



NESJAVELLIR HOLA NJ-11, 2.ÁFANGI

Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu
frá 187 m til 566 m.

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson,
Dagbjartur Sigursteinsson,
Guðmundur Ómar Friðleifsson
Hilmar Sigvaldason, Jósep Hólmjárn
Sigurður Benediktsson

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

NESJAVELLIR HOLA NJ-11, 2.ÁFANGI
OS-85033/-09 B

Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu
frá 187 m til 566 m.

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson,
Dagbjartur Sigursteinsson,
Guðmundur Ómar Friðleifsson
Hilmar Sigvaldason, Jósep Hólmjárn
Sigurður Benediktsson

OS-85033/-09 B

Maí 1985

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 steyppt 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. Þó 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. Steyppt var úr 9 tonnum af portlandssementsblöndu. Á mynd 1 er sýnt hvernig steypingin gekk. Þó 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 steiptist 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°C í 60°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 stytta 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 kolli 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.

Upptekt 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 tekur 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 ($P_o \approx 27$ bar)

sem staðfesti loks að nú mundi vera vel steyppt (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 glittir víða 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 átta sig 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 | - " - " - " - |



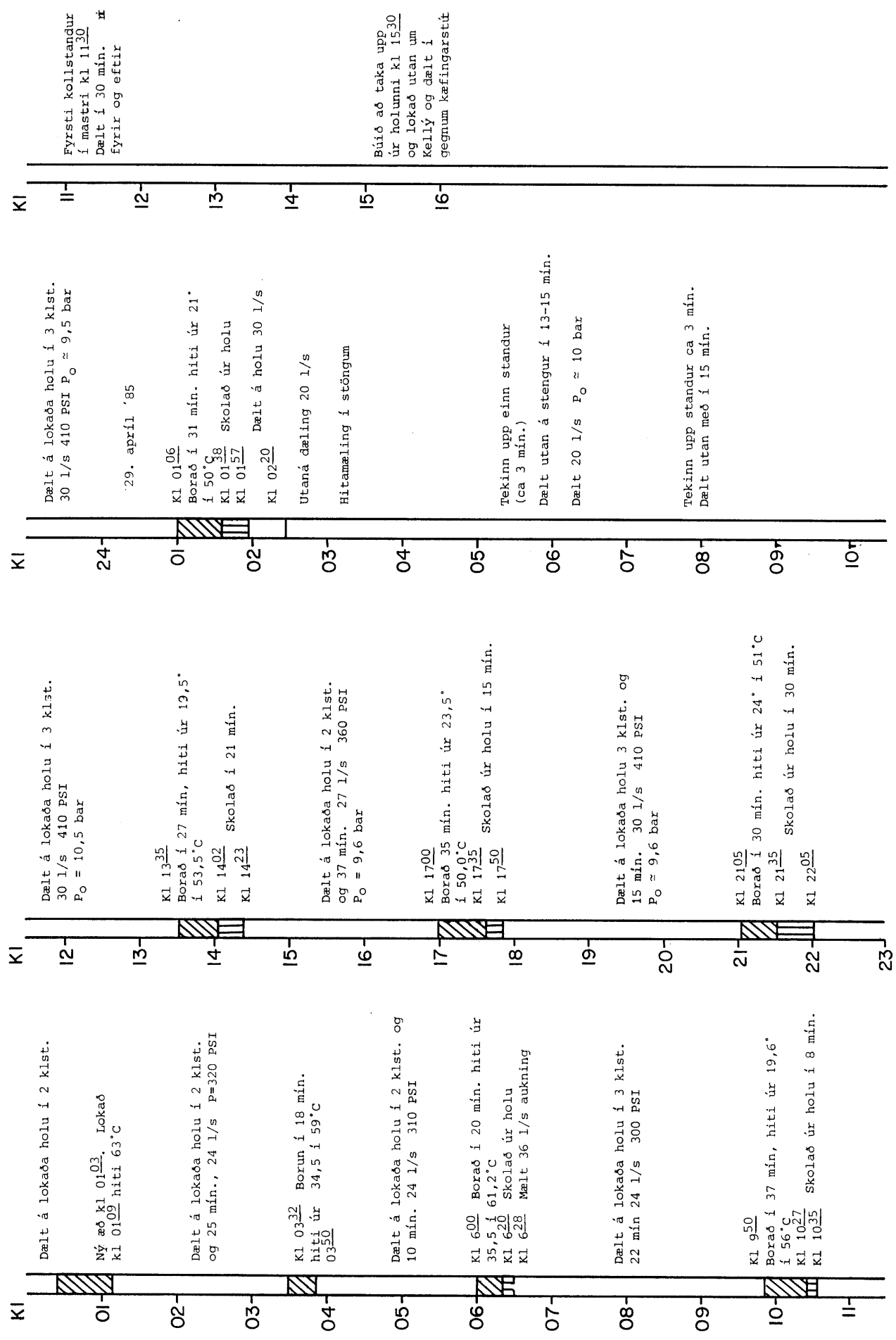
| | | | | |
|-----------|-----------|-------------|----------------------|-----------------------|
| VERK NR. | HOLA NR. | BORSTADUR | | VERKKAUPI |
| 643-1 | NJ-11 | Nesjavellir | | Hitaveita Reykjavíkur |
| VÍDD HOLU | DÝPT HOLU | FÓÐRING NR. | FÓÐRUN FRAMKV. DAGS. | ÚTFYLLT |
| 12 1/4" | 566 m. |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

| | | | | | |
|---|-------------------------|---|--------------------|-------|-------|
| FJARLÆGD KJALLARABRÚN — KRAGI | | 2,64 m | | | |
| FÓÐRING | PVERM. UTAN 9 5/8" | INNAN 222,4 mm. | | | |
| | GERÐ | ÞYNGD 43,4 lbs/ft | | | |
| | TENGI | Skrúfuð 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 | | |
| | TAFÆFNI | 0 kg | EÐLISP. 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 | | |
| | SKORIÐ 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 | 125,9 |
| 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. | | | | | |

| RÖRATALNING | | |
|-------------|------------------|--------|
| LENGD | NR ¹⁾ | 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 |

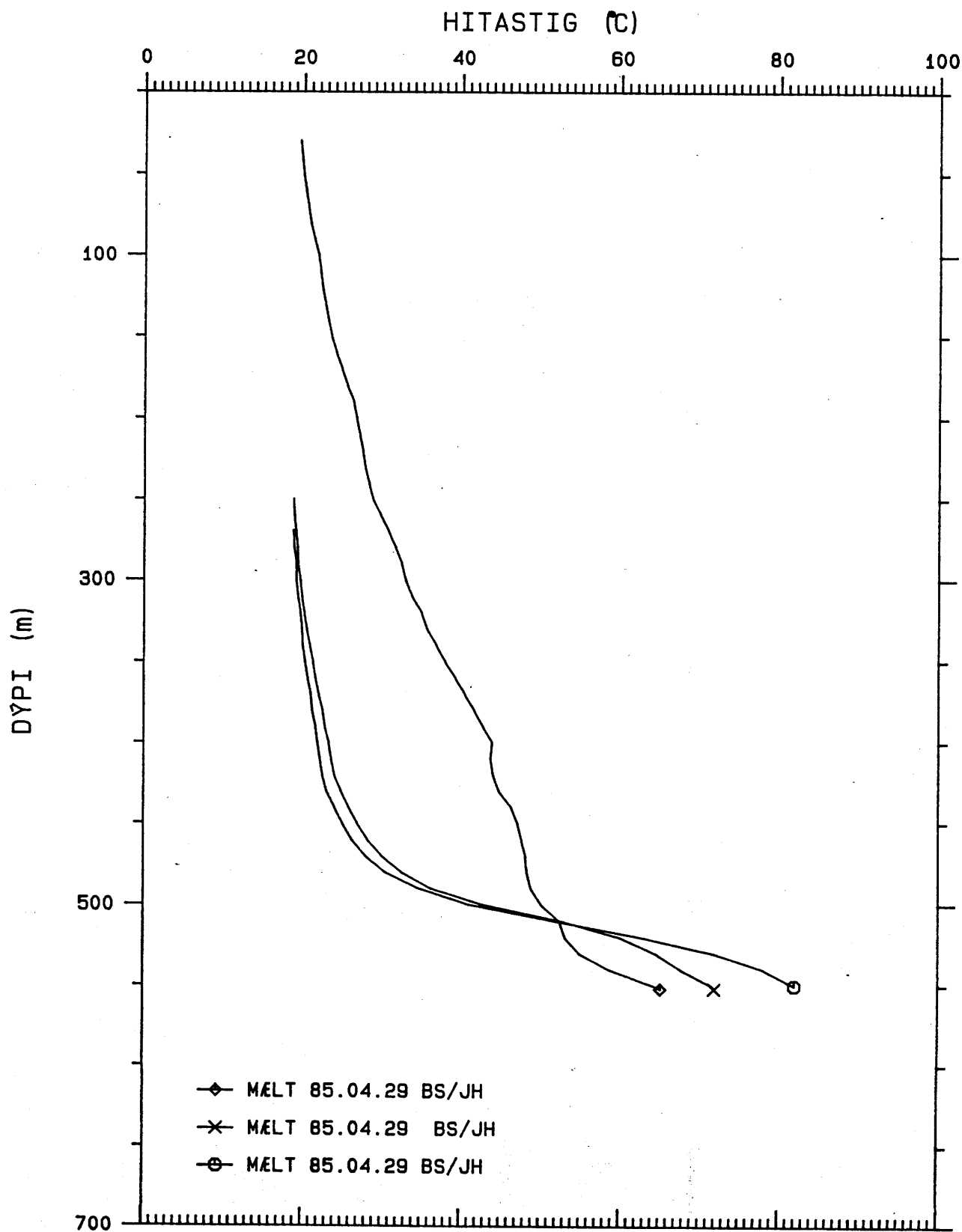
NESJAVELLIR HOLA NJ-II
Borun frá 508m í 566m

28. apríl 1985



JHD-BJ-8715 AsG
85-05-0636 T

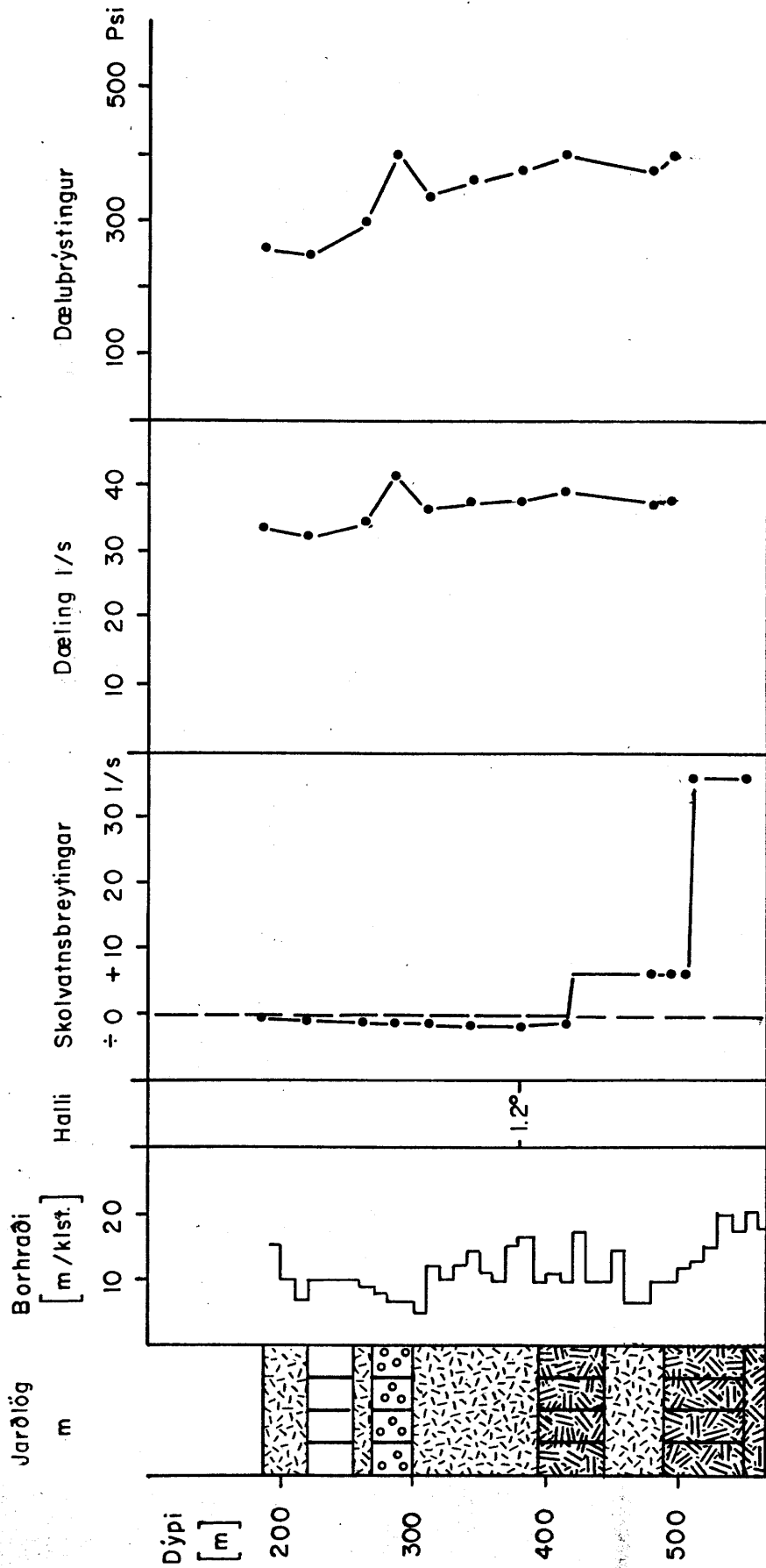
HITAMÆLINGAR NJ-11 85.04.29



15 JHD-BJ-8715 ÁsG.
85.05.0637 AA

NESJAVELLIR HOLA NJ-II

Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun.

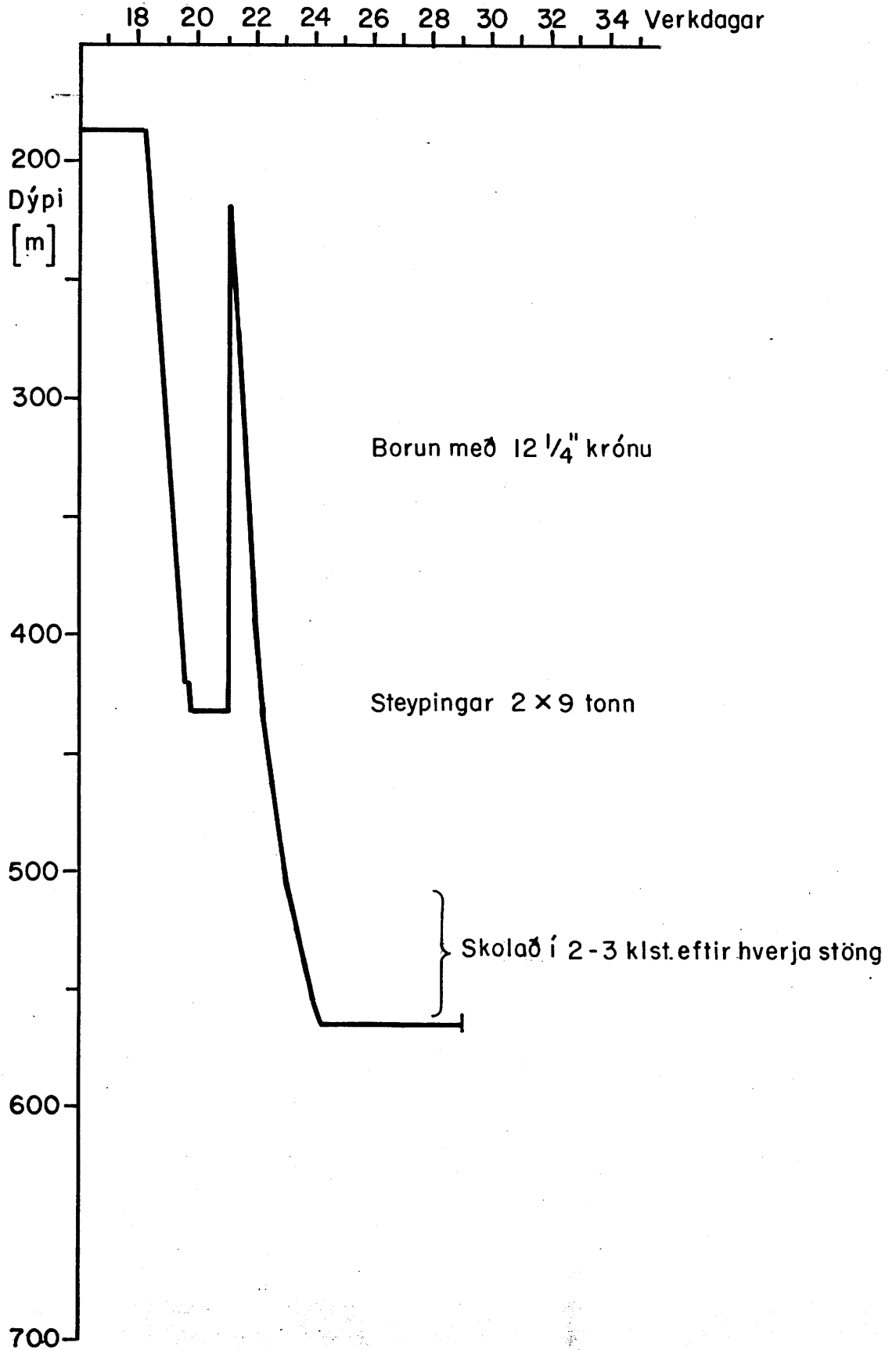




NESJAVELLIR HOLA NJ-II

Borun fyrir 9 5/8" fõðringu

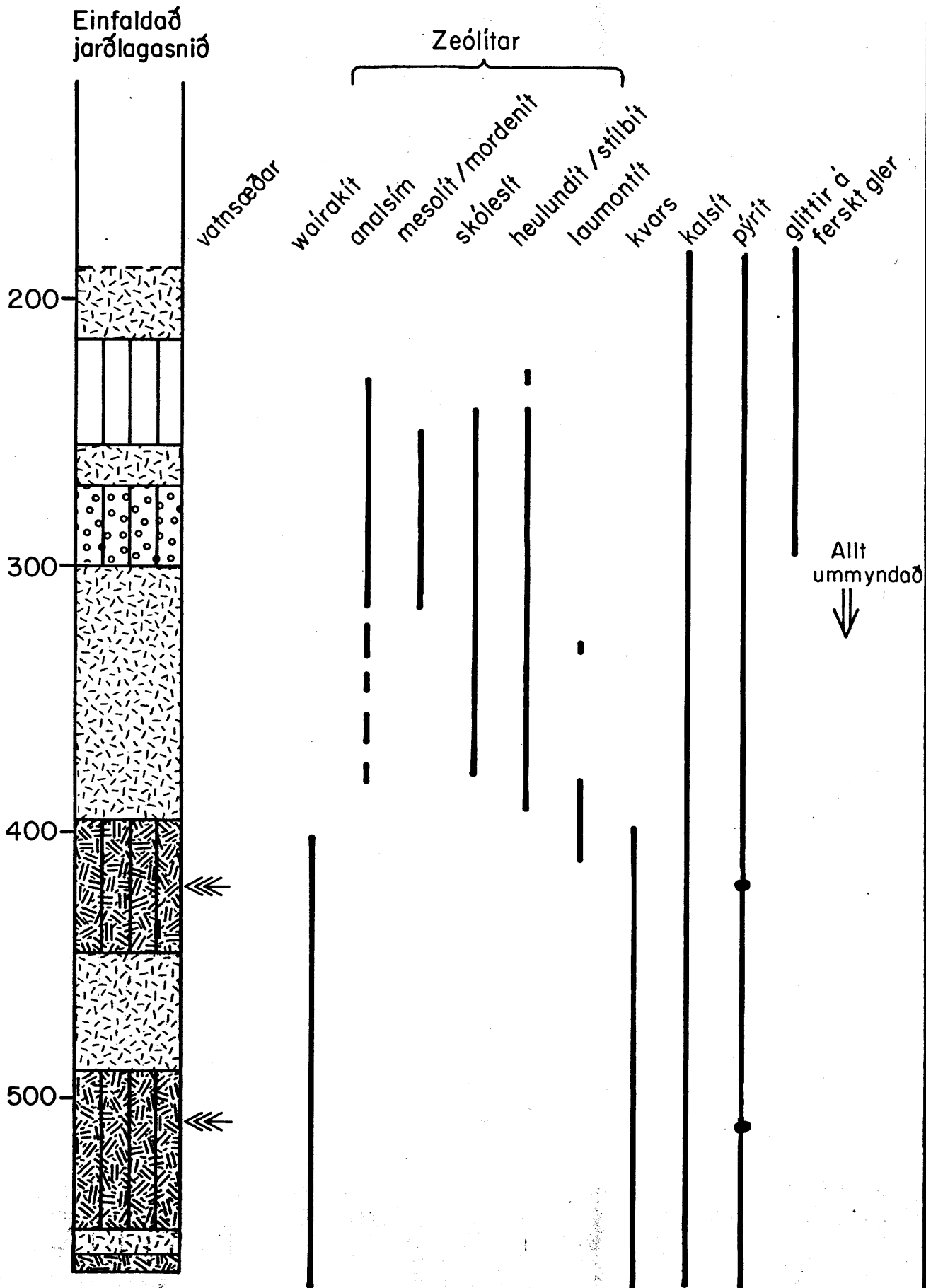
Mynd 7





NESJAVELLIR HOLA NJ-II

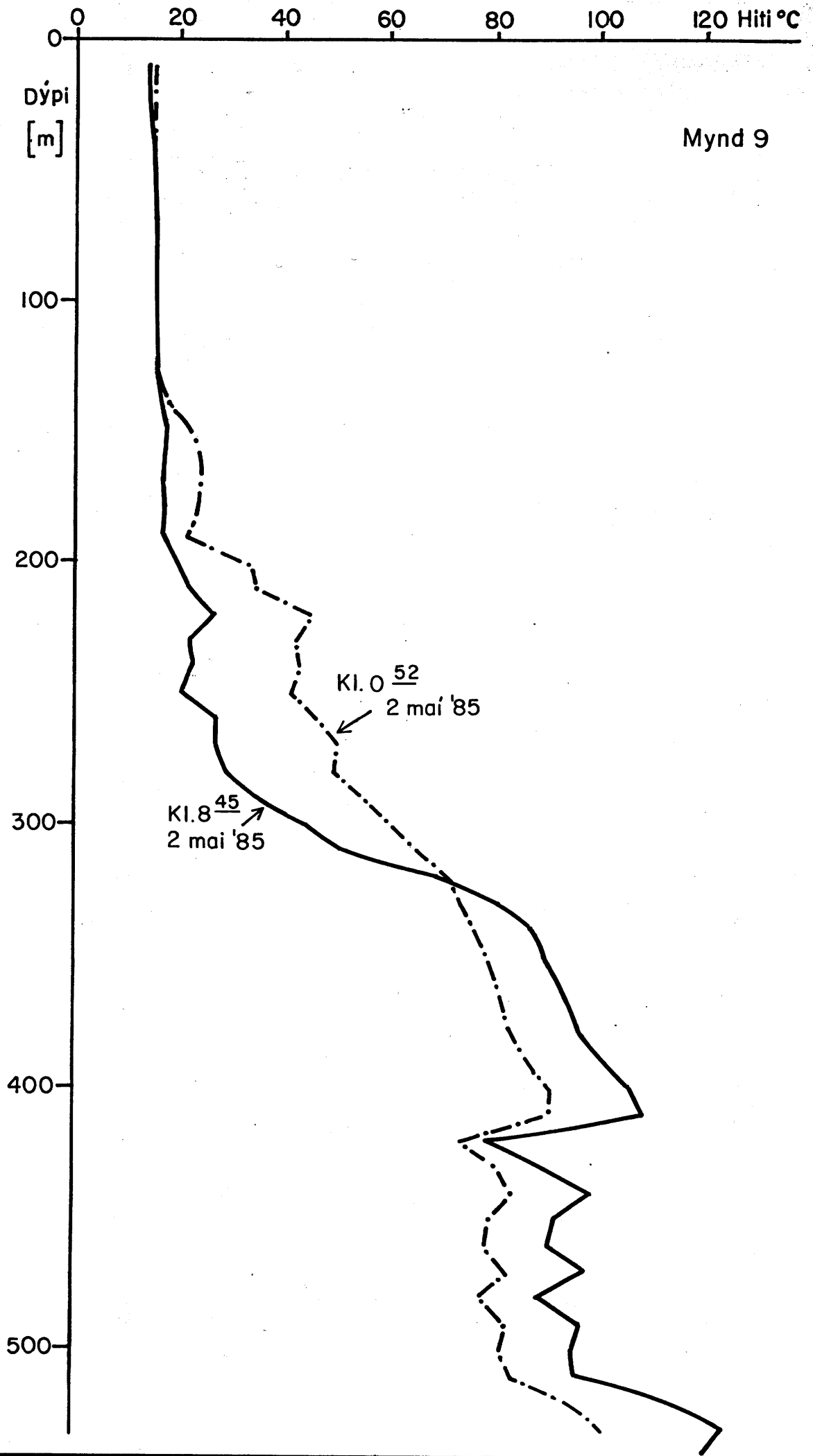
Einfaldað jarðlagasnið og ummyndunarsteindir





JHD BM 8715 HS/Gutt
85 05 0619 IS

Hitatamælingar



Mynd 9