarþrýsting. Hæst hefur þrýstingur farið í rúmlega 70 bar, en væntanlega færi hann verulega herra ef holan stæði lokað svo dögum skipti. Má því til stuðnings nefna að á NJ-13 hefur mælst allt að 85 bar, en sú hola er mjög áþekkt holu NJ-11 eins og sést á mynd 16. Hóla NJ-11 er mjög aflmikil og hefur afl hennar aukist út blásturstímabilið. Í júní 1985 mældist hrávarmi um 75 MW og háþrýstigufa um 26 kg/s (7 bar a) en í mars 1986 höfðu þessar tölur hækkað í 95 MW og 32 kg/s. Þar sem holan hefur verið rekin við breytilegan þrýsting er erfitt að dæma óyggjandi um hvernig þessi breyting hefur átt sér stað. Þó bendir flest til þess að hún hafi komið á löngum tíma. Skýringin á breytingunni er því tæplega sú að botnæðar NJ-11 sem stíflaðar voru í lok borunar með mól séu orðnar virkar að nýju. Aflaukninguna verður því að þakka því að æðar ofan 1600 m dýpis hafi opnast enn betur við blástur holunnar. Slíkt er engan veginn einsdæmi og hefur verið skýrt með því að suða í blæstri lækki hita í holu og við kælinguna víkki vinnsluæðar (Valgarður Stefánsson og Benedikt Steingrímsson 1980).

JHD-BM-8715. BS  
86.05. 0483. T/SyJ.

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



MYND 15 Aflsaga holu



MYND 16 Aflferlar hola með varmáinnihald yfir 2300-2600 kJ/kg

TAFLA 5 Aflmælingar. Nesjavellir hola NJ-11

=====												
Dags.	Kl		Þver- mál stúts.	PO bar	PC bar	Vatns- rennsli cm	Vermi H kg/s	Heild. rennsli kg/s	Gufa við 1 bar kg/s	Gufa við 7 bar kg/s	Mwt	Athugas.
=====												
850608	2350	EG	204.6	4.1	.45	24.5	39.20	878.	49.2	10.0	4.4	43.
850609	0810	EG	204.6	4.1	.40	24.5	39.20	859.	48.7	9.5	3.9	42.
850609	1400	EG	204.6	4.1	.40	24.5	39.20	859.	48.7	9.5	3.9	42.
850609	1940	EG	204.6	3.4	.40	24.5	39.20	859.	48.7	9.5	3.9	42.
850609	2130	EG	204.6	3.4	.45	24.5	39.20	878.	49.2	10.0	4.4	43.
850610	0845	EG	204.5	3.8	.55	24.5	39.20	913.	50.2	11.0	5.3	46.
850610	1445	JK	204.6	3.8	.55	24.5	39.20	913.	50.2	11.0	5.3	46.
850610	2100	JK	204.6	4.0	.55	24.4	38.80	919.	49.8	11.0	5.4	46.
850610	2345	JK	204.6	4.1	.61	24.0	37.23	964.	49.1	11.8	6.4	47.
850611	0815	JK	204.6	4.3	.70	25.0	41.22	935.	53.4	12.2	6.2	50.
850611	1250	JK	204.6	4.6	.82	24.5	39.20	1002.	52.9	13.7	7.9	53.
850611	1700	EG	204.6	4.7	.80	25.0	41.22	967.	54.4	13.2	7.2	53.
850611	2115	JK	204.6	4.9	.95	25.0	41.22	1012.	55.9	14.7	8.6	57.
850612	0855	JK	204.6	5.4	.95	24.5	39.20	1042.	54.1	14.9	9.1	56.
850612	2400	JK	204.6	6.0	1.20	22.5	31.70	1244.	50.0	18.3	13.3	62.
850613	1420	JK	204.6	6.5	1.30	21.0	26.70	1380.	46.5	19.8	15.4	64.
850613	2318	JK	204.6	6.9	1.40	21.0	26.70	1406.	47.5	20.7	16.3	67.
850614	0812	JK	204.6	7.5	1.60	21.0	26.70	1455.	49.4	22.6	18.2	72.
850614	1900	EG	204.6	8.3	1.90	20.5	25.14	1559.	50.8	25.6	21.2	79.
850615	0840	JK	204.6	8.7	1.90	20.0	23.65	1597.	49.5	25.8	21.6	79.
850615	2345	JK	204.6	8.7	1.90	19.0	20.81	1675.	46.9	26.1	22.3	79.
850616	0830	JK	204.6	8.6	1.90	18.5	19.47	1715.	45.7	26.2	22.6	78.
850617	1000	JK	204.6	8.6	1.80	17.5	16.96	1776.	42.5	25.6	22.3	76.
850618	0850	JK	204.6	8.7	1.90	13.5	8.90	2121.	36.2	27.3	25.0	77.
850618	1630	SJ	204.6	8.6	1.90	13.5	8.90	2121.	36.2	27.3	25.0	77.
850619	0900	JK	204.6	8.6	1.90	8.3	2.66	2479.	30.5	27.8	26.3	76.
850620	1300	SJ	204.6	9.0	1.96	11.5	5.97	2280.	34.1	28.1	26.1	78.
850621	1830	EG	204.6	8.3	1.85	12.0	6.64	2231.	33.7	27.0	25.0	75.
850622	1300	SJ	204.6	8.4	1.88	12.0	6.64	2234.	33.9	27.3	25.3	76.
850624	2300	JK	204.6	8.3	1.90	10.0	4.22	2377.	31.9	27.7	26.0	76.
850622	1150	EG	204.6	8.7	1.90	11.5	5.97	2274.	33.5	27.5	25.6	76.
850627	2320	JK	204.6	8.6	1.90	11.0	5.35	2310.	32.9	27.6	25.7	76.
850628	1930	JK	204.6	8.5	1.90	11.5	5.97	2274.	33.5	27.5	25.6	76.
850629	0900	JK	204.6	8.4	1.90	11.5	5.97	2274.	33.5	27.5	25.6	76.
850630	2030	JK	204.6	8.3	1.95	11.5	5.97	2279.	34.0	28.0	26.0	77.
850702	2120	JK	204.6	8.3	1.95	11.5	5.97	2279.	34.0	28.0	26.0	77.
850706	1350	MG	204.6	8.4	1.70	10.5	4.77	2324.	30.6	25.8	24.1	71.

TAFLA 5 (frh.) Aflmælingar. Nesjavellir hola NJ-11

=====												
Dags.	Kl	pver- mál stúts.	PO bar	PC bar	Vatns- rennsli cm	Vermi H kg/s	Heild. rennsli kg/s	Gufa við 1 bar abs. kg/s	Gufa við 7 bar abs. kg/s	Mwt	Athugas.	
850710	1700	JK	204.6	8.2	1.70	11.0	5.35	2288.	31.1	25.7	23.9	71.
850716	1800	MG	204.6	7.9	1.80	9.5	3.72	2401.	30.5	26.8	25.2	73.
850720	2245	SJ	204.6	8.5	1.90	10.1	4.33	2371.	32.0	27.6	25.9	76.
850724	1300	EG	204.6	8.5	1.83	10.9	5.23	2309.	32.2	26.9	25.1	74.
850725	1130	EGBS	204.6	8.4	1.80	11.1	5.47	2292.	32.1	26.6	24.8	74.
850725	1305	EGBS	204.6	11.0	1.88	10.1	4.33	2369.	31.8	27.5	25.8	75.
850727	1900	SJ	204.6	8.6	1.88	10.0	4.22	2376.	31.7	27.5	25.8	75.
850801	1655	JK	204.6	8.4	1.80	11.3	5.72	2277.	32.4	26.6	24.8	74.
850809	0840	MG	204.6	8.5	1.90	10.6	4.88	2337.	32.5	27.6	25.8	76.
850815	1510	JK	204.6	8.5	1.90	10.5	4.77	2344.	32.4	27.6	25.8	76.
850824	1100	JK	204.6	8.6	1.98	10.0	4.22	2384.	32.7	28.4	26.7	78.
850829	1430	JK	204.6	8.8	2.00	10.6	4.88	2347.	33.4	28.5	26.7	78.
850905	1315	JK	204.6	8.4	2.00	10.0	4.22	2386.	32.8	28.6	26.8	78.
850910	1030	EBBS	204.6	8.8	1.98	10.2	4.44	2371.	32.9	28.4	26.6	78.
850910	1300	EGBS	204.6	19.7	1.98	10.8	5.11	2331.	33.5	28.3	26.5	78. 5" blenda
850910	1510	EGBS	204.6	19.4	1.97	10.9	5.23	2323.	33.5	28.2	26.4	78.
850910	1635	BS	204.6	19.4	1.90	10.6	4.88	2337.	32.5	27.6	25.8	76.
850910	1850	BS	204.6	19.4	1.90	10.8	5.11	2323.	32.7	27.6	25.8	76.
850910	2200	JK	204.6	19.4	1.85	11.0	5.35	2304.	32.5	27.1	25.3	75.
850911	0840	JK	204.6	19.5	1.81	10.5	4.77	2335.	31.6	26.8	25.0	74.
850911	1330	EGBS	204.6	19.6	1.90	10.7	5.00	2330.	32.6	27.6	25.8	76.
850911	1508	EGBS	204.6	31.5	1.55	11.2	5.60	2254.	29.9	24.3	22.5	67. 4" blenda
850911	1625	EGBS	204.6	31.0	1.60	11.5	5.97	2237.	30.7	24.7	22.9	69.
850911	1845	EG	204.6	31.8	1.60	12.0	6.64	2198.	31.3	24.7	22.8	69.
850912	0815	EG	204.6	31.8	1.68	11.0	5.35	2285.	30.9	25.5	23.8	71.
850913	1030	BS	204.6	31.8	1.65	11.8	6.37	2220.	31.6	25.2	23.3	70.
850914	1435	BS	204.6	31.8	1.65	11.2	5.60	2267.	30.8	25.2	23.4	70.
850918	1105	EG	204.6	31.8	1.65	11.5	5.97	2244.	31.2	25.2	23.4	70.
850927	1100	JK	204.6	32.1	1.75	10.8	5.11	2308.	31.3	26.2	24.4	72.
850928	1150	EG	204.6	32.0	1.75	10.0	4.22	2364.	30.5	26.3	24.6	72.
851005	0920	JK	204.6	32.2	1.55	9.9	4.12	2350.	28.6	24.4	22.9	67.
851005	1415	BS	204.6	32.2	1.55	11.0	5.35	2269.	29.7	24.3	22.6	67.
851010	1520	JK	204.6	20.5	2.00	10.0	4.22	2386.	32.8	28.6	26.8	78. 5" blenda
851020	1410	JK	204.6	20.6	2.20	10.5	4.77	2370.	35.2	30.4	28.5	83.
851027	1120	JK	204.6	20.8	2.00	9.5	3.72	2417.	32.4	28.6	27.0	78.
851103	1420	JK	204.6	21.1	1.95	8.0	2.43	2497.	30.7	28.3	26.8	77.



TAFLA 5 (frh.) Aflmælingar. Nesjavellir hola NJ-11

=====													
Dags.	Kl		Þver- mál stúts. mm.	PO bar	PC bar	Vatns- rennsli cm	Vermi H kg/s	Heild. rennsli kg/s	Gufa við 1 bar abs. kg/s	Gufa við 7 bar abs. kg/s	MWt	Athugas.	
851110	1430	JK	204.6	21.0	2.05	9.0	3.25	2449.	32.4	29.1	27.5	79.	
851118	2245	MGSB	204.6	21.0	1.90	9.7	3.92	2397.	31.6	27.7	26.0	76.	
851124	1656	MG	204.6	20.8	1.62	10.5	4.77	2315.	29.8	25.0	23.3	69.	
851203	1445	JK	204.6	21.5	1.20	7.5	2.07	2476.	23.4	21.3	20.2	58.	
851205	1330	EG	204.6	21.0	1.58	8.5	2.82	2445.	27.7	24.8	23.4	68.	
851214	1335	MG	204.6	21.0	1.80	9.0	3.25	2432.	30.1	26.8	25.3	73.	
851215	1450	JK	204.6	21.2		7.5	2.07						
851220	0910	EGBS	204.6	51.0	1.89	15.5	12.54	1958.	39.4	26.8	24.1	77.	3" blenda
851220	2300	MG	204.6	51.0	1.95	11.0	5.35	2315.	33.4	28.0	26.2	77.	
851221	2050	MG	204.6	51.0	1.85	10.5	4.77	2339.	32.0	27.1	25.4	75.	
851227	1050	JKSB	204.6	51.0	1.90	10.5	4.77	2344.	32.4	27.6	25.8	76.	
860104	1445	MG	204.6	51.0	2.00	10.5	4.77	2353.	33.3	28.5	26.7	78.	
860114	1030	JK	204.6	52.0	1.90	10.0	4.22	2377.	31.9	27.7	26.0	76.	
860118	1125	MG	204.6	24.1	3.00	6.0	1.19	2607.	39.3	38.0	36.3	102.	
860123	1330	EG	204.6	24.5	2.90	6.5	1.46	2591.	38.6	37.1	35.4	100.	
860127	1500	JKSB	204.6	24.0	2.95	5.0	.76	2631.	38.4	37.6	35.9	101.	
860204	1115	MG	204.6	24.1									
860210	1620	SB	204.6	24.2									
860215	1445	MG	204.6	24.3	2.85	7.5	2.07	2555.	38.7	36.6	34.8	99.	
860221	1731	EG	204.6	24.6	2.82	8.0	2.43	2534.	38.7	36.3	34.5	98.	
860223	1030	EG	204.6	24.8	2.82	8.0	2.43	2534.	38.7	36.3	34.5	98.	
860223	1400	JK	204.6	24.1	2.85	8.0	2.43	2535.	39.0	36.5	34.7	99.	
860301	1235	MG	204.6	23.9									
860310	1340	JK	204.6	24.0	2.65	4.5	.59	2639.	35.5	34.8	33.3	94.	
860315	1500	MG	204.6	25.3	2.55	5.0	.76	2626.	34.7	33.9	32.4	91.	
860324	1105	JKSB	204.6	24.0	2.80	3.0	.22	2662.	36.5	36.2	34.7	97.	
860329	1510	MG	204.6	24.3	2.58	4.4	.56	2640.	34.8	34.2	32.7	92.	
860407	1300	EP	204.6	23.9	2.53	4.8	.69	2631.	34.5	33.7	32.3	91.	
860412	1625	MG	204.6	24.8	2.60	4.7	.66	2634.	35.1	34.4	32.9	92.	
860420	1440	JK	204.6	24.0	2.55	4.0	.44	2647.	34.4	33.9	32.5	91.	
860426	1435	MG	204.6	24.2	2.70	4.6	.62	2637.	36.0	35.3	33.8	95.	
860504	1610	JK	204.6	24.8	2.60	4.0	.44	2647.	34.9	34.4	32.9	92.	
860511	1350	MG	204.6	24.9	2.80	5.5	.96	2618.	37.2	36.2	34.6	97.	
860519	1400	JK	204.6	24.9	2.70	4.0	.44	2648.	35.8	35.3	33.8	95.	
860525	1430	MG	204.6	24.8	2.70	3.3	.28	2659.	35.7	35.3	33.8	95.	
860601	1315	EP	204.6	24.2	2.65	4.0	.44	2648.	35.3	34.9	33.4	94.	
860610	1530	EP	204.6	25.0	2.70	4.5	.59	2639.	35.9	35.3	33.8	95.	
860617	1045	EP	204.6	25.0	2.75	4.0	.44	2649.	36.3	35.8	34.2	96.	

TAFLA 5 (frh.) Aflmælingar. Nesjavellir hola NJ-11

Dags.	Kl		pver- mál stúts.	PO	PC	Vatns- rennsli	Vermi H	Heild. rennsli	Gufa við Q	Gufa við 1 bar	Gufa við 7 bar	MWt	Athugas.
			mm.	bar	bar	cm	kg/s	KJ/kg	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	
860622	1410	MG	204.6	25.1	2.78	3.7	.36	2653.	36.5	36.1	34.5	97.	
860629	1630	EP	204.6	25.0	2.73	4.0	.44	2648.	36.1	35.6	34.1	96.	
860630	1400	EG	204.6	25.2	2.75	4.0	.44	2649.	36.3	35.8	34.2	96.	
860707	1045	GSSB	204.6		2.38	3.5	.32	2654.	32.7	32.4	31.0	87.	
860713	1345	JK	204.6	25.3	2.80	4.0	.44	2649.	36.7	36.2	34.7	97.	
860719	1345	GS	204.6	24.8	2.50	3.5	.32	2655.	33.9	33.5	32.1	90.	
860727	1053	JK	204.6	24.6	2.60	3.5	.32	2655.	34.8	34.4	32.9	92.	
860804	1140	GS	204.6	25.2	2.60	4.0	.44	2647.	34.9	34.4	32.9	92.	
860810	1610	JK	204.6	26.0	2.65	4.0	.44	2648.	35.3	34.9	33.4	94.	
860824	1300	JK	204.6	25.2	2.70	4.0	.44	2648.	35.8	35.3	33.8	95.	
860818	2115	JK	204.6	24.9	2.60	6.0	1.19	2600.	35.6	34.3	32.8	93.	
860831	1325	MG	204.6	25.5									
860908	1056	JK	204.6	25.7	2.70	3.5	.32	2656.	35.7	35.3	33.8	95.	
860913	1435	MG	204.6	25.6	2.60	3.0	.22	2662.	34.7	34.4	33.0	92.	
860921	1730	JK	204.6	25.3	2.60	3.0	.22	2662.	34.7	34.4	33.0	92.	
860928	1630	SJ	204.6	25.0	2.50	4.0	.44	2647.	34.0	33.5	32.0	90.	
861005	1400	JK	204.6	25.6	2.50	4.0	.44	2647.	34.0	33.5	32.0	90.	
861012	1650	SJ	204.6	25.5	2.62	3.0	.22	2662.	34.9	34.6	33.1	93.	
861018	1300	JK	204.6	25.4	2.60	4.0	.44	2647.	34.9	34.4	32.9	92.	
861026	1350	GS	204.6	25.7	2.50	3.0	.22	2661.	33.8	33.5	32.1	90.	
861104	1116	JK	204.6	25.3	2.55	4.0	.44	2647.	34.4	33.9	32.5	91.	
861108	1400	MG	204.6	25.8	2.60	4.0	.44	2647.	34.9	34.4	32.9	92.	
861116	1500	JK	204.6	25.8	2.58	3.0	.22	2662.	34.5	34.2	32.8	92.	
861122	1100	GS	204.6	25.9	2.40	3.5	.32	2654.	32.9	32.6	31.2	87.	
861130	1625	JK	204.6	25.8	2.30	3.0	.22	2661.	31.9	31.7	30.3	85.	
861209	1105	SJ	204.6	25.4	2.50	4.0	.44	2647.	34.0	33.5	32.0	90.	
861215	1130	JK	204.6	25.8	2.50	3.8	.39	2650.	33.9	33.5	32.1	90.	
861221	1440	SJ	204.6	25.0	2.40	3.6	.34	2653.	33.0	32.6	31.2	87.	
861228	1600	ISJS	204.6	25.9	2.40	3.4	.30	2656.	32.9	32.6	31.2	87.	

## 8 EFNASAMSETNING BORHOLUVÖKVA

Tilgangur með rannsókn borholuvökvens er einkum að skilgreina efnasamsetningu og gasinnihald hans, meta hitastig þess vökva sem inn í holurnar streymir, kanna hugsanlegar útfellingar og þar með vinnslueiginleika vökvens, kanna breytingar sem geta orðið með tíma og leita orsaka þeirra og að lokum setja öll gögn saman í heildarmynd af svæðinu ásamt öllum öðrum gögnum sem tiltæk eru.

### 8.1 Efnasamsetning heildarrennslis

Tafla 6 sýnir efnasamsetningu heildarrennslis í holu NJ-11. Fyrstu þremur sýnunum var safnað þegar skolvatn frá borun var enn ráðandi í rennslinu. Þetta má m.a. sjá á lágu varmainnihaldi. Það tók holuna um 10 daga að ná 2000 KJ/kg varmainnihaldi en eftir það hefur holan verið mjög þurr. Þessi breyting í varmainnihaldi endurspeglast í efnasamsetningunni. Meðan varmainnihaldið er lágt er styrkur óreikulla efna hér en lækkar þegar gufa og varmainnihald aukast. Eftir að varmainnihaldið hefur aukist svipar samsetningu vökvens í rennslis mjög til rennslis í holu NG-6. Báðar sýna þessar holur nálægð uppstreymis eða góða leiðni þaðan.

### 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 hita. 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 hærri 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.

Á mynd 17 er gerður samanburður á reiknuðum hita út frá efnainnihaldi og er þar notuð mismunandi efni og mismunandi kvarðanir. Hver lína táknar eina kvörðun, þykka strikið meðalfrávik og hakið niður úr því táknar meðaltal. Þrjár kvarðanir eru fyrir kísilhita. Tvær þeirra (A og B) gefa svipuð gildi en sú þriðja (C) gefur mun hærra hita. Þessi kvörðun sýnir hærri hita fyrir allar holur á Nesjavöllum og oft óeðlilega háan. Þessi kvörðun er því talin varhugaverð og verður ekki notuð frekar. Hér eftir þegar rætt er um kísilhita er notast við kvörðun B

sem gefur að meðaltali 276°C fyrir öll sýni úr holu NJ-11. Tveimur kvörðunum alkalíhita ber vel saman og gefur önnur að meðaltali 275°C en hin 283°C. Gashitamælar byggðir á styrk brennisteinsvetnis og vetnis gefa svipaðan hita og kísilhiti og alkalíhiti, annarsvegar 272°C og hinsvegar 288°C sem meðaltal allra greininga. Tveir gashitamælar gefa mjög frábrugðin gildi. Annarsvegar kolsýruhitamælir sem gefur lægri hita, að meðaltali 246°C fyrir öll sýni, og hinsvegar kolsýru-vetnishitamælir sem gefur að meðaltali gildi yfir 320°C. Mynd 18 sýnir breytingu á efnahita með tíma. Mestu sveiflur koma fram í fyrstu sýnunum og í síðasta sýni. Meðaltal efnahita gefur því gildi nærri 280°C. Er þetta svipaður hiti og ummyndun gefur til kynna. Átta æðar er vitað um á þeim hluta holunnar sem vinnsla er úr (sbr. kafla 6.1 og mynd 9). Aðalæðarnar eru á 1226 m dýpi og 1575 m dýpi. Samkvæmt ummyndun er hitinn á 1226 m æðinni áætlaður um eða yfir 280°C og yfir 280°C á 1575 m æðinni. Aðrar æðar sem eru grynnri gefa flestar ummyndunarhita 250-270°C.

### 8.3 Vinnsluhæfni jarðhitavökvans

Tvennt ræður mestu um vinnsluhæfni borholuvökvans, útfellingarhætta og styrkur gass í gufu. Styrkur gass í gufu við 7 bar-a þrýsting er um 0,3 til 0,4% af þunga, sem er svipað og í holum NG-6 og NJ-13. Samsetning gassins er sýnd í töflu 6. Aðalgastegundirnar eru kolsýra og brennisteinsvetni og eru þær til samans um 90% af gasinu við 7 bar-a þrýsting. Aðrar gastegundir eru vetni og köfnunarefni, en köfnunarefni minnkar með tíma, var mest fyrst eftir að borun lauk meðan skolvatn hafði mest áhrif á það. Metan og argon eru nánast ekki til staðar, svipað og í þeim holum sem ekki eru nærri jaðri svæðisins.

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. Á mynd 19 er sýndur jafnvægisferill kalsíts sem fall af hitastigi, svo og tveir ferlar fyrir jarðhitavökva úr holu NJ-11 þegar gert er ráð fyrir suðu niður í 100°C. Við innstreymi í holuna er vökvinn mettaður eða lítillega yfirmettaður af kalsíti, en verður undirmettaður við suðu. Kalsítyfirmettun í upphafi er hverfandi og líklega innan skekkjumarka reikninga og eru því hverfandi líkur á útfellingum kalsíts.

Jarðhitavökvinn er í jafnvægi við kvars við innstreymi í holuna, sbr. kísilhita. Mynd 20 sýnir ferla fyrir uppleysanleika kvars og ópals sem fall af hitastigi. Þegar vökvinn sýður eykst styrkur kísils í þeim vökva sem eftir er. Inn á myndina eru dregnir ferlar fyrir breytingu á styrk kísils við suðu. Kísilútfellingar geta myndast

þegar vökvinn nær mettunarferli ópals. Ef holan er rekin við yfir um 11 bar-a þrýsting ætti ekki að vera hætt á kísilútfellingum í holunni sjálfri. Hins vegar má búast við kísilútfellingum ef holutoppþrýstingur er lægri en 11 bar-a.

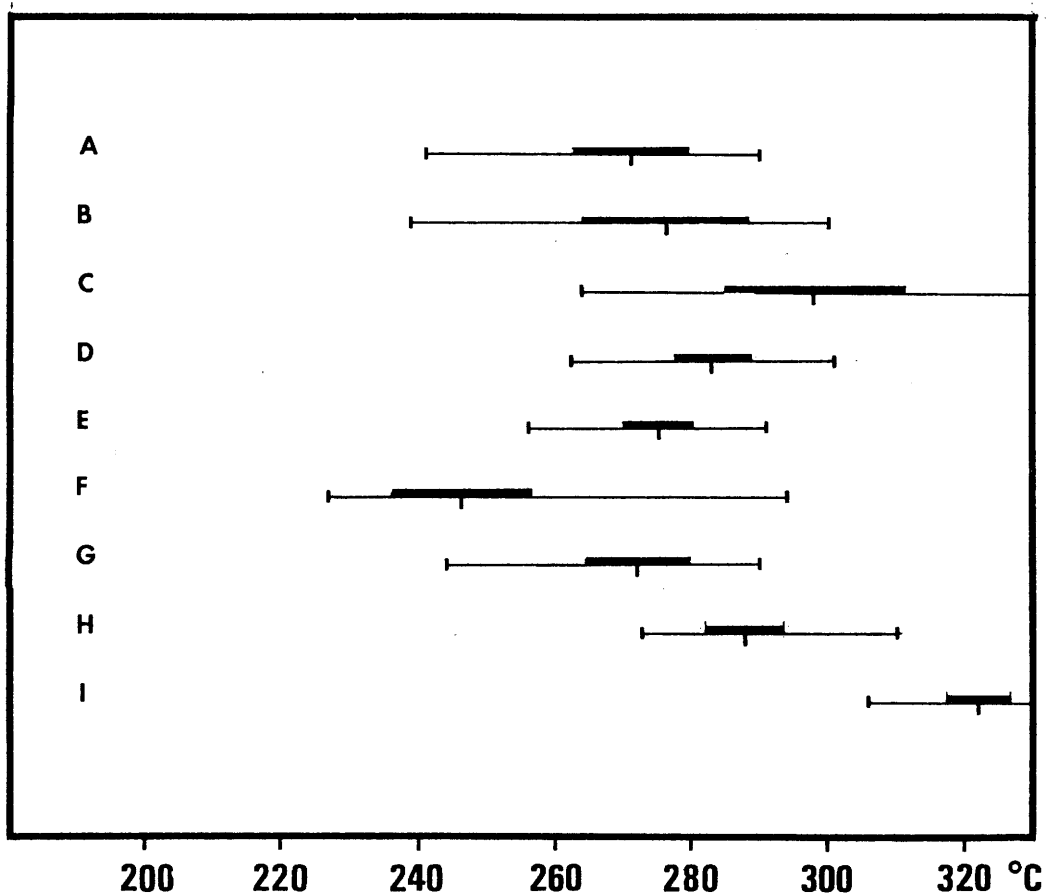
TAFLA 6 Efnainnihald í heildarrennsli í holu NJ-11 á Nesjavöllum. Styrkur efna í mg/kg.

Sýni	855047	855050*	855053	855054	855057	855060	855094*	865012
dags.	850609	850611	850614	850625	850703	850724	850929	860123
Po bar								
H kJ/kg	831	937	1500	2251	2219	2288	2345	2585
SiO <sub>2</sub>	501,7	559,1	449,0	199,9	256,2	214,4	181,4	82,9
Na	146,5	141,6	102,4	34,6	32,2	27,6	23,9	12,2
K	27,5	30,5	23,6	6,8	6,1	5,3	4,8	2,0
Ca	2,22	1,88	1,24	0,26	0,14	0,12	0,06	0,05
Mg	0,09	0,033	0,08	0,014	0,000	0,007	0,002	0,012
SO <sub>4</sub>	75,0	65,4	35,3	12,2	10,4	18,6	9,1	2,7
Cl	17,5	2,7	3,6	0,7	0,5	1,3	0,5	0,7
F	0,53	0,52	0,37	0,23	0,27		0,23	
CO <sub>2</sub>	546,9	2854,5	1188,3	1593,1	1936,0	1853,4		1612,1
H <sub>2</sub> S	260,8	611,0	865,6	824,6	1037,8	1181,8		412,8
H <sub>2</sub>	27,9	97,3	84,5	54,0	106,9	121,1		106,0
O <sub>2</sub>	5,0	254,3	0,6	4,5	6,0	4,2		0,0
CH <sub>4</sub>	0,83	3,0	2,9	2,2	3,7	0,0		3,1
N <sub>2</sub>	276,2	1923,0	228,8	50,0	111,8	124,0		39,7

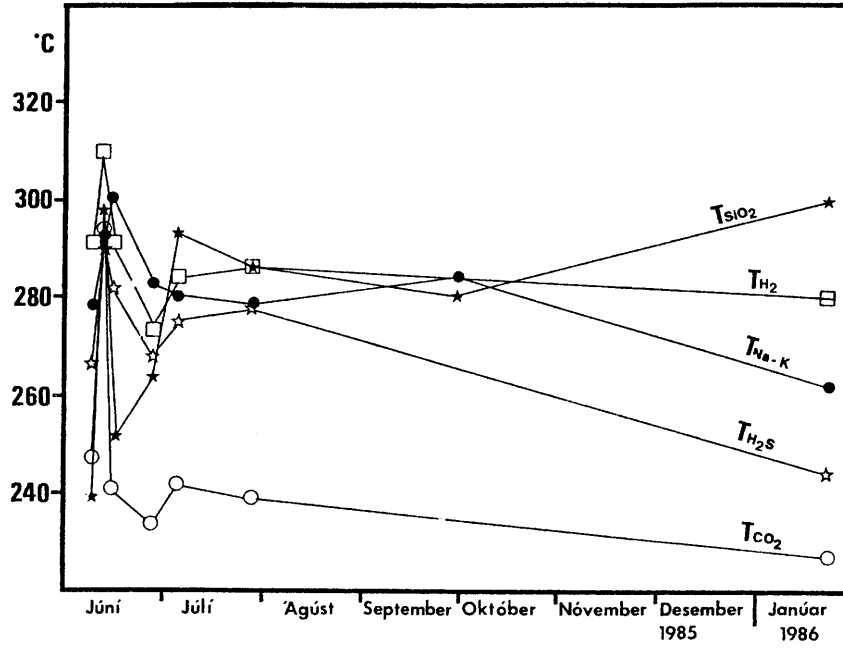
\* Gassýni mengað andrúmslofti

TAFLA 7 Samsetning gass í gufu (%) við 7 bar-a þrýsting í NJ-11

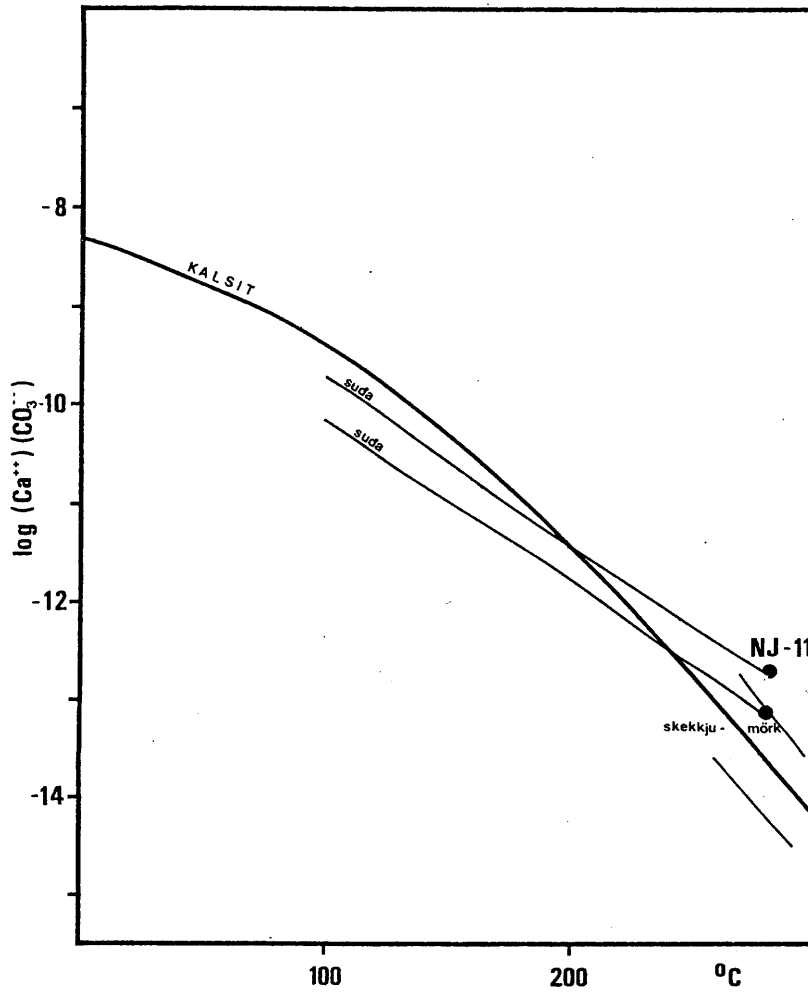
Sýni	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	AR
85-5047	59,53	19,48	1,87	0,34	0,06	18,72	0,00
85-5050	54,63	9,51	1,52	4,01	0,05	30,29	0,00
85-5053	50,87	34,36	3,87	0,03	0,13	10,59	0,15
85-5054	63,48	31,92	2,21	0,19	0,09	2,06	0,06
85-5057	60,77	31,85	3,44	0,19	0,12	3,63	0,00
85-5060	56,68	35,47	3,80	0,13	0,00	3,92	0,00
86-5012	74,35	18,65	4,94	0,00	0,15	1,87	0,04



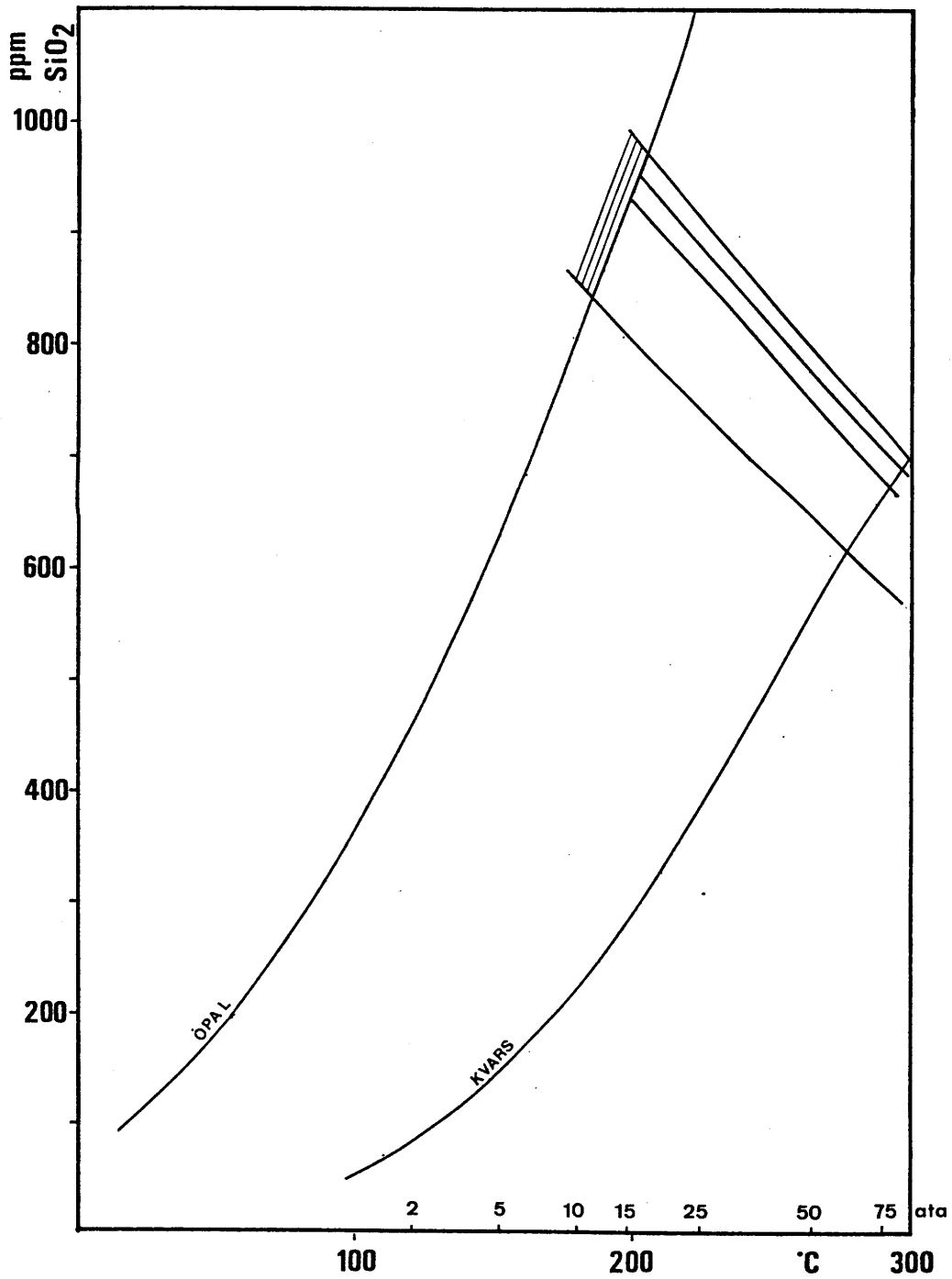
- A.  $t(^{\circ}\text{C}) = 1498/5,70 - \log \text{SiO}_2) - 273,15$  (180-300 $^{\circ}\text{C}$ ). Stefán Arnórsson o.fl (1983). Styrkur efna í mg/kg.
- B.  $t(^{\circ}\text{C}) = -42,198 + 0,28831 (\text{SiO}_2) - 3,6686 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2)^2 + 3,1665 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2)^3 + 77,034 \log (\text{SiO}_2)$  (0-330 $^{\circ}\text{C}$ ). Fournier og Potter (1982). Styrkur efna í mg/kg.
- C.  $t(^{\circ}\text{C}) = 39,536 + 0,58127 (\text{SiO}_2) - 6,1713 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2)^2 + 3,7499 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2)^3 + 19,985 \log (\text{SiO}_2)$  (180-340 $^{\circ}\text{C}$ ). Kristín V. Ragnarsdóttir og Walter (1983). Styrkur SiO<sub>2</sub> 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.  $t(^{\circ}\text{C}) = -44,1 + 269,25Q - 76,88Q^2 + 9,52Q^3$ . 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 18 Breytingar í efnahita með tíma



MYND 19 Jafnvægisferill kalsíts. Kalkútfellingar



MYND 20 Uppleysanleiki kvars og ópals. Kísilútfellingar



## 9 HELSTU VINNSLUEIGINLEIKAR

Í undangengnum köflum hefur verið dregið á helstu vinnslueiginleika holu NJ-11. Engu að síður er rétt að draga saman á einum stað í lok skýrslunnar það helsta sem vitað er um vinnslueiginleikana. Hér verður því að nokkru um endurtekningu að ræða á því sem áður hefur komið fram.

Vinnslueiginleikar holu NJ-11 eru mjög hagstæðir. Massastreymi er um 35 kg/s og varmainsnihald yfir 2600 kJ/kg. Massinn sem upp kemur er að mestu gufa og við 7 bar-a fást t.d. um 32 kg/s af háprýstigufu. Varmaafli holunnar er um 95 MW en háprýstigufan stendur undir um 16 MW raforkuframleiðslu í eimsvalahverfli. Á þeim tíu mánuðum sem holan hefur blásið hefur afl hennar aukist verulega og varmainsnihald hækkað. Nokkur dæmi eru um það að holur með háu varmainsnihaldi eflist í blæstri. Yfirleitt gerist sú breyting á fyrstu blástursmánuðum og er því ekki að vænta þess að afl NJ-11 aukist meir en orðið er. Hins vegar er líklegt að varmainsnihald eigi enn eftir að aukast og gæti holan þróast á fáum árum í þurrufuholu. Hvort og hve hratt sú þróun gerist ræðst m.a. af vinnslugetu svæðisins og hversu hratt er gengið á vatnsforða kerfisins. Með hækkingu varmainsnihaldi má búast við lítils háttar minnkun í streymi en afl holunnar breytist væntanlega mjög hægfara samanber reynsluna frá holu NG-6, en afl hennar er enn nánast óbreytt eftir þriggja ára blástur. Hins vegar má búast við hraðari aflhnignun ef og þegar holan fer að gefa þurra gufu. Nákvæmari spá um framtíðarhegðun NJ-11 fæst úr líkanreikningunum sem nú er verið að gera fyrir Nesjavallakerfið og munu þeir reikningar liggja fyrir haustið 1986.

Styrkur óþéttanlegra gastegunda í háprýstigufu frá NJ-11 er um 0,3-0,4%, sem er svipað og í holum NG-6 og NJ-13. Þetta er áþekkur gasstyrkur og í holum í Bjarnarflagi en mun lægri en í Kröfluholum þar sem gasstyrkur er 1-3% í háprýstigufu flestra borhola. Um 90% af gasinu í NJ-11 er kolsýra og brennisteinsvetni.

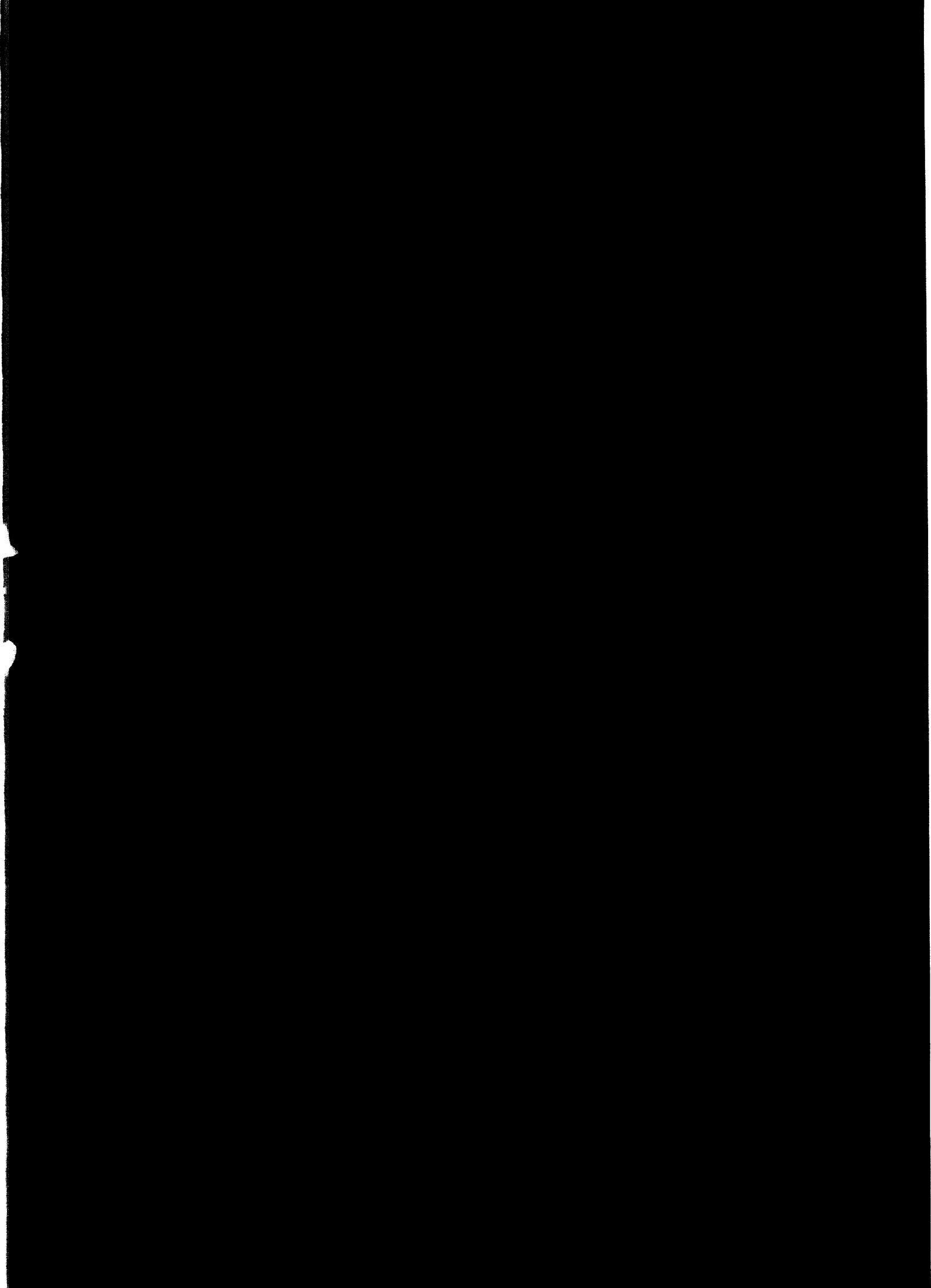
Jarðhitavökvi er ríkur af steinefnum og er algengt að háhitaholur stíflist smátt og smátt af útfellingum. Einkum er það kalk eða kísill sem fellur út í holunum. Á svæðum í vinnslu þýða útfellingar að flytja verður bor á vinnsluholur og hreinsa þær. Algengt er að slíkar hreinsanir séu gerðar á eins til tveggja ára fresti. Jarðhitavökvinn í NJ-11 er mettaður með tilliti til kalsíts. Hætta á kalkútfellingum í holunni er samt talin hverfandi eins og í öðrum Nesjavallaholum. Mögulegt er hins vegar að kísill setjist í holuna ef hún er rekin við lágan holutoppþrýsting. Til að koma í veg fyrir kísilútfellingar verður að halda toppþrýstingi yfir 11 bar-a á holu NJ-11.

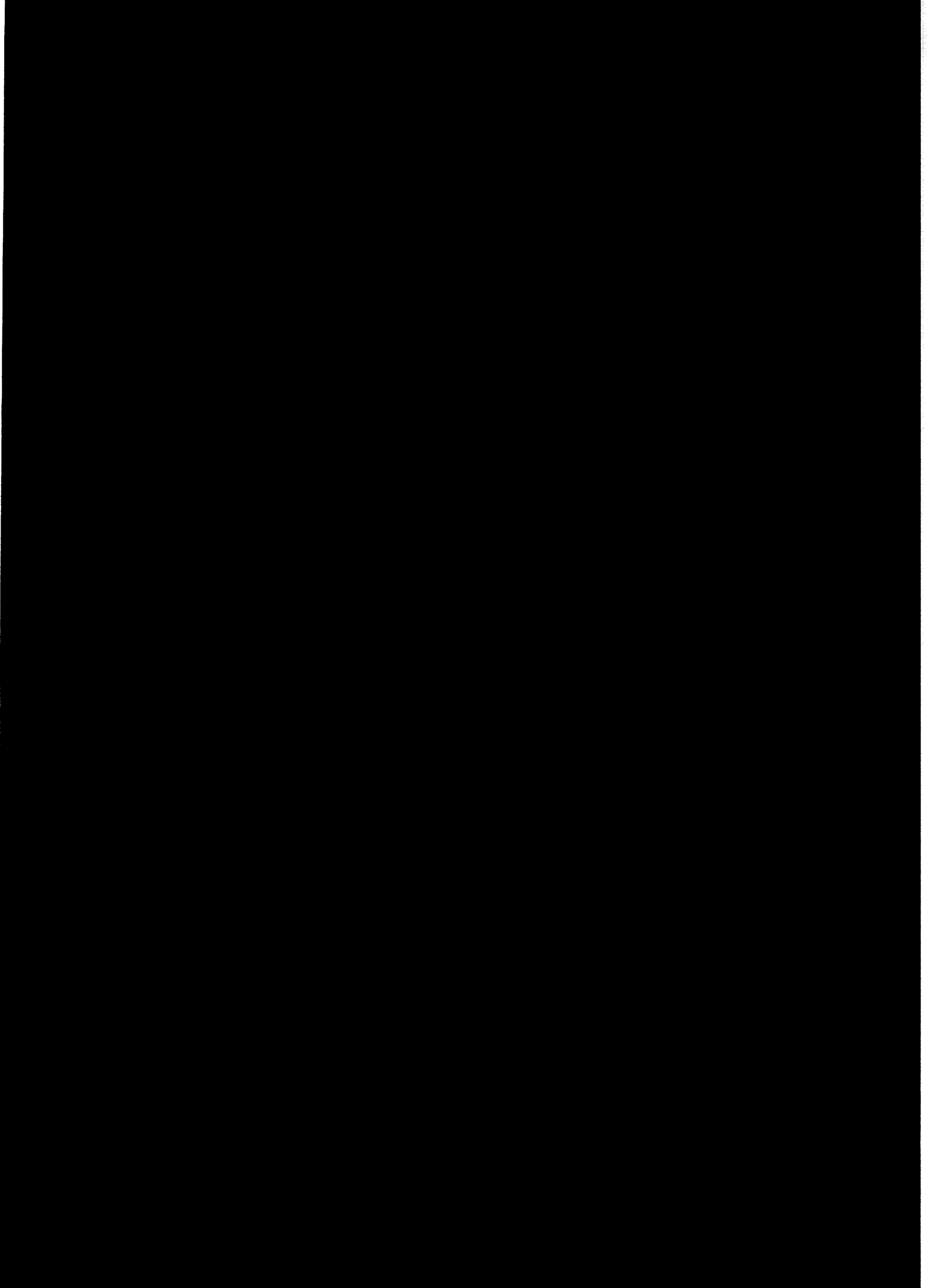
Holur sem vinna úr sjóðandi jarðhitakerfum hafa yfirleitt mjög háan lokunarþrýsting. Vitað er að þrýstingur á NJ-11 fer í a.m.k. 70 bar ef holunni er lokað. Ekki er talið ráðlegt að leggja svo háan þrýsting og þær hitabreytingar sem honum fylgja á vinnslufóðringar og toppbúnað. Nauðsynlegt er því að láta holuna blása stöðugt hvort sem hún er nýtt eður ei.

## HEIMILDASKRÁ

- Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason, 1985. Nesjavellir, hola NG-10. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun OS-86020/JHD04, 50 s.
- Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Knútur Árnason, Grímur Björnsson, Gylfi Páll Hersir og Gunnar V. Johnsen, 1985. Nesjavellir - Yfirborðsrannsóknir. Samantekt jarðfræði- og jarðeðlisfræðigagna. Rannsóknaráætlun fyrir 1985. Orkustofnun, OS-85030/JHD07, 97 s.
- Benedikt Steingrímsson og Valgarður Stefánsson, 1979. Nesjavellir. Hitastig og þrýstingur í jarðhitasvæðinu. Orkustofnun, OS-79032/JHD15, 31 s.
- Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason, 1985. Nesjavellir, hola NG-7, jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85124/JHD18, 86 s.
- Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson og Snorri Páll Snorrason, 1986. Nesjavellir. Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Orkustofnun, OS-86014/JHD05, 124 s.
- Ómar Sigurðsson, Guðmundur S. Böðvarsson and Valgarður Stefánsson, 1983. "Nonisothermal Injectivity Index can infer Well Productivity and Reservoir Transmissivity". Proceedings Ninth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, p. 211-216, Dec. 1983.
- Valgarður Stefánsson and Benedikt Steingrímsson, 1980. Production characteristics of wells tapping two phase reservoirs at Krafla and Námafjall. Proc. 6th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Dec. 16-18 1980. Ed. Raney, H. J. Kruger, P., Stanford: 49-59.
- Valgarður Stefánsson, Jens Tómasson, Einar Gunnlaugsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson og Ómar Sigurðsson, 1983. Nesjavellir HOLA NG-6. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-83023/JHD04, 100 s.
- Valgarður Stefánsson, 1985. Jarðhitarannsóknir á Nesjavöllum. Staða og horfur í byrjun árs 1985. Orkustofnun, OS-85018/JHD04, 35 s.

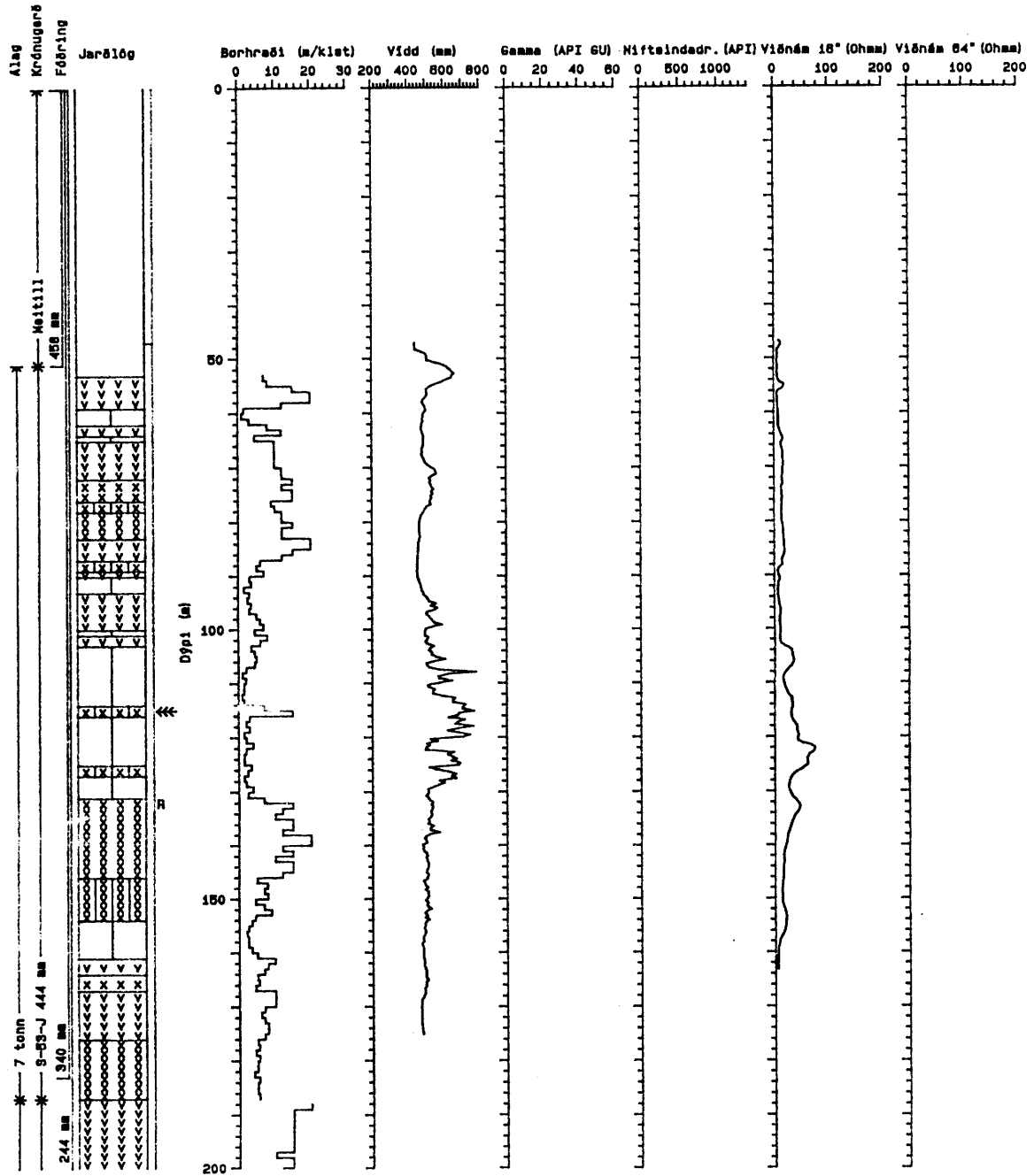






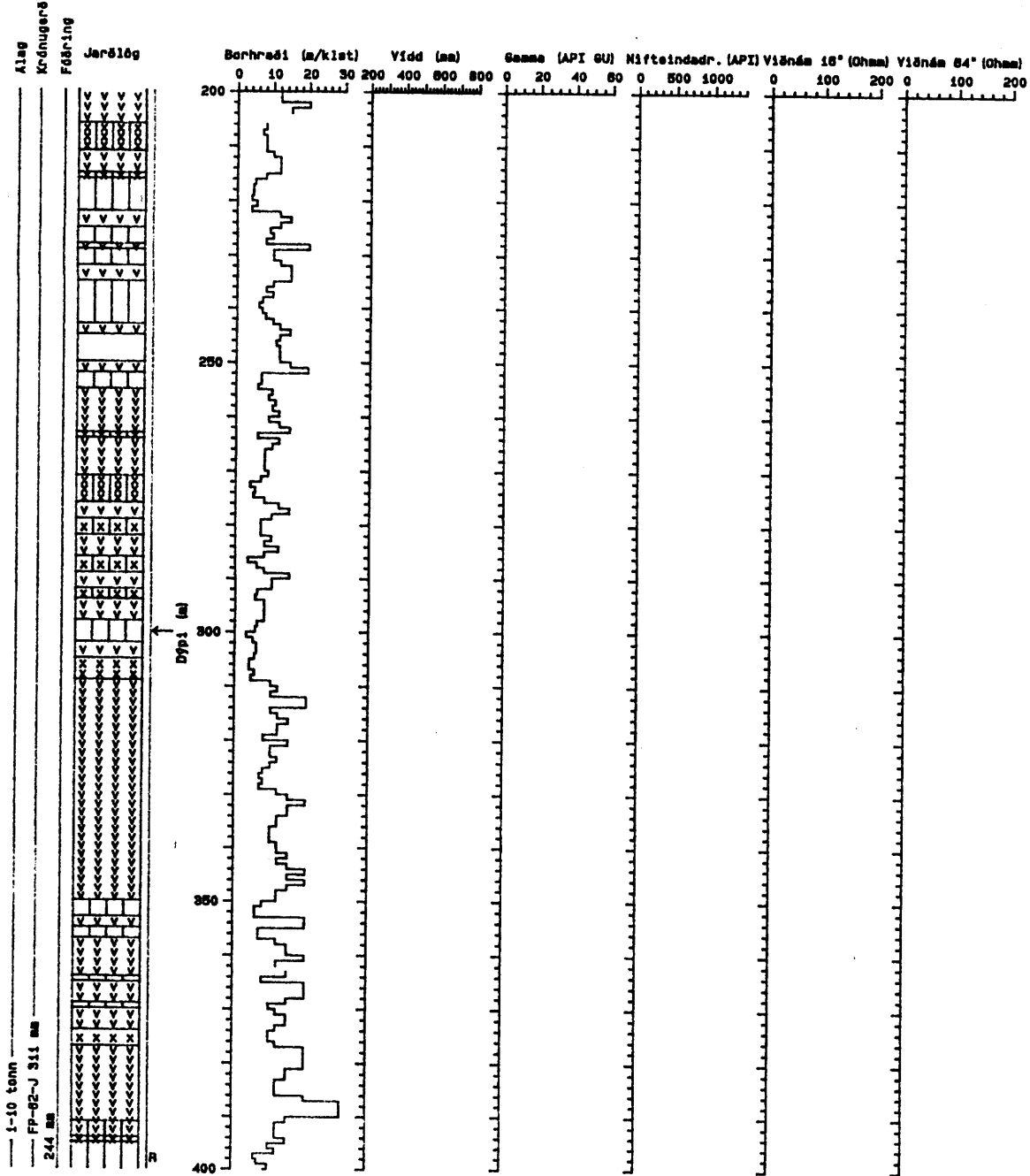
JHD-BM/BJ-8715 A6.HS  
88.03.0203 T

# NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



JHD-BM/BJ-8715 A6.HS  
88.03.0203 T

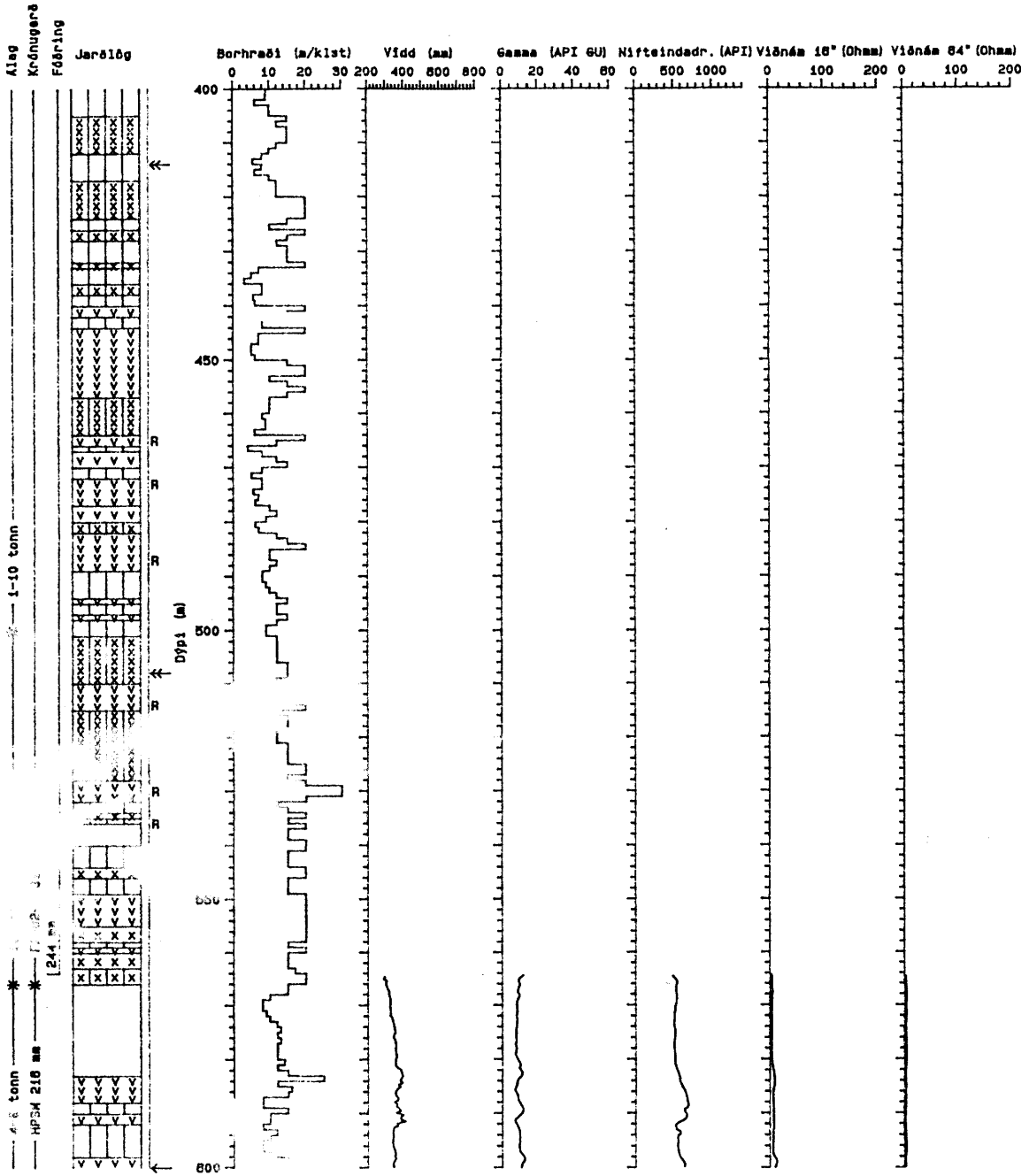
# NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)





JHD-BM/BJ-8715 A6.HS  
88.03.0203 T

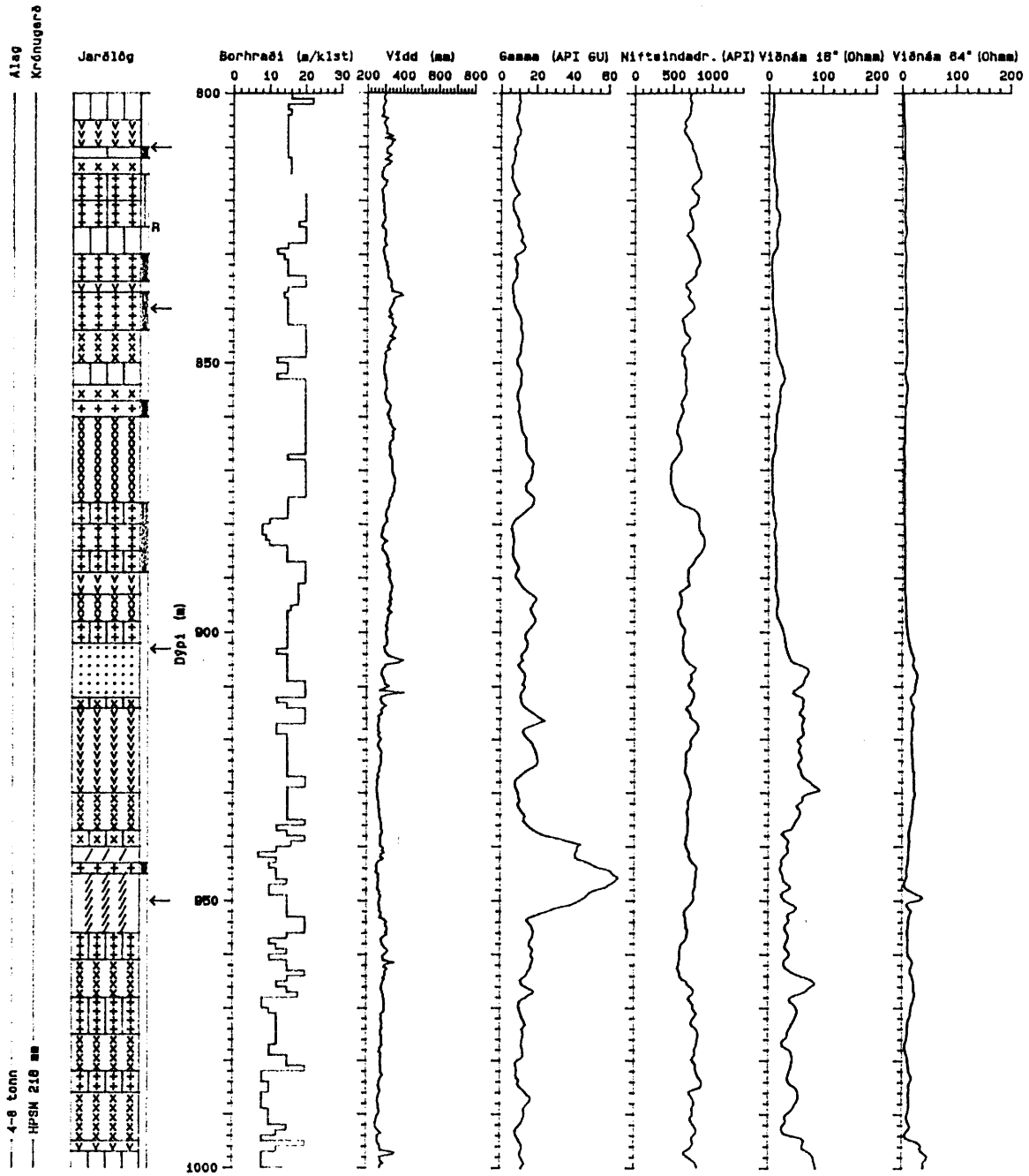
### NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)





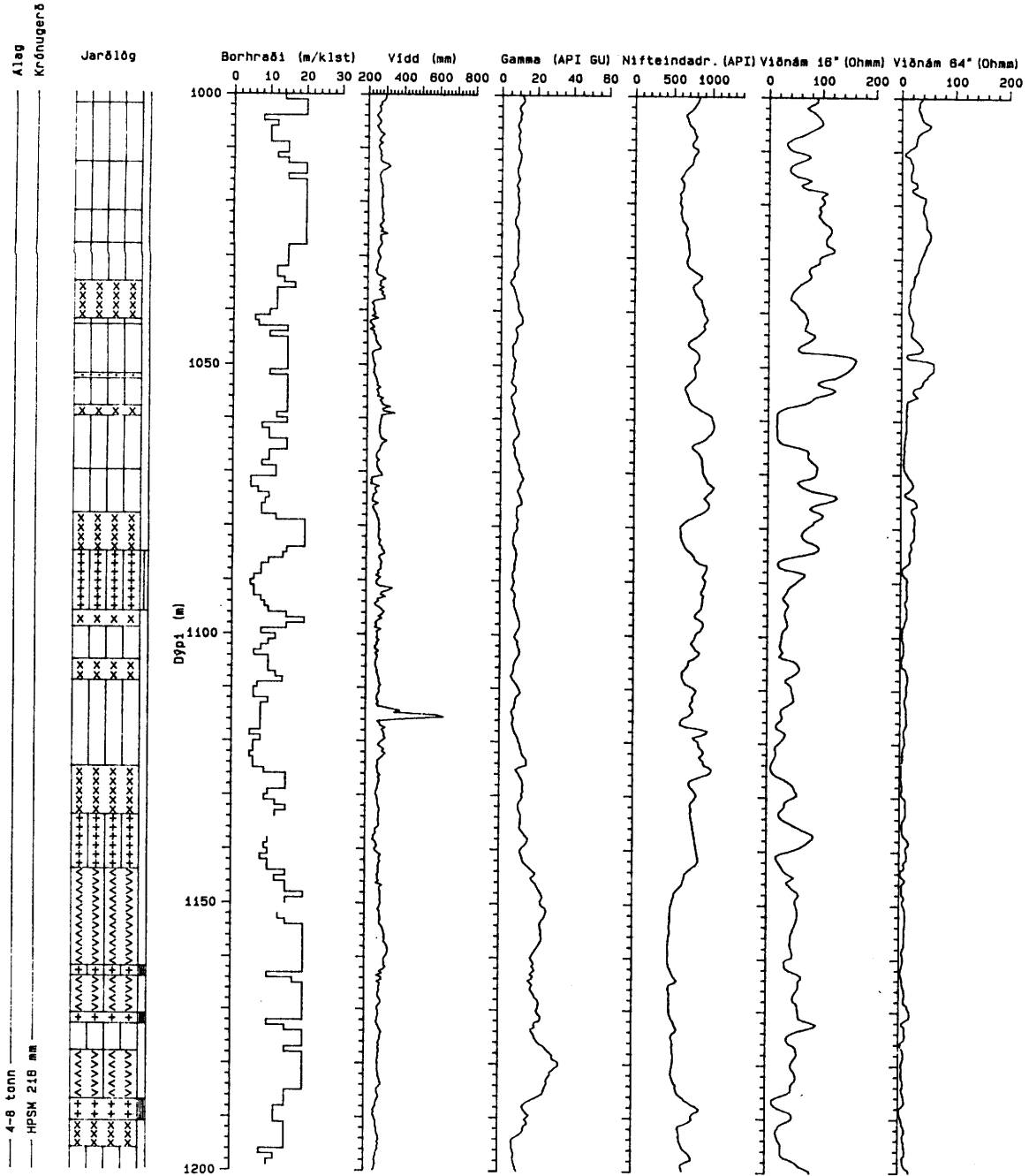
JHD-BM/BJ-8715 A6.HS  
86.03.0203 T

### NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



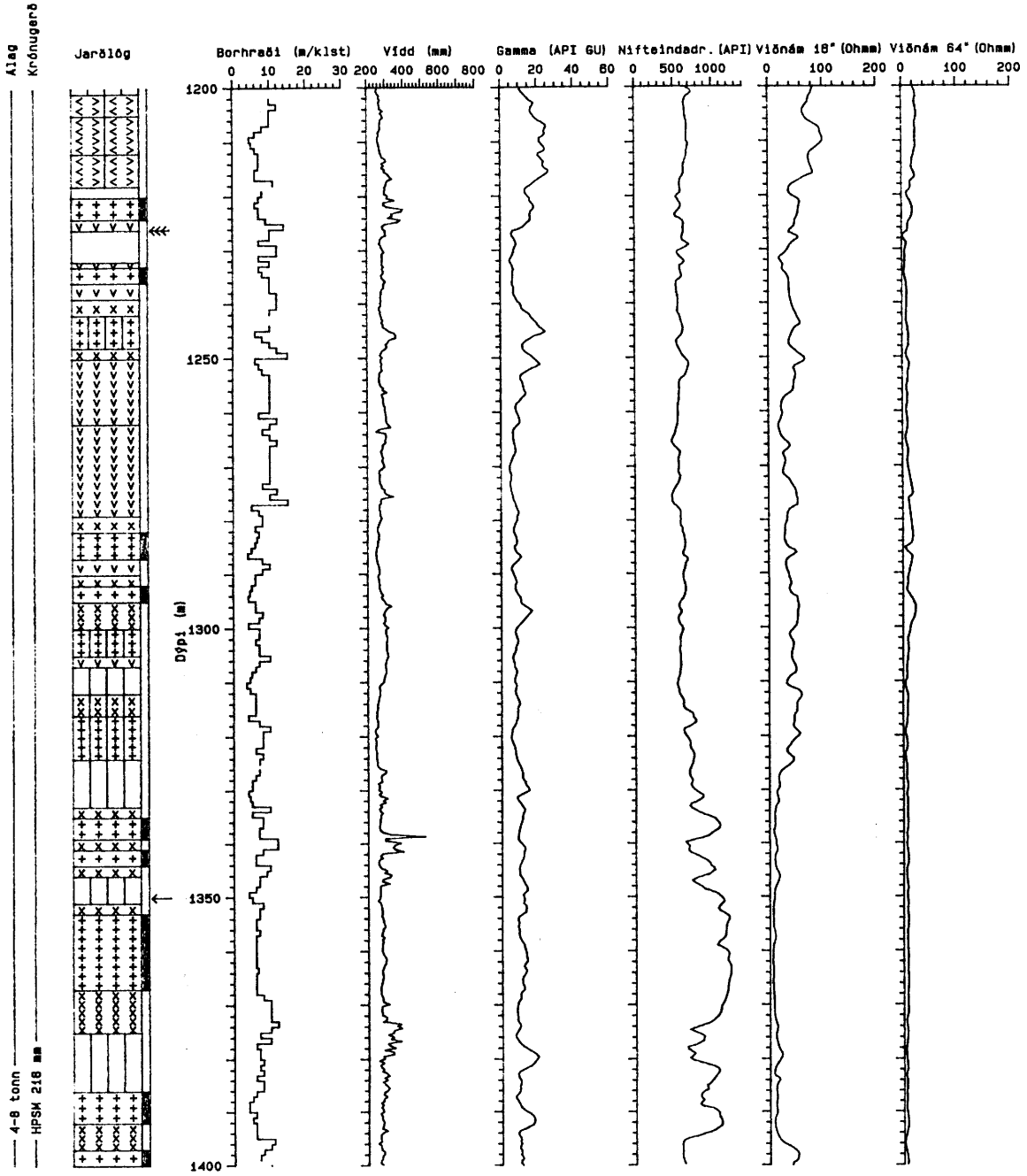
JHD-BM/BJ-8715 AG.HS  
86.03.0203 T

### NESJAVELLIR NJ-11 JARFLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



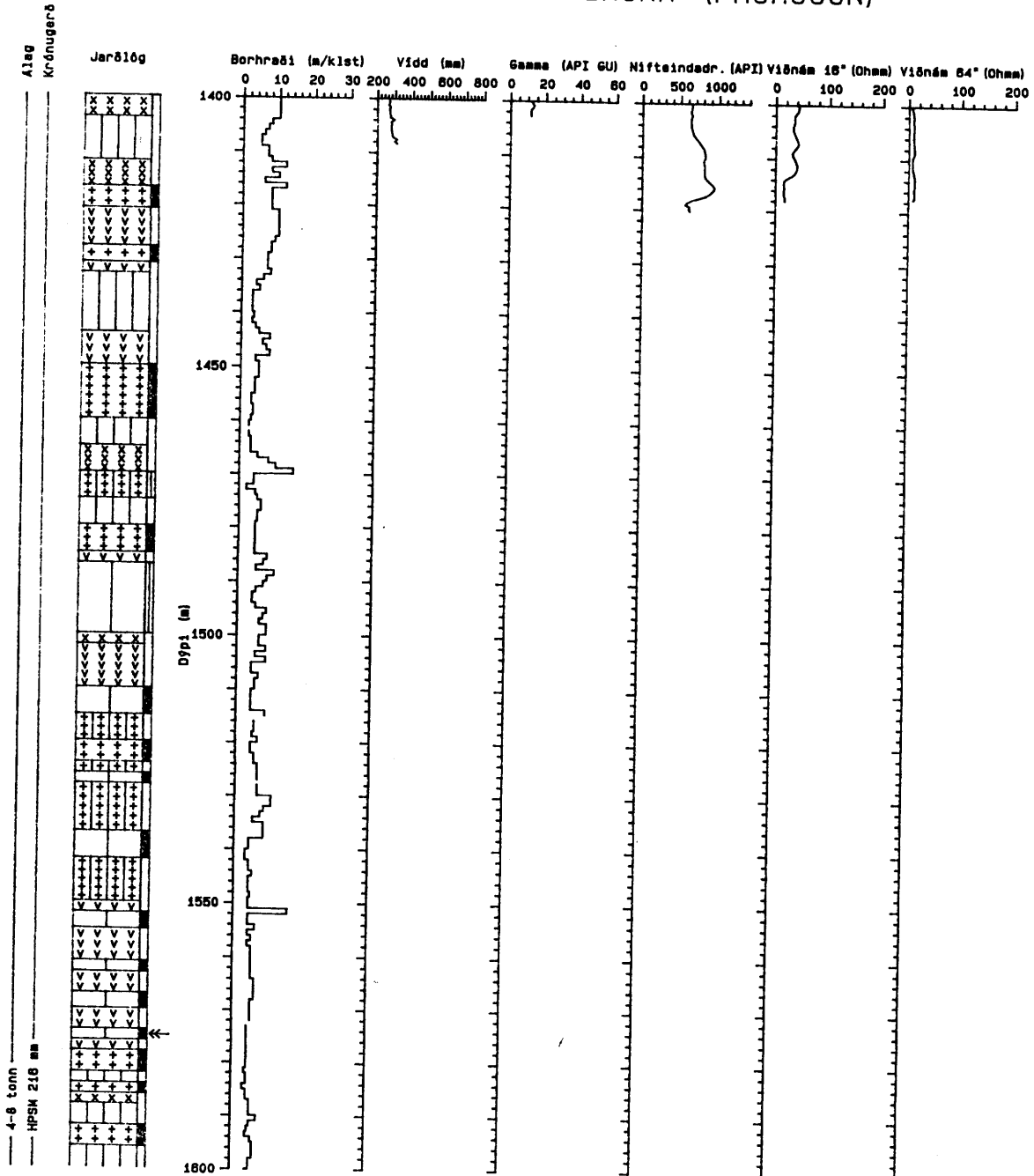
JHD-BM/BJ-8715 AG.HS  
86.03.0203 T

### NESJAVELLIR NJ-11 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



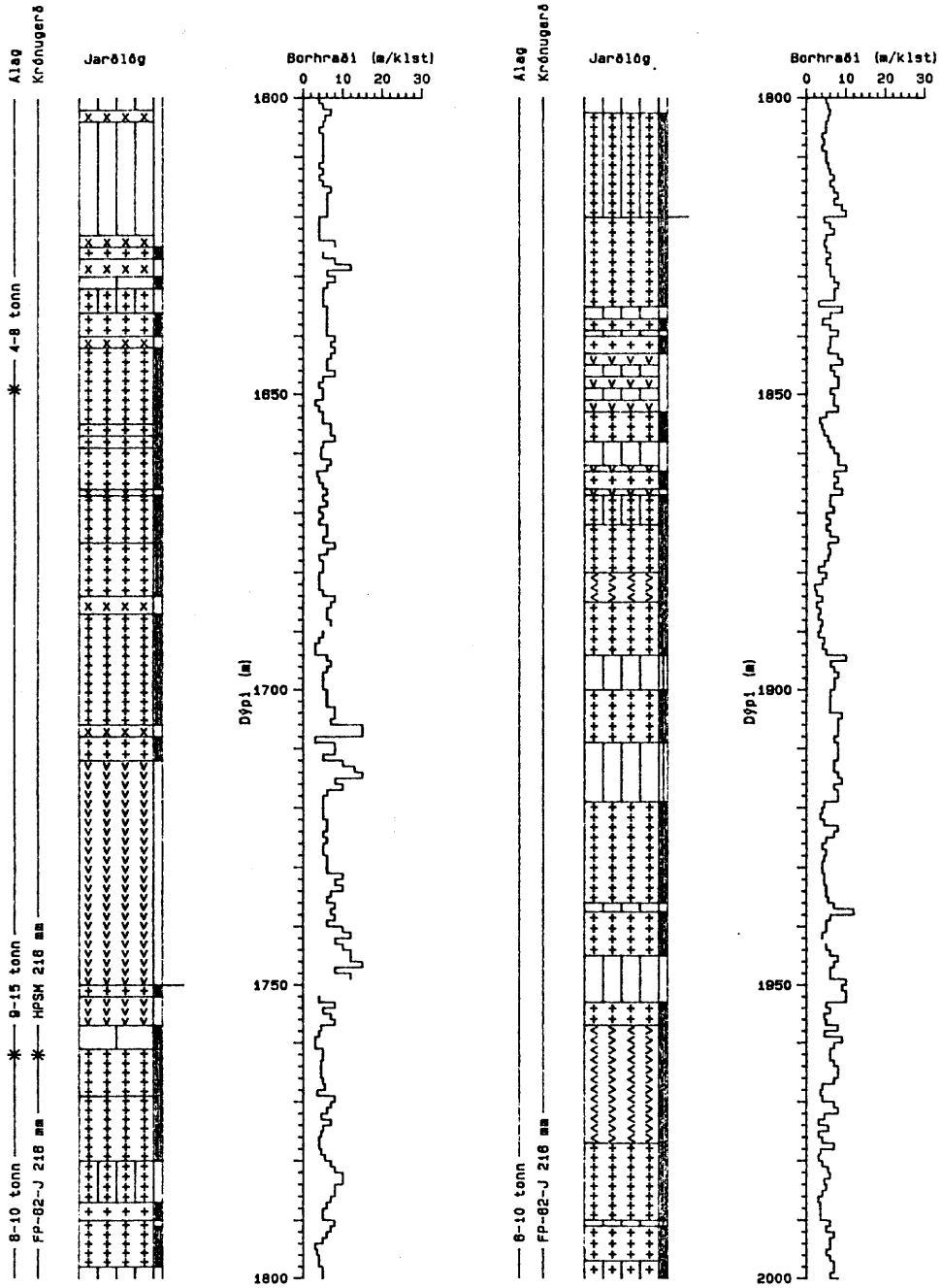
JHD-BM/BJ-8715 Ag.HS  
88.03.0203 T

### NESJAVELLIR NJ-11 JARDLAGASNIÐ OG MÆLINGAR (FRUMGÖGN)



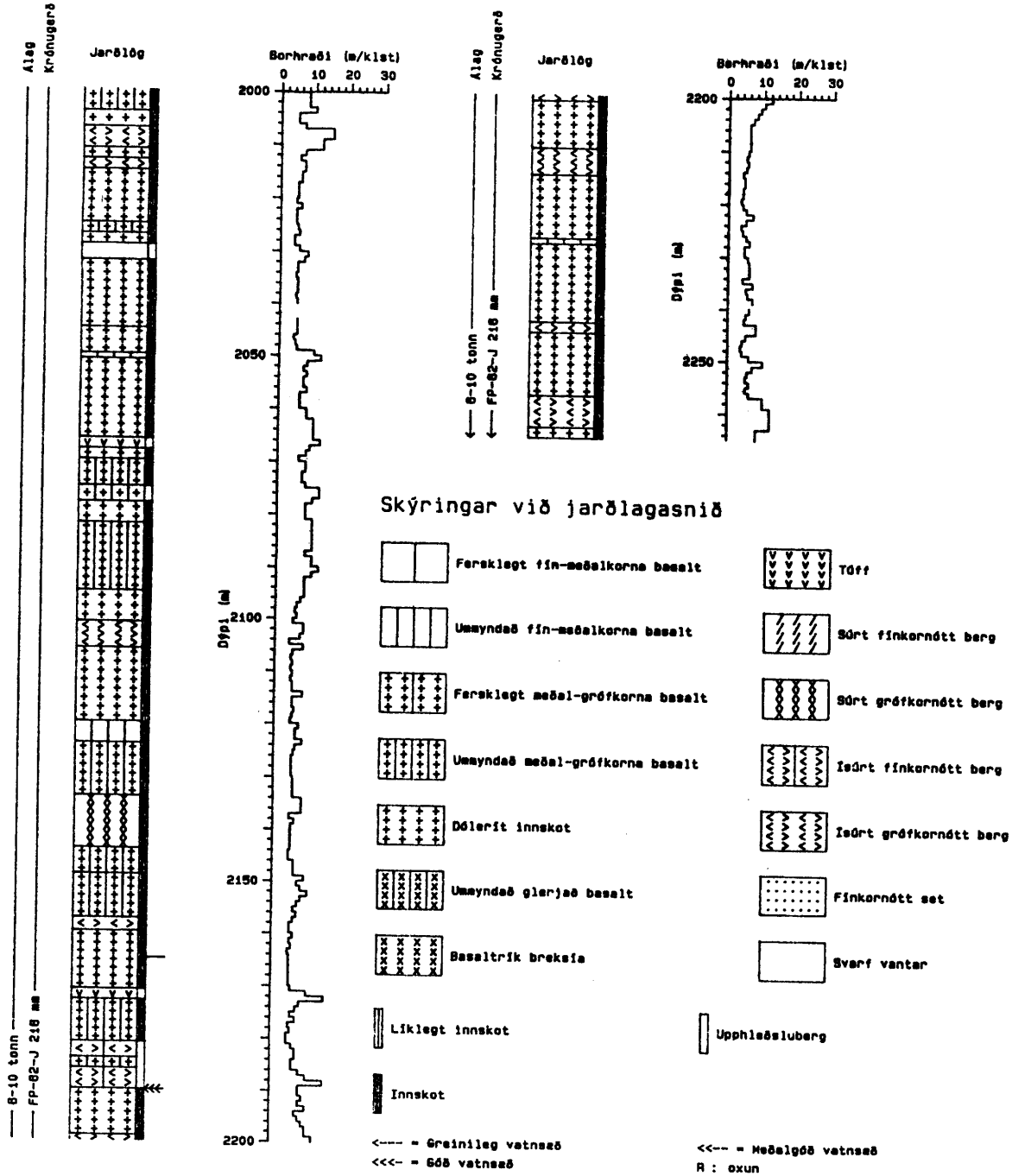
JHD-BM/BJ-8715 Ag.HS  
86.03.0201 T

### NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR

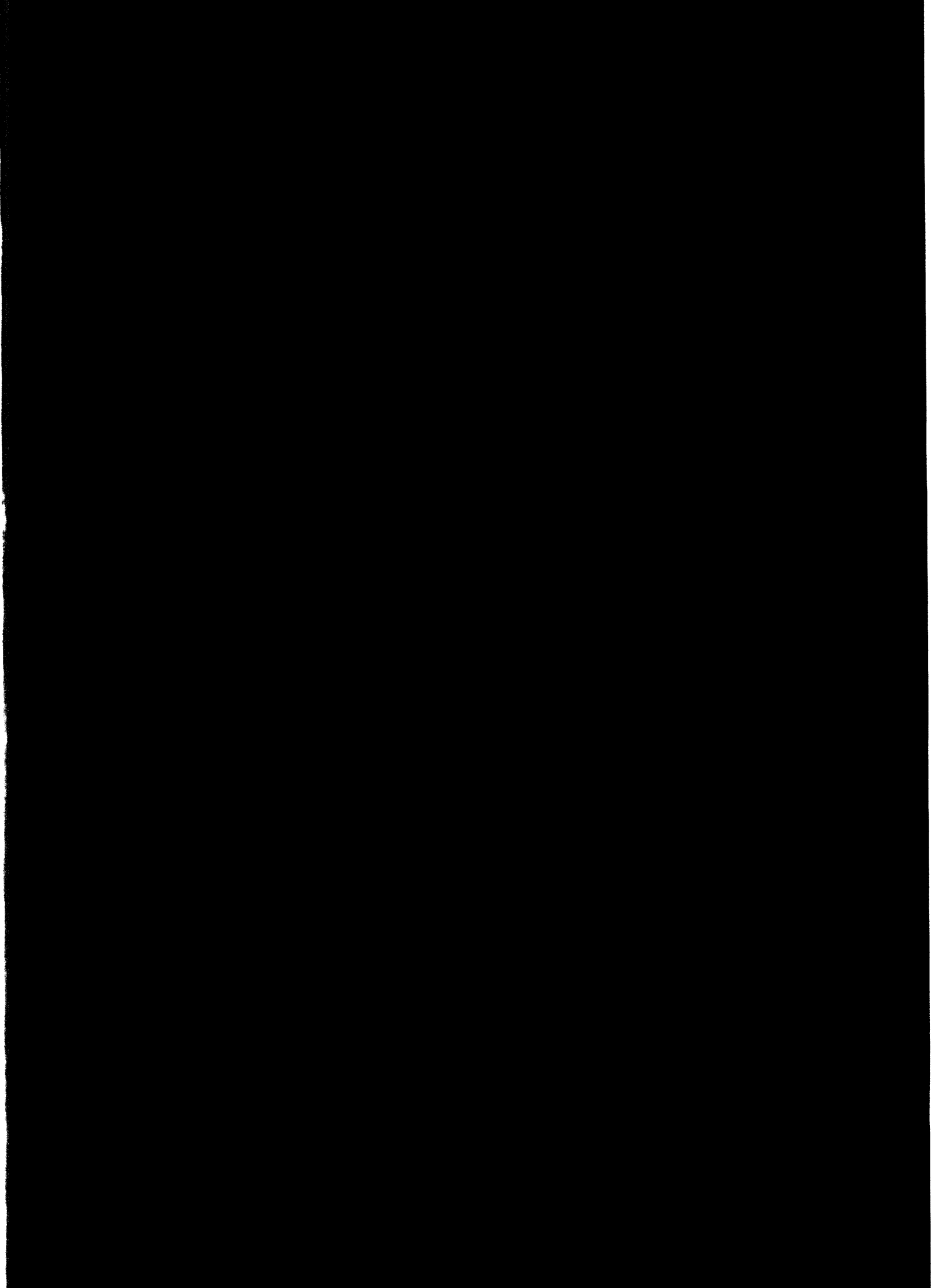


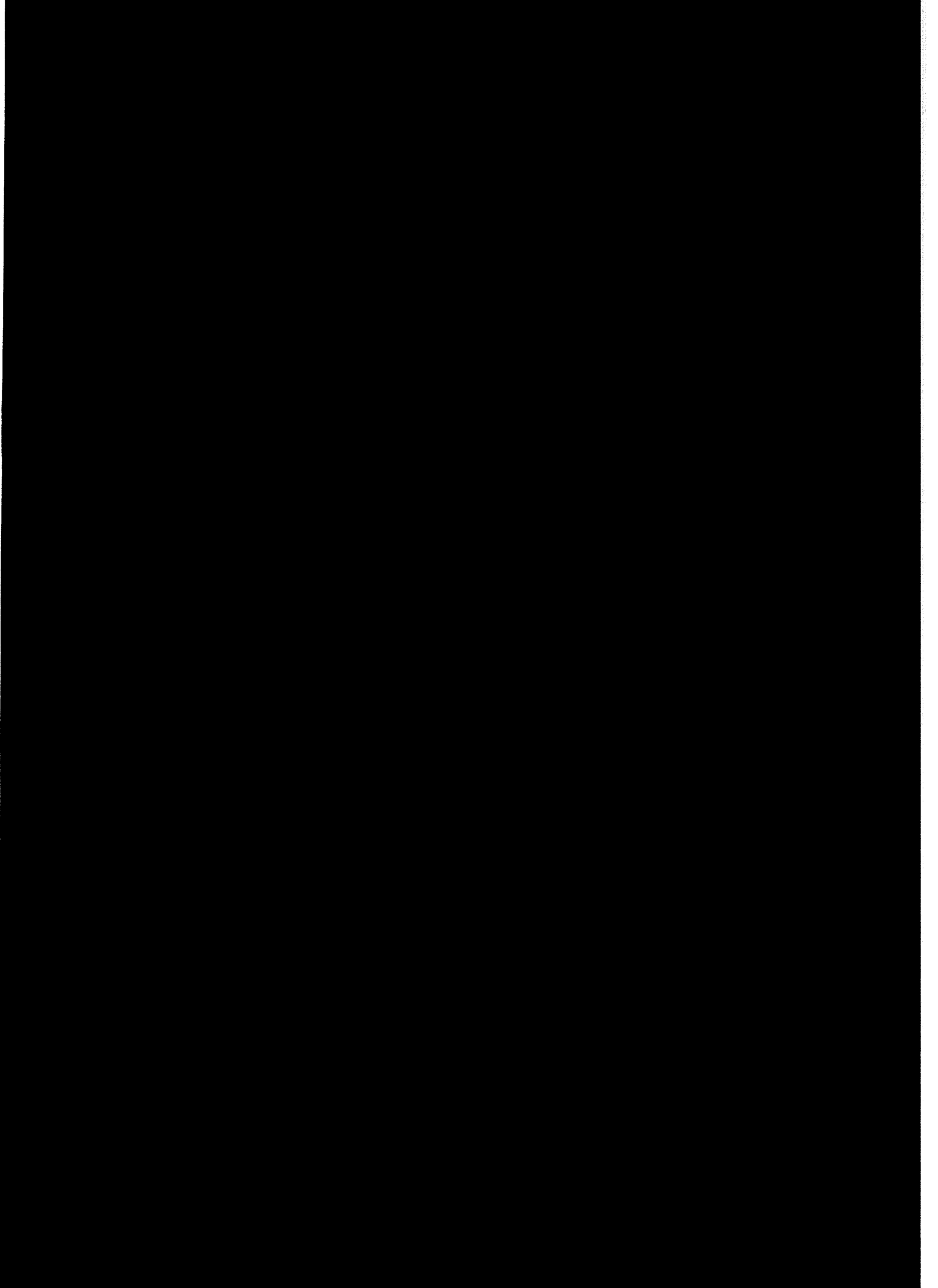
JHD-BM/BJ-8715 AG.HS  
88.03.0201 T

### NESJAVELLIR NJ-11 JARÐLAGASNIÐ OG MÆLINGAR









## 1 INNGANGUR

Skýrsla þessi er unnin samkvæmt verksamningi JHD-2-1985 milli Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar.

Árið 1985 heldur Hitaveita Reykjavíkur áfram könnun Nesjavalla-svæðisins með borunum. Byrjað verður á að bora holu NJ-11 og verður hún boruð með Jötni, flaggskipi JBR. Síðastliðið sumar var holan höggboruð með höggbor III niður á 47 m dýpi. Holan var staðsett undir hlíðinni í vestanverðum Nesjavalladal u.þ.b. 225 m NNV frá holu 3. Gert er ráð fyrir að bora hana niður á 2000 m dýpi með öryggisfóðringu niður á 150-200 m dýpi og vinnslufóðringu á 500-700 m dýpi.

## 2 BORSAGA

Byrjað var að flytja Jötunn frá Seltjarnarnesi á Nesjavelli 18. mars s.l. og var því að mestu lokið 28. mars. Gert var ráð fyrir að borun hæfist síðan, strax eftir páska, þriðjudaginn 9. apríl. Þar sem tafir urðu á komu "cameron" öryggisloka var ekki byrjað að bora af fullum krafti fyrr en viku síðar. Í millitíðinni var m.a. unnið við stíflu-gerð og lón útbúið skammt sunnan við tilraunaorkuverið. Skolvökva er síðan dælt þaðan í karið hjá Jötni.

Fimmtudaginn 11. apríl var sett niður 444 mm (17 1/2") króna af gerðinni S-52-J. Við kjallarabotn var fyrirstaða í höggborsfóðringu og er það talið stafa af sprengingum við kjallaragerð. Það tók 10 mín. að bora þar í gegn, en ekki var talið að alvarlegar skemmdir væru á fóðringunni. Öðru hvoru þurfti að bora burt suðuklepra á fóðurrösa-samskeytum áður en komið var niður í botn. Rétt fyrir miðnætti var komið niður á steypu á 47 m dýpi og hófst þá borun. Borað var niður í 52 m dýpi og síðan lokað að stöngum með "hydrill" loka og holan þrýstiprófuð. Hún náði ekki að halda 200 PSI þrýsting og var því ákveðið að þétta holuna með steypu. Stangir voru settar niður á 50,5 m dýpi og síðan steyppt í gegnum þær úr 6 tonnum af portlandsementi. Áður en steypa harðnaði var farið með stangir niður í 42 m dýpi og allri steypu þar ofan við skolað upp.

Undir morgun laugardaginn 13. apríl var búið að bora steypuna út og borun haldið áfram niður á 55 m dýpi. Þá var kannað á ný hvort holan héldi 200 PSI þrýstingi. Það gerði hún ekki og töpuðust út um 12 l/s. Ákveðið var þá að steypa aftur. Stangir voru settar niður í 50,5 m og steyppt í gegnum þær úr 2 tonnum af portlandsementi um

kl 15. Upp úr miðnætti 14. mars var byrjað að bora í steypu, en efra borð hennar var á 50 m dýpi. Síðan var borun haldið áfram niður í 72 m. Stoppað var í 60 m og fylgst með hvort vatnsborðið breyttist og var það einnig gert í 72 m. Óverulegar breytingar komu fram. Til marks um það seig vatnsborðið niður um 1 m á u.þ.b. 3 klst. Þegar dýpi var 72 m. Þá var einnig mælt botnfall sem reyndist vera 1,2 m. Skömmu síðar mældist 1 l/s tap í holunni. Ákveðið var að steypa í holuna í þriðja skiptið til að þétta hana vel. Stangir voru settar niður í u.þ.b. 70 m og steyppt í gegnum þær úr 6,5 tonnum af portlandsementi kl 17:30. Undir morgun mánudaginn 15. apríl var byrjað að bora út steypu frá 54 m dýpi. Skömmu áður en komið var niður úr steypu var prófað að þrýsta á holuna eins og áður, en hún hélt ekki. Síðan var steypan boruð út og holan dýpkuð niður í 80 m dýpi. Þá var tekið upp og undirbúin 4. steypingin. Stangir voru settar niður í 76 m og steyppt í gegnum þær úr 6,5 tonnum af portlandsementi kl 21:15-21:30. Nóttina eftir var lóðað niður á steypu á 56,4 m dýpi. Um kvöldið þriðjudaginn 16. apríl kom öryggislokinn, sem beðið hafði verið eftir, en þá um daginn hafði verið undirbúið að koma honum fyrir. Aðfaranótt miðvikudagsins var lokanum komið fyrir og borstrengur settur niður. Um kl 9:40 um morguninn var byrjað að bora út steypu á nýjan leik. Um kl 15 var komið út úr steypu þrátt fyrir að dýpið væri ekki nema um 75 m, en steypan var orðin harðari en grannbergið þannig að krónan leitaði út í það. Skoltap mældist þá rúmir 2 l/s. Þegar komið var niður í 93 m var skoltap mælt á ný og töpuðust þá rúmir 3 l/s og botnfall reyndist vera 7 m. Ákveðið var að bora fram á kvöld, en taka þá upp og undirbúa steypingu. Það átti að freista þess að þétta holuna.

Um kl 2 aðfaranótt fimmtudagsins 18. apríl var steyppt í 5. skiptið þegar holudýpi var 107 m. Stangir náðu niður í 96 m og steyppt var úr 6,5 tonnum af sementi. Steypa náði upp í 86,5 m, en 9 m botnfall var fyrir í holunni þegar steyping fór fram, þannig að ekki voru nema 13,5 m af steypu í holunni. Skömmu fyrir hádegi var byrjað að bora út steypu. Tapmæling var gerð þegar dýpið var 92 m og tapaðist þá ekkert. Á 98 m dýpi var komið niður úr steypu og var þá hafist handa við að blanda gel, því ekki var talið mögulegt að skola svarfi upp úr holunni á annan hátt.

Borun hófst kl. 18 og gekk frekar hægt framan af. Af og til frá 107 m niður í 130 m hrundi inn í holu rétt við krónu og í sumum tilfellum festist borstrengur stutta stund. Á 114 m dýpi linaðist snögglega og gekk borun hraðar. Þá tapaðist stutta stund allt skol (>50 l/s), en þéttist fljótlega alveg aftur. Þaðan og niður í 130 m tapaðist öðru hvoru lítillega af gelinu, og þurfti stöðugt að blanda. Þrátt fyrir að borað væri með geli gekk hálfilla að skola upp, sem benti til þess að mikil skápamyndun ætti sér stað, það kom síðar á daginn þegar holan

var víddarmæld. Borað var niður í 187 m dýpi og þar valinn staður fyrir fóðurrörsenda kl 3:30 laugardaginn 20. apríl. Í borun var álagi haldið nokkuð stöðugu um 7 tonn, en snúningur var 65-85 sn/mín. Notaðar voru sex álagsstengur (7 1/4") og tvær stýringar þ.e. krónustýring, og strengstýring ofan við neðstu álagsstöng.

Nokkuð vel gekk að hreinsa upp úr holunni og um morguninn var aðeins 4 m botnfall í holunni. Skömmu fyrir hádegi var hitamælt inni í borstöngum (mynd 1) og mældist hitinn 16-17°C. Um hádegisbilið var hafist handa við að taka upp úr holunni og síðan var mældur hiti á nýjan leik, vídd og viðnám (sjá mælingakaflegg). Mælingum var lokið rétt fyrir kl 16.

Þá var hafinn undirbúningur að fóðrun holunnar. Fyrstu fóðurrör fóru niður um kl 18. Lokið var við að koma fóðringu fyrir um kl 01 aðfaranótt sunnudagsins 21. apríl og náði hún niður á 183 m dýpi (Tafla 2). Þá um nóttina voru settar niður stangir og skrúfaðar í stungustykkið. Allt var klárt til steypingar um morguninn. Klukkan 10:26 var byrjað að steypa og kl 10:52 var því lokið, en eftirdæling tók 4 mín. Steypa kom upp og reyndist hún hafa e.þ. 1,64 g/cm. Á mynd 2 er sýnt hvernig steypingin gekk fyrir sig ásamt eðlisþyngd og magntölum. Alls voru notuð 33 tonn af sementsblöndu. Á meðan beðið var eftir því að steypan stirðnaði seig steypuborð niður utan með fóðringunni niður á 27 m dýpi. Að morgni 22. apríl var fyllt upp með rörinu með 2,5 tonnum af sementi. Í fóðrunarskýrslu (tafla 2) eru öll helstu atriði er varða fóðringuna og steypinguna. Borun l. áfanga holunnar tók 18 verkdaga, þ.e. frá 18. mars til 22. apríl og er framvinda verksins sýnd á mynd 3.

### 3 JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Á mynd 4 er sýnt jarðlagasnið ásamt borhraða, krónugerð, fóðringum, víddarmælingu og magnhlutföllum pýríts og kalsíts.

Móberg var einkennandi berggaerð, en allþykkur basaltkafla var frá 90 m niður í 131 m. Ennfremur var glerjað basalt frá 146 m niður í 154 m og síðan basalhraunlag frá 154 m niður í 161 m. Í borun hrundi verulega úr basaltkaflanum frá 90 m í 131 m, þó án teljandi vandræða. Víddarmælingin sýnir mikla skápa á þessum kafla. Það má skýra á þá leið, að þrátt fyrir hörku bergsins þá hefur það verið mjög sprungið og sprungur meira og minna opnar án umtalsverðra sprungufyllinga.

Strax í fyrsta sýni frá 55 m dýpi og síðan niður holuna, kom í ljós að

glerjaða bergið var allmikið ummyndað. Það kom ekki á óvart þar sem sumarið 1984 þegar holan var höggboruð, var áætlaður 60°C hiti á u.p.b. 30 m dýpi. Þrátt fyrir að glerið væri að mestu ummyndað í öllum þessum boráfangum, þá var lítið um ummyndunarsteindir aðrar en kalsít og pýrít. Kalsedon virtist vera farið að myndast neðan 120 m dýpis, en það var ákaflega veikburða. Zeólítar sáust ekki, nema ef vera skyldi á 186 m dýpi, en þar voru mjög smáir kristallar e.t.v. philipssít. Ummyndunarsteindir benda til þess að hitastigið sé nokkuð undir 100°C á þessum kafla.

Á mynd 4 eru sýnd magnhlutföll pýríts og kalsíts. Pýrít hefur verið notað til að meta þau svæði sem hafa verið eða eru með háa vatnsleiðni. Í þessari holu virðist ummyndun vera ung og er því pýrít gott til að meta núverandi lekastaði og er það sýnt á mynd 4 með þykum línunum. Engin önnur gögn eru til um nákvæmar staðsetningar á skoltaps-svæðum.

#### 4 MÆLINGAR

Eins og fram kemur í töflu 1 voru fjórar mælingar gerðar í þessum áfanga. Fyrst var hitamælt inni í stöngum 15 mín. eftir að skolun lauk. Á þeirri mælingu kemur fram að holan er mjög köld og hitnaði aðeins um 2°C á 30 mínútum. Aftur var hitamælt eftir að búið var að taka upp kl 13:55 og hafði holan hitnað lítið á milli mælinga. Áætlað er að holan hafi takið við 1/2 l/s í báðum mælingunum. Í víddarmælingunni sem gerð var strax á eftir seinni hitamælingunni kemur fram að holan er mikið útvöskuð og mikið er um skápa sérstaklega á bilinu 90 m - 130 m. Viðnámsmælingin er lítt marktæk sökum mikilla skápa í holunni.

Tafla 1 Mælingar í fyrsta áfanga NJ-11

Dags.	Hvað mælt	Dýptarbil	Ath.
85.04.20	Hiti+ T+CCL	0-174	Mælt inni í stöngum kl 10:25-11:45
85.04.20	Hiti+ T+CCL	0-183	Mælt eftir upptekt kl 13:55-14:15
85.04.20	Vídd	0-175	Kl 14:15-15:15
85.04.20	Viðnám 16"	0-183	Kl 15:15-15:50



**ORKUSTOFNUN**  
**JARDBORANIR RÍKISINS**

**FÓDRUNARSKÝRSLA**

Jötunn

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR	VERKKAUPI	
644-1	NJ-12	Vesjarellir	Titareita Reykjavíkur	
VÍDD HOLU	DÝPT HOLU	FÓDRING NR.	FÓDRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
12 1/4"	802	3	1985.06.26.-28.	1985.06.28. D.S.

<b>FJARLEGD KJALLARABRÚN — KRAGI</b>		0,72 m	
<b>FÓDRING</b>	PVERM. UTAN 9 5/8" INNAN 222,4 mm.		
	GERÐ	PYNGD 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.
<b>STEYPING</b>	SEMENT G blanda	58.000 kg	
	SEMENT Portland	2.000 kg	
	ÍBL.EFNI	kg	
	ÍBL.EFNI	kg	
	TAFAEFNI	kg	EÐLISP. STEYPU 1,7-85
	STEYPUTÆKI Haliburton Stevposamstæða		
	STEYPINGARTÍMI	61 mín	
	EFTIRDÆLING. MAGN 8061	I TÍMI 21	mín
	STEYPA KOM UPP eðlisb 1,69 <input checked="" type="checkbox"/> JÁ <input type="checkbox"/> NEI		
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA Ofan við flans 20cm		
<b>FRÁGANGUR</b>	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR h		
	SEMENT	kg	ÍBL.EFNI kg
	SKORIÐ 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.			

<b>RÖRATALNING</b>		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	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
13,59	24	321,22

05.82 20x30FDH

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

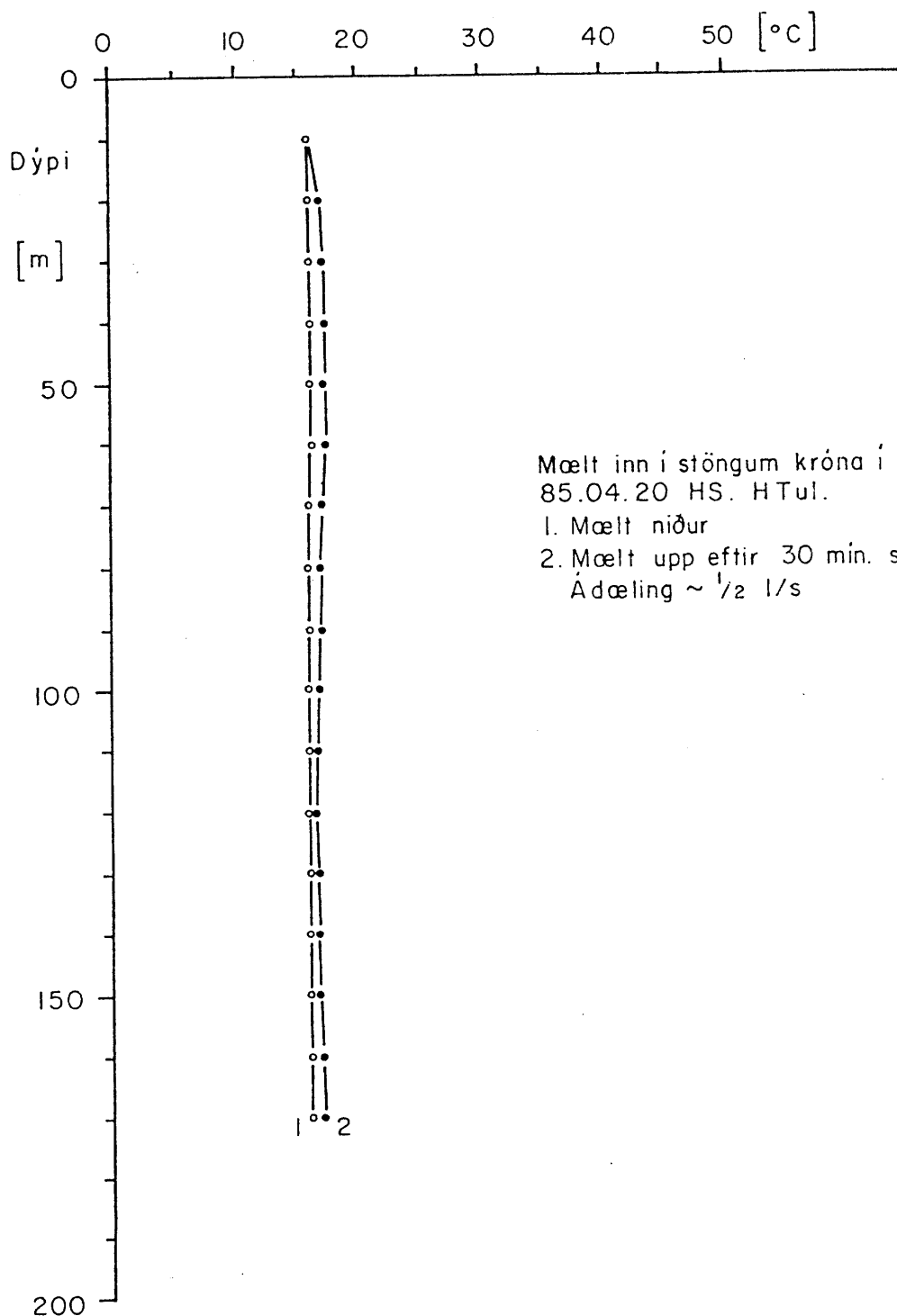


JHD-BM-8715 BS  
85.04.0569 AA

Mynd I

### NESJAVELLIR HOLA NJ-II

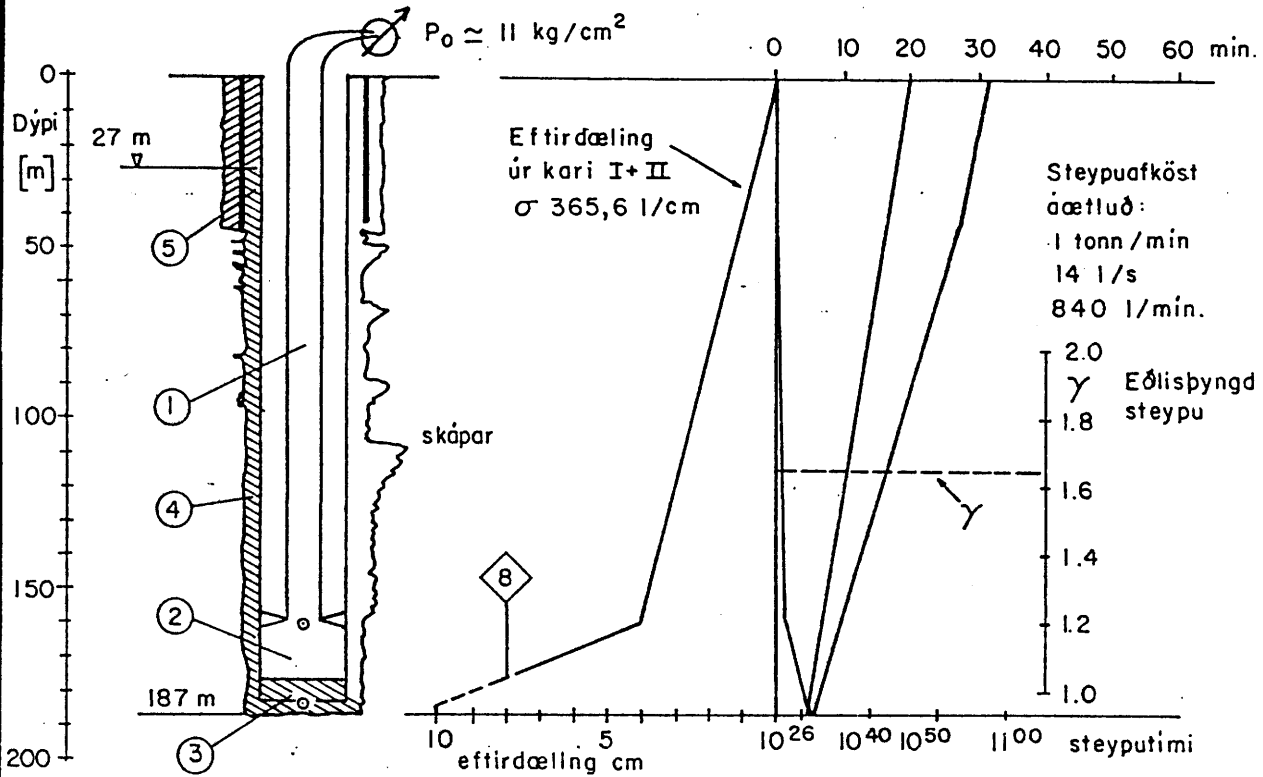
#### Hitamælingar



JBR-8715 S Ben  
85.04.0583 AA

Mynd 2

Steyping 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>" fóðringar í NJ-II



1/m	x	m	=	100% "umfram"
1	9,28	x 158	=	1466
2	85,6	x 24	=	2054
3	155	x 4	=	620
4	65	x 144	=	9360
5	74	x 45	=	3330
				<u>16830</u>
				<u>26810</u>
				840 l/to
				840 l/to

Eðlisþyngd steypu

$\gamma = 1,65$

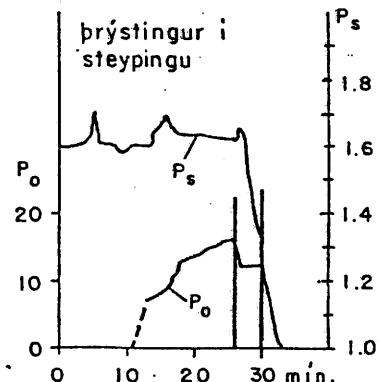
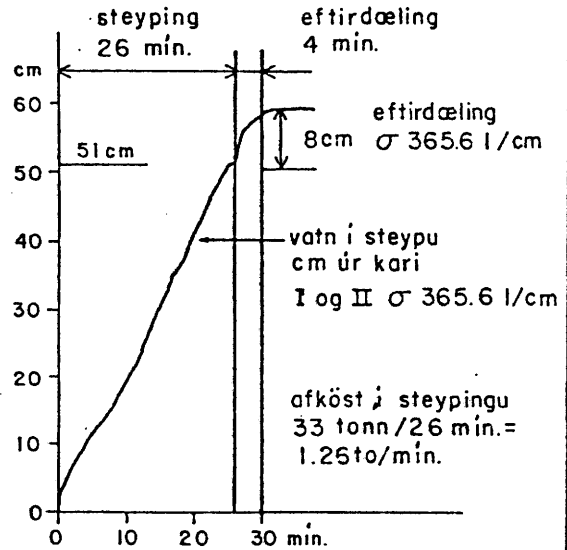
Vatnsþörf ca 56% eða  $32000 \cdot 0,56 = 17920$  l

eða  $\frac{17920}{365,6} = 49$  cm

Eftirdæling:

$9,28 \cdot 158 = 1466$  l  
 $85,6 \cdot 12 = 1027$  l  
 $\frac{2493}{365,6} = 6,82$  cm

Steyp var úr 33 to af sementsblöndu  
 Steypa kom upp en seig í 27 m  
 Steypt ofan á 22/4 kl. 9.30 úr 2,5 to af Portland sementi eðlisþ.  $\gamma = 1,8$



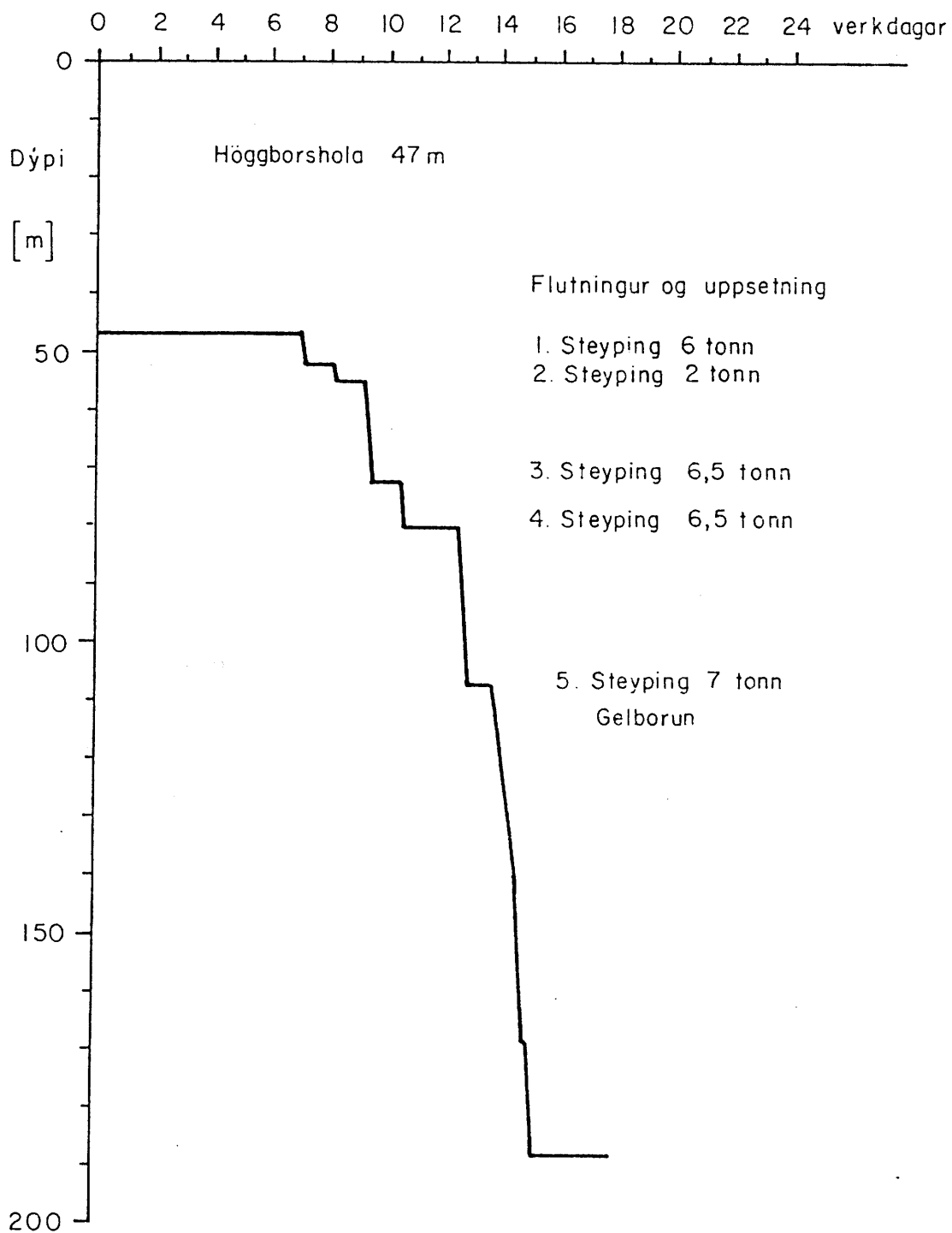


JHD-BJ-8715 ÁsG  
85.04.0570 AA

Mynd 3

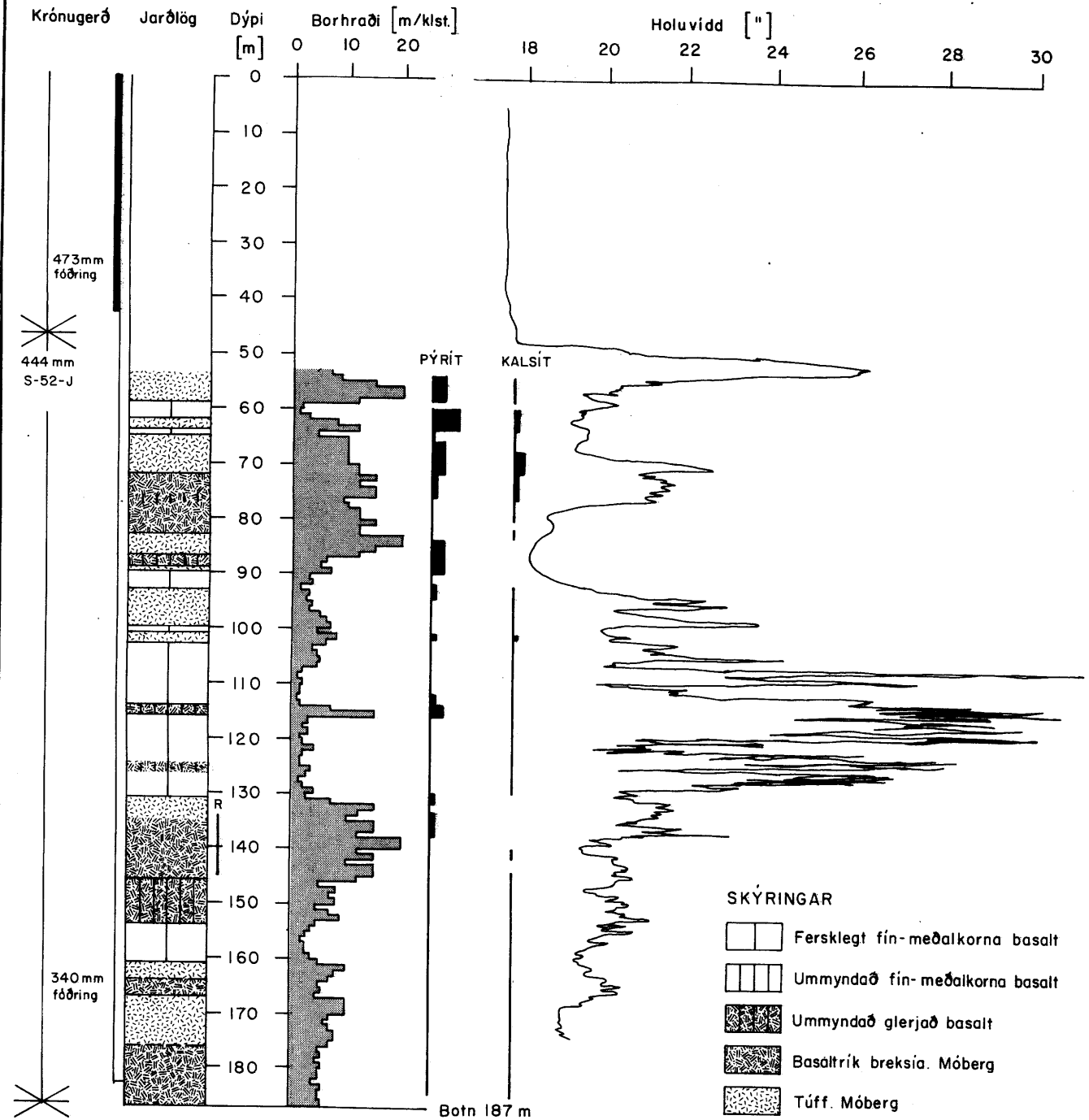
### NESJAVELLIR HOLA NJ-II

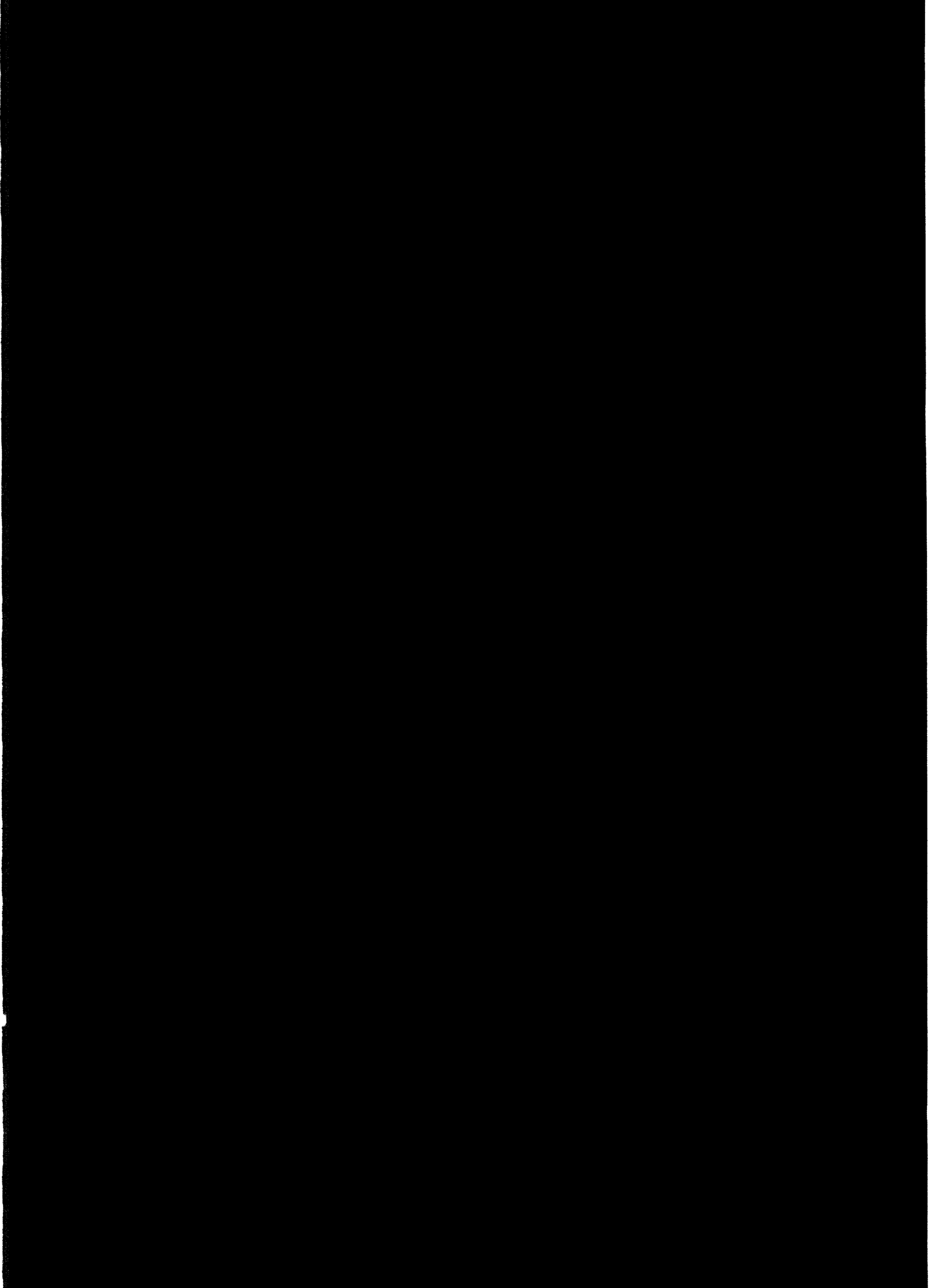
Borun fyrir 13 3/8" fóðringu

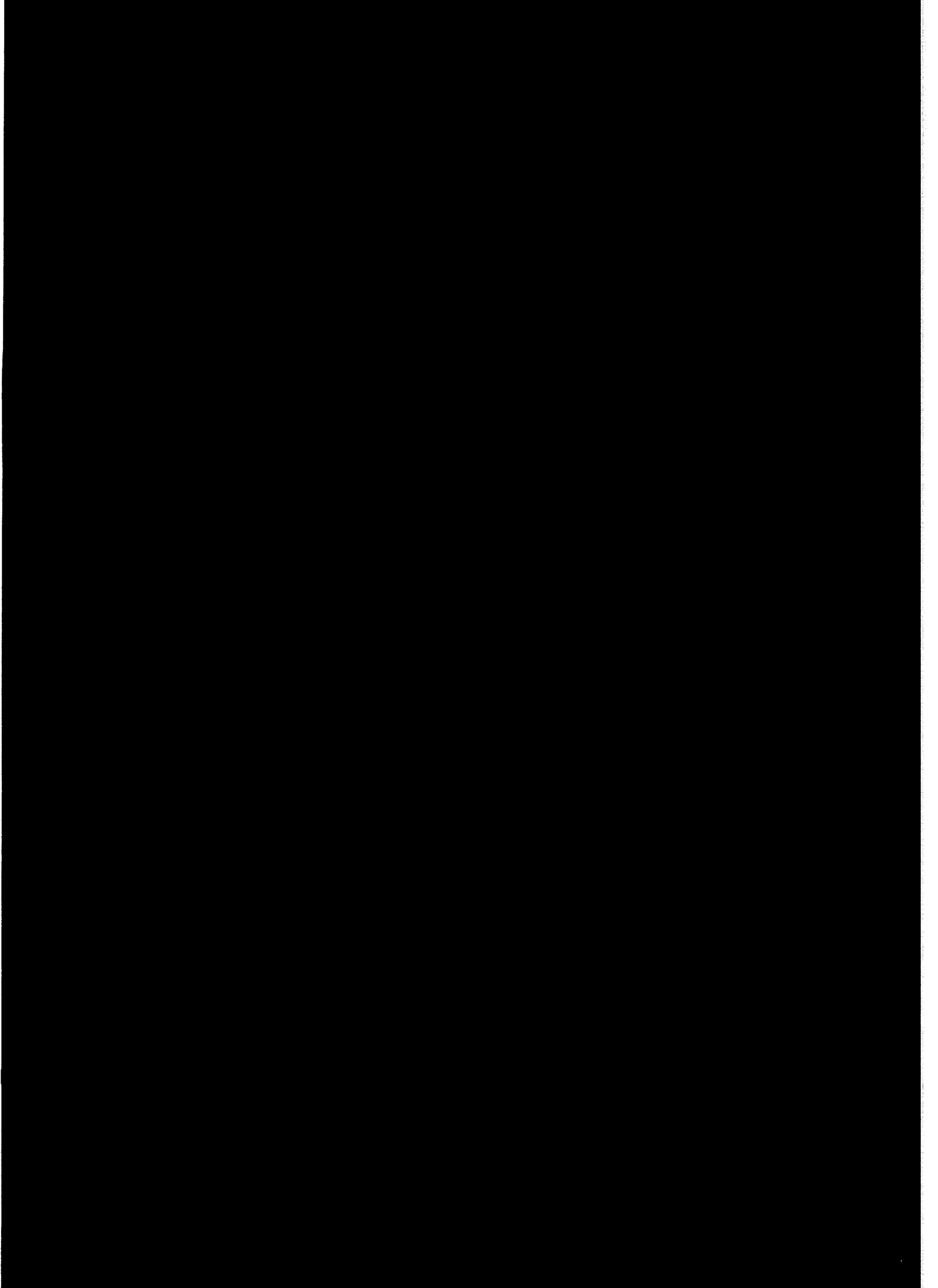


JHD-BJ-8715 ÁsG.  
85.04.0571 AA

### NESJAVELLIR HOLA NJ-II







## 1 BORSAGA

Borun 2. áfanga holu NJ-11 hófst undir kvöld þriðjudagsins 23. apríl 1985, í 187 m dýpi. Notuð var 316 mm (12 1/4") króna af gerðinni FP-62-J. Verkinu miðaði vel áfram framan af og var meðalborhraði um 9 m/klst. Daginn eftir kl. 15:10 var skorin æð á 416-420 m dýpi og gaf hún inn í holuna um 6 l/s. Hún hitnaði fljótt upp og fáeinum mínútum síðar var hitinn á skolvatninu sem upp kom um 50°C, en þá var öryggislokum lokað að stöngum og dælt á holuna til að kæla hana. Hún tók við 18-20 l/s við 300-350 PSI. Ákveðið var að steypa í æðina, en áður en til þess kom var boruð niður ein stöng til viðbótar, niður í 433 m, ef vera skyldu einhverjar æðar þarna skammt neðan við. Svo reyndist ekki vera, en dæling var sett á og holan kæld til miðnættis. Aðfaranótt fimmtudagsins 25. apríl voru borstangir tíndar upp úr holunni og lagðar út á rekka, en öðru hvoru var stoppað til að kæla. Ákveðið var að steypa í gegnum krónu og var hún tekin upp í 167 m dýpi, þ.e. upp í öryggisfóðringu. Að morgni sumardagsins fyrsta (25. apríl) kl 10:53 var byrjað að steypa og því ásamt eftirdælingu lokið kl 11:48. Alls var stept úr 9 tonnum af portlandssementsblöndu. Á mynd 1 er sýnt hvernig steypingin gekk. Gert var ráð fyrir að steypan hefði farið mestmegnis út í æðina og aðeins lítill hluti hennar væri í holunni. Po fór hæst í 6,3 þar meðan á steypingu stóð og lækkaði síðan eftir því sem steypusúlan varð lengri í holunni, en afköst voru yfir tonn/mín. Í eftirdælingu var Po ekki látinn fara yfir 10 bar. Þrýstingur (Po) var 5-6 bar eftir að steypingu lauk og hélst þar. Því var ljóst að æðin hafði ekki þéttst og var því undirbúin 2. þéttisteyping. Áður en steyping hófst voru öryggislokar opnaðir og runnu þá upp um 4 l/s í u.þ.b. 2 mínútur, en þá var lokað fyrir á ný. Klukkan 16:56 var byrjað að steypa og því ásamt eftirdælingu lokið 17:58. Stept var úr 9 tonnum af portlandssementsblöndu. Á mynd 1 er sýnt hvernig steypingin gekk. Po var öllu hærri í þessari steypingu, en á undan. Hann var í 11-14 bar framan af en í lokin var hann kominn yfir 16 bar (það var hámarks aflestur á mæli). Í eftirdælingu var Po á bilinu 18-25 bar, en það var fyrst og fremst háð dæluhraða hversu hátt hann steig, en greinilegt var miðað við fyrri steypinguna að fyrirstaða var nú meiri. Fljótlega eftir að steypingu lauk var athugað með holutoppþrýsting og hafði hann þá fallið niður í 0 úr rúmum 5 bar. Þótti því sýnt að þéttiaðgerð hefði tekist. Samkvæmt mældu rúmmáli þess, sem fór ofan í holuna, átti efra borð steypu að vera á um 400 m dýpi. Áður en steypuborun hófst, var tekið upp úr holunni og gert við einstreymisloka, en hann var hættur að virka eftir steypingarnar.

Um kl 5 að morgni föstudagsins 26. apríl var komið niður á steypu í 219 m dýpi. Það var alls ekki eins og búist var við. Steypan var þar samt og því byrjað að bora hana út. Fyrir hádegi, þegar komið var

niður á 260-270 m dýpi, virtist krónan að mestu komin út úr holunni, þar sem steypan var orðin harðari en grannbergið. Álagið var þá minnkað til að freista þess að finna holuna á ný. Milli klukkan 14 og 15 þegar komið var niður á 290 m dýpi þá nánast datt strengurinn niður um eina 7 m og var því ljóst að komið var í holuna aftur. Reynt var að laga þann sveig, sem líklega hafði myndast á kaflanum þarna ofan við, með því að renna krónunni þar nokkrum sinnum upp og niður með snúningi á. Á miðnætti var dýpið orðið 396 m og enn borað í steypu. Niður í 420 m var 90-100% steypa í öllum sýnum, en þaðan frá og niður í 433 m, eins og holudýpið var fyrir steypingu, var lítil sem engin steypa. Hallamælt var á 380 m dýpi og var hallinn  $1,2^\circ$ . Þegar komið var í 414 m varð vart við, þegar bætt var í stöng, að farið var að renna upp úr holunni og mældist það um 3 l/s. Á mynd 2 er sýnt hvernig steyptist í holuna. Það var orðið ljóst að nánast engin steypa hafði farið út í æðina. Samkvæmt gögnum um holu 3 þá kom inn æð með yfirþrýstingi í henni á um 400 m dýpi og á 470 m rúmum kom inn önnur æð með undirþrýstingi. Ekki var það sjálfgefið að þetta mundi verða eins í þessari holu, en í þeirri von var borað áfram niður. Það var gert á þann hátt að bora niður stöng eða stangir og stoppa síðan og loka að stöngum með öryggisventlum. Síðan var dælt á holuna í 1-2 tíma til að kæla æðina í 416-420 m. Þegar komið var í 480 m þá var stoppað og mæld skolvatnsaukning, sem var orðin um 6 l/s. Á miðnætti var dýpið 500 m. Í ádælingu milli þess að borað var, þá tók holan við 12 l/s við 300 PSI og Po reyndist vera um 5 bar. Það hélst nokkuð svipað allan tímann. Skömmu eftir miðnætti sunnudagsins 28. apríl eða um kl 01, þá var stungið á allmikilli æð á 508 m dýpi. Hún var með yfirþrýsting og megnan gasfnyk lagði upp úr holunni og breiddist yfir borsvæðið. Ennfremur hækkaði hitastig úr  $35^\circ\text{C}$  í  $60^\circ\text{C}$  á fáeinum mínútum. Þá var lokað að stöngum með öryggislokum og dælt á holuna. Nú tóku æðarnar við 24 l/s við 300 PSI og Po var svipaður og áður eða 5,3 bar. Það var því sýnt að engan undirþrýsting væri að finna þarna í bráð þ.e.a.s. í þessum boráfangi. Reynt var að halda áfram borun þá um nóttina en aðeins tókst að bora niður eina stöng og var það gert í tveimur áföngum, þar sem holan hitnaði það skart upp. Undir morgun var mæld skolvatnsaukning sem reyndist vera 36 l/s. Þar sem verulega var farið að styttast í fóðringardýpi þá var ákveðið að freista þess að halda áfram á þann hátt að bora niður eina stöng og kæla svo holuna vel eftir það og síðan bora aðra og kæla síðan koll af kalli þar til fóðringardýpi væri náð. Á mynd 3 er sýnt hvernig staðið var að borun þessa síðustu metra. Fóðringardýpi var ákveðið á 566 m dýpi aðfaranótt mánudagsins 29. apríl kl 01:38. Skolað var upp úr holu eins og aðstæður leyfðu, síðan var lokað að stöngum og holan kæld með dælingu í gegnum krónu til kl 02:30. Þá var 20 l/s dælingu komið á í gegnum kæfingarstút. Fljótlega upp úr því var byrjað að hitamæla innan í stöngum (kl 02:45 - kl 04:30). og eru niðurstöður sýndar á mynd 4. Holan kældi sig niður á 510 m dýpi en meginhluti kælivökvans fór út í 416-420 m æðina.



Fylgst var með skolvatnsbreytingum meðan á borun stóð og eru þær sýndar á mynd 5 ásamt einfölduðu jarðlagasniði, meðaltalsborhraða fyrir hverja 10 m, halla, dælingu og þrýstingi á dælum. Ekki náðist í tíma að vatnsborðsmæla meðan undirþrýstingur var í holunni.

Uppteikt borstrengs við þessi skylyrði var seinleg, tekinn var upp 1 standur (3 stengur) úr holunni, lokað og dælt 35 l/s í 15-20 mín. síðan annar standur og þá dælt og þannig koll af kolli uns allt var uppi. Ekki var álitlegt við þessar aðstæður að setja niður fóðurrörin svo tekið var það ráð að blanda þungan leðjutappa (eðlisþyngd 1,5) í holuna til að halda henni niðri meðan á fóðringu stóð. Dælt var niður sem svaraði 70 lengdarmetrum í holuna af mjög þykkri gelblöndu og ofan á það sem svaraði 150 lengdarmetrum af þykkri blöndu með þyngdarefni. Í blöndur þessar fóru 69 pokar af bentoníti og 240 pokar af þyngdarefninu barít. Þessar blöndur nægðu til að halda holunni niðri þann tíma er fór í að koma niður fóðringunni. Að því loknu var holan skoluð út og var þar með tilbúin til steypingar er settar höfðu verið stengur niður að neðsta röri og þær tengdar þar við "FLOAT COLLAR" er þar var á milli 1. og 2. rörs. Rétt þótti að kæla holuna mjög vel niður áður en steyping hæfist og var dælt niður 35 l/s í um 10 klst. Steyping hófst kl 06:55 aðfaranótt 1. maí. Steypt var niður í gegnum stengur úr 31 tonni af sementsblöndu en síðan teknar upp 10 stengur og því næst steypt niður með fóðringunni að utanverðu úr 30 tonnum af portlandssementi. Allt var þetta steypt með lokað að fóðringu. Stoppað var síðan í rúman 1 tíma en því næst opnaður lokinn er lokaði fóðringunni og steypt úr 8 tonnum. Holan var nú svo til fullsteypt og var klukkan þá 11:27 (mynd 6), þó var talið að steypan myndi síga eitthvað niður en það fór á annan veg. Eftir tvo tíma fór steypan að renna upp úr holunni svo loka varð öryggisventli utan um fóðringuna í snatri. Ekki þótti fært annað en dæla steypunni niður aftur þar sem hætta var á vatnspokamyndun að öðrum kosti. Efra borð steypunnar átti að vera í 200-210 metrum að dælingu lokinni. Við sementsbondmælingu (CBL) nokkrum tímum síðar kom í ljós að steypan var nokkuð öðruvísi en ætlað var og varla neitt hægt að fullyrða hvernig hún liti út. Holan var nú farin að byggja upp þrýsting og við ádælingu 10 tímum eftir að steypan fór að renna upp, tók holan við miklu vatni án verulegs mótþrýstings. Eftir nokkra dælingu var aftur CBL-mælt og var þá svo að sjá sem steypa væri engin niður í 130 m, en einhver og sennilega alger hroði þaðan niður í 310 m. Ekki var um annað að gera en steypa meira þar sem allt var óþétt. Hitamæling gerð einnig niðurstöður CBL-mælingarinnar mjög sennilegar. Allt sement var upp urið á borstað og varð að bíða eftir því til næsta dags, 2. maí. Klukkan 14:10 var steypt úr 18 tonnum með öryggisloka lokaðan. Fyrstu 10 mínúturnar var dælt þunnu steypulapi en síðan þykkri steypu (e.þ. 1,8). Er líða tók á steypinguna fór að byggjast upp all mikill þrýstingur (Po ≈ 27 bar)

sem staðfesti loks að nú mundi vera vel stept (mynd 6). Steypa náði svo upp í ventla er tekið var ofan af holunni. Hitaveita Reykjavíkur hafði fyrir fáum dögum fengið að láni WKM loka til að setja á holuna sem aðal holuloka. En er setja átti hann á að morgni 3. maí kom í ljós að hann var af stærðinni 12" og passaði engan veginn. Fenginn var þá að láni ventill sem var í Bjarnarflagi í Mývatnssveit og vörubíll sendur með hann að norðan. Til Nesjavalla kom hann svo á miðnætti svo þá fyrst var hægt að hefja frágang holutopps. Á meðan beðið var eftir WKM-lokanum að norðan var síðasta steypingin CBL-mæld. Mælt var í 330 m, þ.e. niður fyrir fyrra steypuborð. Reyndist steypingin hafa tekist vel. Nánari upplýsingar um fóðringu og steypingu eru sýndar í töflu 2. Framvinda borunar er sýnd á mynd 7, en 2. áfangi tók alls 11 verkdaga, þ.e. frá þriðjudeginum 23. apríl til föstudagsins 3. maí að báðum dögum meðtöldum.

## 2 JARÐLÖG OG UMMYNDUN.

Á mynd 8 er sýnt einfaldað jarðlagasnið ásamt líklegri dreifingu ummyndunarsteinda. Megin atriði jarðlagaskipaninnar koma þar fram. Túff sést frá fóðringarenda og niður á tæpa 220 m dýpi og neðst í því er nokkuð af glerjuðu basalti. Frá tæpum 220 m og niður í 255 m eru þunn basaltlög aðskilin af túffi. Frá 255 m og niður í rúma 300 m eru túff og þunn blöðrótt basaltlög til skiptis. Þaðan er túff ráðandi berggerð niður í 395 m dýpi, en í neðri hluta þess eru nokkur þunn fínkornótt basaltlög. Fínkornótt basalt er síðan ráðandi niður í fóðringardýpi á 566 m, en þunn túff og breksíulög skija þau að.

Allt bergið, sem skorið var í þessum áfanga er að meira eða minna leyti ummyndað. Þó glittirvíða á ferskt gler niður í tæplega 300 m dýpi, en þar neðan við er það allt ummyndað. Í lauslegri athugun á dreifingu ummyndunarsteinda (mynd 8) sést, að nokkuð skörp skil verða á u.þ.b. 400 m dýpi. Zeólítar og leir eru einkennandi þar niður, en í 400 m sjást skyndilega kvars og wairakít auk þess sem breyting verður á leirnum og eru þessar steindir síðan einkennandi niður í fóðringardýpi. Þar sem æðarnar á 416-420 og í 508 m voru skornar var mikil aukning í ofangreindum steindum ennfremur jókst magn pýríts þar til muna.

Út frá dreifingu ummyndunarsteinda er líklegt að hiti fari yfir 200°C á um 400 m dýpi, en engin merki eru sjáanleg um það, að hiti fari yfir 230°C áður en fóðringardýpi var náð. Við nánari úrvinnslu gagna kemur þetta væntanlega skýrar í ljós.

### 3 MÆLINGAR.

Mælingar í öðrum áfanga eru upptaldar í töflu 1. Eins og fram hefur komið lauk síðari steypingu kl 11:27 en um kl 14 fór steypa að koma upp milli fóðringa. Steypunni var þá þrýst niður aftur og var áætlað að steypuborðið væri í ca 240 m. Byrjað var að hitamæla inni í stöngum kl 17:38 (mynd 9). Hæsta hitastig mældist við stungustykkið rúmlega 90°C. Holan var kæld í um 1 klst. fyrir upptekt á stöngum en síðan var ráðist í CBL-mælingu. CBL-mælingin sýnir steypuskil í tæpum 140 m, en steypa var þó ekki búin að ná fullum styrk. Þessu næst var opnað út á milli fóðringa og þegar hægt var að dæla þar 10-20 l/s niður án verulegrar þrýstingsaukningar var steypumælt aftur með 8 l/s dælingu. Þá var að sjá að steypugæði hafi versnað í efsta hlutanum við dælinguna eða niður í 310-320 m. Þá var hitamælt kl 00:52-01:26 og önnur hitamæling gerð kl 08:45-09:17 eða tæpum 8 klst síðar til að áttasig á hvar þessir 8 l/s færu út úr holunni. Þessar hitamælingar eru sýndar á mynd 9 og sýna ljóslega að þessi ádæling kælir holuna niður í rúmlega 300 m. Aftur var steypumælt kl 09:26-10:33 og sýnir sú mæling steypuborðið í holunni í 305-310 m. Þess má geta að á 400-420 m og 445-495 m virðist um lélegri steypu að ræða en annars staðar í holunni. CBL-mælingin eftir síðustu steypingu sýndi loks góða steypu niður í 330 m.

TAFLA 1 Mælingar í NJ-11. Annar áfangi

Dags.	Klukkan	Hvað mælt	Dýptarbil	Aths.
850429	02:40-04:30	Hiti-ΔT-CCL	0-550	Mælt innan í stöngum
850501	17:38-18:10	Hiti-ΔT-CCL	0-530	Síðari steypingu lauk kl 11:27
- " -	21:48-22:30	CBL	0-530	Steypuborði þrýst niður kl 14 eftir að steypa tók að koma upp milli fóðringa
- " -	23:44-00:15	CBL	0-460	Dælt 8 l/s niður á milli fóðringa frá kl 23:00 (1. maí)
850502	00:52-01:26	Hiti-ΔT-CCL	0-510	- " -
- " -	08:45-09:17	- " -	0-540	- " -
- " -	09:26-10:33	CBL	0-500	- " -
850503	17:06-17:21	Hiti-ΔT-CCL	0-330	Steypingu lauk 85.05.02 kl 14:30
- " -	17:30-19:00	CBL	0-330	- " - - " - - " -

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR		VERKKAUPI
643-1	NJ-11	Nesjavellir		Hitaveita Reykjavíkur
VÍÐD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
12 1/4"	566 m.	3	1985.04.29.-05.03	1985.05 D.S.

FJARLÆGD KJALLARABRÚN — KRAGI		2,64 m		
PVERM. UTAN 9 5/8"		INNAN 222,4 mm.		
GERÐ		ÞYNGD 43,4 lbs/ft		
FÓÐRING	TENGI Skrófuð Buttress			
	NOTAÐ 564,23 m	FRÁ KRAGA 557,67 m		
	KRAGI (FLANGS) Í Slýf við holuflans			
	SKÓR Float Shoe og Float Collar röri ofar			
	MÍÐJUST. 13 stk.	STEYPUT. 0 stk.		
	STEYPIG	SEMENT 72.000 kg		
SEMENT kg				
ÍBL.EFNI Perlusteinn kg				
ÍBL.EFNI Kísilsalli og gel kg				
TAFAEFNI 0 kg		EDLISP.STEYPU 1,8		
STEYPUTÆKI Haliburton Steypusamstæða				
STEYPIGARTÍMI 32 + 41 + 17 mín == 90 mín				
EFTIRDÆLING.MAGN 1 TÍMI mín				
STEYPA KOM UPP <input type="checkbox"/> JÁ <input checked="" type="checkbox"/> NEI				
DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA ekki vitað m				
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR 1 h. -3 h. og 30 h			
	SEMENT 18.000 kg	ÍBL.EFNI 0 kg		
	SKORID OFAN AF EFTIR 43 h			
	STEYPA BORUD EFTIR 81,5 h			
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI 544,6 m			
VERKTÍMI RÖR	STEYPA	TOPPUR	TAFIR	ALLS
h 5,5	1,5	9,0	16,0	125,0
ATH. Steypt var úr 30 tn. gegn um stengur, en stór æð var í 509 m. 1 klst seinna steypt úr 34 tn. utanmeð og enn 2 klst. þar eftir úr 8 tn. 2 klst seinna fór steypa að renna upp og var þá dælt niður í 210 m. Opið var milli fóðringa og 30 klst frá steypu 1 var steypt utanmeð úr 18 t. Sú steypa náði alveg upp og mælingar segja góða steypu í allri holunni.				

05.82 20x30FDH

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
4,04	1	4,04
12,05	2	16,09
11,94	3	28,03
11,75	4	39,78
11,78	5	51,56
11,70	6	63,26
11,88	7	75,14
10,98	8	86,12
10,52	9	96,64
12,02	10	108,66
11,78	11	120,44
11,55	12	131,99
11,68	13	143,67
12,28	14	155,95
11,54	15	167,49
11,86	16	179,35
11,81	17	191,16
11,84	18	203,00
11,77	19	214,77
11,65	20	226,42
11,82	21	238,24
11,83	22	250,07
11,76	23	261,83
11,60	24	273,43

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

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTADUR	FÓÐRING NR.	BLS.
643-1	NJ-11	Nesjavellir	3	2

RÖRATALNING			RÖRATALNING			RÖRATALNING		
LENGD	NR	ALLS m	LENGD	NR	ALLS m	LENGD	NR	ALLS m
11,88	25 <sub>x</sub>	285,31						
11,91	26	297,22						
11,79	27	309,01						
12,27	28 <sub>x</sub>	321,28						
12,02	29	333,30						
10,87	30	344,17						
10,94	31 <sub>x</sub>	355,11						
11,48	32	366,59						
12,45	33	379,04						
12,21	34 <sub>x</sub>	391,25						
11,51	35	402,76						
11,21	36	413,97						
12,36	37 <sub>x</sub>	426,33						
11,85	38	438,18						
11,65	39	449,83						
11,73	40 <sub>x</sub>	461,56						
11,87	41	473,43						
11,70	42	485,13						
12,06	43 <sub>x</sub>	497,19						
11,94	44	509,13						
11,73	45	520,86						
11,82	46 <sub>x</sub>	532,68						
11,88	47	544,56						
0,73	Float colla	545,29						
11,85	48	557,14						
0,53	Float Shoe	557,67						

← Gengjur mjög skemmdar af ryði →



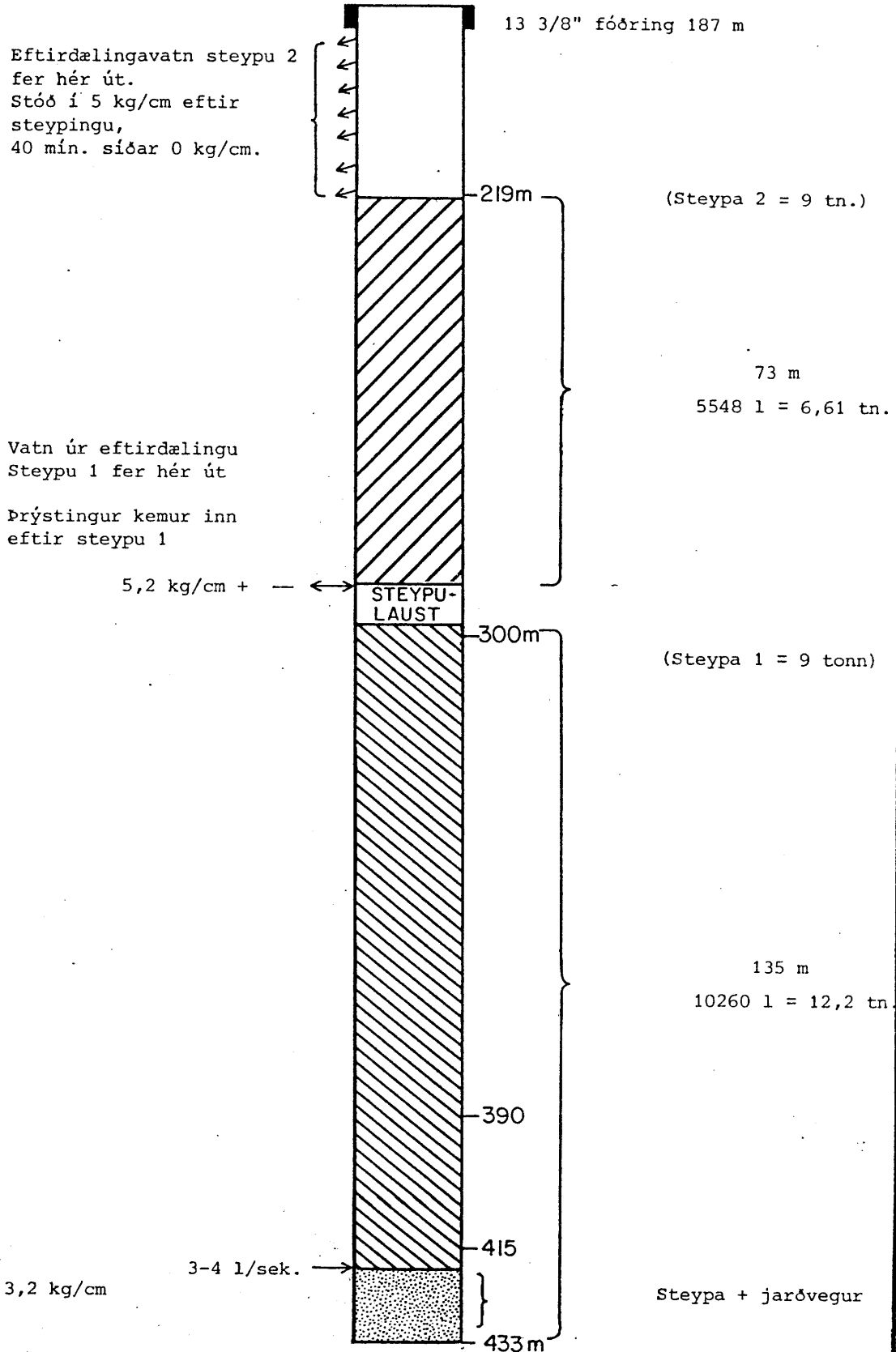


JHD BJ 8715 ÁsG  
8505 0678 IS

Mynd 2

### NESJAVELLIR HOLA NJ-II

Eftir þéttisteypingar



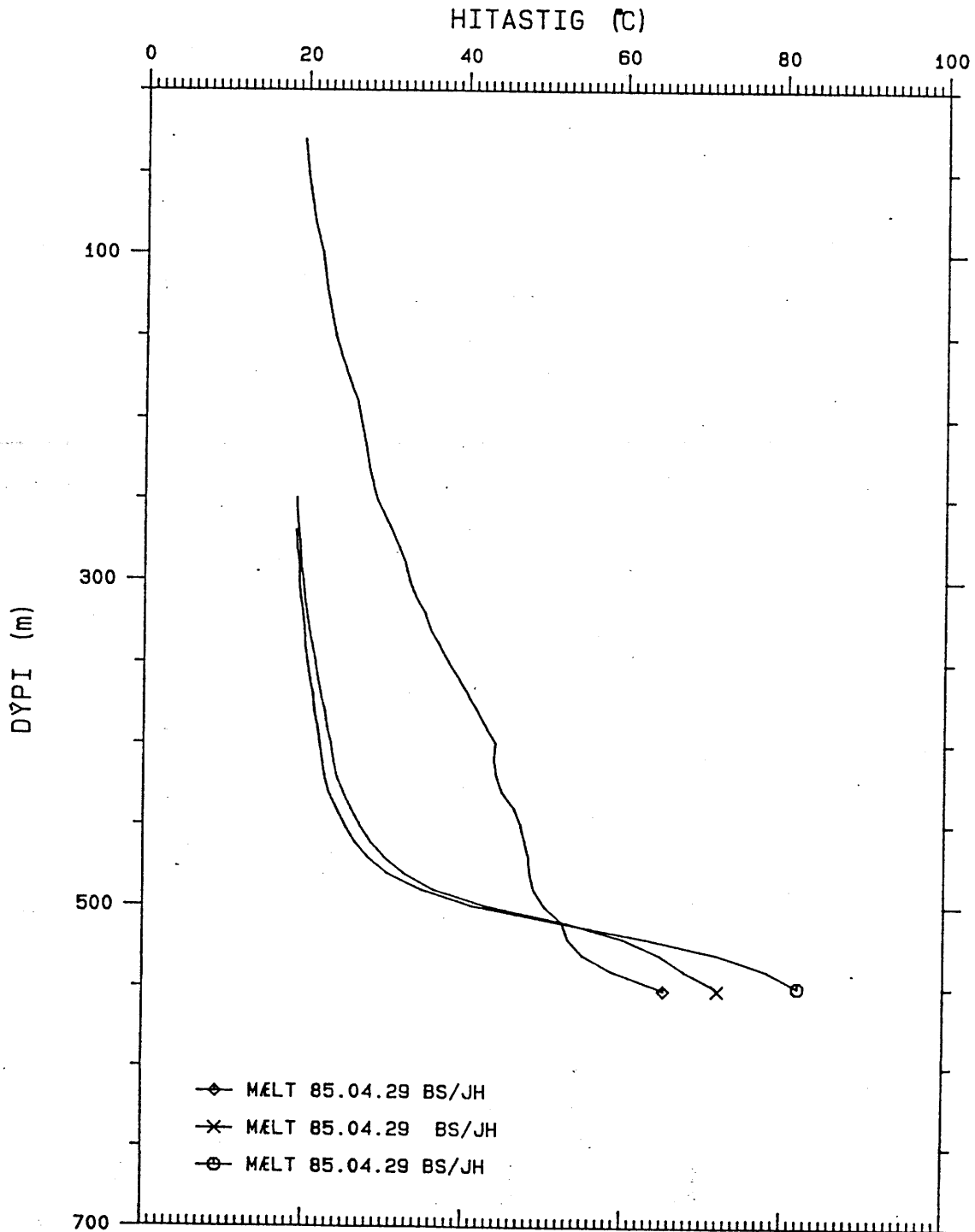




Mynd 4

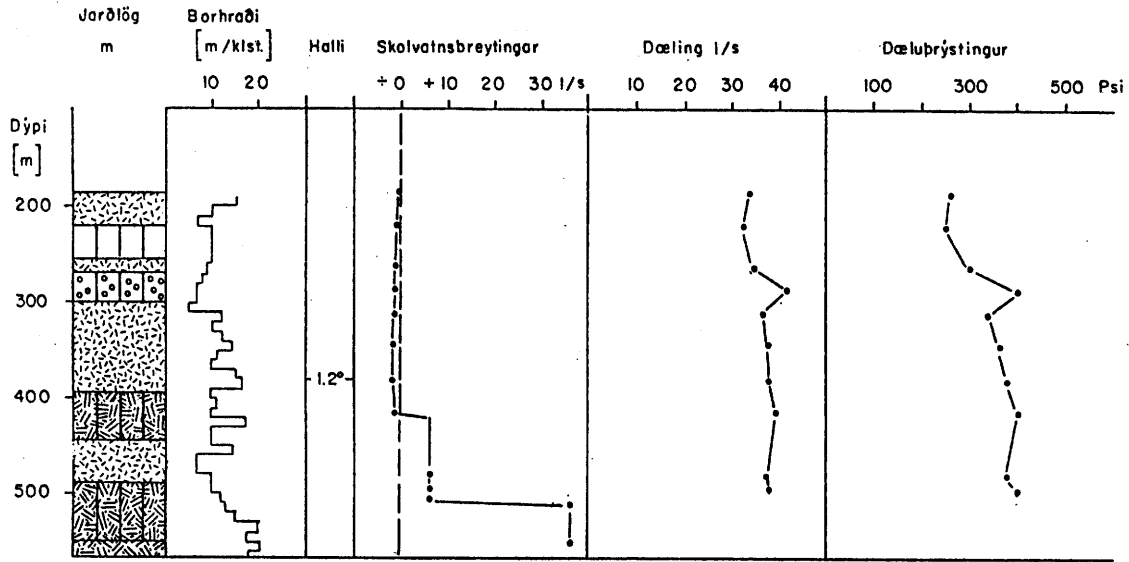
JHD-BJ-8715 A<sub>S</sub>G  
85-05-0636 T

HITAMÆLINGAR NJ-11 85.04.29



JHD-BJ-8715 ÁsG.  
85.05.0637 AÁ

NESJAVELLIR HOLA NJ-11  
Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun.



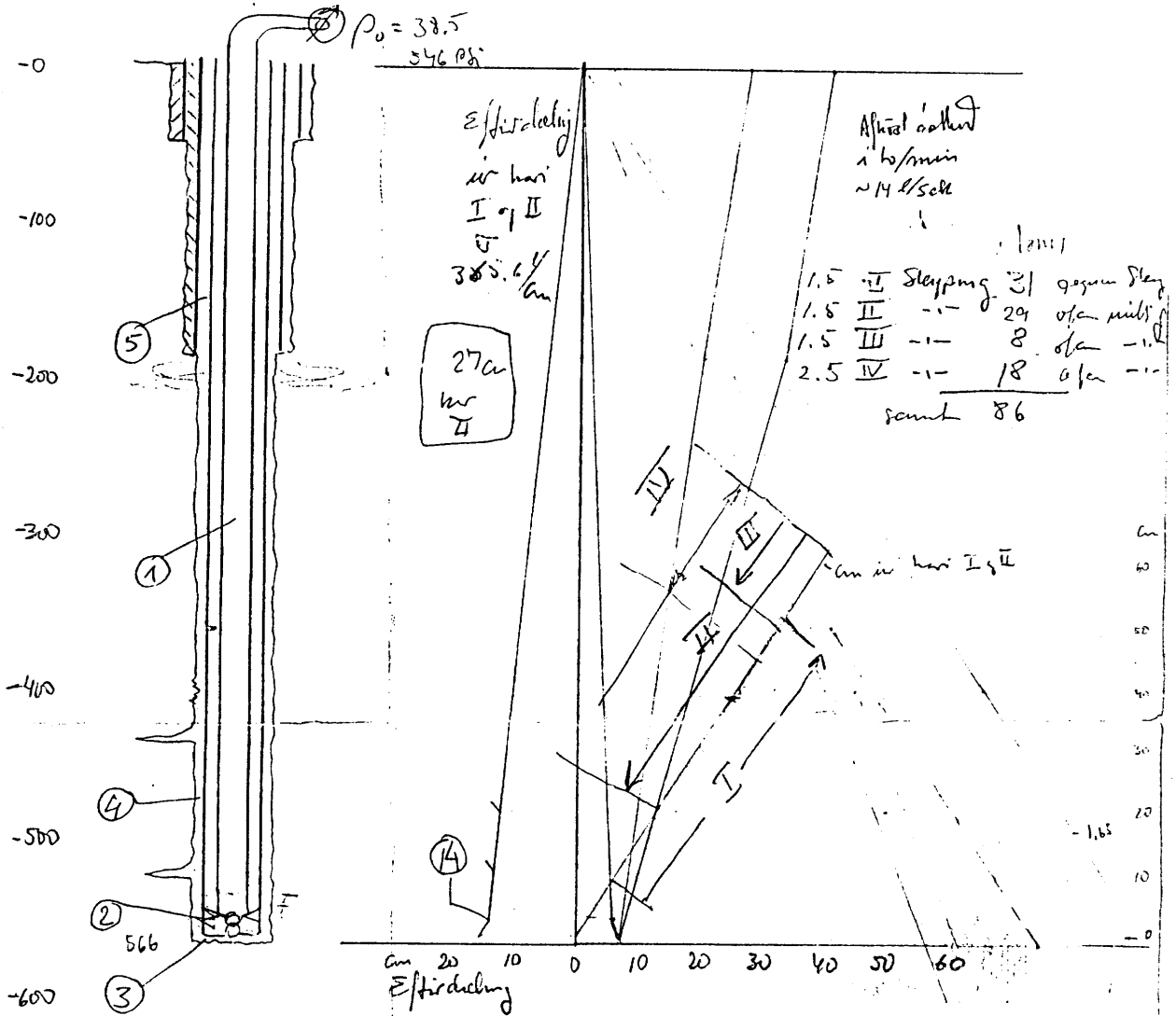
SKÝRINGAR

- |  |                          |  |                         |          |  |               |
|--|--------------------------|--|-------------------------|----------|--|---------------|
|  | Ummyndað flnk. basalt    |  | Ummyndað glerjað basalt | } móberg |  | Túff (móberg) |
|  | Ummyndað blóðrótt basalt |  | Basalt-breksía          |          |  |               |

MYND 5

Stepping 9 5/8" diameter  
 NY-11

85-04-30 SBE  
 85-05-01 SBE



- ①  $9.88 \times 550 = 5104$
- ②  $39 \times 12 = 468$
- ③  $76 \times 4 = 304$
- ④  $29 \times 377 = 10933$
- ⑤  $33.7 \times 183 = 6167$

$\frac{22976}{840} = 27.35$       $\frac{34213}{840} = 40.73$

Turn min     Data 56%     kas I+II  
 6      $3402 \text{ l}/365.6 = 9.3 \text{ cm}$   
 6.6  
 7 - 7.4      $3917 / 365.6 = 10.71 \text{ cm}$   
 20 - 33.1      $10933 / 365.6 = 29.64 \text{ cm}$   
 27.4 - 40.7      $42 \text{ cm}$       $62.3 \text{ cm}$

⑤  $33.7 \times 183 = \frac{6167}{840} = 7.4 \text{ to}$       $5411 / 365.6 = 14.8 \text{ cm}$

840 l/10  
 55% xct  
 $n = 1.8$

6. Sen  
 $n = 1.7$   
 Data 66%  
 $1027 \text{ l}/10$

$n = 1.65$   
 Data 56%  
 $840 \text{ l}/10$

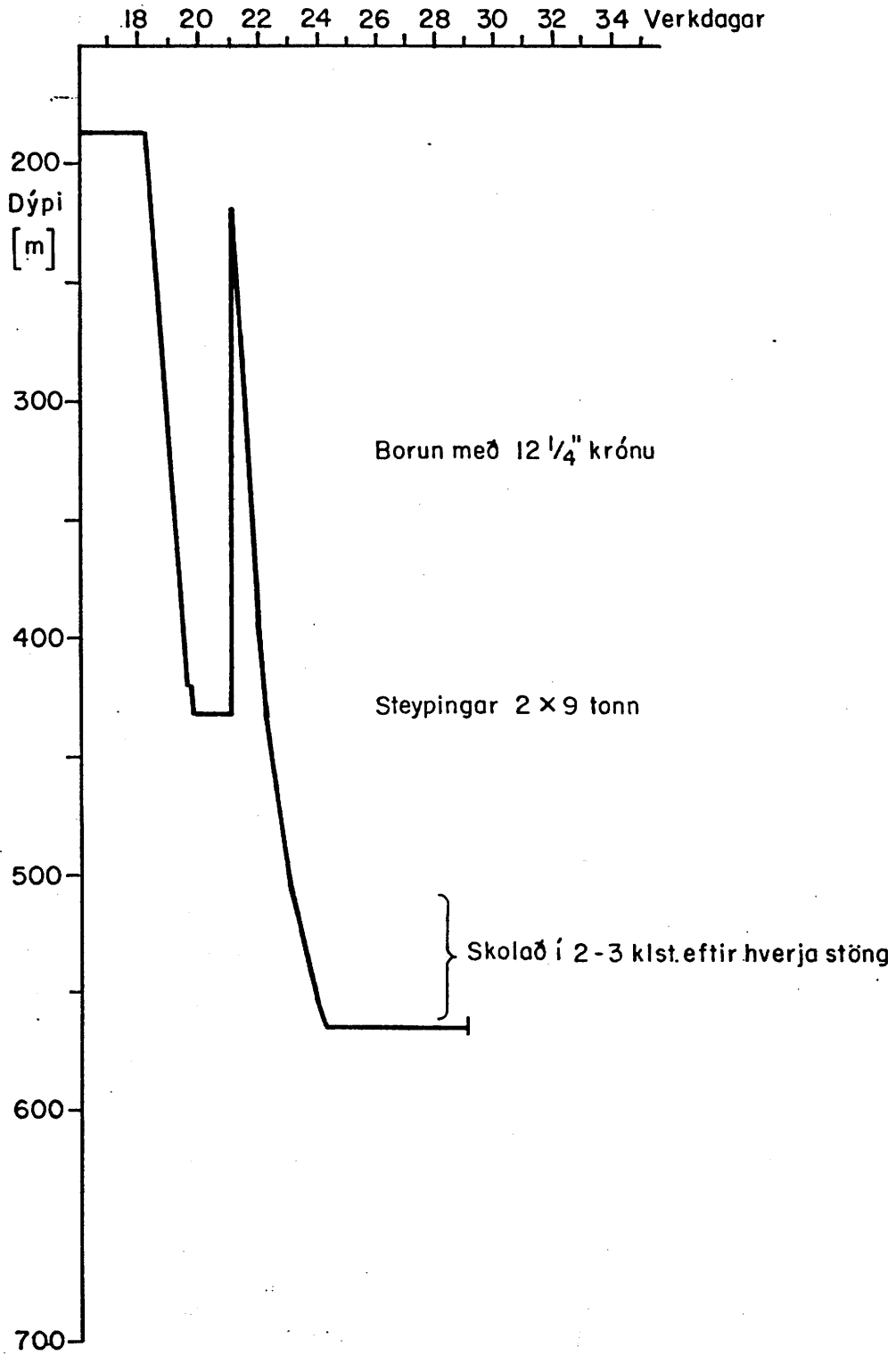
- 12  $n = 1.74$
  - 13 1.56
  - 14 1.68
  - 15 1.80
- 13.5  $n = 1.62$   
 14.5  $n = 1.74$

1-5 Botom Gubuk. Stepan kl 14 cm  
 2-5 Bot Stepan melis. Janti. ude 310 m  
 4-5 Bot Stepan melis. ude 310 m  
 of keiff. kl melis. par par ude

JHD BJ 8715 ÁsG  
85 05 0615 IS

NESJAVELLIR HOLA NJ-II  
Borun fyrir 9 5/8" fõðringu

Mynd 7



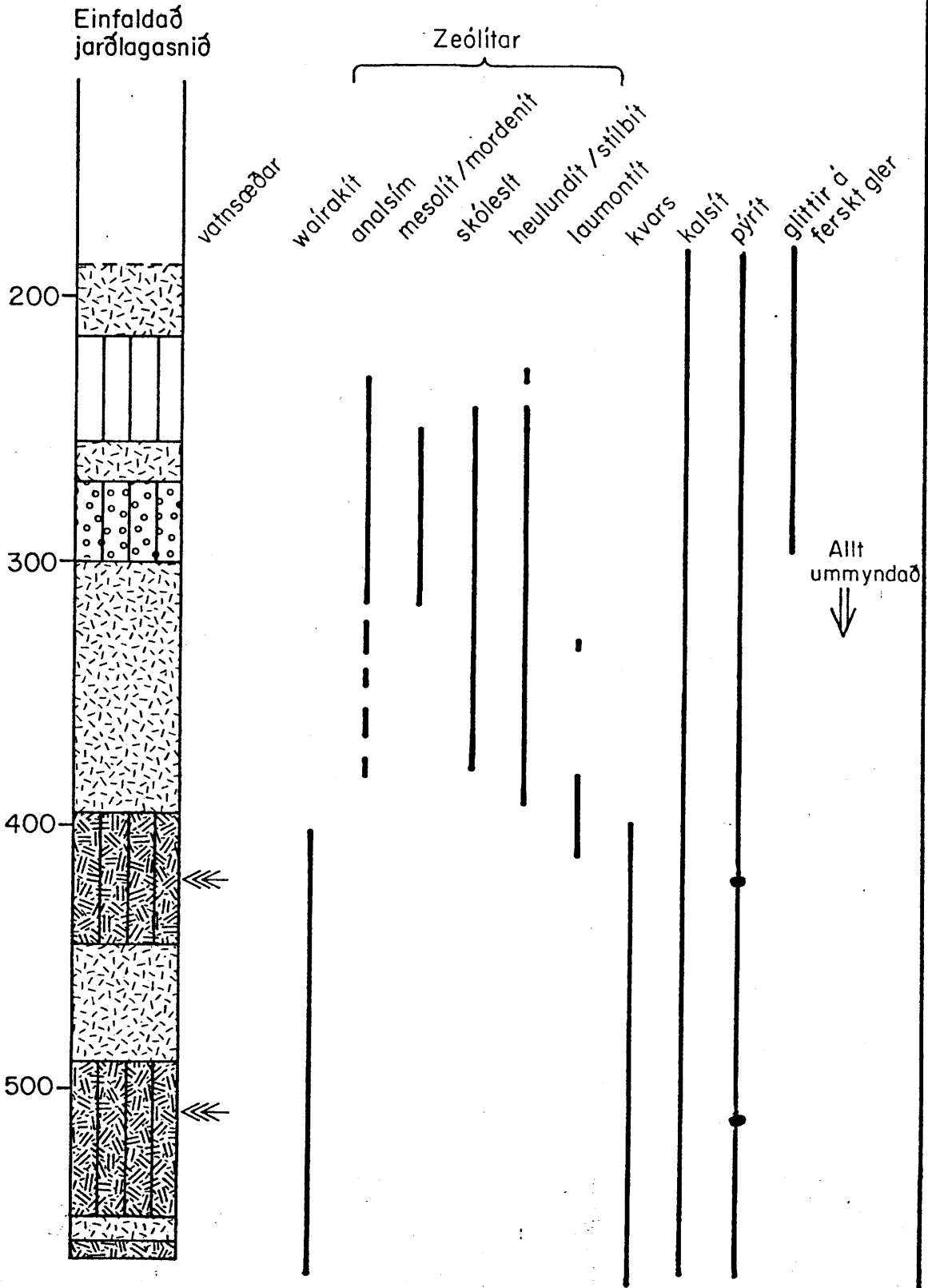


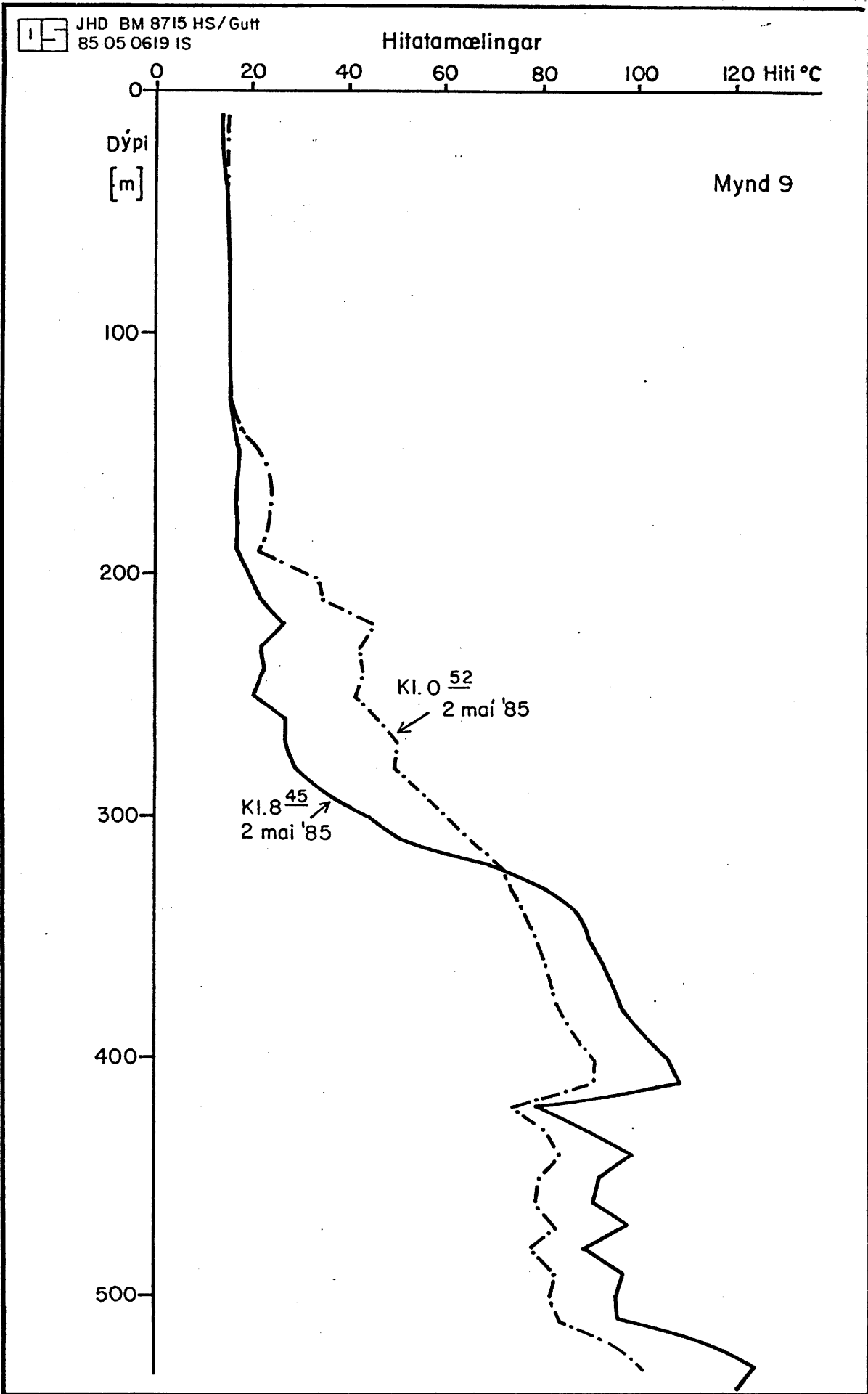
JHD BJ 8715 ÁsG  
85 05 0616 IS

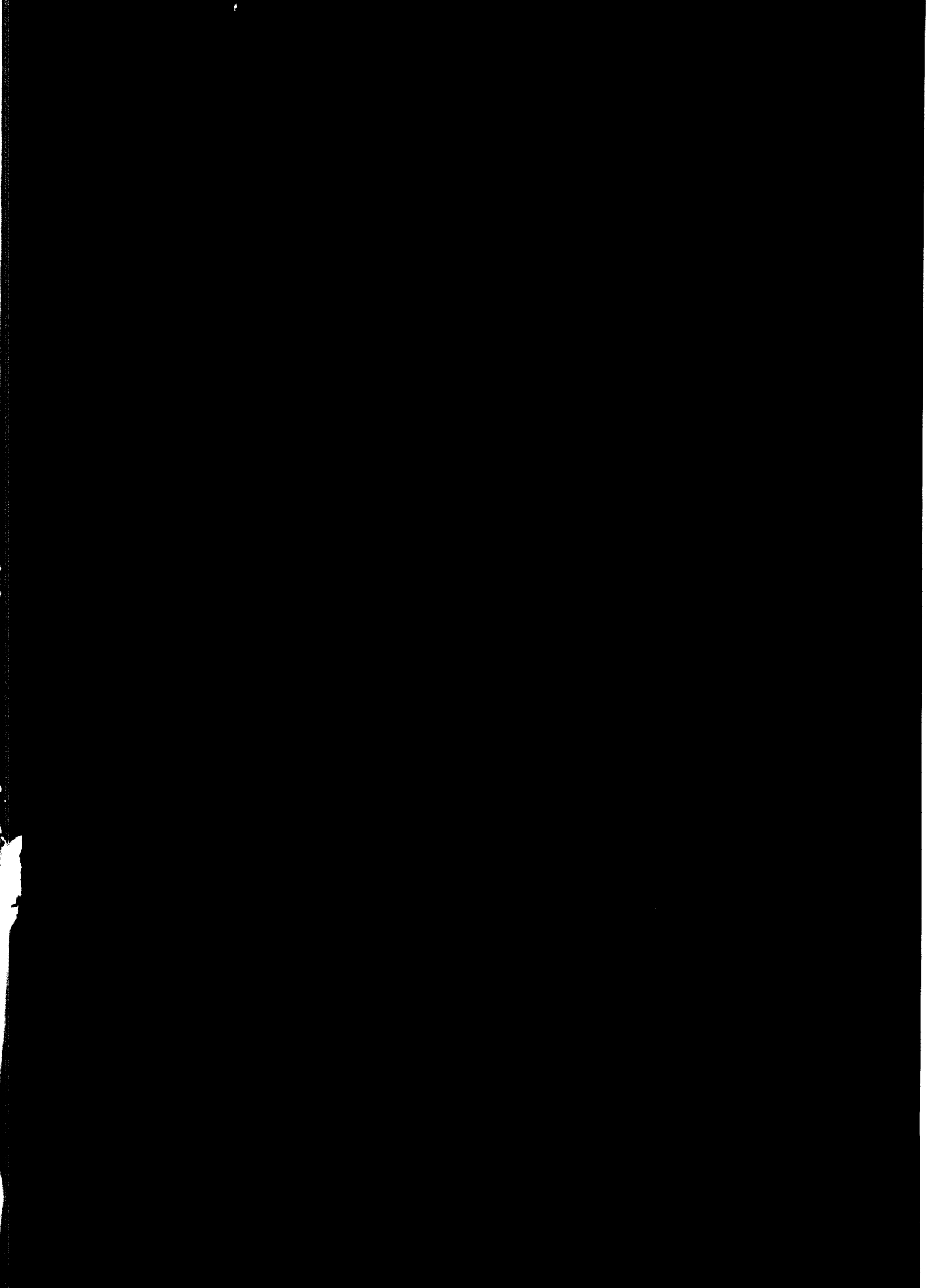
Mynd 8

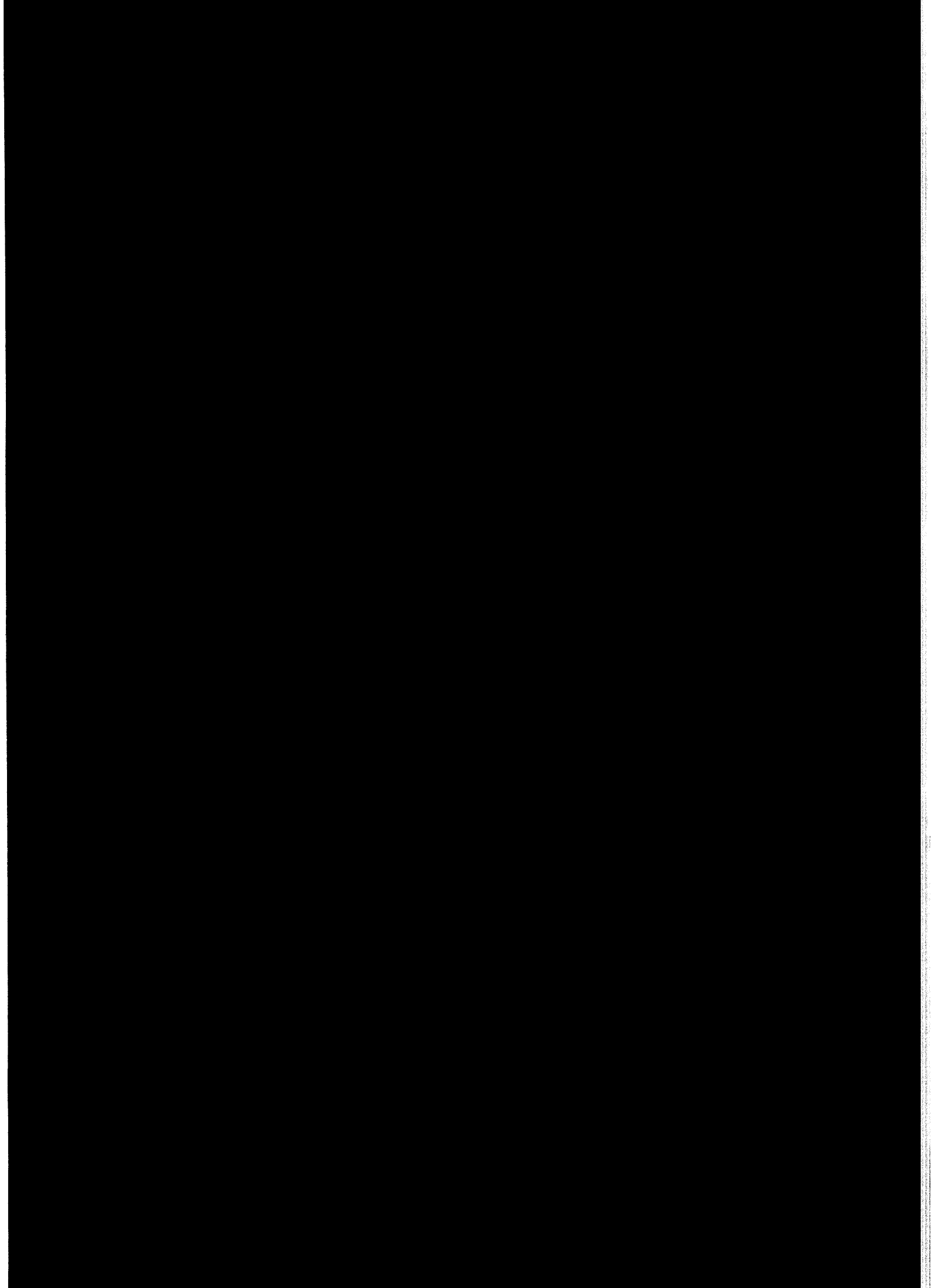
### NESJAVELLIR HOLA NJ-II

Einfaldað jarðlagasnið og ummyndunarsteindir











## 1 BORSAGA

Borun vinnsluhluta NJ-11 hófst klukkan 21 laugardaginn 4. maí 1985 í 566 m dýpi og lauk klukkan 0:15 aðfaranótt föstudagsins 17. sama mánuðar, en þá var dýpið 2265 m. Til verksins voru notaðar tvær 8 1/2" (216 mm) krónur af gerðinni HPSM. Fyrri krónan var notuð niður á 1762 m dýpi og var þá tekin upp. Þegar hún var komin upp sást að tvö hjól voru gjöktandi, en alls hafði hún verið notuð í 145 tíma. Borstrengurinn samanstóð af krónu, stýringu, álagsstöng, stýringu, 12 álagsstöngum, "x-over söbb" og borstöngum. Eftir krónuskiptin var lykilholurýmara bætt inn í strenginn milli álagsstanga og borstanga. Jötunsstangir dugðu niður á rúmlega 2000 m dýpi, en til þess að bora síðustu metrana voru 4 1/2" Gufuborsstangir settar í strenginn. Milli stangargerðanna var sett tengistykki (söbbur).

Borunin gekk hratt og vel án nokkurra óhappa. Á 1559 m dýpi var getið um umframtog um 25 þús. pund og eftir krónuskipti voru 30 m af sandi í holunni. Ekki var getið um neitt annað, sem amaði að við sjálfa borunina. Álag á krónu var að jafnaði 8-10 tonn, en þegar linaðist undir krónu var slegið af niður 4-6 tonn.

Meðan á borun stóð voru reglubundnar mælingar á skolvatnsbreytingum, hita á skolvatni upp úr holu, dæluþrýstingi og dælingu (mynd 1). Fylgst var sérstaklega vel með hitastigi á skolvatni þar til skolvatn fór að tapast. Ástæðan fyrir því var sú, að búast mátti við yfirþrýstingi niður á 1000 m. Um miðnætti 5. og 6. maí fór hiti á skolvatni að stíga lítilega þegar dýpið var um 820 m. Morguninn eftir, þegar dýpið var um 950 m, varð vart við megna gasfýlu. Þá var stoppað um stundarsakir og runnu þá upp úr holunni um 6 l/s. Toppþrýstingur (Po) var mældur 2,5 bar með því að loka að stöngum með öryggislokum. Borun var síðan haldið áfram, en á næstu 1 1/2 klst. hækkaði hitinn úr 39 °C í 65 þá var lokað að stöngum á ný og holan kæld í 60 mínútur með utanádælingu. Æðin tók vel við kælingu (mynd 2) og var borun því haldið áfram. Þess ber að geta, að engin skolaukning mældist í borun þrátt fyrir að yfirþrýstingur væri til staðar niður á 1000-1100 m dýpi. Ástæðan fyrir því var sú, að þunghi súlunnar og þrýstingur vegna rennslis milli stanga og holuveggja var nánast sá sami og á æðunum. Á mynd 1 sést að skoltap er fyrst mælt á 1133 m dýpi. Það jókst hægfara niður í 1226 m dýpi, en þar töpuðust skyndilega 39 l/s. Þaðan var síðan borað með stöðugu tapi, 10-35 l/s. Á 1750 m dýpi töpuðust rúmir 40 l/s, en skömmu síðar var borun hætt vegna krónuskipta. Holan var hitamæld (mynd 3) fyrir upptekt og áður en borun hófst á ný. Í 1820 m

dýpi mældist í skamman tíma um 40 l/s skoltap, en þar á undan og eftir var það minna. Þaðan niður minnkaði skoltap smám saman niður í 2165 m dýpi, en þar mælist 32 l/s tap, sem var 11 l/s meira en í næsta mælipunkti á undan. Síðan minnkaði skoltap smám saman þar til hætt var að bora. Athyglisverð breyting átti sér stað á 2190 m. Niður að því dýpi hafði skolið verið nánast svart á lit, en þar litaðist það grátt og hélst þannig niður í endanlegt dýpi á 2265 m dýpi. Jafnframt því sem litarbreyting átti sér stað, þá töldu viðstaddir að snögglega hafi gaspestin aukist. Ennfremur var það athyglisvert að skoltap jókst ekki heldur þvert á móti, þ.e. það fór minnkandi. Síðar kom í ljós að á umræddu dýpi hafði verið skorin æð með yfirþrýstingi. Veik vísbending þar að lútandi er sjáanleg í hitamælingum á skoli á mynd 4, en samkvæmt því gætu yfirþrýstingsæðar verið komnar litlu ofar þ.e. á um 2150 m dýpi.

Aðfaranótt föstudagsins 17. maí klukkan 0:15 lauk borun og var dýpið þá 2265 m, en það var á 43. verkdegi. Vegna óvæntra aðstæðna, sem komu í ljós eftir að eiginlegri borun lauk, urðu all miklar tafir á því að hægt væri að taka borstrenginn upp úr holunni og setja niður í hana raufaðan leiðara. Nánar er greint frá því hér á eftir í dagbókarformi.

Föstudagur 17. maí:

Eftir að borun lauk klukkan 0:15 var skolað í rúma fjóra tíma þ.e. til kl. 4:30. Þegar utanádæling var sett á, var því veitt athygli að meira virtist renna upp úr holunni heldur en dælt var á hana. Ádæling var þá stöðvuð og jókst rennslið úr holunni úr 10 l/s í 30 á örskömmum tíma. Þá var sett á um 48 l/s dæling í gegnum krónu og bá dó holan strax og um 30 l/s töpuðust. Um kl. 6 voru brotnar út þrjár stangir og tók verkið um 10 mínútur, en á meðan rann ekki upp úr holu. Eftir það var öryggisloka (hydrill) lokað og 42 l/s dælt í gegnum krónu. Um kl. 8 var dæling minnkuð í 36 l/s og um 10 leytið var skipt yfir á utanádælingu og dælingu haldið óbreytt. Klukkan 11 var áætlað að hitamæla, en þá kom í ljós að einstreymisloki ofan við krónu hélt ekki. Þá var settur útbúnaður á toppinn til að koma hitamæli niður og jafnframt til að mæla toppþrýsting (Po). Klukkan 14 var Po kominn í 8,8 bar, en þá var dæling aukin í 41 l/s og féll þrýstingurinn við það í 6,8 bar. Milli klukkan 16 og 17 var svo hitamælt (mynd 5). Á 1130 m dýpi hækkaði hiti mjög snögglega yfir 100°C. Greinilegt var því, að kælingin náði ekki lengra niður en í 1220 m æðina. Ástæðan fyrir því, að vendipunkturinn í hitamælingunni var í 1130 m en ekki í 1220 m var m. a. sú, að það þírði upp úr stöngunum meðan á mælingunni stóð og því hafði heita vatnið náð að stíga í þeim. Skömmu eftir að mælingu lauk var sett á 46 l/s utanádæling og um kl. 18:20 var dælingin aukin um 2 l/s þ.e. í 48 l/s. Við þessa litlu breytingu dó holan og var dauð í u.þ.b. 30 mínútur. Klukkan 18:50 fór að renna upp úr stöngum með vægum

gusugangi. Þrýstingur fór hægt stígandi og kl 21:15 var hann 5,5 bar, en þá var dæling aukin í 59 l/s og við það steig toppþrýstingur í 6,5 bar. Skömmu fyrir miðnætti var byrjað að hitamæla með "Ameradamæli". Mælingin er sýnd á mynd 6 og sést þar að hiti er kominn yfir 320°C á 1300 m dýpi, um 330°C á 1600 m og að minnsta kosti 380°C á 1900 m. Það lék því ekki nokkur vafi á því að kröftugt uppstreymi átti sér stað úr botnæðunum upp í 1200 m æðina.

Laugardagur 18.maí:

Um klukkan 2 þegar niðurstöður mælingarinnar lágu fyrir var sett á 25 l/s dæling í gegnum krónu og 25 l/s utanádæling. Síðan var ákveðið að boða til verkfundar að morgni laugardagsins 18. maí og ákveða þar hvað skyldi taka til bragðs. Hér á eftir fer fundargerðin:

VERKFUNDUR HJÁ HITAVEITU REYKJAVÍKUR Á NESJAVÖLLUM 18.MAÍ 1985.

Viðfangsefni: Hóla NJ-11.

Fundinn sátu: Frá JBR: KR, SBen og DS. Frá JHD: BS, HTul og ÁsG. Frá HR: ÁG og JK.

BS byrjaði fundinn og gerði grein fyrir stöðu mála. Þar kom m.a. fram að hólani hafði verið boruð niður á 2265 m dýpi og fljótlega hafði komið í ljós að hún var með yfirþrýsting. Það hafði sýnt sig að það mætti kæfa hana um stundarsakir með dælingu í gegnum borstrenginn, en dæling á toppinn dugði þar ekki til. Þegar átti að hitamæla að morgni föstudagsins 17. maí kom í ljós að einstreymisloki hélt ekki og þá var komið fyrir útbúnaði á toppinn á strengnum þannig að hægt væri að hitamæla inn í stöngum. Milli kl. 16 og 17 var hitamælt. Þar kom skýrt fram að hólani kældi sig niður í u.þ.b. 1200 m dýpi með ofan á dælingu, en snarhitnaði þar fyrir neðan. Þá var ákveðið að ná í "Amerada" hitamæli í bæinn til að fá vitneskju um hitastigið neðan við 1200 m. Á þann hátt mundi vera hægt að skera úr um hvort botnæð stjórnaði þrýstingi eða hvort niðurstreymi væri úr 1200 m æðinni. Aðfaranótt laugardagsins var hólani hitamæld með "Amerada" og kom þar fram að botnæð stjórnaði þrýstingi og hita, en hiti mældist um 330 °C neðan 1200 m dýpis.

ÁsG benti á, að samkvæmt jarðfræðigögnum hefðu orðið breytingar í jarðlögum neðan 2100 m dýpis. Þar neðan við sáust súr innskot og ekki ljóst hvort æðar séu tengdar þeim öllum. Telja má samt nokkuð víst, að kröftugasta æðin sé á um 2190 m dýpi. Því til stuðnings auk jarðfræðinnar var nefnt að litabreytingar hefðu orðið á skolvatni á umræddu dýpi og einnig hafi gasfnykur aukist.

Síðan hófust umræður hvornig réttast væri að bregðast við. Skiptst var á skoðunum og eftirfarandi aðgerðaröð samþykkt:

1. Setja í Jötunsstöng í strenginn til að stangaröryggisloki verði fullvirkur.
2. Auka dælingu á holu til að snúa við rennsli og kæla þannig holuna í botn. þ.e. 50 l/s í gegnum borstreng og 20 l/s utan með.
3. Ef ekki tekst að snúa við rennsli með dælingu, verður sett þyngdarefni í holuna og stangir teknar upp.
4. Eftir að tekið hefur verið upp úr holunni kemur þrennt til greina: Fóðrun með leiðara, setja mól í botninn á holunni eða flytja af holunni án þess að setja í hana raufaðan leiðara.

Að fundi loknum var strax farið að vinna að því að auka við vatnsmagnið að bornum. Á tímabilinu frá klukkan 2-16 var dælt 25 l/s í gegnum krónu og 24 l/s utan með. Þá var settur í stangarbútur (Jötunsstöng) og dælt 25 l/s utanmeð á meðan. Næst var að loka að strengnum með öryggislokum. Frá klukkan 17 til 22:30 var dælt 47 l/s í gegnum krónu með bordælunum og 15 l/s utanmeð með rafmagnsdælu borsins. Holan var dauð í tvo tíma frá klukkan 17 til 19.

Sunnudagur 19. maí:

Frá klukkan 22:30 kvöldinu áður til klukkan 13 var dælt 48 l/s í gegnum krónu með bordælunum og 20 l/s með steypudælunni. Frá kl.13-13:30 var dæling minnkuð meðan tengingum á steypidælu var breytt og skipt var um stimpil í dælu 1. Síðan var dælingu háttað þannig, að hún var minnkuð smámsaman í gegnum krónu:

Klukkan	Dæling í gegnum krónu. l/s	Dæling utan með. l/s
13:30-14:30	48	20
14:30-16:00	25	45
16:00-17:30	15	45
17:30	0	45

Klukkan 17:30 var drifskafðið (kelly) skrúfað af og myndaðist þá lítills háttar sog. Síðan var vesalingur (Poor boy) skrúfaður á stangarendann. Um það bil 5 mín. síðar fór að gusast upp úr stöngum og því lokað fyrir. Þrýstimælir Po sýndi engan þrýsting. Um kl. 20 voru

Öryggislokar opnaðir og skömmu síðar mældist skoltap um 35 l/s og 8 m voru niður á vatnsborð innan í borstrengnum. Holan var hitamæld á tímabilinu 20:30-22:00 (mynd ) og á meðan var öryggislokum lokað að stöngum og dælt utanmeð um 50 l/s. Hitamælingin sýndi nánast óbreytt ástand frá því sem var b.e.a.s. að holan kældi sig niður í 1200 m dýpi, en þar neðan við snögghitnaði hún. Vatnsborð í borstreng við lok hitamælingar var -6 m, en á miðnætti fór að vætla upp úr stöngum og var þá lokað fyrir.

Mánudagur 20. maí:

Dælingu var haldið óbreyttri þ.e. 50 l/s fram til klukkan 23. Sett var 15 l/s dæling á toppinn með steypudælunni, en fram að þeim tíma hafði þar verið fylgst með Po. Klukkan 8 var Po=0,7 bar og klukkan 19 hafði þrýstingur hækkað í 1,7 bar. Byrjað var að hitamæla með Ameradamæli um kl. 23. Um morgunin var verkfundur hjá JBR í Reykjavík og fer fundargerðin hér á eftir:

#### VERKFUNDUR HJÁ JBR Í RVK. 20.MAI 1985.

Viðfangsefni : NJ-11

Fundinn sátu : Frá JBR : KR,SBen,DS. FRÁ JHD: BS,GÓF. FRÁ HR: ÁG

BS lagði fram fundargerð síðasta fundar þar sem lögð hafði verið fram ákveðin aðgerðaröð í fjórum liðum. Komist er að þriðja lið sem gerir ráð fyrir notkun þyngdarefnis við stangarupptekt hafi ekki tekist að snúa við rennsli með dælingu. Nokkrar umræður urðu um stöðu mála og einkum þá líkleg viðbrögð holunar við mismunandi aðgerðum. Holan tekur við 35-40 l/s í ádælingu.

Sýnt virtist að ekkert ynnist eða lærðist með því að loka fyrir og mæla toppþrýsting því þá kynni útstreymi úr holunni að færast upp fyrir 1200 m og fara út t.d í 600-800 m, og toppþrýstingur gæti orðið allt að 60 bör. Nú er um 1 bar þrýstingur innan stanga og virðist öruggast að hafa gel- og þyngdarefnistappa í stöngum við upptekt, því líkast til væri holan í suðu í botni og því mjög púlsandi. Þyngdarefnið héldi holunni þrýstingslausri í stöngum og gæfi þannig svigrúm til athafna. Möguleiki á skolun og upptekt á víxl er þó vissulega fyrir hendi og má beita að breyttum forsendum. Í samantekt þá virðist eðlileg aðgerðaröð vera :

1) UPPTÉKT

a) Þyngdarefnistappi í stöngum og stangarventlar við upptekt, 50 l/s utanádæling.

- b) Til vara : skolun og upptekt á víxl ásamt með utaná dælingu.
- c) Þyngdarefni sett utan með stöngum ef aðgerðir a) og b) ganga ekki.
- 2) FÓÐRUN I framhaldi af upptekt verður reynt að koma niður raufuðum leiðara. Of snemmt er að segja til um hvernig staðið verður að fóðruninni því taka þarf mið reynslu við 1). Nokkrir möguleikar þó ræddir svo sem "piprun" á 1200 m æðina, notkun þyngdarefnis, stíflun á botnæðar með mól, og jafnvel stíflun botnæðar með gömlum kollum sem látnir yrðu renna niður holu með látum til að valda "skipulögðu" hruni til að stífla botnæð.

#### Þriðjudagur 21. maí:

Ameradamælingu lauk um kl. 2. Síðan var 10 l/s dælt á toppinn og 35 l/s utaná. Skolun var hætt um kl. 10. Mikil þrýstisveifla var innan í stöngum og sogaði holan og blés til skiptis. Hæst fór Po í 2,4 bar, en að lokum kyrrðist holan. Upptekt hófs þegar klukkan var tæplega 11. Öryggislokar voru hafðir opnir í upptektinni og látið renna á holuna á meðan. Klukkan 11 töpuðust 20 l/s. Klukkan 12:15 höfðu allar gufuborsstengur náðst upp (22 stk.) og borkróna komin upp í 2014 m dýpi. Þá var gert hlé á upptektinni. Öryggisloka var lokað og dælt niður 40 l/s utan með, en 10 l/s niður streng. Upptekt hófst að nýju kl. 14 og náðust upp 13 stengur fram til kl. 15, en þá fór að renna upp um stangir. Borkróna var þá á 1890 m dýpi. Reynt var fram á kvöld að ná holunni niður með ádælingu en í hvert sinn, er reynt var að opna, þá flæddi upp úr holunni. Ákveðið var að hitamæla til að kanna hvort einhver breyting hefði orðið á millistreymi í holunni. Mælingin hófst kl. 23.

#### Miðvikudagur 22. maí:

Hitamælingu lauk upp úr miðnætti. Hún sýndi, að engin breyting hafði orðið á millistreyminu og mættust uppstreymi og ádæling í 1200 m sem fyrr (mynd 7). Eftir mælinguna var blandað saman gel og þyngdarefni í strenginn. Tappinn var látinn ná frá u.b.b. 100 m niður á 500 m dýpi, en um 50 m af vatni látnir fljóta ofan á geltappanum til að hreinsa stengurnar. Eftir að þyngdarefnissúlan var komin í strenginn mældist vatnsborð í honum á um 40 m dýpi. Upptekt hófst að nýju kl. 7. Í hverri hífingu fossaði upp úr holunni. Á milli hífinga var því lokað að stöngum og þrýst á holuna um 40 l/s í 15 mínútur. Klukkan 8 voru 3 stengur komnar upp, en 21 kl. 15:30. Borkrónan var þá komin á 1690 m dýpi. Þá var gerð úrslitatilraun um að snúa rennsli við í holunni. Drifskafði var sett á og dælt 50 l/s í stengur, en 12 l/s utan með. Þannig var dælt til kl. 21. Þá var dregið úr skolun, en dæling utan með aukin í 40 l/s. Síðan var skolun hætt og drifskafði

tekið af. Ekki tókst að snúa rennslinu við, en holan var ögn friðsamari fyrst á eftir þessa miklu dælingu. Atta stengur voru brotnar út kl.23-24. Í þeirri upptekt tók holan við 30 l/s í byrjun, en tapið minnkaði nokkuð fljótt og var komið í ekki neitt á miðnætti, en þá var krónan á 1614 m dýpi.

Fimmtudagur 23.maí:

Borkróna í 1614 m, utanádæling 50 l/s. Ekki tókst að ná upp fleiri stöngum vegna rennslis upp úr þeim, og var því farið í að blanda gel- og þyngdar refnistappa í stengurnar. Klukkan 8 höfðu náðst upp 12 stengur, en 34 til viðbótar klukkan 14, og króna komin í 1177 m þá fór að renna upp um stengur. Blandað var meira þyngdarefni og reynt að dæla því í stengurnar. Kom þá í ljós að þær voru stíflaðar, og fór þrýstingur á dælum í 2000 psi. Dælingu hætt, stengur stóðu sléttfullar, og byggðust upp 110 bar á toppi, þegar stöngum var lokað. Engra breytinga varð vart utan stanga, en utanádæling var um 40 l/s. Auðvelt reyndist að blæða þrýstingnum af stöngunum og var orsök hans trúlega hitabreytingar, og þar með hitaþensla á borstöngum og vökvanum, sem í þeim var. Upptekt hófst að nýju um klukkan 18:30 og náðust 11 stengur upp fyrir miðnætti. Vegna þess, að strengurinn var stíflaður sullaðist gel og þyngdarefni yfir drifborðið í hvert sinn, sem stöng var brotin út.

Föstudagur 24. maí:

Borkróna í 1072 m, utanádæling 45 l/s. Upptekt haldið áfram. Á næturvaktinni voru teknar upp 22 stengur (króna í 863 m), og eins á dagvaktinni (króna í 654 m) Á kvöldvaktinni voru teknar 28 stengur, og var borkrónan því komin upp í 388 m dýpi, þegar þessum degi lauk. Yfirleitt flæddi upp úr holunni við hverja hífingu, en þegar 611 m voru niður á krónu töpuðust um 30 l/s í u.þ.b. 30 mínútur. Tapið minnkaði síðan, og að lokum fór að renna upp úr holunni að nýju tugir sekúndulítar í hverri hífingu eins og áður. Um morguninn var haldinn verkfundur hjá HR og fylgir fundargerðin hér á eftir:

VERKFUNDIR HJÁ H.R. Á NESJAVÖLLUM 24-05-1985.

Fundarefni: NJ-11

Fundinn sátu: KR, SBen frá JBR, ÁG frá HR og BS frá JHD.

Status á NJ-11 að morgni 24.maí var: Upptekt stendur yfir, og er borkróna á um 900 m dýpi. Tekin er ein stöng upp í senn og flæða upp úr holunni tugir lítra á meðan. Síðan er lokað að stöngum og dælt á holuna 40 l/s í 15 mínútur. Gel er í stöngunum og hafa þær verið stíflaðar síðan í gær. Enginn þrýstingur er því á stöngunum, en hins

vegar sullast gel út á drifborðið og yfir bormenn í hvert sinn sem stöng er brotin út. Rætt var um hvernig staðið skyldi að framhaldinu og eftirfarandi fræmkvæmda- röð ákveðin.

1. Haldið skyldi áfram að mjatla upp stengur eins lengi og það væri fært. Hugsanlega má ná öllum stöngunum upp með þessum hætti.
2. Ef ekki tekst að ná stöngunum upp skv. 1. eða þegar komið verður að því að taka upp kolla, verður reynt að halda holunni niðri með saltvatni.
3. Ef saltvatnið dugur ekki verður blandað gel og þyngdarefni í holuna.
4. Eftir upptekt skal setja 400-450m af mól í holuna.

Laugardagur 25. maí:

Borkróna í 388 m, utanádæling 40 l/s. Upptekt haldið áfram og voru 28 stangir uppi klukkan 6:00. Borkróna var þá á 125 m dýpi, en eftir í holunni voru ein borstöng plús kollalengjan (12 kollar, 2 stýringar, króna og söbbar). Upptekt á kollum var síðan undirbúin og voru tíu kollar uppi klukkan 14:00. Mikið rann upp úr holunni á meðan kollarnir voru hífðir, og var ákveðið að reyna að drepa holuna rétt á meðan borkrónan og síðustu tveir kollarnir væru hífðir upp úr holunni. Blandaðir voru tveir þungir geltappar án þess að holan sofnaði. Þegar ljóst var að síðari geltappinn hafði ekki drepíð niður þrýstinginn var borkrónan hífð í gegnum WKM-lokann, honum lokað, krónan og kollastandurinn tekinn upp, og ein stutt borstöng sett í staðinn í holutoppinn. Loks var WKM-lokinn opnaður á ný, og utanádæling sett á. Var upptekt þar með lokið, eða klukkan 18:30. WKM-lokinn stóð lokaður í u.p.b. 45 mínútur. Strax eftir að hann var opnaður mældist toppþrýstingur um 40 bar, en féll við 40 l/s ádælingu í 35 bar, en hélst síðan stöðugur. Ljóst var að uppstreymið í holunni hefði færst ofar, þ.e. uppfyrir 1200 metra æðina, og trúlega upp í æðarnar á 800-900 m dýpi. Dæling var aukin í 50 l/s en engin breyting varð á þrýstingi. Þá var dælt 30 l/s og féll þrýstingur þá strax um 3 bar, en hækkaði síðan á ný. Þá var ákveðið að auka dælingu eins mikið og hægt væri (60-80 l/s). Önnur bordælan var því tengd inn á stöngina í holutoppinum. Á meðan var dælt utanmeð um 15 l/s. Þegar lokið var við að tengja dæluna, var toppþrýstingur 28 bar. Sett var á 60 l/s dæling og hélt þrýstingur áfram að falla, og féll í núll á nokkrum mínútum. Tókst þar með að reka uppstreymið aftur niður í 1200 m æðina. Þetta gerðist rétt fyrir miðnætti. Dæling var síðan minnkuð í 40 l/s, og hélst holan þrýstingslaus.



Sunnudagur 26. maí:

Dælt 40 l/s á holutopp, undirbúið að setja möl í holuna. Settur var 4" loki ofan á stöngina í holutoppinum, en þar ofan á 5,5 m langt 1 3/8" fóðurrör. Ofan á rörið var loks soðinn 1 3/8" steypuhaus. Þessum undirbúningi var lokið um klukkan 19:00. Krani til að hífa mölina var fenginn frá Selfossi og kom hann á svæðið klukkan 21:00, og var þá allt klárt til að hefjast handa. Opnað var fyrir 4" lokann og þrýstingur mældur uppi. Reyndist þar 1,5 bar þrýstingur. Ljóst var því að 4" lokinn yrði að vera lokaður á meðan mölin væri sett í rörið. Um klukkan 23 var fyrsta hleðsla komin í fóðurrörið, steypuhaus var lokað og opnað fyrir 4" lokann. Í ljós kom að mölin (perla 1) stíflaðu brenginguna ofan við 4" lokann og og komst ekki niður. Lauk þar með þessum degi.

Mánudagur 27. maí:

Dælt áfram 40 l/s á holutopp. Haldið var áfram að ná mölinni niður úr rörinu og tókst það um síðir eftir barsmið og læti. Gerðar voru í tvígang breytingar á útbúnaðinum án þess að hann virkaði neitt betur. Undir hádegi hafði tekist að koma þremur rörfyllingum í holuna, en hver fylling svarar til 13 m í holunni. Ljóst var að ekki væri hægt að nota þennan útbúnað til að koma 400 m botnfalli í holuna, og strax um morguninn farið að smíða betri græjur þ.e. skipta á borstönginni og 4" lokanum með 7 5/8" fóðurröri og 8" loka. Á meðan beðið var eftir því að nýi útbúnaðurinn yrði klár var holan lóðuð til að sjá hvar þeir 39 m af möl, sem þegar voru komnir niður, hefðu sest. Lóðið stoppaði á 1790 m dýpi og gekk ekki neðar. Næst var holan Ameradamæld. Mælt var í 1400 og 1600 m dýpi og fékst um 320 °C í báðum punktum. Næst var athugað hvernig toppþrýstingur breyttist eftir mismunandi ádælingu. Við 40 l/s mældist 3,8 bar, við 30 l/s 2,2 bar, við 50 l/s 5,0 bar og við 20 l/s 0,8 bar.

Þriðjudagur 28. maí:

Dælt 40 l/s á holutopp. Klukkan 4:00 var nýi útbúnaðurinn kominn í holutoppinn, og var þá byrjað að setja möl í holuna. Gekk það greiðlega. Hést toppþrýstingur 4,5 bar þar til níundi skamturinn fór niður, þá féll þrýstingur í núll og soq kom í holuna. Þetta var klukkan rúmlega sjö að morgni. Holan var þá lóðuð, og stoppaði lóðið í 1620 m. Amerada hitamæling sýndi að hitastig væri undir 150°C í 1400 metrum, en yfir 350°C í 1600 m dýpi. Þá var gerð alvöru hitamæling, og sýndi sig að ádæling (46 l/s) kældi holuna niður í 1450 m dýpi, en þar fyrir neðan var holan sjóðheit eins og fyrrnefnd Ameradamæling sýndi. Var því ljóst, að uppstreymið í holunni hefði ekki stöðvast við þá möl, sem í holuna var komin, heldur hafði það aðeins hopað úr 1200 m niður í 1450 m. Að þessum mælingum loknum, var "malarrörið" híft úr mastrinu, og borstöng sett þess í stað. Hófst þá mælingaprógramm (klukkan 18:00) Mælt var niður í 1420 m dýpi og eftirtaldar mælingar

gerðar: Vídd, viðnám nifteind-nifteind, náttúruleg gammageislun og hiti. Ekki var mælt dýpra vegna háls hitastigs. Dælt var 40 l/s á holuna á meðan á mælingum stóð.

Miðvikudagur 29. maí:

Mælingum lauk milli klukkan 2 og 3. Ákveðið var, að setja allt að 60 m af mól til viðbótar í holuna. Í fyrstu voru settir niður 20 m af mól, en síðan lóðað. Botn fannst á 1523 m dýpi. Breytt var þá út frá áætlun og sett niður 6,5" borkróna til að ýta mölinni neðar í holuna. Engir kollar voru hafðir í strengnum, en einstreymisloki var 200 m uppi í stöngum. Komið var niður á fyrirstöðu í 1527 m, en auðvelt reyndist að komast í gegnum hana. Í 1607 m var loks komið niður á aðalmaalartappann. Var stangarþunginn (100 þúsund pund) lagður á og hélt tappinn. Sýnt var því að mölin gæti haldið leiðara á meðan verið væri að fá hengistykki til að grípa. Uppteikt hóft um klukkan 23:00

Fimmtudagur 30. maí:

Uppteikt lauk klukkan 4:00. Áður en byrjað var setja leiðara í holuna hafði verið ákveðið að setja 15 m af grófari mól ofaná maalartappann til að reyna að fyrirbyggja það að mölin kæmist upp með leiðaranum, þegar holan færi í blástur, ennfremur skyldu tvö neðstu rörin vera óraufuð og soðið fyrir endann á því neðsta. Sett var niður perla 2, þ.e. kornastærð 3-5 sm, og lóðaðist holan eftir það 1584 m á dýpt. Byrjað var að setja leiðarann niður klukkan 8:00. Á meðan á niðursetningu stóð var dælt 45 l/s á holuna. Um klukkan 16:00 var leiðarinn kominn í holuna, og byrjað að slaka honum niður á stöngum. Heildarlengd leiðarans var 1050 m. Farið var með hengistykkið niður í 560 m án þess að leiðarinn settist. Þetta samsvarar því, að neðri endi leiðarans hafi farið í 1610 m, eða 25 m niður fyrir það dýpi, sem maalartappinn hafði lóðast á. Reynt var að festa leiðarann á þessu dýpi og tókst það að lokum, þrátt fyrir það að sleppistykkið er ekki gert til þess að festa leiðarann, ef hann hangir. Lauk þessu verki um miðnætti.

Föstudagur 31. maí:

Dælt áfram 45 l/s á holuna. Eftir að leiðaranum hafði verið komið fyrir í holunni var farið í að brjóta út stengur. Brjóta þurfti um 1600 m, og var því lokið um hádegi. Þá hófst þrepaðaling og stóð til miðnættis.

Þar með var eiginlegu verki við borun NJ-11 lokið. Áður en flutningur hófst var ákveðið að kanna hvort leiðari væri á réttum stað í holunni. Efri brún hans (hengistykkið) mældist með CCl-mæli á 560 m dýpi, mælt frá drifborði Jötuns. Það er nákvæmlega það dýpi, sem upp var gefið í fórunarskýrslunni (tafla 1), ef tillit er tekið til fjarlægðarinnar milli aðalflangs holunnar og drifborðsins. Hins vegar lóðaðist holan

aðeins 1575 m djúp. Samkvæmt fóðrunarskýrslu er neðri endi leiðarans á 1610 m dýpi. Þó einhver skekkja geti verið í lóðningunni þá virðist muna a.m.k. tveimur rörum. Hvort svo sé er ekki hægt að fullyrða. Hugsanlegt er að heilu rörin neðst í leiðaranum hafi fyllst af drullu í niðursetningunni og þess vegna lóðist holan grynnri en ella. Að lóðningu lokinni var hafist handa við flutning á Jötni á næstu holu. Dælt var 45 l/s fyrri hluta flutningsins eða fram til klukkan 23:30 að kvöldi sunnudagsins 2. júní. Borverki við NJ-11 lauk mánudaginn 3. júní og stóð því yfir í 59 verkdaga. Á mynd 12 er sýnt í stórum dráttum hvernig verkinu miðaði áfram.

## 2 JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

Jarðlagasnið var unnið samhliða borun og breytingar í ummyndun skráðar. Með því fæst jarðhitalegt mat á holuna í borun til stuðnings ákvarðanatökum sem upp kunna að koma. Á mynd 1 er sýnt einfalt yfirlit um jarðlög, en nákvæmari niðurstöður verða birtar að lokinni úrvinnslu.

Frá fóðurrörsenda niður á 1650 m dýpi eru svokallaðar upphleðslumyndanir mest áberandi (mynd 1), en þar fyrir neðan eru innskot ráðandi. Í grófum dráttum má segja, tíðni innskota eykst heldur með dýpi, en nokkuð óreglulega. Neðan 1650 m dýpis er hins vegar borað í gegnum langa samfellda innskotakafla. Þar má merkilegast telja súr innskot neðan 2100 m dýpis. Alls voru greind fimm slík innskot áður en yfir lauk.

Jarðlagaskipting þessi er birt með eðlilegum fyrirvara um breytingar að lokinni úrvinnslu. Lauslegur samanburður við holu NG-5 og NG-7 bendir til að jarðlagatengingar milli borhola séu tiltölulega einfaldar þó nokkru muni í þykkt einstakra myndana. Um 100 m djúplægt misgengi t.d., sem virðist vera milli NG-5 og NG-7 (Hjalte Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985) virðist líka koma fram í tengingu milli NG-5 og NJ-11.

Svo sem fram hefur komið í greinagerð um borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu NJ-11, virðist ummyndun benda til 200°C hita á um 400 m dýpi (kvars+wairakít). Í vinnsluhluta holunnar rís ummyndunarhiti enn frekar. Hér á eftir er getið um fyrsta fundarstað nokkra hitaháðra steinda. Klórít virðist fyrst koma inn á 650 m dýpi. Á tæplega 800 m dýpi birtist epidót og síðan wollastónít, prenit og loks aktinólít á u.þ.b. 900 m. Þrjár síðasttöldu sjást af og til niður holuna en epidót nær samfelld frá 950 m dýpi, oft í verulegu magni. Á

svipuðu dýpi og súru innskotin sáust, komu í ljós dökkgrænar steindir, sem svipaði til epidóts að litinum undanskyldum. Líklega er þarna um að ræða amfiból, en það ásamt öðru kemur skýrar fram við nánari úrvinnslu.

Borið saman við NG-7 þá finnast háhitasteindirnar flestar um 200 m ofar í holu NJ-11 og rís hitastig væntanlega í samræmi við það. Hóla NJ-11 virðist því líkari holum NG-6 og NG-9 en holunum neðan brekku.

Svo sem fram kom í borsögu fór hitastig skolvatns hækkandi frá rúmlega 800 m dýpi, eða á svipuðu dýpi og epidót fór fyrst að sjást. Var því ekki ófyrirsynju að staðsetja innstreymisæðar á 800-850 m dýpi svo sem kom í ljós í síðari hitamælingum. Líkur á innstreymisæð í 950 m dýpi, er hiti skolvatns fór upp í 65°C, virtust þó talsverðar því þar sást epidót fyrst í verulegu magni (10-15%). Innstreymisæðarnar, sem samkvæmt hitamælingum virðast í 810 m, 840 m og 910 m dýpi, eru í móbergsmýndun. Talsvert kalsít er við þessar æðar, m.a. "plötukalsít" sem kann að benda til "nýlegrar" suðu í berginu.

Veruleg skoltapsaukning varð á 1226 m dýpi í móbergsmýndun við innskotsjaðra. Ekki sást æð á þessu dýpi í hitamælingum vegna krónuskipta, trúlega vegna rennslis í holunni á meðan mælt var.

Næsta umtalsverða skoltapsaukning varð á 1750 m dýpi, aftur í móbergsmýndun við jaðar dólerítinnskots. Þessi æð kom ekki fram í hitamælingum vegna krónuskipta enda botnfall í holunni. Holan kældi sig hins vegar niður á 1650 m dýpi. Skv. hitamælingu var vatnsæð á u.þ.b. 1575 m dýpi. Þar er 32 m þykkt móbergslag, fleygað af innskotum. Vatnsæðar NJ-11 virðist því frekar að finna í móbergsmýndunum og í flestum tilfellum við innskotajaðra. Samkvæmt skoltapsmælingum virðist vera æð á 1820 m dýpi á mótum dólerítinnskota. Neðstu æðarnar virðast vera tengdar súru innskotunum eins og getið var um í borsöggunni.

### 3 BORHOLUMÆLINGAR

Í töflu 2 eru upptaldar allar borholumælingar, sem gerðar voru í þriðja og síðasta áfanga borunar NJ-11.

Á meðan á boruninni stóð þurfti aðeins tvívegis að grípa til mælinga. Það var þegar holan var 1762 m á dýpt. Borkrónan var þá orðin uppslitin, og nauðsynlegt að taka upp og setja nýja í staðinn. Áður en ráðist var í uppteiktina var holan hitamæld til að kanna hve langt

niður dæling á holutopp kældi holuna. Aftur var hitamælt áður en nýja borkrónan var sett niður til að meta hve djúpt mætti fara með hana án skolunar. Báðar mælingarnar eru sýndar á mynd 3, en á meðan þær voru gerðar var dælt um 28 l/s á holuna. Hitaferlarnir sýna, að þrátt fyrir ádælinguna var öflugt millistreymi í holuna. Rann inn í hana um æðar í u.þ.b. 600 m dýpi, 810, 840, 903 og 950 m dýpi. Eitthvað af vatninu tapaðist síðan út um 1220 m æðina, þó það sjáist ekki í mælingum. Hins vegar sjást útstreymisstaðir á u.þ.b. 1350 m og 1575 m dýpi. Í borun hafði mælst skoltap í u.þ.b. 1750 m dýpi. Samkvæmt mælingunum á mynd 3 nær þó lítið sem ekkert af vatninu niður í botn, enda var botnfall í holunni upp í 1736 m dýpi, og botnæðin því stífluð.

Eftir að borun lauk kom í ljós að ekki var hægt að halda holunni niðri með utanádælingu. Hitamælingar sýndu (myndir 5-7) að uppstreymi var úr æðum nærri botni holunnar upp í æðina á 1220 m dýpi. Sú æð gleypti einnig við því vatni, sem dælt var á holutopp. Uppstreymið virtist vera a.m.k. úr tveimur æðum. Sú dýpri var mjög nærri botni. Nákvæm staðsetning æðarinnar fékkst hins vegar ekki, enda þótt grunur leiki á að hún hafi verið á 2190 m dýpi. Úr þeirri æð streymdi yfirhituð gufa og gas upp holuna. Ekki náðist nákvæm hitamæling á gufunni. Reynt var að mæla holuna með Ameradamæli og sýndi hann fullt útslag neðan 1900 m dýpis, þ.e. hitastig var hærra en 381°C. Enginn borholuhitamælir var til hérlendis til að mæla hærra hitastig, enda var 342°C hæsti hiti, sem áður hafði mælst í jarðhitaborholu hér á landi. Efri innstreymisstaðurinn var síðan á 1600-1900 m dýpi. Ekki tókst að staðsetja þá æð fremur en þá neðri, en vitað var um tvær æðar á þessu dýptarbili þ.e. í 1750 m og 1820 m dýpi. Þetta innstreymi var í vatnsfasa. Það blandaðist gufunni að neðan, þétti hana og rann um 330°C vatn og gas þaðan upp holuna og loks út í æðina á 1220 m dýpi.

Það kemur fram í borsöggunni hér að framan (kaflí 1), að ekki tókst að stöðva þetta uppstreymi. Hins vegar tókst með því að setja um 180 m af möl í holuna að fá það til að hopa úr 1220 m niður í æðar á 1500-1600 m dýpi (myndir 8 og 9). Ekki er hægt að nota hitamælingarnar á myndum 8 og 9 til að staðsetja þessa æð, þar sem sjóðheitt gas og gufa hitaði holuna langt uppfyrir útstreymisstaðinn, eða allt upp í 1435 m dýpi. (Svipað má sjá á myndum 5-7 meðan streymið var upp í 1220 m æðina). Gasið í holunni neðan 1435 m dýpis sést í þrýstiferlinum á mynd 10.

Það kemur fram í töflu 2, að víddar- og jarðlagamælingar voru gerðar í holunni niður í 1420 m dýpi. Ekki verður fjallað um þær mælingar hér, og verða niðurstöður þeirra birtar í lokaskýrslu um holuna.

#### 4 PREPADÆLING

Eftir að tekist hafði að hengja leiðarann var farið í að brjóta út stangirnar. Því lauk kl. rúmlega 12 þann 31. maí. Þá var farið í að undirbúa þrepaðælingu og var sambyggður hita- og þrýstingsmælir kominn niður á viðmiðunardýpi (800 m) rétt fyrir kl. 14. Dæling var þá 47,2 l/s og var hitamælt milli 800 og 1000 m dýpi við þessa dælingu. Þrepaðæling hófst svo með því, að dæling var minnkuð í 20,2 l/s. Um tveim tímum síðar var dæling aukin, fyrst í 35,2 l/s og svo tæpum þrem tímum sinna í 56 l/s, sem haldið var út mælitímabilið. Fyrir öll dæluþrepin var hitamælt milli 800 og 1000 m dýpis því vitað var um æðar, sem gáfu inn í holuna á þessu dýptarbili. Að lokum var svo hitamælt niður á 1500 m dýpi. Þrepaðælingu lauk laust fyrir miðnætti þann 31. maí. Síðan var holan lóðuð til að finna dýpi á botn leiðara ef það mætti skýra hví hann settist ekki á falskan botn holunnar, þegar átti að hengja hann í vinnslufóðringuna. Niðurstöður þeirra athugana eru ræddar annars staðar í þessari greinargerð. Ekki hefur unnist tími til að vinna úr þrepaðælingargögnunum. Lausleg athugun bendir þó til að vatnsleiðni holu NJ-11 sé hærri en

$$\frac{kh}{u} = 4,2 \times 10^{-8} \frac{m}{Pa \cdot s}$$

Þetta er herra en fengist hefur fyrir aðrar holur á Nesjavöllum. Úrvinnsla gagna verður gerð strax og tími vinnst til og niðurstöður birtar í lokaskýrslu. Á myndum 9-11 og í töflu 3 er hins vegar að finna yfirlit yfir þrepaðælinguna.

VERK NR. 643	HOLA NR. NJ-11	BORSTAÐUR Nesjavellir		VERKKAUPI Hitaveita Reykjavíkur
VIDD HOLU 8,5"	DÝPT HOLU 2265 m	FÓÐRING NR. 4	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS. 1985-05-30	ÚTFYLLT H.S.

FJARLÆGD KJALLARABRÚN — KRAGI		2,64	m	
FÓÐRING	ÞVERM. UTAN 7"=177,8mm	INNAN	159,4 mm	
	GERÐ	ÞYNGD	26,00 lbs/ft	
	TENGI Skrúfuð Buttress			
	NOTAÐ	1050,04 m	FRÁ KRAGA	1604,68m
	KRAGI (FLANGS) Burns Liner Hanger í			553,44m
	SKÓR Enginn			
MIÐJUST.		stk.	STEYPUT.	stk.
STEYPING	SEMENT		kg	
	SEMENT		kg	
	ÍBL.EFNI		kg	
	ÍBL.EFNI		kg	
	TAFAEFNI	kg	EDLISP. STEYPU	
	STEYPUTÆKI			
	STEYPINGARTÍMI		mín	
	EFTIRDÆLING 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	TAFIR	ALLS
h 13,0			2,0	15,0
ATH. Tuttugu efstu rörin eru ógötuð, síðan koma 65 götuð. Tvö neðstu eru ógötuð og það neðsta er brotið saman í endann og soðið. Enginn botn fannst, og gekk því erfiðlega að festa linerinn. En það tókst.				

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
0,60	Úpphengja	553,44
	milli-	554,04
0,60	stykki	554,64
11,20	1	565,84
11,28	2	577,12
12,10	3	589,22
11,60	4	600,82
12,28	5	612,90
12,28	6	625,18
12,31	7	637,49
11,84	8	649,33
12,15	9	661,48
11,71	10	673,19
11,74	11	684,93
11,66	12	696,59
12,42	13	709,01
12,61	14	721,62
12,07	15	733,33
11,71	16	745,40
11,61	17	757,01
12,10	18	769,11
11,82	19	780,93
11,24	20	792,17
12,00	21	804,17
12,28	22	816,45

05.82.20x30FDH

Ógötuð

Götuð

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

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTADUR	FÓÐRING NR.	BLS.
643	NJ-11	Nesjavellir	4	2

RÖRATALNING			RÖRATALNING			RÖRATALNING		
LENGD	NR	ALLS m	LENGD	NR	ALLS m	LENGD	NR	ALLS m
12,21	23	828,66	12,15	49	1143,27	11,91	75	1458,97
11,95	24	840,61	12,08	50	1155,35	12,33	76	1471,30
11,91	25	852,52	12,02	51	1167,37	12,23	77	1483,53
12,04	26	864,56	12,20	52	1179,57	12,28	78	1495,81
12,37	27	876,93	12,21	53	1191,78	12,15	79	1507,96
12,32	28	889,25	11,96	54	1203,74	12,24	80	1520,20
12,28	29	901,53	12,26	55	1216,00	11,89	81	1532,09
12,08	30	913,61	12,28	56	1228,28	12,20	82	1544,29
12,23	31	925,84	12,00	57	1240,28	12,30	83	1556,59
12,28	32	938,12	11,41	58	1251,69	11,80	84	1568,39
12,36	33	950,48	12,28	59	1263,98	12,39	85	1580,78
11,71	34	962,19	12,27	60	1276,25	12,52	86	1593,30
11,91	35	974,10	12,23	61	1288,48	11,38	87	1604,68
12,18	36	986,28	12,37	62	1300,85			
12,05	37	999,33	12,22	63	1313,07			
12,23	38	1010,56	12,25	64	1325,32			
12,06	39	1022,62	12,30	65	1337,62			
12,05	40	1034,67	12,26	66	1349,88			
11,56	41	1046,23	12,30	67	1362,18			
12,03	42	1058,26	12,00	68	1374,18			
12,15	43	1070,41	12,35	69	1386,53			
12,08	44	1082,49	12,31	70	1398,84			
12,09	45	1094,58	12,10	71	1410,94			
12,08	46	1106,66	12,04	72	1422,98			
12,15	47	1118,81	11,77	73	1434,75			
12,31	48	1131,12	12,31	74	1447,06			

Götud

Götud

Götud

Götud



TAFLA 2 NJ-11. Mælingar í þriðja áfanga.

Dags.	Tími	Hvað mælt	Dýptarbil	Ath.
85.05.12	0145-0340	Hiti- $\xi$ T-CCL	0-1710	Mælt í stöngum fyrir upptekt
85.05.12	1000-1120	- " -	0-1736	Mælt fyrir niðursetningu
85.05.17	1630-1800	- " -	0-1130	Mælt í stöngum. Ádæling 44 l/s
85.05.17-18	2300-0200	Ameradahitamæling	0-1900	Mælt í stöngum. Ádæling 44 l/s
85.05.19	2030-2200	Hiti- $\xi$ T-CCL	0-1200	Mælt í stöngum. Ádæling 50 l/s
85.05.20-21	2300-0200	Ameradahitamæling	0-2200	Mælt í stöngum.
85.05.21	1115-1140	Hiti- $\xi$ T-CCL	0-1160	Mælt í stöngum. Ádæling 50 l/s
85.05.27	1300-1400	Lóðun	0-1790	Eftir upptekt. Ádæling
85.05.27	1430-1630	Ameradahitamæling	0-1600	Eftir upptekt. Ádæling
85.05.28	0800-0900	Lóðun	0-1620	Eftir upptekt. Ádæling
85.05.28	0930-1130	Ameradahitamæling	0-1600	Eftir upptekt. Ádæling
85.05.28	1200-1330	Hiti- $\xi$ T-CCL	0-1452	Eftir upptekt. Ádæling 46 l/s
85.05.28	1830-2000	Vídd	0-1420	Eftir upptekt. Ádæling 40 l/s
85.05.28	2000-2400	N-N og nat. gamma	0-1420	Eftir upptekt. Ádæling 40 l/s
85.05.29	0000-0200	Viðnám	0-1420	Eftir upptekt. Ádæling 40 l/s
85.05.29	0200-0240	Hiti- $\xi$ T-CCL	0-1435	Eftir upptekt. Ádæling 40 l/s
85.05.29	0400-0500	Lóðun	0-1523	Eftir upptekt. Ádæling 40 l/s
85.05.30	0800-2330	Lóðun	0-1583	
85.05.31	2230-2330	Hiti- $\xi$ T-CCL	0-1500	
85.06.01	0030-0130	Lóðun	0-1575	



Tafla 3 frh.

NESJAVELLIR HDLA N.J-11

HRNR: 8715 SVÆÐISNR: 153 STADS.NR: 111 ADF.NR: 3120

NESJAV.TEM

DÆLUPROFUN

Dassetning	Tími	Tímabresting min	Þrestingur bar	Dzling l/s	Þyfi a nema a	Hiti C	ATHUGASEMDIR	SKRNR
850531	1708	65.0	64.38	35.03	800.00	35.90		52
850531	1713	70.0	64.40	35.03	800.00	35.60		53
850531	1718	75.0	64.43	35.03	800.00	35.60		54
850531	1723	80.0	64.45	35.03	800.00	35.60		55
850531	1728	85.0	64.48	35.03	800.00	35.60		56
850531	1733	90.0	64.50	35.03	800.00	35.60		57
850531	1738	95.0	64.50	35.03	800.00	35.60		58
850531	1743	100.0	64.50	35.03	800.00	35.30		59
850531	1753	110.0	64.53	35.03	800.00	35.30		60
850531	1803	120.0	64.55	35.03	800.00	34.90		61
850531	1811	128.0	64.55	35.03	800.00	34.80	HITAKÆLI 800-1000m	62
850531	1833	150.0	65.38	35.03	800.00	34.80	NEMI EKKI I	63
850531	1838	155.0	65.15	35.03	800.00	34.80	HITAJAFNVÆGI	64
850531	1843	160.0	64.90	35.03	800.00	34.80	ENNPA	65
850531	1848	165.0	64.70	35.03	800.00	34.80	ENNPA	66
850531	1853	170.0	64.63	35.03	800.00	34.80	KOMINN I JAFNVÆGI	67
850531	1900	177.0	64.58	35.03	800.00	34.70	DALING AUKIN	68
850531	1901	1.0	64.75	56.33	800.00	34.70		69
850531	1902	2.0	64.95	56.33	800.00	34.70		70
850531	1903	3.0	65.18	56.33	800.00	34.70		71
850531	1904	4.0	65.43	56.33	800.00	34.70		72
850531	1905	5.0	65.58	56.33	800.00	34.70		73
850531	1906	6.0	65.65	56.33	800.00	34.70		74
850531	1907	7.0	65.73	56.33	800.00	34.70		75
850531	1908	8.0	65.78	56.33	800.00	34.70		76
850531	1909	9.0	65.83	56.33	800.00	34.70		77
850531	1910	10.0	65.88	56.33	800.00	34.70		78
850531	1912	12.0	65.93	56.33	800.00	34.70		79
850531	1914	14.0	65.98	56.33	800.00	34.70		80
850531	1916	16.0	65.98	56.33	800.00	34.70		81
850531	1918	18.0	65.95	56.33	800.00	34.70		82
850531	1920	20.0	65.93	56.33	800.00	34.70		83
850531	1925	25.0	65.85	56.33	800.00	34.70		84
850531	1930	30.0	65.83	56.33	800.00	27.90		85
850531	1935	35.0	65.83	56.33	800.00	27.90		86
850531	1940	40.0	65.75	56.33	800.00	27.70		87
850531	1945	45.0	65.70	56.33	800.00	27.70	HITAJAFNVÆGI	88
850531	1950	50.0	65.70	56.33	800.00	27.70		89
850531	1955	55.0	65.70	56.33	800.00	27.70		90
850531	2000	60.0	65.70	56.33	800.00	27.50		91
850531	2005	65.0	65.70	56.33	800.00	27.50		92
850531	2010	70.0	65.65	56.33	800.00	27.50		93
850531	2015	75.0	65.68	56.33	800.00	27.50		94
850531	2020	80.0	65.68	56.33	800.00	27.50		95
850531	2025	85.0	65.65	56.33	800.00	27.50		96
850531	2030	90.0	65.60	56.33	800.00	27.50		97
850531	2035	95.0	65.60	56.33	800.00	27.50		98
850531	2040	100.0	65.60	56.33	800.00	27.50		99
850531	2050	110.0	65.55	56.33	800.00	27.10		100
850531	2100	120.0	65.53	56.33	800.00	27.10		101

Tafla 3 frh.

NESJAVELLIR HOLA NJ-11

HRNR: 8715 SVRDISNR: 153 STADS.NR: 111 ADF.NR: 3120

NESJAV.TEH

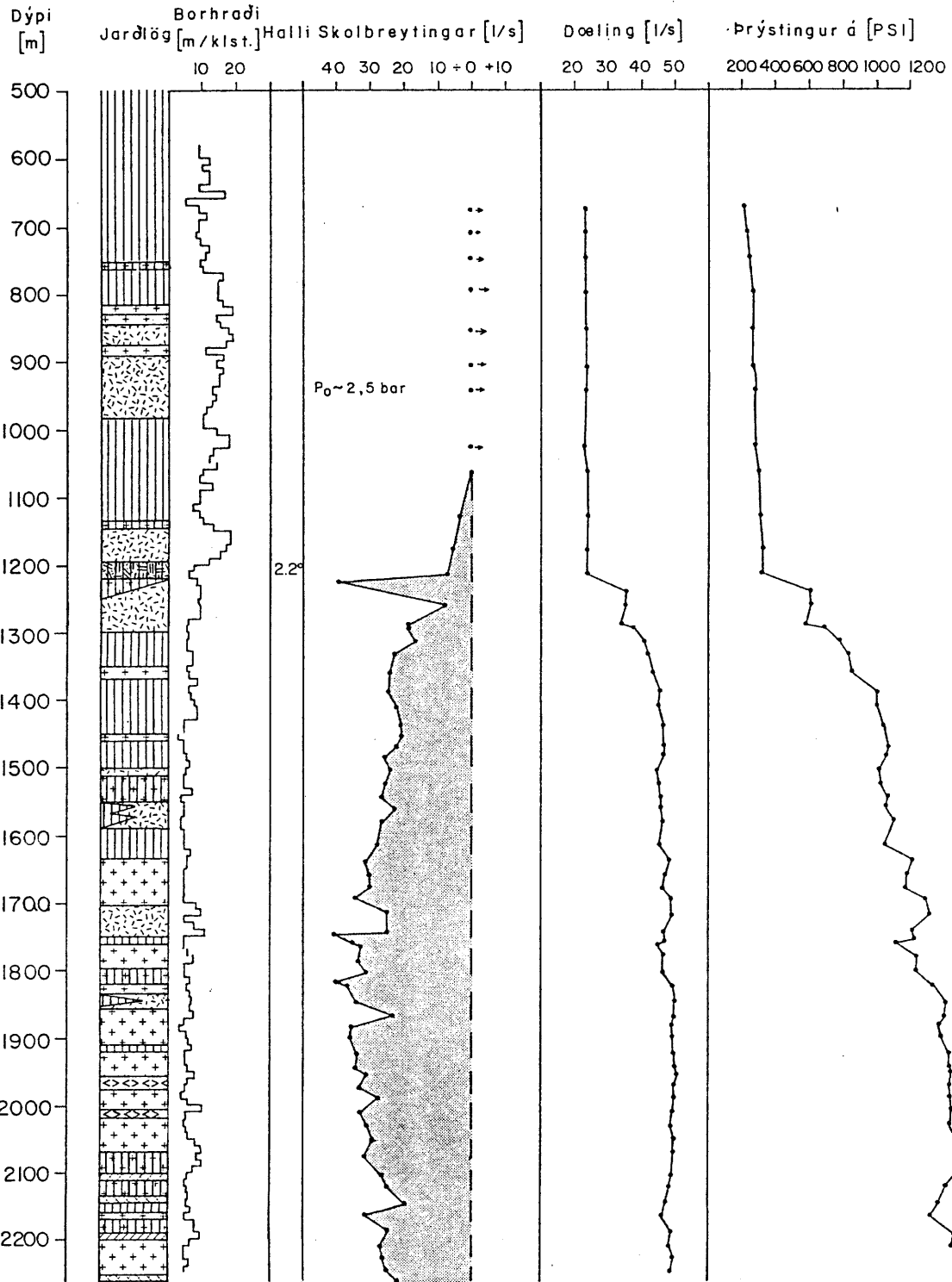
DÆLUPROFUN

Dagsetning	Tími	Tímabresting min	Þryggingur bar	Þáling l/s	Þygi a nema m	Hiti C	ATHUGASEMDIR	SKRNR
850531	2110	130.0	65.55	56.33	800.00	27.10		102
850531	2120	140.0	65.53	56.33	800.00	27.00		103
850531	2130	150.0	65.53	56.33	800.00	26.90	HITAKRALT 800-1500m	104
850531	2240	220.0	66.13	56.33	800.00	26.50	NEMI EKKI I	105
850531	2245	225.0	65.79	56.33	800.00	26.50	HITAJAFNVÆGI	106
850531	2250	230.0	65.52	56.33	800.00	26.50	ENNDÁ	107
850531	2255	235.0	65.35	56.33	800.00	26.50	ENNDÁ	108
850531	2300	240.0	65.23	56.33	800.00	26.50	ENNDÁ	109
850531	2310	250.0	65.15	56.33	800.00	26.50	KOMINN I JAFNVÆGI	110
850531	2320	260.0	65.10	56.33	800.00	26.60	DÆLUPROFUN HATT	111

JHD-BJ-8715. As. G.  
85.06 0736. SyJ.

### NESJAVELLIR NJ-II

Mynd 1.



JHD-BJ-8715. As.G  
85.06. 0736. SyJ

Mynd 1.

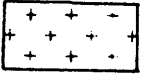
### SKÝRINGAR



Fínkornótt basalt



Meðalgróft-grófkornótt basalt



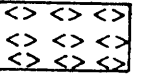
Grófkornótt basalt eða dolerít



Túff



Glerjað basalt



Grófkornótt isúrt berg



Fínkornótt súrt berg



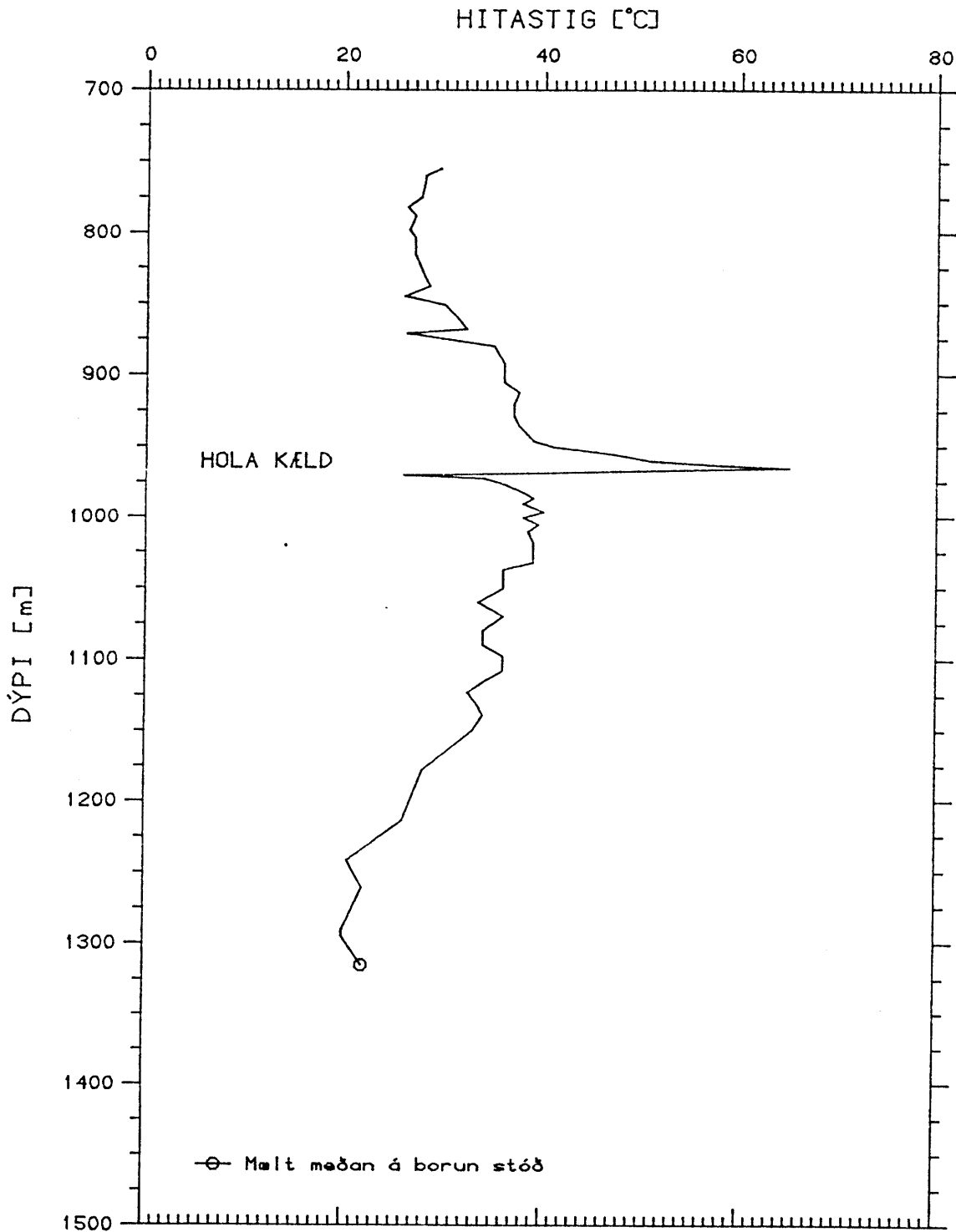
Grófkornótt súrt berg



JHD-BJ-8715 ÁsG  
85.06.0734 T

MYND 2

NESJAVELLIR HOLA NJ-11  
HITASTIG Á SKOLI  
MÆLT VIÐ FLOW LINE "

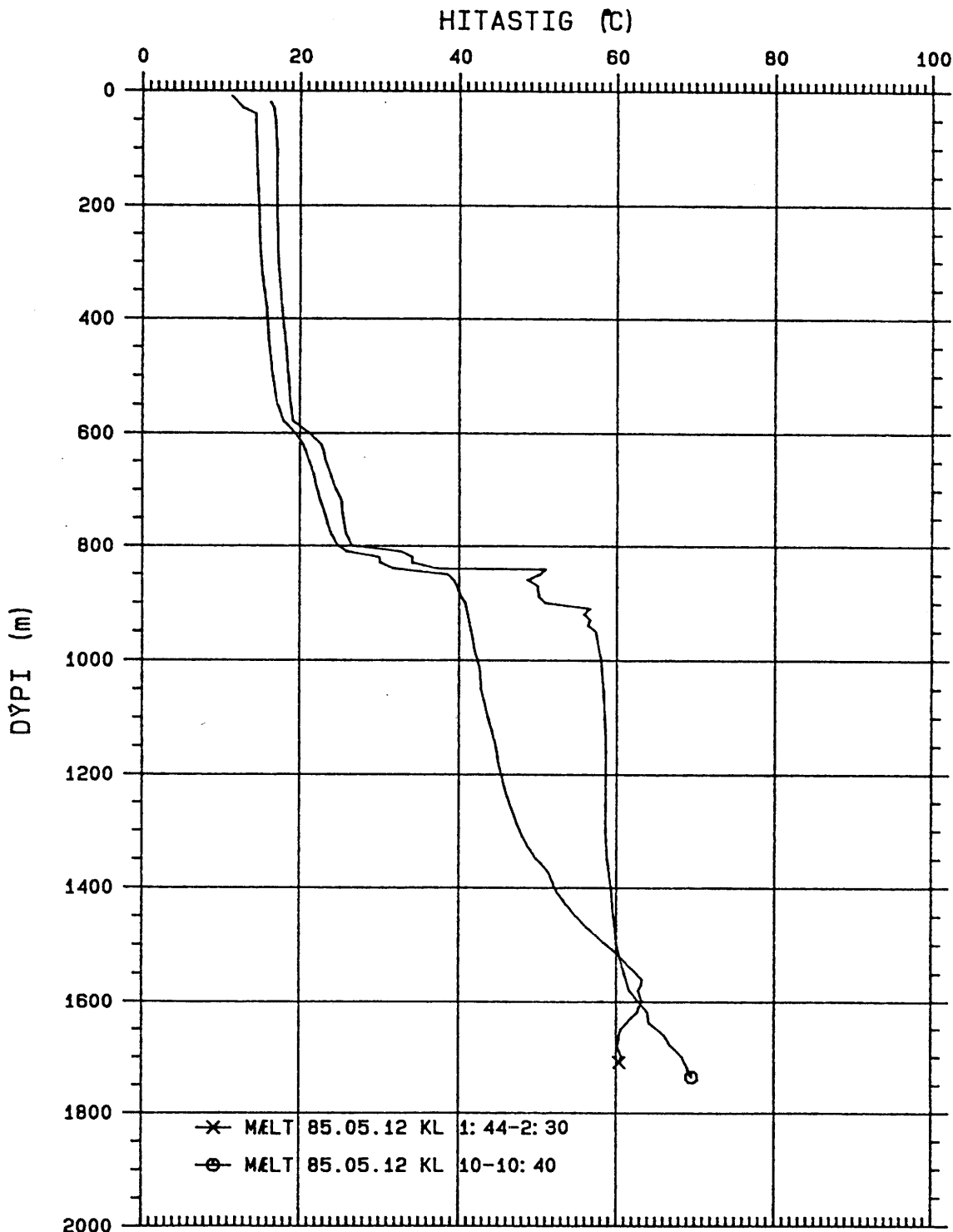




JHD-BM-8715 GJG  
85.06.0763 T

MYND 3

NESJAVELLIR  
HOLA NJ-11  
HITAMÆLINGAR

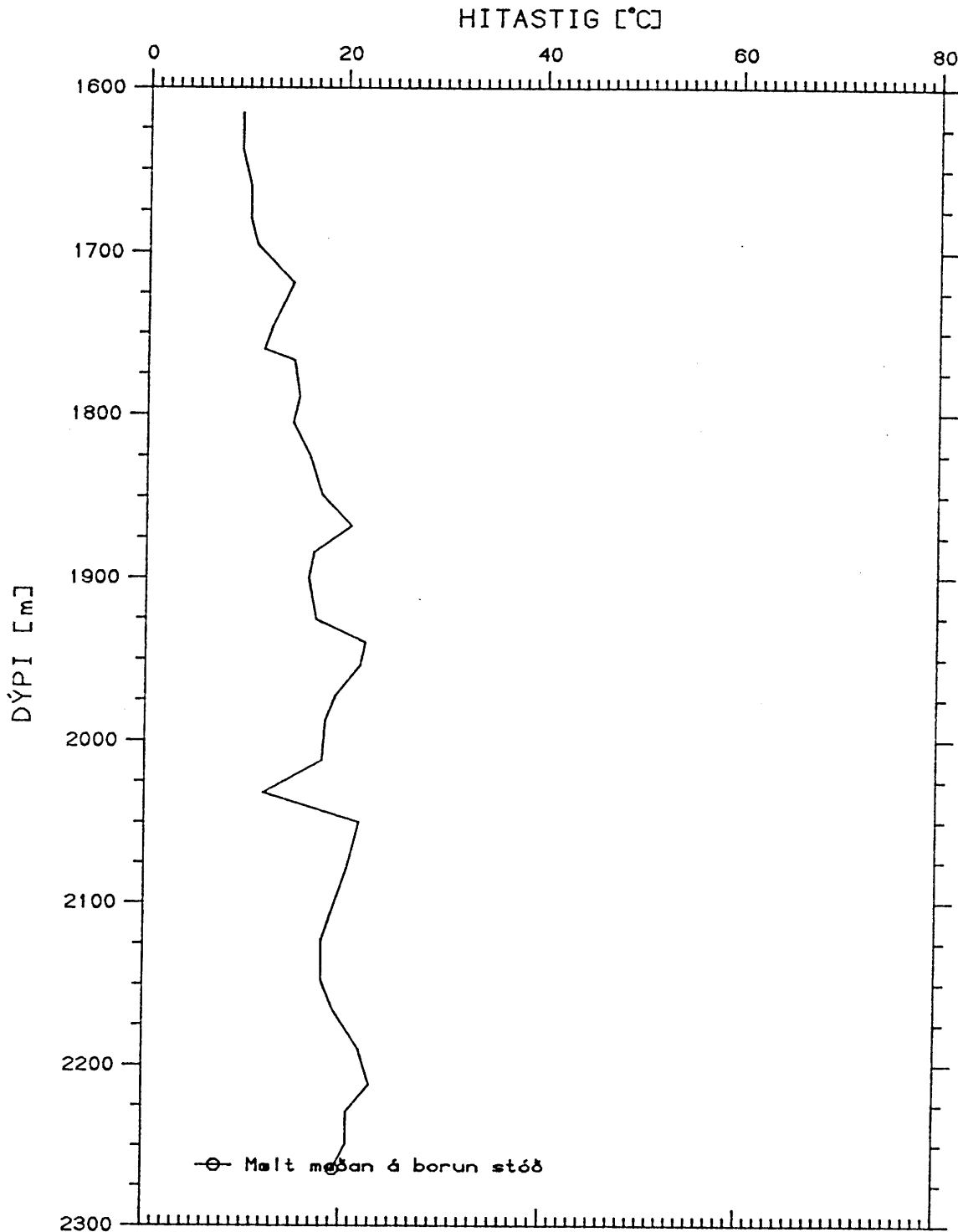




JHD-BJ-8715 ÁSG  
85.06.0735 T

MYND 4

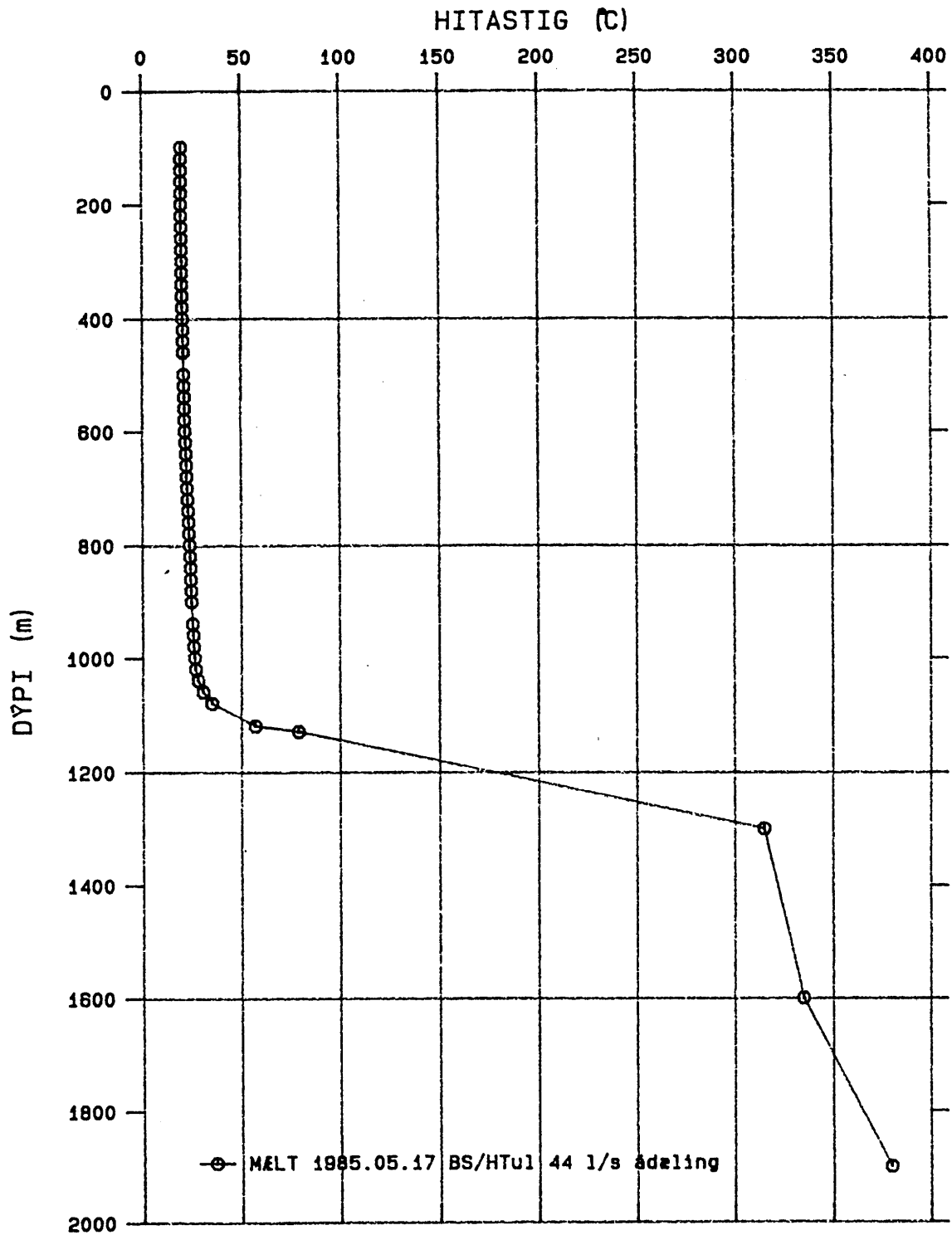
NESJAVELLIR HOLA NJ-11  
HITASTIG Á SKOLVATNI  
MÆLT VIÐ FLOW LINE"



JHD-BM-8715 GJG  
85.06.0764 T

MYND 5

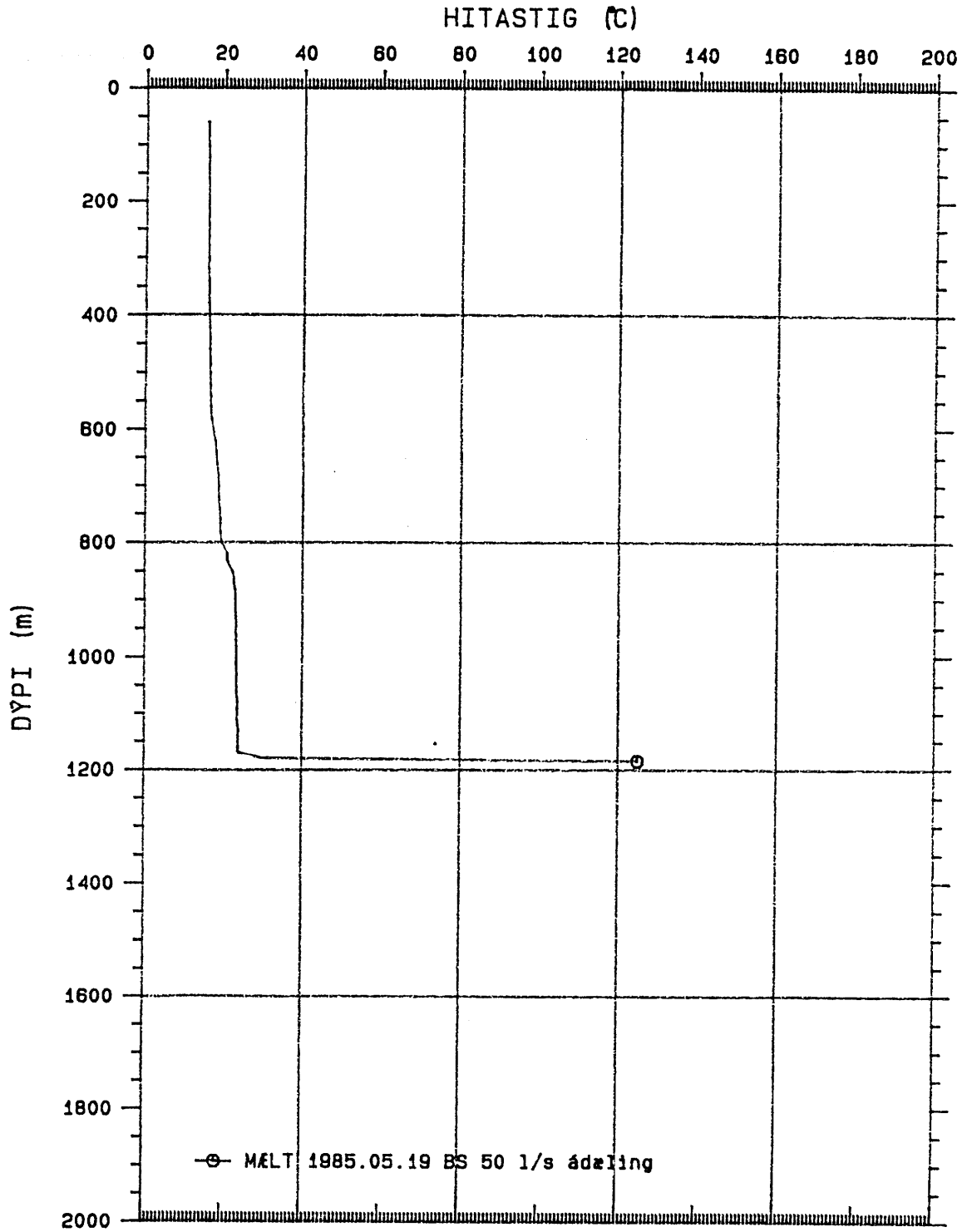
# NESJAVELLIR HOLA NJ-11 HITAMÆLING



JHD-BM-8715 GJG  
85.06.0765 T

MYND 6

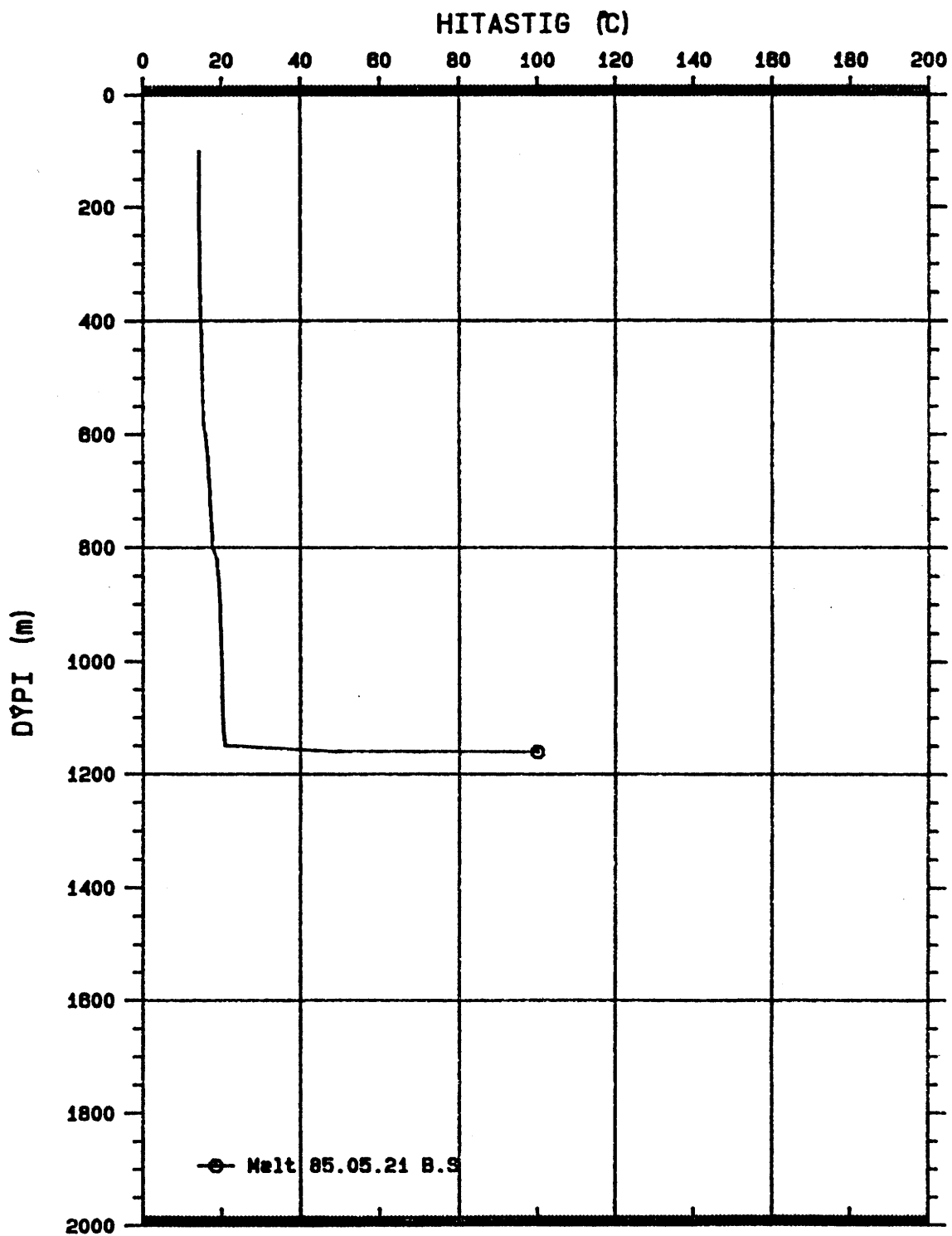
# NESJAVELLIR HOLA NJ-11 HITAMÆLING



JHD-BM-8715 GJG  
85.06.0766 T

MYND 7

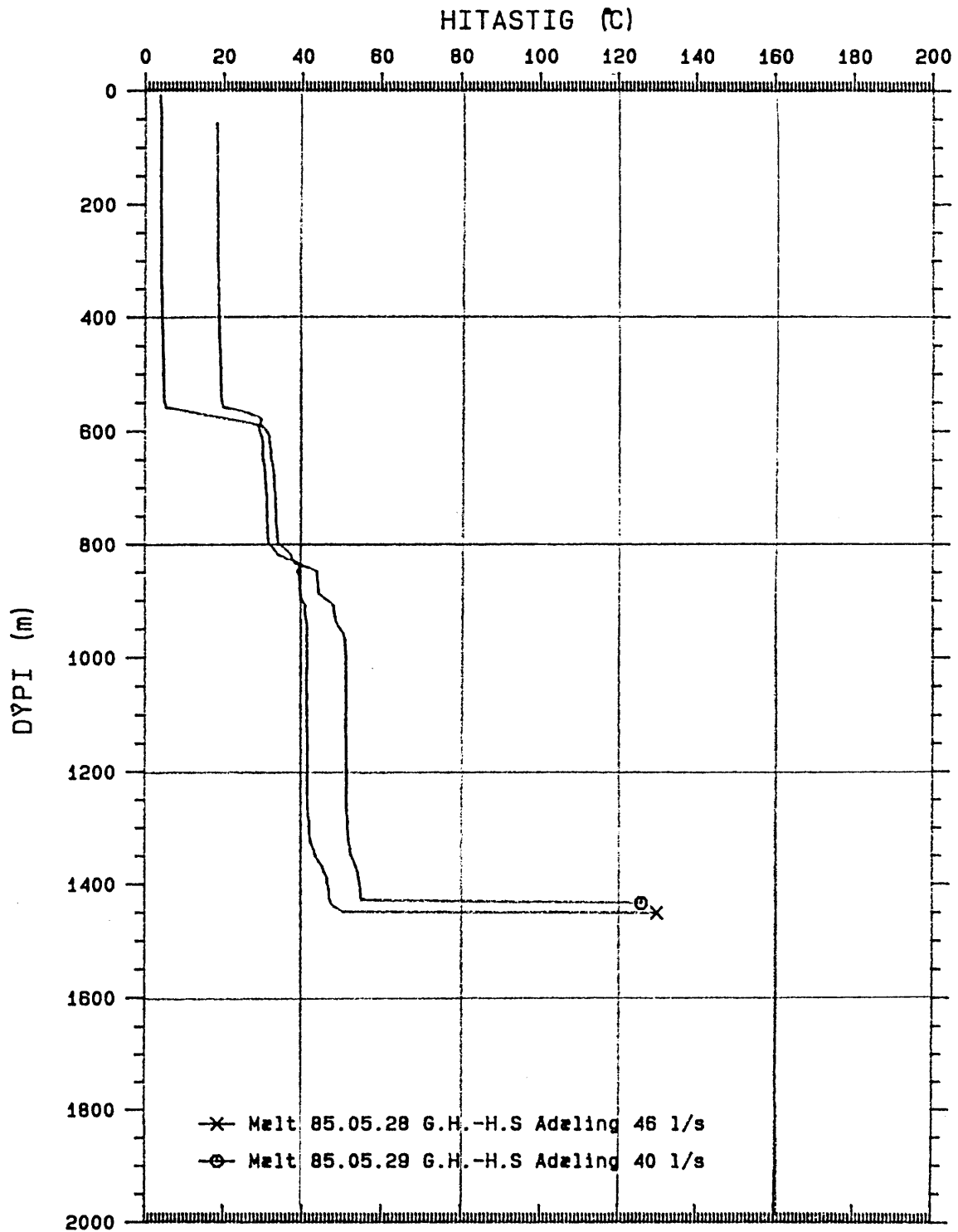
# NESJAVELLIR HOLA NJ-11 HITAMÆLING



JHD-BM-8715 GJG  
85.06.0767 T

MYND 8

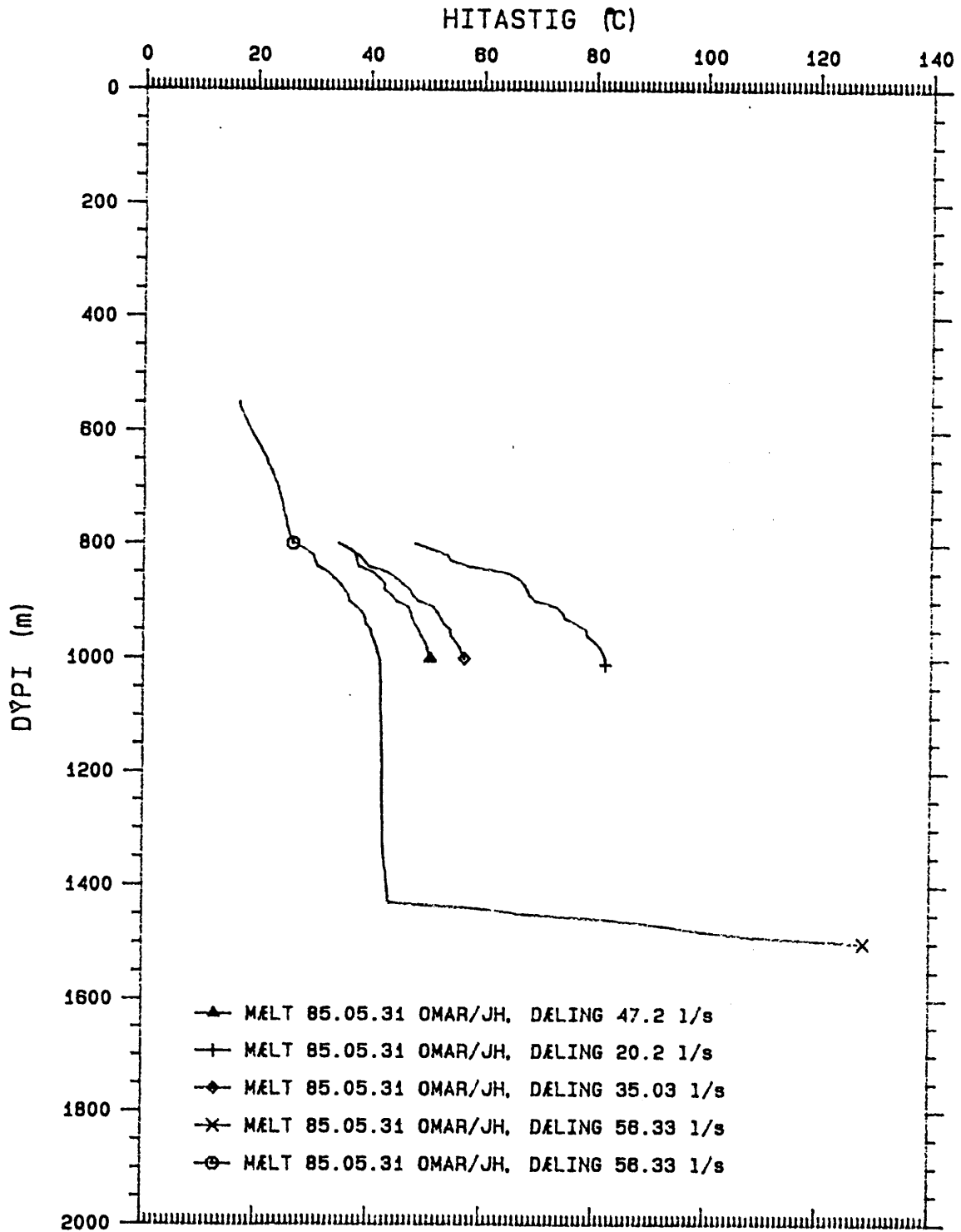
# NESJAVELLIR HOLA NJ-11 HITAMÆLINGAR



JHD-BM-8715-Omar  
85.06.0768

Mynd 9

# NESJAVELLIR HOLA NJ-11 HITAMÆLINGAR

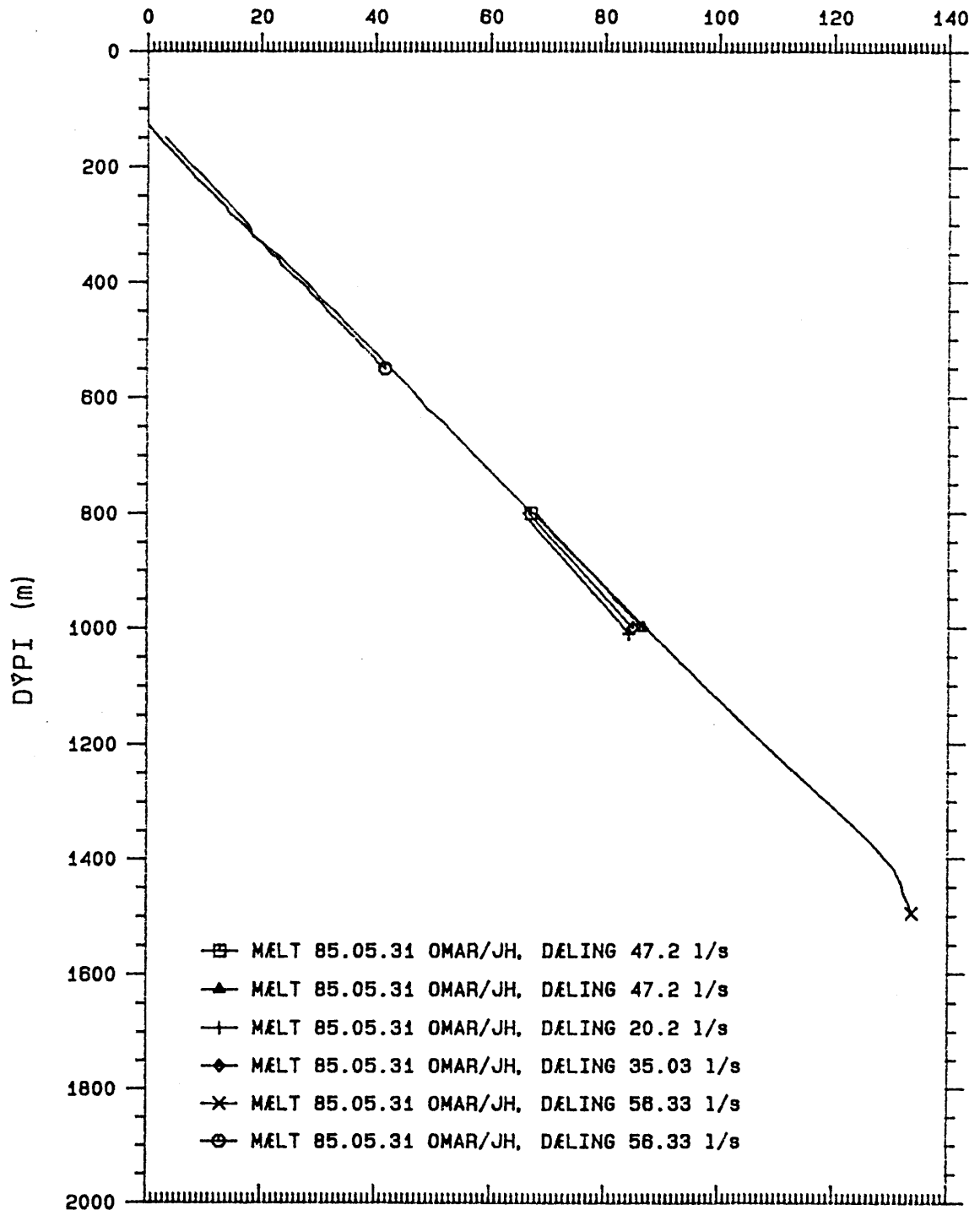


JHD-BM-8715-Omar  
85.06.0769 T

Mynd IO

# NESJAVELLIR HOLA NJ-11 ÞRYSTINGSMÆLINGAR

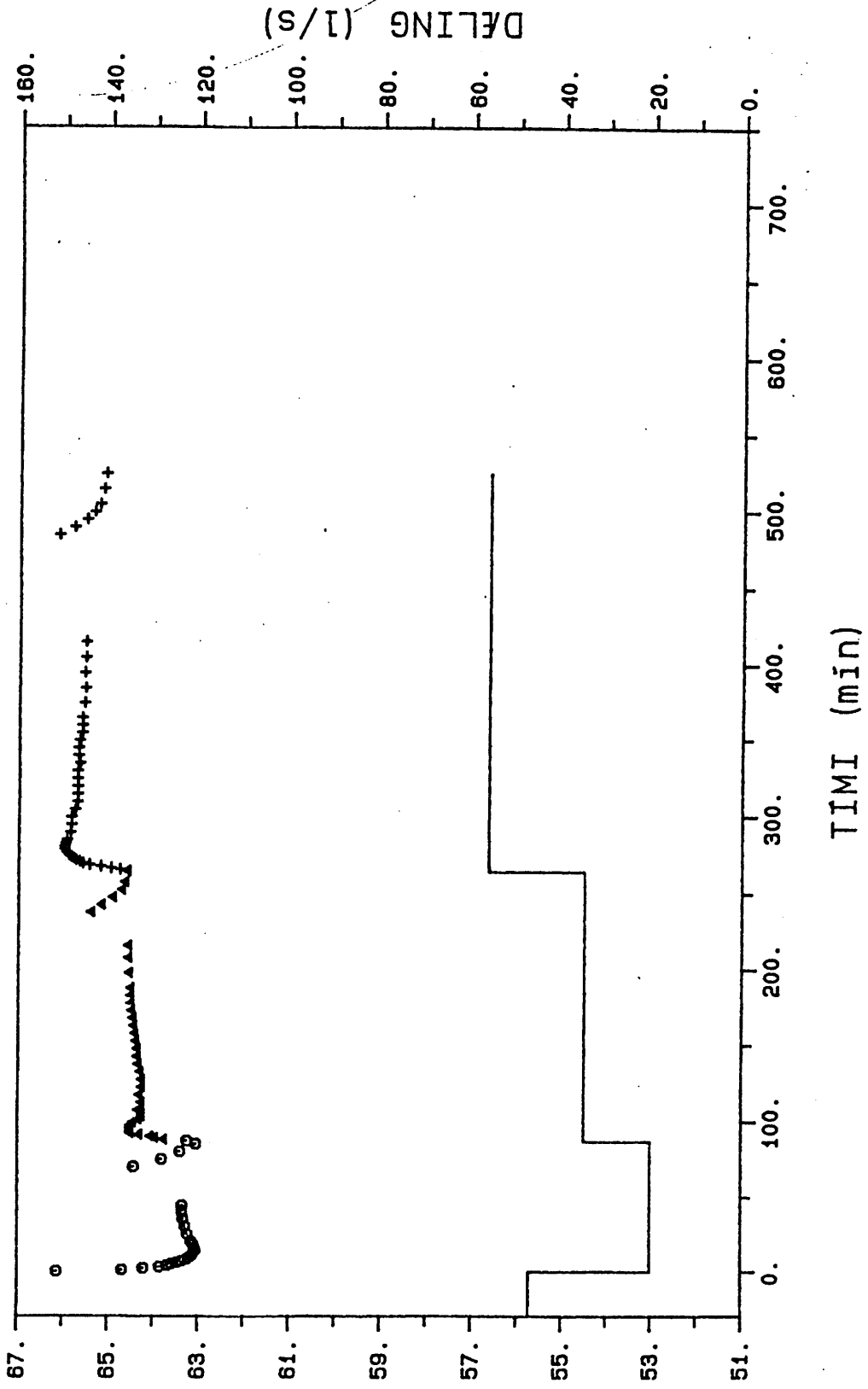
ÞRYSTINGUR (kg/cm<sup>2</sup>)



Mynd II


JHD-BM-8715-Omar  
85.06.0770 T

# NESJAVELLIR HOLA NJ-11



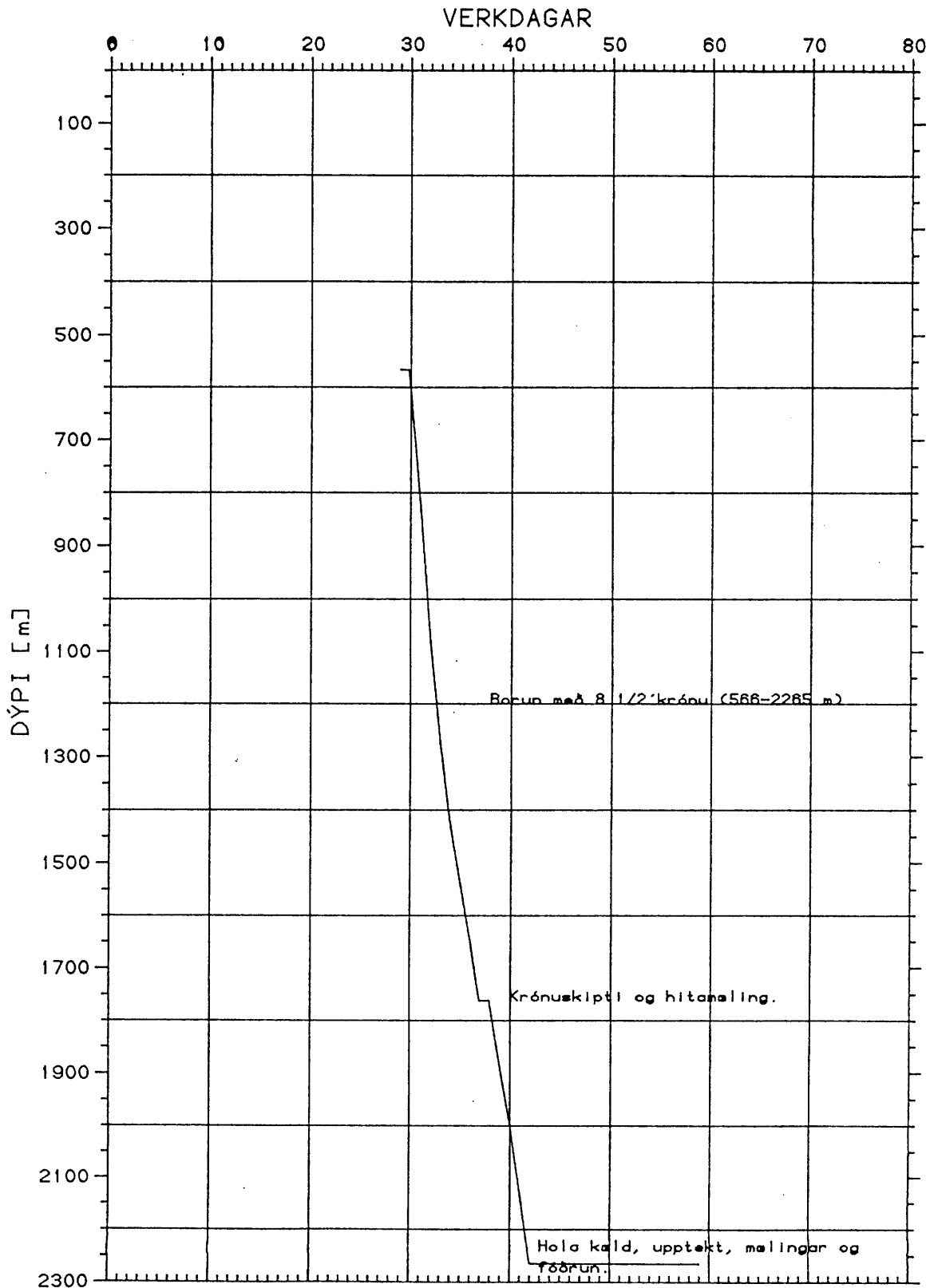
( 1 2 )



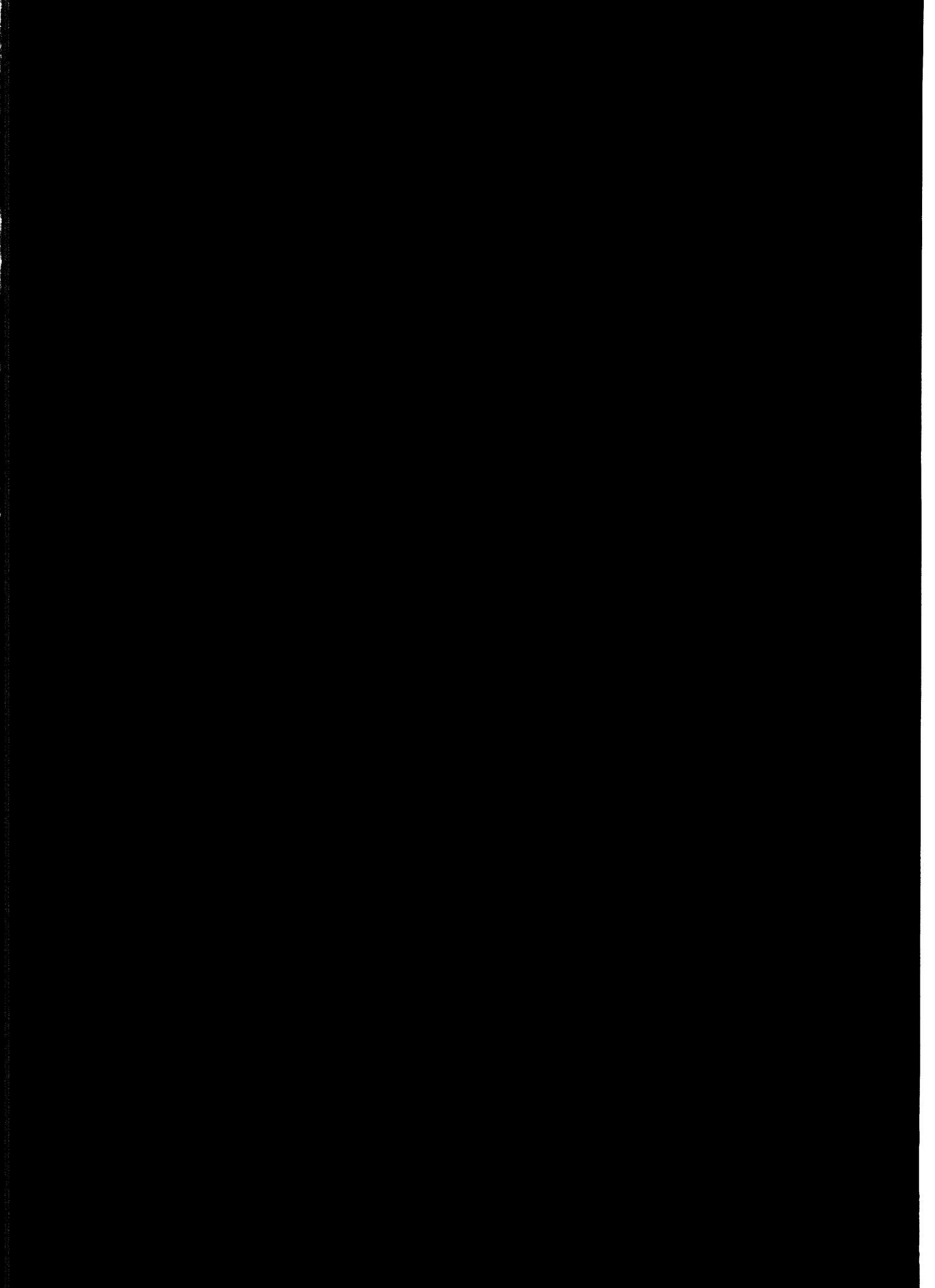
 JHD-BJ-8715 ÁsG  
85.06.0751 T

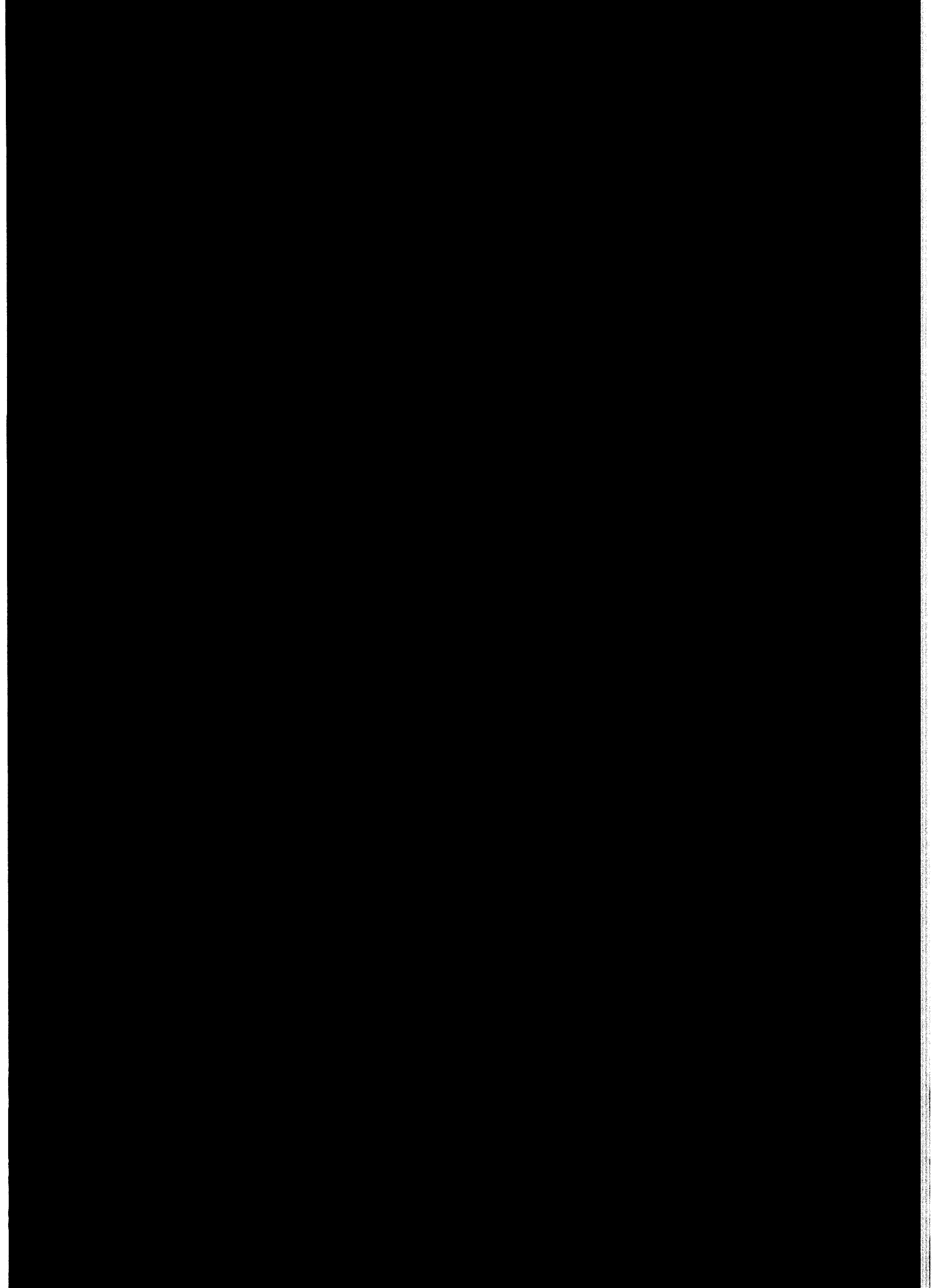
Mynd 12.

# NESJAVELLIR HOLA NJ-11 FRAMVINDA BORUNAR 3. ÁFANGI









MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Toppþrýstingur í upphitun .....	161
2 Þrýstimælingar í upphitun .....	162
3 Hitamælingar í upphitun .....	163
4 Toppþrýstingur í upphleypingu .....	164

## 1 INNGANGUR

Borverki við holu NJ-11 lauk aðfaranótt 1. júní 1985. Holan var boruð í 2265 m dýpi, en við lok borunar reyndist hins vegar illmögulegt að hemja hana vegna uppstreymis úr æðum nærri botni upp í æð á 1220 m dýpi. Neðan 1600-1900 m dýpis mældist yfir 380°C í uppstreyminu. Til þess að ná valdi á holunni burfti að lokum, að setja sem svarar 180 m af mül í hana. Mölin fór bó ekki niður á botn og lóðaðist efra borð malartappans á 1583 m dýpi. Var settur raufaður leiðari í holuna niður að malartappanum (Ásgrímur Guðmundsson o.fl. 1985).

Eftir að borverki lauk var dælingu haldið áfram á holuna og dælt um 45 l/s. Búist var við því að fljótlega eftir að hætt yrði að kæla holuna kæmi hún undir brýsting, og gæti toppbrýstingur farið mjök hátt (>100 bar), ef botnæðarnar næðu sér upp í gegnum malartappann. Dælingu var síðan hætt 2. júní klukkan 23:30. Í fyrstu var sog í holunni, en laust fyrir klukkan 20 mánudaginn 3. júní fór að ýrast vatn upp úr holunni. Blætt var síðan af holunni í gegnum 4 mm gat fram til 8. júní. Á þessu tímabili óx toppbrýstingur í 66 bar. Samkvæmt hita-  
mælingum voru það æðar í 800-850 m sem gáfu af sér þennan brýsting. Botnæðarnar voru hins vegar óvirkar, og malartappinn því þéttur á meðan á upphitun holunnar stóð.

Lauqardaginn 8. júní var lokið við að koma fyrir blástursbúnaði við holuna og hófst upphleyping kl 18:40. Hefur holan blásið síðan (1. júlí 1985). Fylgst hefur verið reglulega með blæstrinum og holan afl-  
mæld og efnasýni tekin. Strax eftir upphleypingu gaf holan af sér um 50 kg/s með varmainnihaldi um 850 kJ/kg. Á næstu dögum og vikum hækkaði varmainnihaldið yfir 2000 kJ/kg, jafnframt því sem dregið hefur úr rennslinu í um 35 kg/s. Afl holunnar er rúmlega 70 MW í hrá-  
varma.

Í töflu 1 er að finna yfirlit yfir helstu athugasir, sem gerðar voru í holu NJ-11 á tímabilinu 2. júní til 1. júlí 1985. ekki er getið bar um einstakar mælingar á toppbrýstingi og afli, en þær mælingar er að finna í töflum 2 og 3.

## 2 MÆLINGAR Í UPPHITUN

Upphitun NJ-11 eftir borun stóð einungis í tæpa viku. Á þessu tímabili voru gerðar í holunni þrjár Amerada-hitamælingar og tvær þrýstimælingar (sjá töflu 1). Jafnframt var fylgst reglulega með holutoppsþrýstingi, en holan var komin undir þrýsting strax tæpum sólarhring eftir að dælingu var hætt við borlok. Þessar mælingar á toppþrýstingi eru birtar í töflu 2, og niðurstöðurnar dregnar upp á mynd 1. Þar sést að þrýstingur hækkaði hratt í byrjun, náði jafnvægi um stundarsakir í 27,5 bar, en tók síðan á rás aftur, og var kominn í 66 bar (og enn hækkanði), þegar holunni var hleypt í gos.

A mynd 2 eru sýndar þrýstimælingarnar tvær, sem gerðar voru í NJ-11 í upphitun. Mælingarnar sýna að þrýstijafnvægi hefur verið í holunni á u.þ.b. 1200 m dýpi, og er það staðfesting á því að sterkasta vatnsæð holunnar sé æðin í 1220 m dýpi. Þrýstingur við þá æð er um 100 bar, sem samsvarar suðumarkshita upp á 310°C. Af mynd 2 má einnig sjá, að það eru æðar ofan 850 m dýpis, sem byggja upp gasþrýstinginn sem mældist á holutoppi. Ofan þessa dýpis er vökvasúlan í holunni mjög létt, og því gasblönduð, en neðan 850 m dýpis svarar eðlisþungi súlunnar til eðlisþunga vatns.

Þrjár hitamælingar voru gerðar á meðan NJ-11 var í upphitun. Tvær mælinganna eru sýndar á mynd 3. Jafnframt er sýndur suðuhiti samkvæmt þrýstimælingu, sem gerð var um leið og fyrri hitamælingin. Af myndinni má sjá að vatnið er við suðumark neðst í holunni. Ofan 850 m dýpis er hitastig rétt undir suðumarki þegar fyrri mælingin var gerð, og var trúlega farið að sjóða þegar mælt var í síðara sinnið. Mest áberandi í hitaferlunum er hins vegar kælingin sem kemur fram á 1100-1300 m dýpi. Á þessu dýptarbili (1220 m) er öflugasta vatnsæð holunnar. Mældist við hana 40 l/s skoltap í borun, og því ekki furða að æðin sé lengi að hitna upp. Hins vegar er athyglivert að ekki skuli hafa verið millirennslí í upphitun úr æðunum í efri hluta holunnar og niður í 1220 m æðina. Í hitamælingum við borlok kom fram millirennslí af þessu tagi, og náði það raunar allt niður í 1550 m æðina. Að millirennslíð skuli hætta eftir að dæling er tekin af holunni bendir til þess að efri æðarnar séu mjög gasríkar (eða gufuríkar).

Hitamælingarnar í NJ-11 ákvarða nokkurn veginn jafnvægis hitastig æðanna í 800-850 m dýpi. Þar mældist hitastig um 290°C, en skv. mældum þrýstingi í borun (2,5 bar umfram kalda súlu) er hæsti mögulegi vatnshiti við þá æð um 300°C. Við æðina í 1220 m mældist aðeins um 200°C vegna mikillar kælingar í borun. Hitastig þessarar æðar gæti verið allt að 310°C eins og áður segir. Hitastigið neðst í leiðaranum

bendir loks til þess að á 1550-1600 m dýpi í holu NJ-11 sé berghiti um 330°C og við suðumark. Þó er ekki hægt að útiloka að heitt gas og gufa seitleið upp í gegnum malartappann, sem er neðan leiðarans og trufla hitaástandið neðst í leiðaranum.

### 3 UPPHLEYPING

Holu NJ-11 var hleypt í blástur laugardaginn 8. júní klukkan 18:40. Fyrir upphleypinguna hafði holan verið í blæðingu og stóð hún fullheit undir 66 bar þrýstingi. Óhætt var því að opna nokkuð hratt fyrir holuna og var hún fullopin klukkan 19:22. Á meðan á upphleypingunni stóð og fyrstu klukkutímana á eftir féll toppþrýstingur og mældist um miðnætti  $P_o=3,3$  bar (Mynd 4). Í upphleypingunni gekk holutoppurinn upp um 15 mm.

### 4 AFL OG AFKÖST

Holan hefur blásið frá 8. júní 1985. Aflmælingar á holunni eru sýndar í töflu 3. Það ber að hafa í huga að tölur um vatnsrennsli eru lágmarkstölur þar sem bó nokkur vatnsaustur var úr hljóðdeyfi í byrjun blásturs. Af sömu ástæðu getur varmainnihaldið verið of hátt. Fyrstu 2-3 dagana var varmainnihaldið lágt, 830-930 kJ/kg, sem samsvarar um 200°C hita, sama og mælist við æðina á 1220 m dýpi eftir kælingu. Þessa daga er vatnsrennslið um 40 kg/s og heildarrennsli um 50 kg/s. Síðan fer varmainnihaldið vaxandi og vatnið minnkar smám saman. Á sama tíma eykst gufumagnið og heildarrennsli minnkar. Í lok júní hefur varmainnihaldið náð rúmlega 2200 kJ/kg og heildarrennslið úr holunni er um 33 kg/s og er gufuhlutinn um 0,8. Heqðun holunnar í byrjun blásturs er svipuð og holu NG-6. Í upphafi er holan að hreinsa út kælivatn frá því í lok borunar en er síðan smám saman að auka jarðhitavökvann.

Þær tölur sem hér hafa verið nefndar fyrir varmainnihald og heildarrennsli í lok júní samsvara rúmlega 70 MW í hrávarma og um 11 MW í raforkuframleiðslu.



## 5 EFNASTYRKUR

Fram til 1. júlí hafa verið tekin 4 sýni til efnagreininga á vökva úr holu NJ-11. Sýnatöku og greiningaraðferðir eru nánast þær sömu og lýst er í skýrslu um holu NG-6 (Valgarður Stefnánsson o.fl. 1983).

Tafla 4 sýnir styrk efna í heildarrennsli holunnar og tafla 5 sýnir efnasamsetningu djúpvökva. Í fyrri tveim sýnunum er reiknað með kísilhita sem djúphita en í síðari sýnunum, þegar varmáinnihald hefur aukist er djúphiti valinn 300°C, sem er nærri því sem búast má við skv. mælingum. Þær breytingar sem fram koma í varmáinnihaldi endurspeglast í töflu 4. Styrkur órokgjarnra efna er tiltölulega hár í byrjun en lækkar síðan er gufuhlutinn eykst. Þegar sýni 85-5054 er safnað er varmáinnihald og rennsli orðið nokkuð stöðugt. Þann 11. júní þegar sýni 85-5050 var safnað var mikið gas í streyminu. Kemur þetta vel fram í flestum gastegundum, þar sem styrkur þeirra er þá mun hærri en á undan og eftir.

Þrátt fyrir að varmáinnihald og rennsli hafi nokkurn veginn náð jafnvægi er sýni 85-5054 var safnað hefur efnasamsetningin ekki enn náð jafnvægi. Reiknaður efnahiti úr frá mismunandi efnum (tafla 6) er vísbending þess að fullkomnu jafnvægi sé ekki náð við 300°C. Lausleg athugun á efnabáttum vatnsins (chemical species) með tilliti til efnajafnvægis (Stefán Arnórsson o.fl. 1983a) bendir til hins sama.

Tafla 7 sýnir hlutföll nokkurra efna í rennsli. Hlutfallið H<sub>2</sub>S/SO<sub>4</sub> fer lækkandi með tíma vegna lægri styrks súlfats. Hár styrkur súlfats í upphafi stafar líklega af oxun á brennisteinsvetni í súlfat, vegna áhrifa skolvatns mettuðu af andrúmslofti. Hlutfallið N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S lækkar með tíma, þar sem köfnunarefnisríkt skolvatn er að hreinsast út. Lækkun á hlutföllunum H<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S og CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S getur stafað af aukinni gufumyndun.

Tafla 8 sýnir gas í gufu við 7 bar-a þrýsting. Gasið var mikið í upphafi og sérstaklega þegar sýni 85-5050 var safnað eins og áður er minnst á. Samsetning gassins er sýnd í töflu 9. Kolsýra, brennisteinsvetni og vetni fara vaxandi með tíma, aðallega á kostnað köfnunarefnis.

Þar sem breytingar á efnasamsetningu eiga sér enn stað, er erfitt að segja til um við hvaða hita og þrýsting megi vænta kísilútfellinga í holunni. Styrkur kísils er vaxandi og á eflaust eftir að aukast eitthvað enn. Útreikningar á hitastigi ópalmettunar er sýnd í töflu 10. Eftir því sem styrkur kísils eykst og jafnvægi næst við herra hitastig má búast við ópalútfellingum við hærri hita og þrýsting. Þrýstingur um 10 bar er því lágmarksgildi fyrir ópalmettun.

## HEIMILDIR

- Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteinson, Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Ómar Sigurðsson, 1985: Nesjavellir hola NJ-11, 3. áfangi. Borun vinnsluhluta frá 566 m til 2265 m. OS-85048/JHD-13B, 19 s.
- 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. 1982: A revised and expanded silica (quartz) geothermometer. Geothermal Resources Council Bulletin, Nov. 1982: 3-9.
- Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985. Nesjavellir, hola NG-9. Jarðlög, vatnsæðar og ummyndun (í prentun).
- Kristín Vala Ragnarsdóttir, and Walter, J.V., 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, 1983a: The chemistry of geothermal waters in Iceland. II. Mineral equilibria and independent variables controlling water compositions. Geochim. Cosmochim. Acta, 47: 547-566.
- Stefnán 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, hola NG-6. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-83023/JHD-04, 100 s.

Tafla 1 Hóla NJ-11. Yfirlit yfir tímabilið 85.06.02 - 85.07.01

Dagsetning	Klukkan	Mælingar	Athugasemdir
85.06.02	23:30		Dælingu hætt ( $Q=45$ l/s)
85.06.03	19:50		Vatn kemur upp
85.06.03	22:40-23:30	Am. Þrýstimæl.	Po 0
85.06.04	00:20-01:30	Am. hitamæl.	Po 2 bar
85.06.05	17:45-19:00	Am. hitamæl.	Po = 28-32 bar
85.06.05	20:25-21:40	Am. Þrýstimæl.	Po = 28-34 bar
85.06.07	21:25-22:45	Am. hitamæl.	Po = 62 bar
85.06.08	18:40-19:21		Upphleyping
85.06.09	13:00-15:00	Sýnataka	Heilsýni nr: 85-5049
85.06.11	15:30-17:00	Sýnataka	Heilsýni nr: 85-5050
85.06.14	17:00-19:00	Sýnataka	Heilsýni nr: 85-5053
85.06.25	10:00-12:00	Sýnataka	Heilsýni nr: 85-5054

Tafla 2 Hóla NJ-11. Mælingar á toppþrýstingi á meðan  
upphitun stóð yfir. (Dælingu hætt kl 23:30 85.06.02)

Dagsetning	Klukkan	Toppþrýstingur	
85.06.03	19:50	0,0	Vatn kemur upp
85.06.04	01:30	2,0	Blæðing um 4 mm
85.06.04	11:00	6,0	- " -
85.06.04	19:00	15,0	- " -
85.06.04	23:50	21,0	- " -
85.06.05	02:00	21,5	- " -
85.06.05	07:50	27,0	- " -
85.06.05	13:30	27,5	- " -
85.06.05	17:00	27,5	- " -
85.06.05	23:00	34,0	- " -
85.06.06	07:45	44,0	- " -
85.06.06	15:15	50,0	- " -
85.06.06	18:00	53,0	- " -
85.06.06	24:00	54,0	- " -
85.06.07	07:00	58,0	- " -
85.06.07	10:00	58,0	- " -
85.06.07	14:15	59,0	- " -
85.06.07	16:27	59,5	- " -
85.06.07	19:40	60,0	- " -
85.06.08	08:45	63,0	- " -
85.06.08	18:40	66,0	- " -

Tafla 3 Nesjavellir hola NJ-11. Aflmælingar

Dagur	Kl		Þvermál stúts mm	Po bar	Pc bar	Vatns rennsli kg/s	H enth. kJ/kg	Heild. rennsli kg/s	Gufa við 1 bar a kg/s	Gufa við 7 bar a kg/s
85.06.08	23:50	EG	204,6	4,1	0,45	39,79	849	49,2	9,4	3,7
85.06.09	08:10	EG	"	4,1	0,40	39,79	831	48,7	8,9	3,2
85.06.09	14:00	EG	"	4,1	0,40	39,79	831	48,7	8,9	3,2
85.06.09	19:40	EG	"	3,4	0,40	39,79	831	48,7	8,9	3,2
85.06.09	21:30	EG	"	3,4	0,45	39,79	849	49,2	9,4	3,7
85.06.10	08:45	EG	"	3,8	0,55	39,79	884	50,1	10,3	4,6
85.06.10	14:45	JK	"	3,8	0,55	39,79	884	50,2	10,3	4,6
85.06.10	21:00	JK	"	4,0	0,55	39,39	890	49,8	10,4	4,7
85.06.10	23:45	JK	"	4,1	0,61	37,83	934	49,0	11,2	5,7
85.06.11	08:15	JK	"	4,3	0,70	41,83	906	53,4	11,5	5,5
85.06.11	12:50	JK	"	4,6	0,82	39,79	972	52,7	12,9	7,1
85.06.11	17:00	EG	"	4,7	0,80	41,83	937	54,3	12,5	6,4
85.06.11	21:15	JK	"	4,9	0,95	41,83	982	55,7	13,9	7,8
85.06.12	08:55	JK	"	5,4	0,95	39,79	1011	54,0	14,1	8,3
85.06.12	24:00	JK	"	6,0	1,20	32,24	1211	49,6	17,4	12,4
85.06.13	14:20	JK	"	6,5	1,30	27,19	1346	46,1	18,9	14,5
85.06.13	23:18	JK	"	6,9	1,40	27,19	1372	47,0	19,8	15,4
85.06.14	08:12	JK	"	7,5	1,60	27,19	1421	48,9	21,7	17,2
85.06.14	19:00	EG	"	8,3	1,90	25,62	1524	50,2	24,6	20,2
85.06.15	08:40	JK	"	8,7	1,90	24,11	1563	48,9	24,7	20,5
85.06.15	23:45	JK	"	8,7	1,90	21,24	1641	46,3	25,0	21,2
85.06.16	08:30	JK	"	8,6	1,90	19,88	1681	45,1	25,2	21,5
85.06.17	10:00	JK	"	8,6	1,80	17,33	1742	41,9	24,5	21,2
85.06.18	08:50	JK	"	8,7	1,90	9,13	2094	35,4	26,2	23,9
85.06.18	16:30	SJ	"	8,6	1,90	9,13	2094	35,4	26,2	23,9
85.06.19	09:00	JK	"	8,6	1,90	8,30	2134	34,7	26,3	24,1
85.06.20	13:00	SJ	"	9,0	1,96	6,14	2258	33,2	27,0	25,1
85.06.21	18:30	EG	"	8,3	1,85	6,83	2207	32,9	26,0	24,0
85.06.22	13:00	SJ	"	8,4	1,88	6,83	2211	33,1	26,3	24,3
85.06.24	23:00	JK	"	8,3	1,90	4,35	2359	31,0	26,6	25,0
85.06.22	11:50	EG	"	8,7	1,90	6,14	2251	32,7	26,5	24,6
85.06.27	23:20	JK	"	8,6	1,90	5,51	2289	32,1	26,6	24,7
85.06.28	19:30	JK	"	8,5	1,90	6,14	2251	32,7	26,5	24,6
85.06.29	09:00	JK	"	8,4	1,90	6,14	2251	32,7	26,5	24,6
85.06.30	20:30	JK	"	8,3	1,95	6,14	2257	33,1	26,9	25,0
85.07.02	21:20	JK	"	8,3	1,95	6,14	2257	33,1	26,9	25,0
85.07.06	13:50	MG	"	8,4	1,70	4,91	2303	29,8	24,8	23,1

Tafla 4 Efnainnihald í heildarrennsli holu NJ-11 á Nesjavöllum.  
Styrkur efna í mq/kg.

	1	2	3	4
Sýni	85-5047	85-5050	85-5053	85-5054
Daqs.	85.06.09	85.06.11	85.06.14	85.06.25
Po bar	4,3	5,7	9,3	9,7
Ho kJ/kg	831	937	1500	2251
SiO <sub>2</sub>	503	562,1	449	199,9
Na	147	142,3	102,4	34,6
K	27,6	30,7	23,6	6,8
Ca	2,17	1,92	1,23	0,26
Mg	0,09	0,034	0,080	0,014
S <sub>04</sub>	75,2	65,8	35,3	12,23
Cl	17,6	2,67	3,59	0,65
F	0,56	0,52	0,37	0,24
CO <sub>2</sub>	669,3	3470	1138,3	1593,1
H <sub>2</sub> S	280,9	685,4	865,6	824,6
H <sub>2</sub>	33,8	117,0	84,5	54,0
O <sub>2</sub> +Ar	6,04	305,7	0,57	4,57
CH <sub>4</sub>	1,01	3,56	2,90	2,17
N <sub>2</sub>	335,2	2311,7	228,8	50,0

Tafla 5 Efnasamsetning djúpvökva í holu NJ-11 á Nesjavöllum  
Styrkur efna í mg/kg.

	1	2	3	4
Djúph.	238 1)	248 1)	300 2)	300 2)
Sýni	5047	5050	5053	5054
Dags.	85.06.09	85.06.11	85.06.14	85.06.25
Ps bar	2,5	3,7	7,8	9,4
Ho kJ/kg	831	937	1500	2251
pH	6,69	6,32	7,58	7,97
SiO <sub>2</sub>	450	492,0	504,4	563,8
Na	131,4	124,6	115,0	97,6
K	24,7	26,9	26,5	19,3
Ca	1,94	1,68	1,38	0,74
Mg	0,081	0,029	0,09	0,04
SO <sub>4</sub>	67,2	57,6	39,7	34,5
Cl	15,7	2,3	4,0	1,83
F	0,5	0,45	0,42	0,67
CO <sub>2</sub> (v)	935,7	4842,9	210,3	76,4
H <sub>2</sub> S(v)	381,0	943,6	413,0	154,7
H <sub>2</sub> (v)	49,9	166,0	4,38	0,5
O <sub>2</sub> +Ar(v)	8,9	433,9	0,03 3)	0,04 3)
CH <sub>4</sub> (v)	1,49	5,1	0,10	0,01
N <sub>2</sub> (v)	494,6	3280,6	9,74	0,38
CO <sub>2</sub> (g)			8558	2421
H <sub>2</sub> S(g)			4484	1190
H <sub>2</sub> (g)			725	83,1
O <sub>2</sub> +Ar(g)			4,82 3)	6,96 3)
CH <sub>4</sub> (g)			25,3	3,35
N <sub>2</sub> (g)			1979,8	77,0

1) Kvarshiti 2) Valið hitastig vegna breytinga á varmainnihaldi  
3) Einungis O<sub>2</sub>

Tafla 6 Efnahiti reiknaður út frá efnasamsetningu vökva úr holu NJ-11 á Nesjavöllum.

Sýni	T SiO <sub>2</sub> A	T SiO <sub>2</sub> B	T SiO <sub>2</sub> C	T NaK D	T NaK E	T CO <sub>2</sub> F	T H <sub>2</sub> S G	T H <sub>2</sub> H	TCO <sub>2</sub> /H I
85-5047	241	239	264	278	271	247	266	293	331
85-5050	254	298	275	293	284	294	290	310	317
85-5053	266	251	278	301	291	241	282	291	333
85-5054	273	264	294	283	276	234	268	273	306

- 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.  $t(^{\circ}\text{C}) = -42,198 + 0,28831 (\text{SiO}_2) - 3,6686 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2)^2 + 3,1665 \times 10^{-7} (\text{SiO}_2)^3 + 77,034 \log (\text{SiO}_2)$  (0-330 $^{\circ}\text{C}$ ). Fournier og Potter (1982). Styrkur efna í mg/kg.
- C.  $t(^{\circ}\text{C}) = 39,536 + 0,58127 (\text{SiO}_2) - 6,1713 \times 10^{-4} (\text{SiO}_2)^2 + 3,7499 \times 10^{-7} (\text{SiO}_2) + 19,985 \log (\text{SiO}_2)$  (180-340 $^{\circ}\text{C}$ ). Ragnarsdóttir og Walter (1983). Styrkur SiO<sub>2</sub> 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.  $t(^{\circ}\text{C}) = -44,1 + 269,25Q - 76,88Q^2 + 9,52Q^3$ . 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 HLutföll nokkurra efna í rennsli holu NJ-11 á Nesjavöllum.

Sýni	H <sub>2</sub> S/SO <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	Na/Cl
85-5047	3,73	1,193	0,120	2,383	8,35
85-5050	10,4	3,373	0,171	5,063	53,3
85-5053	24,5	0,264	0,098	1,315	28,5
85-5054	67,4	0,061	0,065	1,932	53,2

Tafla 8 Gas í gufu við 7 bar-a þrýsting.  
Nesjavellir Hóla NJ-11

Sýni	Dags.	Gas í gufu þyngdar %
85-5047	85.06.09	1,3
85-5050	85.06.11	4,46
85-5053	85.06.14	0,58
85-5054	85.06.25	0,33

Tafla 9 Samsetning gass í gufu (%) við 7 bar-a þrýsting  
Nesjavellir hola NJ-11

Sýni	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> +Ar	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>
85-5047	59,53	19,48	1,87	0,34	0,06	18,72
85-5050	54,63	9,51	1,52	4,01	0,05	30,29
85-5053	50,95	34,41	3,88	0,03	0,13	10,60
85-5054	63,52	31,94	2,21	0,19	0,09	2,06

Tafla 10 Hitastig ópalmettunar við hvellsuðu

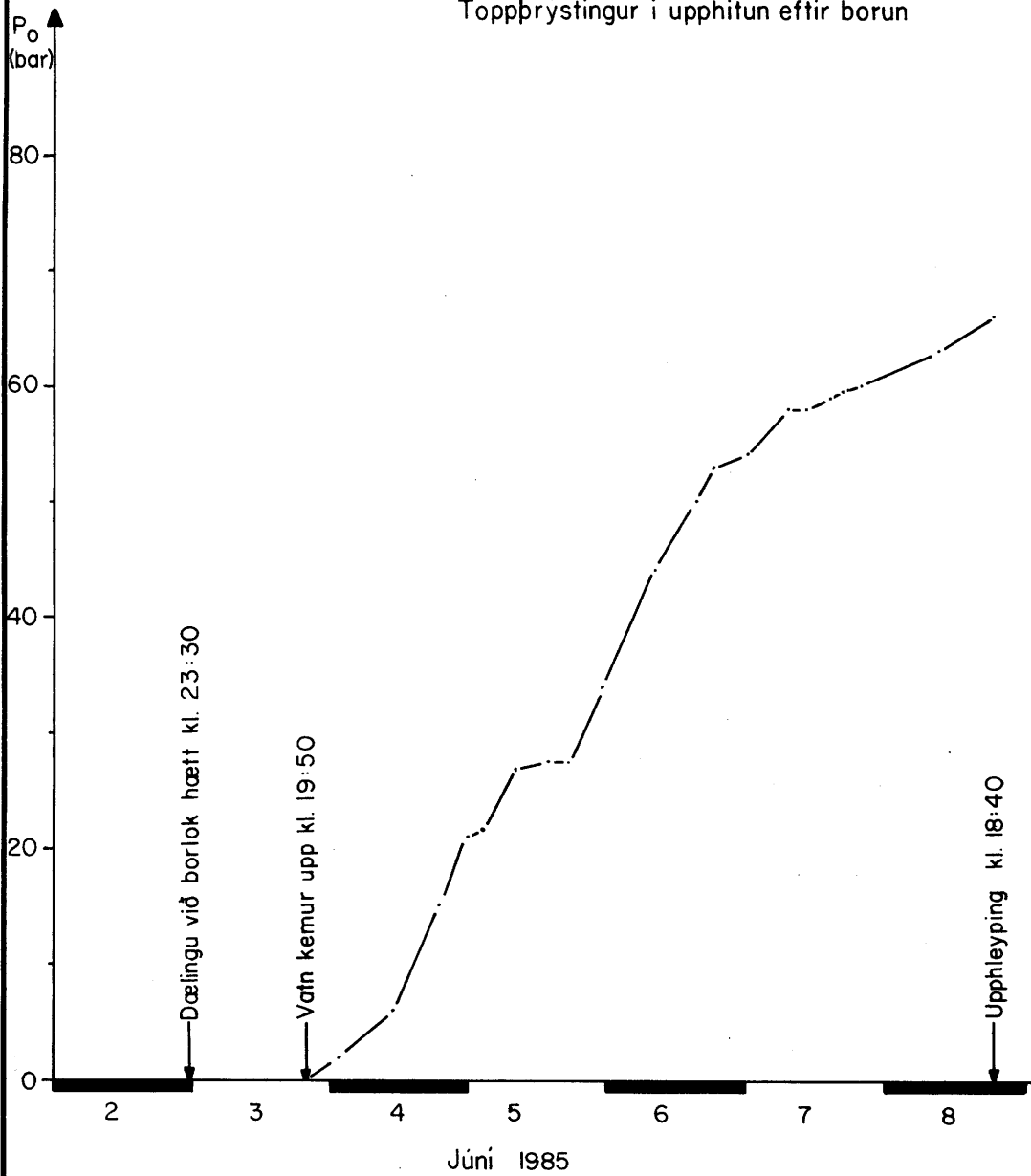
Dags	Sýni	Styrkur SiO <sub>2</sub> í djúpvatni (mg/kg)	Hitastig ópalmettunar	P bar-a
85.06.09	5047	450	140	3,61
85.06.11	5050	492	150	5,57
85.06.14	5053	504	168	7,54
85.06.25	5054	564	178	9,57

JHD-BM-8715-BS  
85.07 0847 JSH

Mynd I

Nesjavellir Hóla NJ-II

Toppbrýstingur í upphitun eftir borun





JHD-BM-8715-BS  
85.07. 0848 JSH

Nesjavellir Hóla NJ-II  
Þrýstimælingar í upphitun

Mynd 2

