



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

NESJAVELLIR, HOLA NG-8

Seinni áfangi:

Borun vinnsluhluta, frá 100 m í 403 m

Hjalti Franzson, Ásgrímur Guðmundsson,
Sigurður Benediktsson, Gísli Guðmundsson,
Hilmar Sigvaldason og Héðinn Ágústsson

OS-84067/JHD-26 B

Júlí 1984



ORKUSTOFNUN

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

NESJAVELLIR, HOLA NG-8

Seinni áfangi:

Borun vinnsluhluta, frá 100 m í 403 m

Hjalti Franzson, Ásgrímur Guðmundsson,
Sigurður Benediktsson, Gísli Guðmundsson,
Hilmar Sigvaldason og Héðinn Ágústsson

OS-84067/JHD-26 B

Júlí 1984

Dags.
1984-09-05
Dags.


Tilv. vor
VS/gb
Tilv. yðar

...
Hitaveita Reykjavíkur
Drápuhlíð 14
105 REYKJAVÍK
...

Varðar: Borun vinnsluhluta holu NG-8 á Nesjavöllum.

Hér með fylgir áfangaskýrsla um borun vinnsluhluta holu NG-8.
Verkið er unnið samkvæmt samningi milli Hitaveitu Reykjavíkur
og jarðhitadeildar Orkustofnunar dagsettum 12. júní 1984.

Virðingarfyllst



Valgarður Stefánsson

EFNISYFIRLIT

bls.

BORSAGA	3
JARÐLÖG OG UMMYNDUN	7

MYNDASKRÁ

Mynd 1 Borun holu NG-8	9
Mynd 2 Einfölduð skýringarmynd af "holum" í NG-8	10
Mynd 3 Borhraði og jarðlagaskipan í holu 2	11
Mynd 4 Borhraði og jarðlagaskipan í holu 3	12
Mynd 5 Hitamælingar í NG-8	13

BORSAGA

Að lokinni fóðringu NG-8 niður í rúma 92 m dýpi, var ákveðið á verkfundi að breyta boráætlun. Skyldi nú stefnt að því að bora holuna fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu niður undir 400 m dýpi. Ef slíkt tækist svo og einnig að steypa fóðringuna, yrði reynt að bora vinnsluhluta holunnar niður á að minnsta kosti 1000 m dýpi.

Þessi áfangi hófst föstudaginn 29. júní. Á mynd 1 er sýnd borun holunnar (áætlun og framkvæmd). Komið var í steypu í 74,6 m dýpi. Erfiðlega gekk að bora út steypustykkið, og lauk þeirri baráttu með ósigri borkrónunnar. Var það ráð tekið að setja niður fóðurrörskrónu og bora utan með steypustykkinu, og gekk það að óskum. Steypustykkið var síðan fiskað upp með vel tenntu fóðurröri.

Eins og getið var um í fóðrunartöflu í fyrri áfangaskýrslu var skábraut stefnt þannig, að hún beindi borun út úr holunni til vesturs. Skái brautarinnar var um 4 gráður. Borun eftir skábrautinni gekk fremur hægt fyrir sig, þar sem fóðurrörsendinn þröngvaði krónunni til að sverfa í skábrautina. Reyndist halli holunnar eftir skábrautinni aðeins vera 1,6 gráður. Endi skábrautarinnar var í 100,4 m dýpi. Fyrstu metrana neðan skábrautar var borað í steypu, en síðan í berg. Í 115 m dýpi kom í mjög lint, pýrítríkt og ummyndað berg, á sama dýpi og í fyrri borun. Fylgdi gaspúls og gasfnykur jókst að mun. Skolaukning varð um 1/2 l/s. Borað var með litlu álagi og skolað vel í stangarskiptum. Þegar komið var í 138 m dýpi var ummyndun og magn pýríts tekið að minnka, og var talið að holan stefndi í átt frá umræddri æð. Var ákveðið að freista þess að stöðva rennslið úr æðinni með steypu áður en lengra væri haldið.

Að morgni 1. júlí var steypu úr nægilega miklu magni sements til að fylla holuna upp fyrir fóðurrörsenda. Beðið var fram eftir degi þar til steypa var orðinn hörð. Um kl. 20 var byrjað að bora út steypu og því lokið rétt fyrir miðnætti. Enn tók að leka upp úr holunni við fóðurrörsendann (þó vel innan við 1 s/l) og var því ljóst, að þétting með steypingu hafði ekki tekist að öllu leyti. Borun var haldið áfram um nóttina og fram til kl. 14 mánudaginn 2. júlí, en þá var stoppað og ákveðið að reyna að þétta lekann á ný með steypu. Dýpið var orðið 279 m og lekinn hafði verið að aukast smám saman niður undir 270 m, en þá varð vart við snögga breytingu, sem kom fram í hærri hita á skolvökvanum. Talið var nokkuð víst að æðin á milli 110 og 120 m dýpis hafi smám saman verið að opnast allan tímann, og var lekinn er hér

var komið orðinn 2-3 l/s og púlsastreymið upp úr holunni orðið áberandi. Ekki var hægt að útiloka, að það hafi verið skorin á rúmlega 270 m dýpi. Því var ákveðið að steypa fyrst í botn holunnar í gegnum borstrenginn úr tveimur tonnum af sementi. Síðan var tekið upp úr holunni þar til krónan var komin upp í 50 m dýpi og öryggisventlum þá lokað. Þar var steyppt úr u.þ.b. 9 tonnum í gegnum strenginn og síðan dælt vatni á eftir í stuttan tíma til að hreinsa út úr stöngunum. Því næst var dælt á holuna í gegnum kæfingarstútinn til að þrýsta steypunni niður og út í æðina á 126 m dýpi. Eftirdælingu var hætt þegar þrýstingur var kominn upp í 23 bar, en þá var klukkan að verða 23. Holunni var haldið lokaðri um nóttina og byggði hún smám saman upp þrýsting og um morguninn var hann kominn í 10 bar. Þá var opnað og reyndist vera um gasþrýsting að ræða. Nú var ætlunin að setja niður rýmara og bora út steypu ásamt því að rétta holuna, ef einhverjar skekkjur væru á henni, en fram að þessu hafði strengurinn verið án rýmara og stýringa. Komið var niður á steypu á 91 m dýpi og boruð út góð steypa niður á 96,5 m dýpi, en þrengsli við neðri enda fóðringar og skábrautar voru þess valdandi að rýmarinn fór ekki niður. Ekki var talið ráðlegt að þvinga hann niður, þar sem óvíst var hvort hann næðist upp. Þar af leiðandi var tekið upp aftur og rýmarinn tekinn úr. Steypa var síðan boruð út án rýmara og stýringa niður 126 m dýpi. Góð steypa náði niður á 108 m, en þar fyrir neðan var hún lín, en borun var hætt áður en komið var niður úr henni.

Strax við fóðurrörsendann varð vart við leka, sem kom fram eins og áður í skolaukningu. Því þótti rétt að steypa á ný. Steyppt var um kvöldið milli kl. 21 og 22 úr 7 tonnum af sementi í gegnum borstreng, en króna var niður við botn. Síðan var króna tekin upp í 60 m dýpi og dælt til að hreinsa burt alla steypu, sem gæti verið innan í og utan við borstrenginn. Fljótlega kom í ljós að lítilega rann upp úr holunni þrátt fyrir að steypumagnið, sem komið var í holuna fyllti 70-75 m. Þá var brugðið á það ráð að loka öryggislokum og þrýsta steypunni út í lekastaðina með dælingu í gegnum kæfingarstút. Á tveimur mínútum steig þrýstingurinn upp í 20 bar með rúmlega 5 l/s dælingu. Eina og hálfu mínútu þurfti til viðbótar til að ná 24 bar, en þá féll þrýstingur skyndilega niður í 20 bar og steig síðan á ný. Þessar þrýstisveiflur endurtóku sig, en eftir 7 mínútna dælingu voru komnir niður rúmlega 1600 l, sem þýðir 21,5 m í holunni. Þrýstingur féll hratt eftir að dæling var stöðvuð. Eftir eina mínútu var hann kominn niður í 5 bar og lækkaði lítið úr því. Skotið var á holuna þrýstipúlsum öðru hvoru fram að miðnætti, en síðan var öllu haldið lokuðu fram til morguns. Skýringin á þrýstisveiflunum meðan á dælingu stóð getur verið tvíþætt. Annars vegar virtust ventlar á dælu leka og hins vegar, sem er öllu líklegra, að bergið hafi hreinlega brotnað við 24 bar og þannig komið fram skammtíma þrýstifall.

Um morguninn 4. júlí skömmu eftir kl. 5 voru öryggislokar opnaðir og sett niður til að bora út steypu. Steypuborð var á 82 m dýpi. Borað var niður á 95 m dýpi, en þar sem steypa var of lin var beðið með áframhaldandi borun fram til kl. 9. Steypan var þá orðin góð. Vel var fylgst með skolvatni meðan á borun stóð. Engin rennslisaukning hafði mælst þegar dýpið var 108 m. Á stönginni frá 108-117 m fór að vætla upp úr holunni og síðan smá jókst rennslið. Um svipað leyti var það ljóst að borinn var kominn út úr holunni. Það var vegna þess að steypan var orðin harðari en bergið og engar stýringar til að halda krónunni við rétt efni. Borað var niður í 127 m dýpi og síðan hallamælt í 120 m. Hallin var 2,1 gráður, en hallamælingar frá 2. júlí gáfu 1,6 gráður á tæpum 100 m og 1,4 gráður á 140 m dýpi.

Stoppað var frá kl. 13-16 meðan verkfundur fjallaði um áframhald borverksins. Á þeim fundi kom fram, að þar sem ekki hafði tekist að koma rýmaranum fram hjá skábrautinni, yrði nær útilokað að koma 9 5/8" fódurrörinu þá leiðina. Ekki var heldur talið ráðlegt að leggja út í járnborun. Var talið, að öðru óbreyttu, að sá hluti sem nú var verið að bora, yrði vinnsluhluti holunnar. Einnig var ákveðið, að vegna þess hve örryggisfóðringin væri stutt, væri ekki ráðlegt að bora dýpra en 400 m. Gert var ráð fyrir að sett yrði raufað 7" fódurrör í þennan hluta holunnar.

Á miðnætti var búið að bora niður á 194 m dýpi með 1,5-2 tonna álagi og var meðalborhraði 9,6 m/klst. Borun gekk hratt og snurðulaust fyrir sig. Álag var aukið í 3,5 tonn og borað niður í 403,5 m dýpi, sem er endanlegt dýpi holunnar. Meðalborhraði þann 5. júlí var 10,5 m/klst.

Dýpinu 403 m var náð um klukkan 22 þann 5. júlí. Hringdælt var í 2 1/2 klst, eða til klukkan 23:50, en þá var holunni lokað og dælt á með um 20 bar þrýstingi á kæfingarstút. Hitamælingar innan í stöngum hófust klukkan 00:30 þann 6. júlí, og lauk klukkan 5:30 sama morgun. Eins og sjá má á mynd 5 voru helstu niðurstöður mælinganna þær, að þegar dælt var um 12,6 l/s í gegnum kæfingarstút á holuna lokaða (ca. 12 bar þrýstingur), var haldið aftur af æðum á 120-170 m dýpi, en vatnið, sem dælt var á holuna, rann niður á 370 m dýpi, þar sem það hvarf út í bergið. Upphitun lokaðrar holu án dælingar við 120 m dýpi reyndist vera um 20 gráður á hálf tíma, og var þrýstingur á holutoppi þá um 5 bar. Ekkert millirennslí var í lokaðri holu. Æðarnar í holunni eru á 126, 137, 152 og 167 m dýpi, en einnig reyndist vera hitatoppur í um 300 m, sem mögulega er merki um vatnsæð. Einnig verður að telja að æð sé á 370 m dýpi þar sem vatn hvarf út úr holu. Að hitamælingunum loknum var dælt á holuna undir þrýstingi í um það bil eina klukkustund og síðan opnað á kæfingarstút. Runnu þá upp úr holunni á að giska 10-15 l/s, og hélst það rennsli óbreytt og jafnframt kalt í um það bil 20 mínútur, en var þá farið að volgna. Eftir um það bil 10 mínútur á

áður nefndu rennsli breyttist litur þess úr nær tárú yfir í nokkuð svartleitt vatn, og var það talið merkja að æðin og gasið, sem henni fylgdi, væri farin að gefa inn í holuna. Þetta mikla vatnsmagn sem úr holunni rann var túlkað sem það vatn sem þrýst var inn í bergið í botni holunnar, en rann til baka er þrýstingur var tekinn af holunni. Þetta upprennslí blandaðist svo æðinni ofar í holunni og hélt henni kældri. Var á þennan hátt séð, að unnt væri að taka borstreng upp úr holunni í áföngum, en að loka holu og dæla á hana undir þrýstingi þess á milli.

Tók nú við uppteikt borstrengs allt upp í fóðurrör, en þar átti að dæla steypu og á þann hátt að loka holunni. Var það gert í þeim tilgangi að unnt yrði að setja endanlegan loka á holuna (þ.e. 10" holuloki í stað 14" loka).

Fyrst var dælt niður um 2000 l af leðju og steypu þar á eftir, nægilega til að steypa 10 m tappa í fóðurrörið. Hlutverk leðjunnar var að koma í veg fyrir blöndun vatns og steypunnar. Eftir steypunni var dælt örlitlu af vatni niður um krónu og einnig í gegnum kæfingarstút, í því augnamiði, að öruggt væri að strengur steypist ekki fastur. Í lok þessarar aðgerðar var þrýstingur á holunni 11,5 bar, en var um hálf tíma síðar kominn í tæp 6 bar, og hélst þá stöðugur. Er holan var opnuð um 7 klst seinna streymdi upp úr holu, líkt og engin steypa væri í holu. Var lokað fyrir holuna og vatni dælt til að koma óhörðnuðu sementslapinu burt frá borstrengnum.

Er hér var komið sögu var kominn 7. júlí. Steypingin var endurtekin með líku sniði og fyrr, nema í þetta skiptið var nægileg steypa send niður í gegnum krónu til að fylla upp 20 m af fóðurrörinu. Rúmum 10 klst síðar var hola opnuð á ný, og var enn leki upp holuna sem svaraði um 1 l/mín. Enn var steyppt, í þetta skiptið litlu magni sem sett var við efra steypuborðið holu síðan lokað og þrýst á. Eftir að sú steypa hafði fengið að harðna, og holan opnuð, var ljóst að tekist hafði að loka holunni.

Rúmum sólarhring síðar, eða um klukkan 14 þann 9. júlí hafði 10" holulokanum verið komið fyrir, og hófst þá borun steyputappans. Notuð var 9" króna, þar sem ekki komst stærri króna í gegnum holulokann. Fyrstu steypuskil komu á 72 m dýpi, og þar litlu neðar varð vart við gas í holunni. Harka steypunnar var mjög breytileg, allt frá því að vera mjög lin í að vera vel hörð. Þar sem hún var lin mátti sumstaðar sjá bólur í steypukornum. Komið var niður úr steypunni nærri enda fóðurrörsins. Talið er nokkuð ljóst, að meginástæðan fyrir lekanum í holunni í gegnum steypuna, megi rekja til þess gass sem úr æðinni kom, en það er að öllum líkindum mest brennisteinsvetni og koldíoxíð. Gasið veldur mikilli lækkun á pH. Er gasið þrengir sér inn

í steypuna, veldur það því, að steypan missir allan styrkleika. Á þann hátt nær gasblandan að éta sig upp eftir steypunni. Lélegur árangur steypinga bendir til þess að erfitt muni reynast að steypa í þær æðar sem eru jafn gasríkar og sú sem hér um ræðir.

Verkfundur var haldinn um það leitið sem verið var að setja holulokann á holuna. Meginefni þess fundar var umræða um hvort setja ætti 7" leiðara í holuna. Var í þeim umræðum rætt um að setja yrði barít þungaleðju í holuna og bíða í a.m.k. 15-20 klst, til að sjá hvort æðin héldist í skefjum. Ef svo yrði, myndi leðjunni aftur dælt upp úr holunni, hún endurblönduð, og sett í holuna á ný. Yrði þá leiðarinn settur í holuna, en sú aðgerð myndi taka um 15-20 klst (sá leiðari sem hér um ræðir er soðinn saman, en ef notaður væri skrúfaður leiðari, myndi aðeins taka 3-4 klst að koma honum fyrir í holunni). Einnig kom fram að borinn væri algerlega óvarinn fyrir gosum úr holunni á meðan verið væri að setja leiðarann í holuna. Engin sleppi-búnaður var til á bornum til að láta leiðarann detta ef gos hæfist, og loka þyrfti holunni. Þetta atriði réð úrslitum um að hætt var við að láta leiðara í holuna.

Borstrengur var settur niður að botni holunnar, nokkrar stengur í senn, en þess í milli lokað fyrir holu og dælt á hana undir þrýstingi. Sami háttur var hafður á í upptektinni. Leki var um 1 l/s upp úr holunni og sama gasstreymi og fyrir.

Er borstrengur var kominn úr holunni var henni lokað. Unnið við að ganga frá holu og var mastur fellt árla dags þann 10. júlí, og miðast borlok við þá dagsetningu.

JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Á mynd 2 er á einfaldan hátt sýnd lega "borholanna" í NG-8. Mynd 3 sýnir svo jarðlagaskipan í þessum holum.

Í vinnsluhluta NG-8 er jarðlagaskipan fremur einhæf; niður undir 190 m dýpi er mest basaltrík breksía, en þaðan og til botns holunnar í 403 m er túff mjög ráðandi bergtegund.

Eins og getið var um í fyrri áfangaskýrslu var um að ræða tvenns konar ummyndun; annars vegar kalsít og zeólíta ummyndun, og hins vegar herra ummyndunarstigi bergsins með kennisteindunum kvarsí og pýríti.

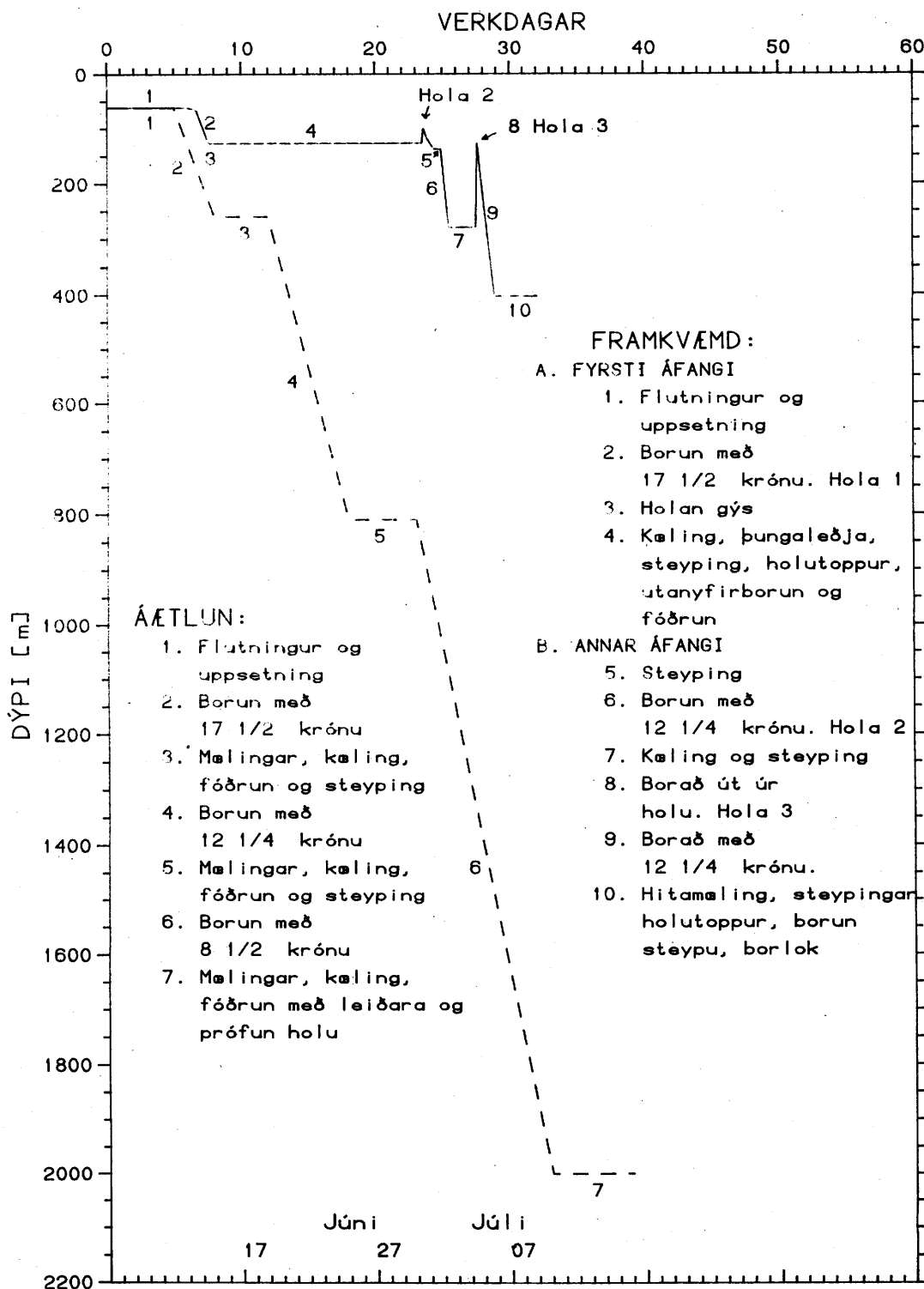
Ummyndun í neðri hluta holunnar er af nokkuð svipuðum toga. Í borun holunnar frá ca. 110 m niður í 130 m dýpi voru kvars, pýrít og ljósleit ummyndun bergsins ríkjandi, en neðan þess tók á ný við við kalsít, zeólíta ummyndun. Aðeins á einum stað, nærri 300 m, varð vart við aukningu í pýríti og aðeins ljósleitari ummyndun.

Nánari úttekt á jarðlagaskipan og ummyndun verður gerð í lokaskýrslu.

JHD-BJ-8715-GiGu
84.07.0868 T

BORUN HOLU NG-8, NESJAVÖLLUM

84.06.06-84.07.09

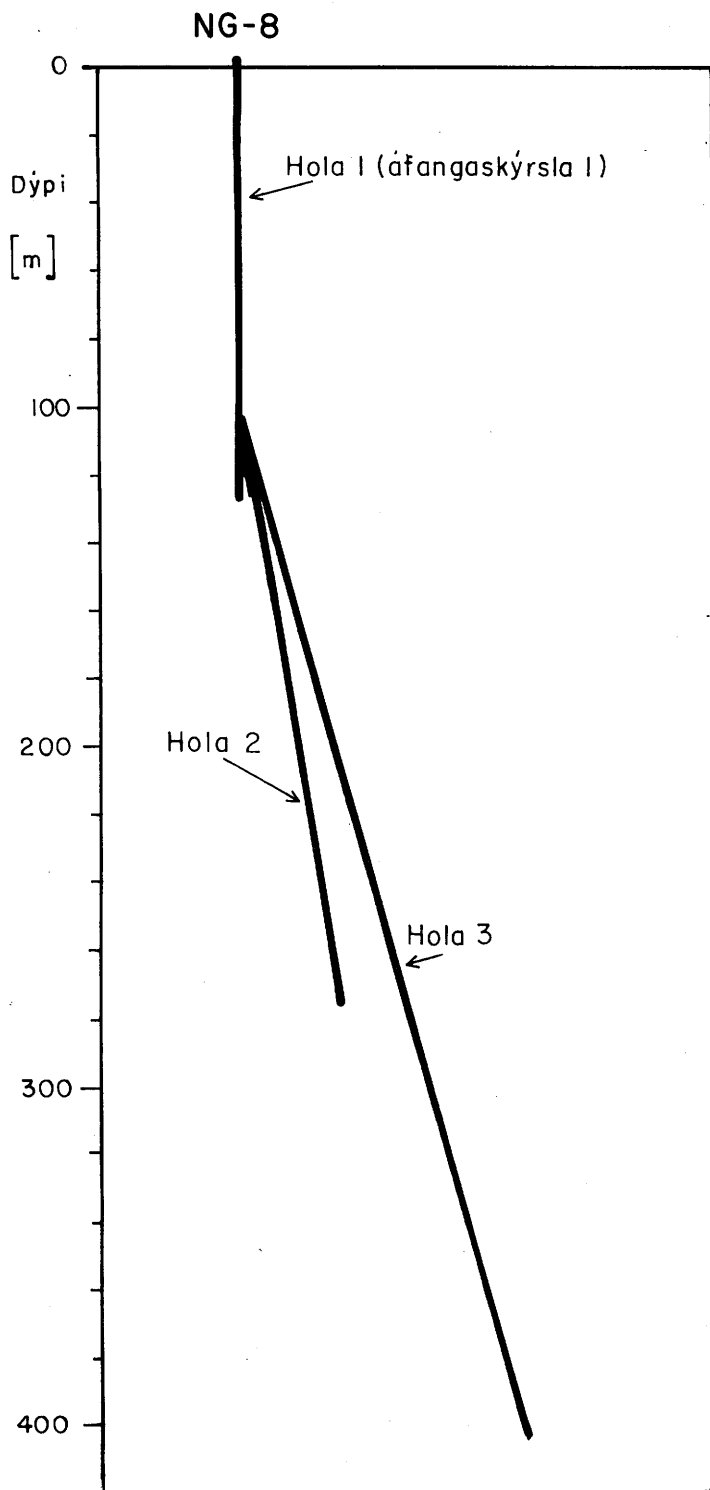


Mynd 1 Gangur borunar

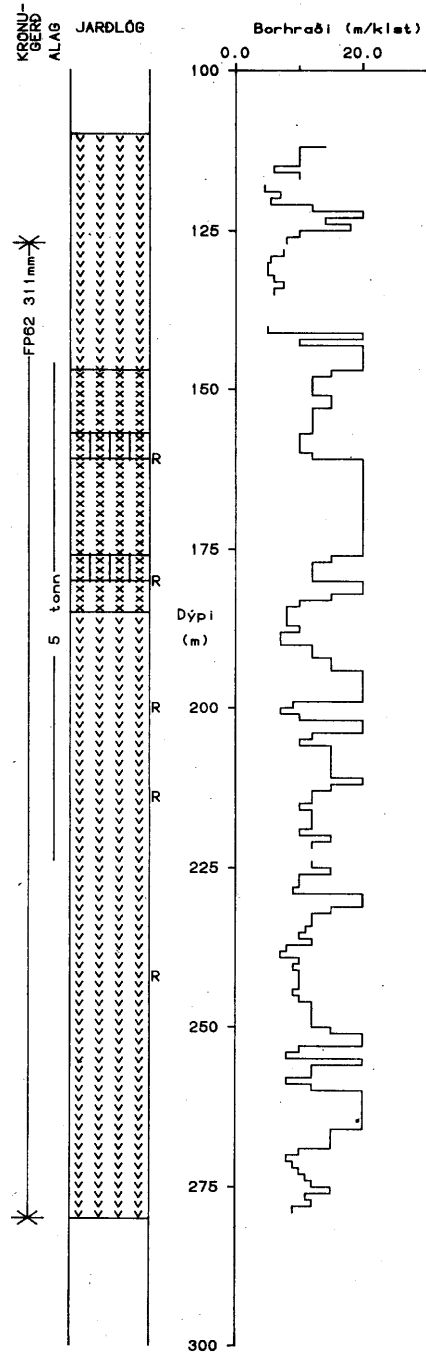
JHD-BJ-8715 HF
84.07.0869 AA

MYND 2

EINFÖLDUÐ MYND AF "BORHOLUM" Í NG-8

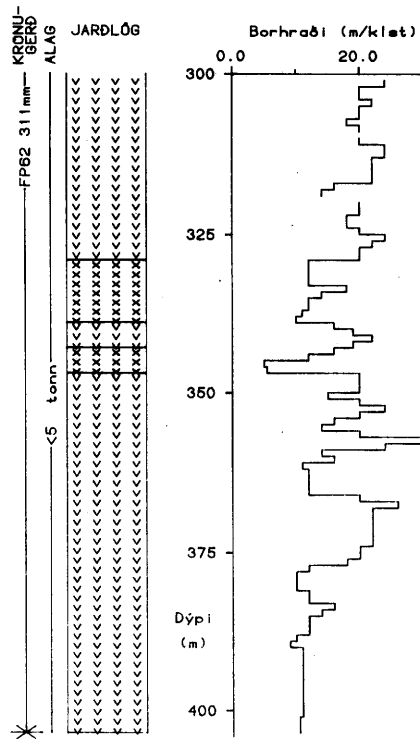
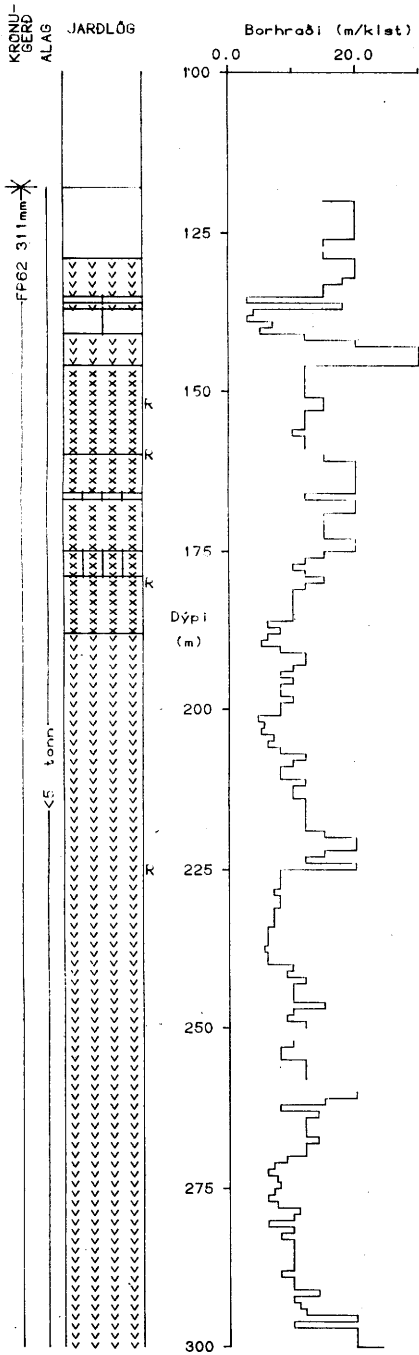


JHD-BJ-8716-016u
84.07.0870 T



Mynd 3. Nesjavellir, hola NG-8 jarðlagaskipan (hola 2; sbr. mynd 2). Sjá skýringar á mynd 4.

JHD-BJ-8715-81Gu
84.07.0871 T



Skýringar við jarðlagasnið:

	Fersklegt fin-méðalkorna basalt		Basaltísk breksía
	Ummyndað fin-méðalkorna basalt		Túff
	Ummyndað glerjað basalt		Svarf vantar

R : RAUTT

Mynd 4 Nesjavellir, hola NG-8 jarðlagaskipan (hola 3; sbr. mynd 2).



JHD-BM-8715-HS
84.07.0872 T

HITAMÆLINGAR I NG-8

