

Nesjavellir. Forborun holu NJ-21

**Hjalti Franzson,
Sverrir Þórhallsson**

Greinargerð HF-Sp-2000-01

NESJAVELLIR

Forborun holu NJ-21

1. Inngangur

Í þesari greinargerð er fjallað um helstu þætti forborunar holu NJ-21, með áherslu á berglög, ummyndun og jarðhita. Staðsetning holunnar er sýnd á mynd 1 í greinargerð Orkustofnunar um forsendur staðsetningar og hönnun hola 21 og 22 (Benedikt Steingrímsson o.fl. 2000). Hér á eftir verður fjallað um helstu þætti borsögu, en síðan lýst jarðlögum, ummyndun, vatnsæðum og hitamælingum.

2. Ágrip borsögu

Í þessum kafla verður stiklað á stóru í borsögunni og lögð mesta áherzlan á þá þætti borunar þegar jarðfræðingur var á staðnum. Vegna óþægilegrar reynslu manna af miklum yfirþrýstingi á grunnu dýpi í holu NG-8, sem staðsett er um 30 m suðaustan NJ-21, var borun hagað á þann hátt, að sem mest öryggi væri ætíð til staðar til að mæta óvæntum aðstæðum, eins og lýst er í greinargerð Benedikts Steingrímssonar o.fl. (2000).

Borunin skiptist í eftirfarandi meginþætti:

Í fyrsta áfanga var borað með 7 7/8" krónu niður á 42 m, og holan síðan rýmd í 26" niður á 40 m dýpi. Soðin 22 1/2" fõðring var þá sett í holuna og hún steipt. Fõðringin náði þó ekki nema niður á um 36 m dýpi þar sem 4 m botnfall reyndist vera í holunni. Annar áfangi borunar var dýpkun holunnar með 7 7/8" krónu niður í 89,5 m dýpi, hún síðan rýmd með 21" krónu niður í það dýpi. Soðin 18 5/8" fõðring var þá sett í holuna og hún steipt. Endi fõðringar náði í botn.

Öryggi á holutoppi fólst í Belg gosvara (hýdril), en ofan á honum var gosvari sem snýst með borstreng og þéttir (Washington), og var flæði frá holunni beint út um hliðarrör, sem unnt var að loka. Eftir að æð kom í holuna í 60.8 m þótti ráðlegt að koma fyrir þrýstimæli á milli Washington lokans og lokans á hliðarrörinu, til að unnt væri að fylgjast með yfirþrýstingi í holunni.

Tveir borar komu að þessu verki. Sá fyrri var jarðborinn Ýmir sem boraði fyrstu 42 m holunnar með 7 7/8" krónu, meðan viðgerð fór fram á bornum Aza. Sá síðarnefndi kom svo og lauk verkinu.

Borað var með lofti (froðu) megnið af tímanum, en eftir að æðin í um 61 m dýpi var skorin var borað með blöndu af lofti og vatni. Vatnshlutinn í skoluninni kæfði gufu æðarinnar er hún kom inn í holuna.

Helstu drættir borframkvæmdarinnar eru sýndir á mynd 1. Þar sem línan er slitin er um nokkra ágizkun að ræða sem stafar af fjarveru höfundar, og einnig að sá hafði ekki borskýrslur undir höndum til að tímasetja atburði nákvæmlega á þessu tímabili.

Þau nýmæli voru tekin upp að fylgst var með ýmsum þáttum borunarinnar á rafrænan máta meðan á verkinu stóð. Þannig var skráður hiti skolvökva niður og upp holu, dæluþrýstingur, borhraði, snúningsálag (torque), álag, snúningshraði borstrengs, og dæling. Veittu þessar mælinga sérstaklega gott yfirlit yfir gang borunar og breytingar í hita skolvökvans, en það gaf til kynna hvenær yfirþrýsta æðin í 61 m flæddi inn í holuna. Ekki verður hér fjallað ítarlegar um þessar mælingar, nema að ítreka að, auk gagnasöfnun bortæknilegra atriða, er unnt að fylgjast mun nánar með aðstæðum í holunni, svo sem hvar og hvenær vatnsæðar koma í holuna, og hegðun þeirra á meðan borun stendur. Á mynd 2 er sýnt dæmi af mögulegri framsetningu þessara mælinga. Á neðri myndinnin má greina hæð borstangar og má á þann hátt reikna út borhraða. Snúningshraði borstrengs er þar einnig sýndur ásamt snúningsálagi og þunga strengs. Á efri myndinni má lesa dæluþrýsting og dæluslög, og síðan hita skolvökva úr holu. Einkennandi fyrir það síðastnefnda er að um 10 mínútum eftir hver stangarskipti greinist hitahækkun í skolvatninu, sem er til kominn vegna þess að í stangarskiptum er dæling tekin af holu og nær gufuæðin að streyma inn í holuna óhindrað og hita hana upp. Hitapúslinn kemur svo til yfirborðs þegar dælingu er komið á aftur.

3. Jarðlög, ummyndun og vatnsæðar

Fylgst var mjög náið með jarðlögum og ummyndun meðan á borun 7 7/8" holanna stóð.

3.1 Jarðlög

Á mynd 3 er sýnt jarðlagasnið holunnar niður í 90 m dýpi. Jarðlögum má skipta í tvær móbergseiningar:

Móberg 1. 6-60 m. Móbergið er tvískipt, í efstu 42 m er túff ráðandi. Það er mjög rauðoxað. Einkenni þess er að það samanstendur af glerkornum sem þökkuð eru í mun finni millimassa af sömu gerð, og sýna einkenni þess sem kallað hefur verið set- eða gjóskutúff. Neðan 42 m og niður í 60 m breytist ásýnd móbergsins í bólstraberg, og rauði liturinn hverfur. Það einkenni sem haft var til hliðsjónar við að spyrða saman túffið og bólstrabergið í eina einingu var að hvoru tveggja er stak- plagíóklas/ólivín dílótt.

Móberg 2. 60- >90 m. Efri mörk móbergsins sem samanstendur af túffi eru á 60 m dýpi, en á þeim skilum varð vart við vatns/gufuæð í borun. Móbergið hefur set-einkenni, einkum í efsta hluta þess. Það einkenni sem skilur það frá móberginu fyrir ofan er að það er dílalaust. Neðri mörk þess móbergs er neðan núverandi botns holunnar í 90, en samkvæmt jarðlagagreiningu í holu 8 er þess að vænta að botn þessarar myndunar geti legið á um 115 m dýpi.

3.2 Ummyndun

Á mynd 4 er sýnd dreifing ummyndunarsteinda í holunni. Engar útfellingar sáust niður á um 30 m dýpi þar sem vart varð við vott af kabasíti. Hnúðar, sem líklegast er fjaðrað aragonít, finnast neðan 35 m dýpi, og fyrstu merki um pýrít finnast á rúmlega 40 m dýpi. Kalsít greindist fyrst á 42 m dýpi, en er ekki algeng steind. Heulandít greindist með öryggi á 56 m dýpi, og er algeng útfelling niður á botn holunnar. Aðrir zeólítar sem finnast eru skólesít, stilbít og mögulega mordenít.

Ummyndun á bergi er hverfandi niður á um 60 m, en rauði liturinn á efsta móbergs-túffinu stafar líklegast af oxun í grunnvatni sem um það streymir. Helstu

ummyndunarskilin verða rétt neðan við vatnsæðina á um 61 m dýpi, en það fellur saman við vatnæðina og lagskilin á milli móbergsmýndananna tveggja. Heldur virðist ummyndun þó fara minnkandi neðan 70 m og niður á 90 m dýpi, sem er í samræmi við minnkandi lekt.

4. Vatnsæðar

Vart var við tvær vatnsæðar í holunni. Sú fyrri sást í loftboruninni í holunni ofan um 20 m dýpis, og er gert ráð fyrir að hún tengist kalda grunnvatnskerfinu. Síðari æðin kom fram á 60,8 m dýpi. Jarðfræðilega liggur hún eins og áður hefur verið greint frá, á skilum tveggja móbergseininga. Áberandi aukning verður í ummyndun á bergi og útfellingum við æðina. Þó virðist sem hún hafi brotist inn í holuna örskömmu áður en breytingin varð í ummynduninni. Þar sem borað var með froðu kom vatnsæðin sem snögghitnun sem endaði sem útstreymi hreinnar gufu út um hliðarrörið (flowline). Var þá breytt yfir í hringdælingu með vatni, og einkenni æðarinnar könnuð með samspili af dælingu og breytilegum mótþrýstingi sem stilltur var með lokanum í hliðarröriinu. Ljóst var að steypa þurfti í æðina til að útiloka hana frá holunni. Borað var niður á 64 m dýpi áður en steipt var í hana og var það gert til að geta náð að steypa alla hluta æðarinnar. Áður en hún var steipt runnu um 3-5 l/s af þéttaðri gufu úr æðinni inn í holuna. Steypan náði allt niður undir botn holunnar sem bendir til að holan hafi verið lek þangað niður. Eftir steypingu minnkaði rennslið úr henni niður í u.þ.b. 0,3 l/s. Með því að dæla á holuna í gegnum streng og þrengja að holunni með yfirborðs-lokanum var unnt að sjá að þrýstingur æðarinnar vera rétt um 0,5 bör á holutoppi, og með því að halda 1-2 bar þrýstingi á holutoppi var æðinni auðveldlega haldið í skefjum. Æðin hélst að hluta til virk eftir að steipt hafði verið í hana, og einnig eftir að holan var vikkuð. Í borlokum var holan hitamæld og kom þá í ljós að æðin hafði stíflast.

5. Hitamælingar

Alls voru gerðar sjö hitamælingar í holunni. Þær tvær fyrstu voru gerðar í lok 7 7/8" borunar niður í 42 m dýpi (mynd 5). Hitamælingin sýnir kalt grunnvatnslag niður á rúma 25 m dýpi, en fremur háan hitastigul þar fyrir neðan. Þessi breyting á hitastigli verður á svipuðum slóðum og fyrst verður vart við jarðhituummyndun. Næstu þrjár hitamælingar voru gerðar í tengslum við upphitun æðarinnar eftir að holan hafði náð 89,5 m dýpi (mynd 6). Mælingarnar sýna glögglega hraða upphitun æðarinnarinnar í um 60 m dýpi. Síðustu tvær hitamælingarnar eru gerðar í lok borunar 21" holunnar, og sýnir að yfirþrýsta vatnsæðin lætur ekki lengur á sér kræla (mynd 7).

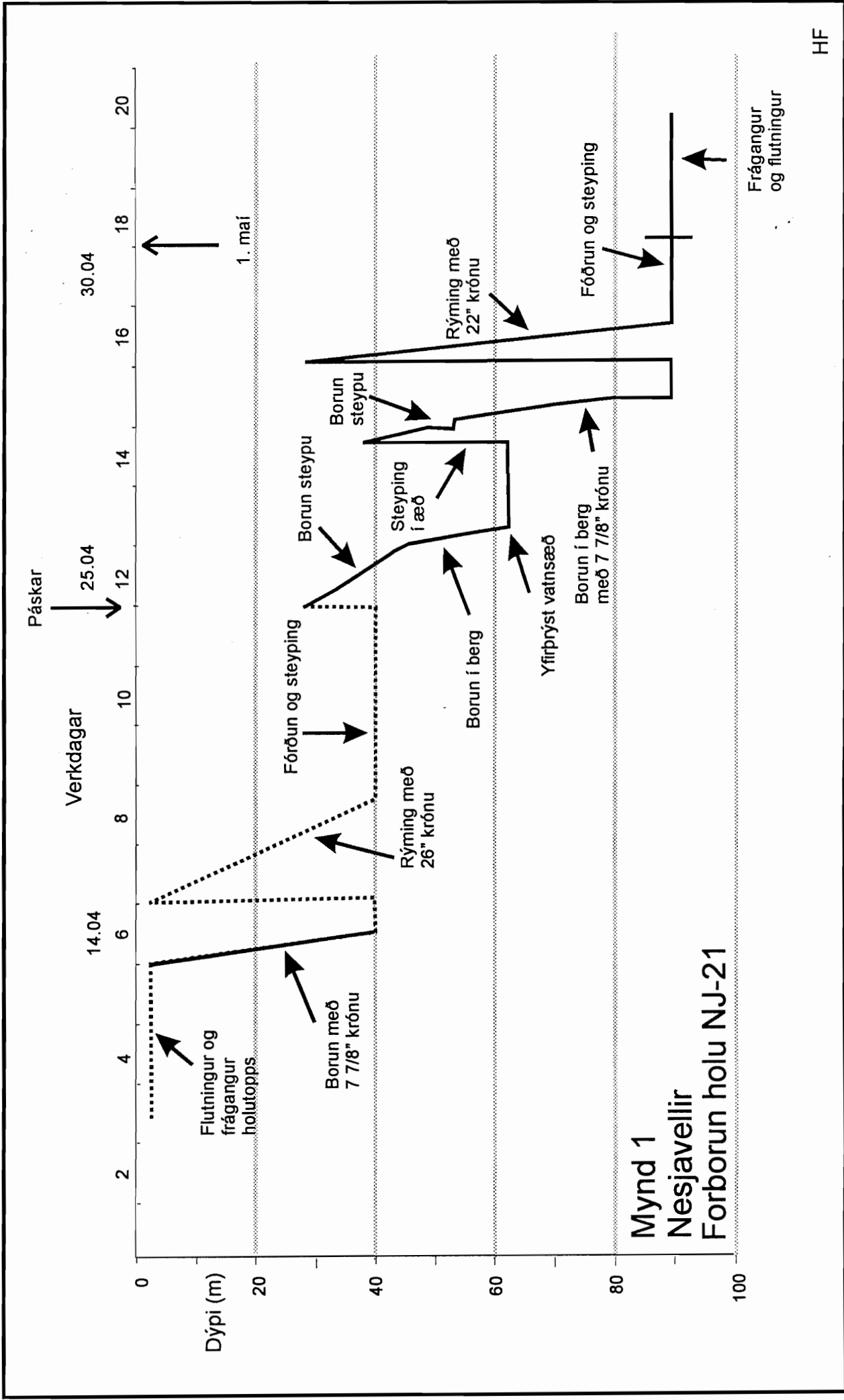
6. Samanburður við holu NG-8

Jarðlögum holu NJ-21 ber allvel saman við jarðlög í holu NG-8 (Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985). Líklegt er að sú vatnsæð sem fram kemur á um 52 m dýpi í holu NG-8 geti legið á sömu jarðlaga-mótum og æðin á 61 m í holu NJ-21. Ummyndun virðst einnig svipuð milli holanna. Á grundvelli þess verður að búast við að yfirþrýstingur geti orðið svipaður og í NG-8 í næsta boráfanga. Í skýrslu um NG-8 kom fram sú túlkun á gögnunum að æðarnar á 115 og 125 m dýpi gætu verið sambland af lekt á jarðlagamótum og lóðréttri sprungu-lekt. Ef sú túlkun er rétt gæti það bent til að væntanleg æð á svipuðum jarðlagamótum í NJ-21 sé ekki eins opin þar sem hún gæti verið fjær lóðréttu sprungunni sem fæðir lagskilæðina.

Heimildir

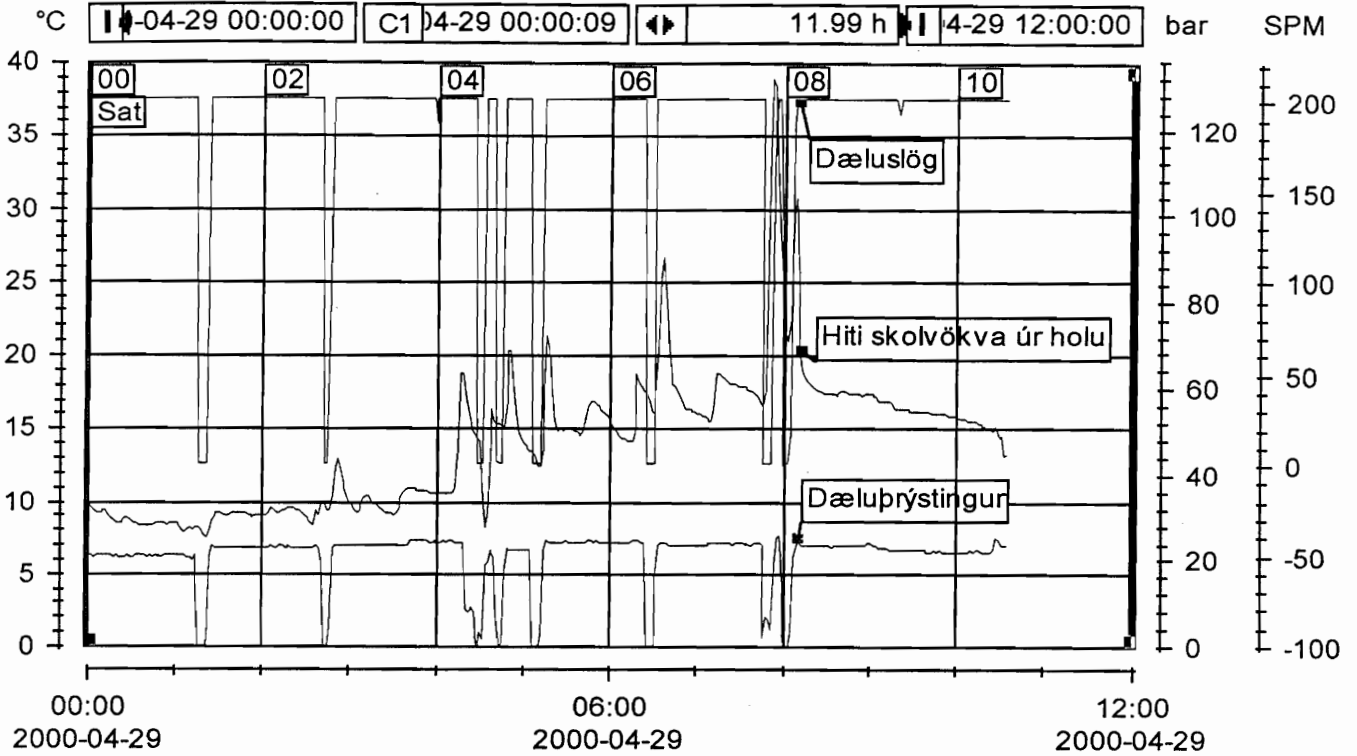
Benedikt Steingrímsson, Hjalti Franzson, Kristján Sæmundsson og Sverrir Þórhallsson 2000. Holur NJ-21 og NJ-22. Forsendur fyrir staðsetningu og hönnun holnanna. OS-ROS greinargerð BS/HF/KS/SP-00/01. Unnið fyrir OR.

Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985. Nesjavellir hola NG-8. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85120/JHD-16, 33 s. Unnið fyrir HR.



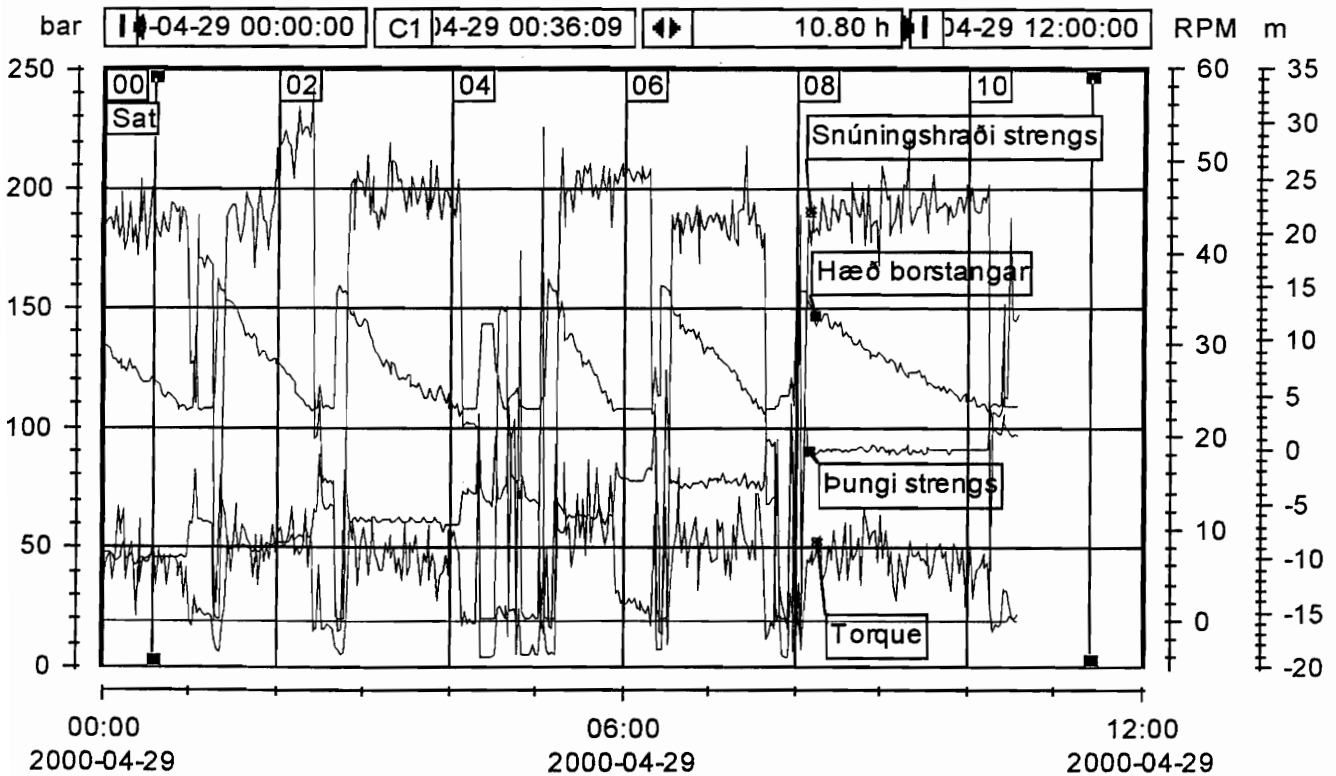
Nesjavellir NJ-21(3)

Orkustofnun



Nesjavellir NJ-21(3)

Orkustofnun



Mynd 2. Rafræn skráning á borgögnum með tíma laugardaginn 29 apríl, þegar verið var að rýma holuna með 21" krónu. Á efri myndinni er fylgst með dæluslögum, hita skolvökva og dæluprýstingi. Á neðri myndinni er á sama tíma fylgst með snúnigshraða borstrengs, hæð borstangar, þunga borstrengs og snúningsálagi (torque).



Staður: Nesjavellir

Bor: Ýmir/Azi

Skolvökvi: Loft/vatn

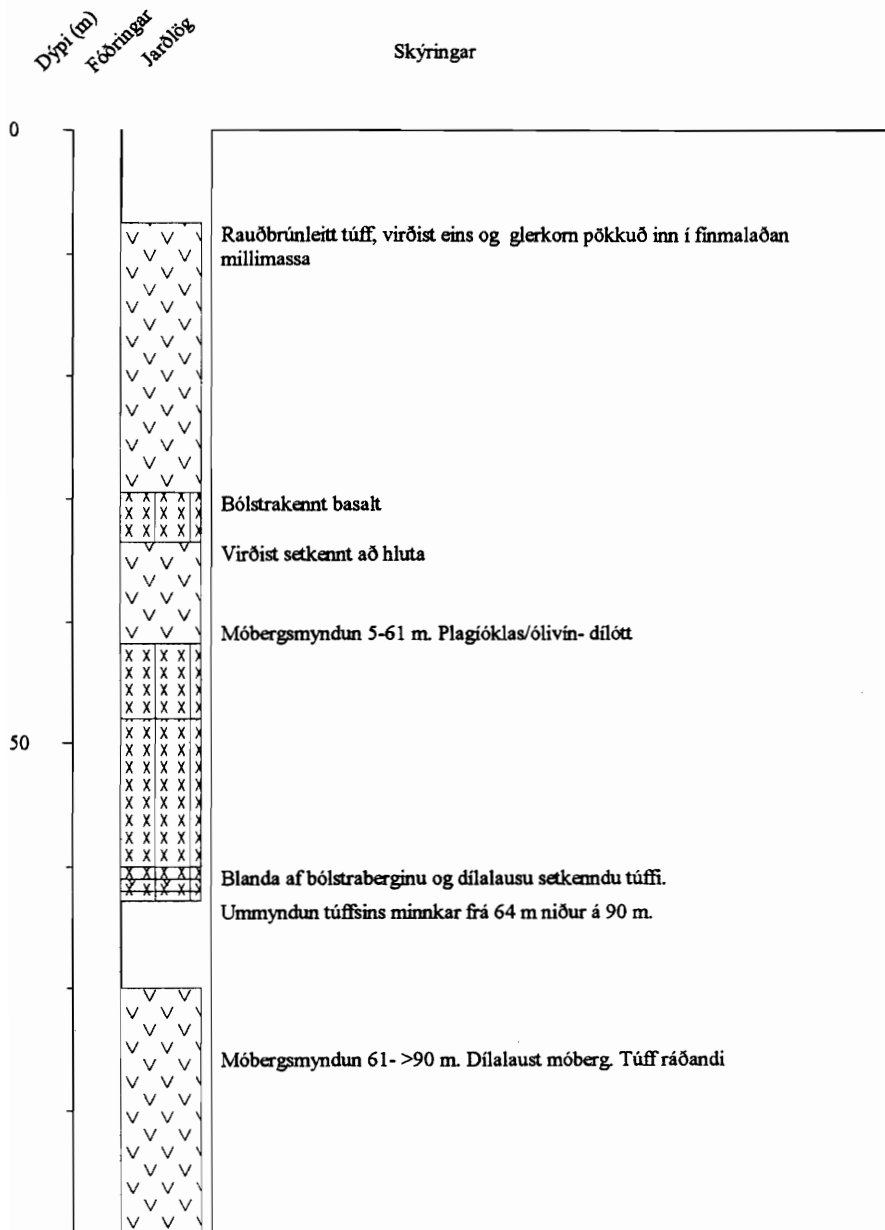
Staðarnúmer: 95021

Holunafn: NJ-21

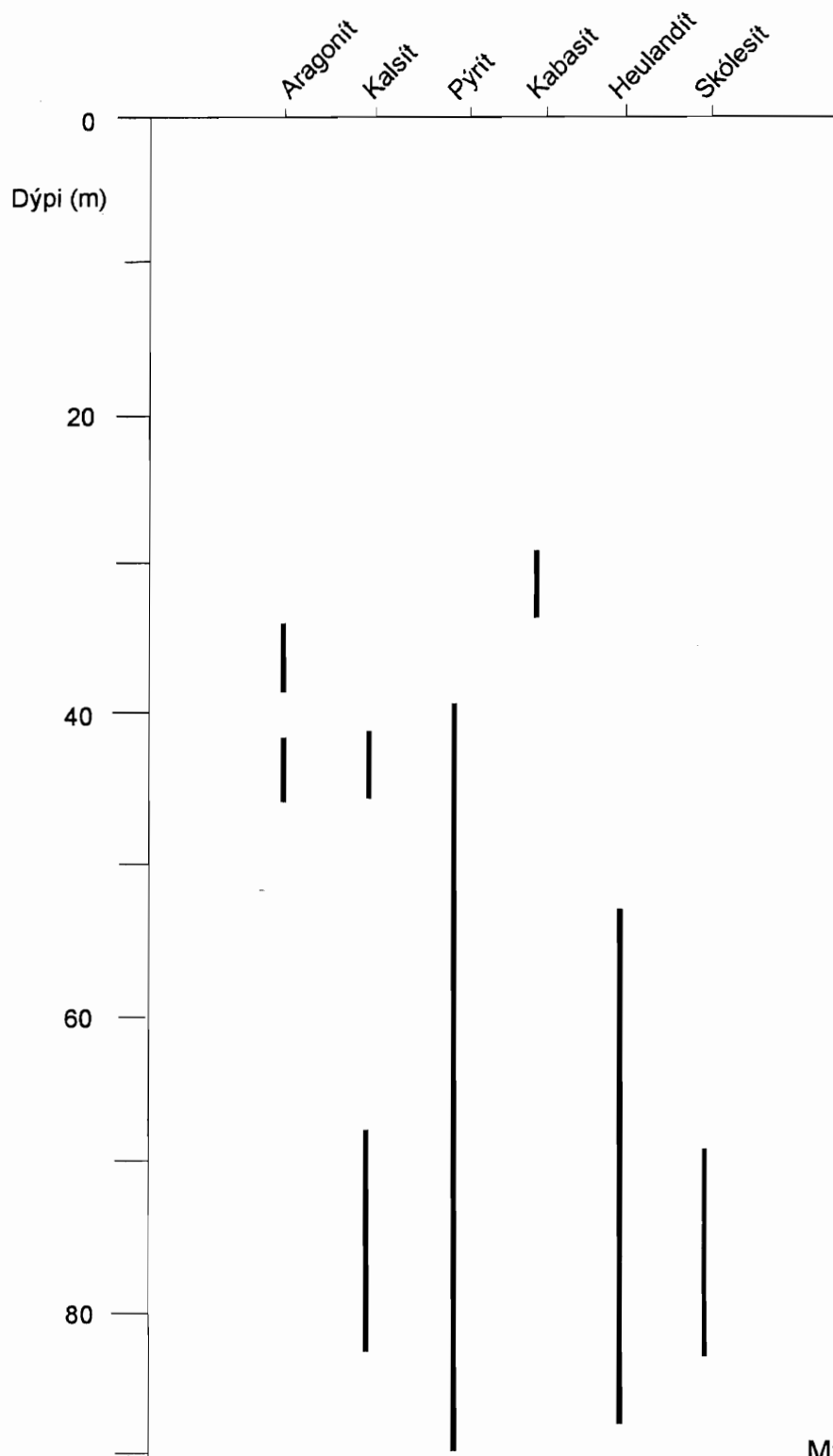
Dýptarbil: 0-90

Verkhluti: Forborun

Starfsmenn: HF



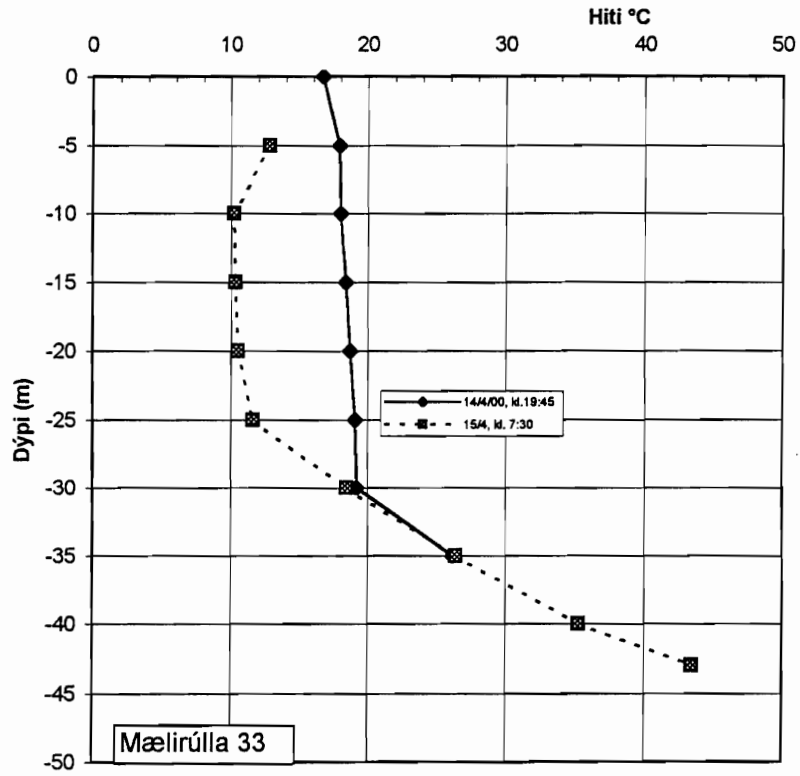
Mynd 3. Jarðlagaskipan holu NJ-21



Mynd 4

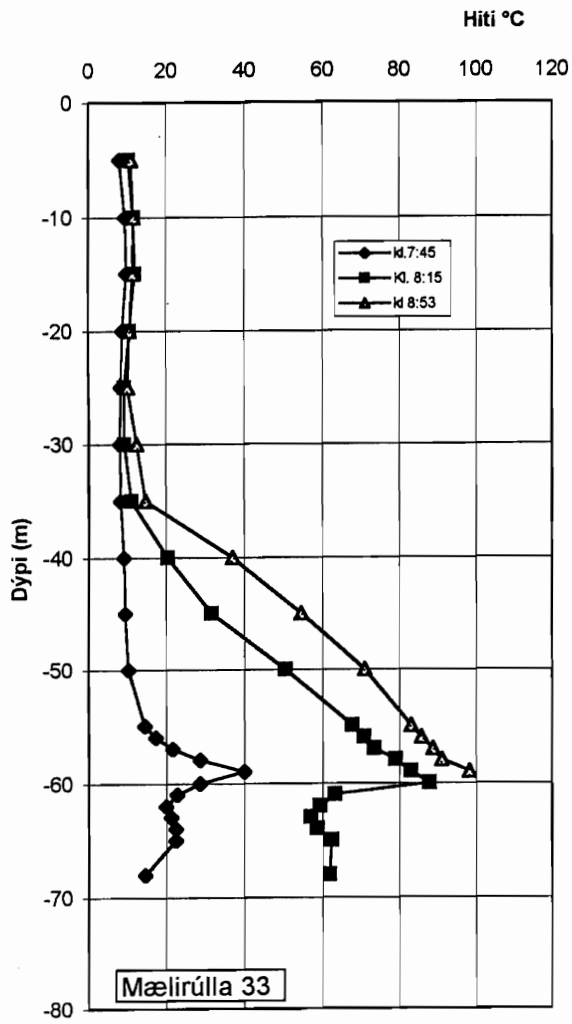
Nesjavellir Forborun holu NJ-21.
Dreifing ummyndunarsteinda

Nesjavellir NJ-21.Hitamæling 14/15. apríl 2000



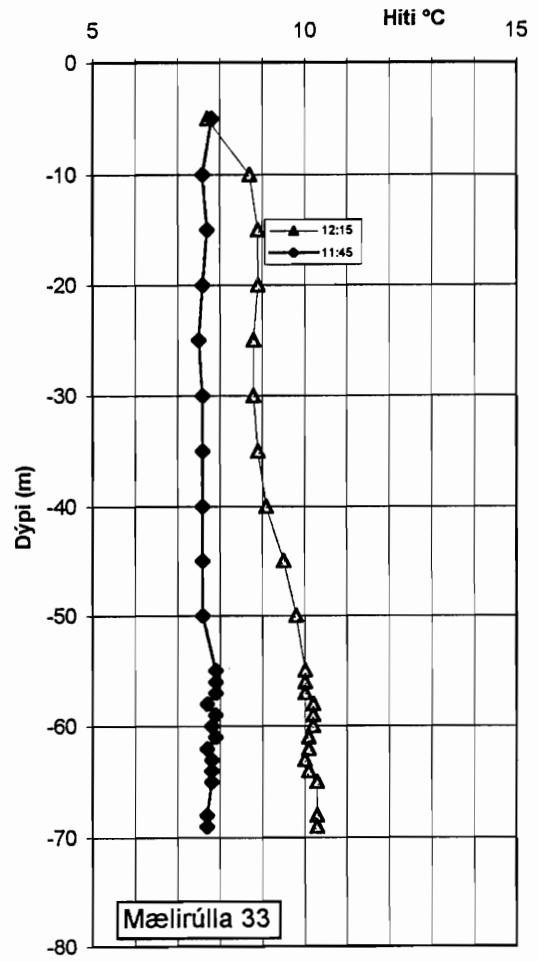
Mynd 5. Hitamæling í lok borunar 7 7/8" holu í 42 m. Fyrri mæling er inna borstrengs, en sú síðari er gerð í opinni holu

Upphitun NJ-21 28.04.2000



Mynd 6. Hitamæling í borstreng í lok borunar 7 7/8" holu

Upphitun NJ-21 29.04.2000



Mynd 7. Hitamæling í borstreng í lok rýmingar með 21" krónu