



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

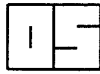
NESJAVELLIR
Borun holu NJ-20
Forsendur fyrir staðsetningu
og hönnun holunnar

Benedikt Steingrímsson
Sverrir Þórhallsson
Hjalti Franzson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

1998

OS-98075



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 003

Benedikt Steingrímsson
Sverrir Þórhallsson
Hjalti Franzson

NESJAVELLIR

Borun holu NJ-20

Forsendur fyrir staðsetningu og hönnun holunnar

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

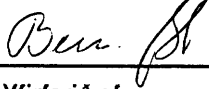
OS-98075

Desember 1998

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-98075	Dags.: Desember 1998	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: NESJAVELLIR. BORUN HOLU NJ-20. Forsendur fyrir staðsetningu og hönnun holunnar	Upplag: 30	
	Fjöldi síðna: 19	
Höfundar: Benedikt Steingrímsson, Sverrir Þórhallsson, Hjalti Franzson	Verkefnisstjóri: Benedikt Steingrímsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Greinargerð um val á borstað og hönnun háhitaholu	Verknúmer: 630 003	
Unnið fyrir: Hitaveitu Reykjavíkur		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Lýst er hönnun borholu NJ-20 á Nesjavöllum og forsendum sem liggja að baki vali á borstað og nánari hönnun holunnar. Upplýsingar úr nálægum holum eru lagðar til grundvallar. Skýrslan er viðbót við verksamning Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðborana hf um borverkið. Hóla NJ-20 er sunnarlega á stallinum sunnan Nesjavalladals og fyrsta skáholan af þremur sem áætlað er að bora á þessum stað. Markmiðið með boruninni er að afla orku fyrir Nesjavallavirkjun. Gerð er grein fyrir jarðlögum í nágrenni NJ-20 og hita og þrýstingi á borsvæðinu. Einnig eru lýst meginatriðum atriðum við hönnun, vídd holu og fódringum, svo og öryggislokum og fleiri öryggispáttum. Auk þess er listi yfir þær skýrslur Orkustofnunar sem fjalla um boranir á Nesjavöllum í nágrenni NJ-20.		
Lykilorð: Nesjavellir, háhitasvæði, vinnsluholur, hönnun, borun, jarðjög, hiti, þrýstingur	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: BS	

Efnisyfirlit

1. Forsendur	3
2. Jarðhiti á Nesjavöllum	4
3. Jarðlög í nágrenni NJ-20	4
4. Hiti og þrýstingur uppi á stallinum	6
5. Útlit og hönnun holu NJ-20	7
6. Öryggi við borun	8
7. Skýrsluskrá	9
8. Niðurlag	10

Tafla 1. Halli holu NJ-20 miðað við sveigjupunkt í 320 m og hallaupbyggingu 2°/30 að 30° halla	10
--	----

Myndir

Mynd 1. Staðsetning holu NJ-20 í norðurhlíðum Hengils og áætluð lega holunnar til suðvesturs	13
Mynd 2. Þversnið jarðlaga frá NJ-14 við Köldulaugargil til NJ-12 í Kýrdal og staðsetning NJ-20 í sniðinu	14
Mynd 3. Berghiti við holur NG-6, NG-9 og NJ-14 á Nesjavöllum	15
Mynd 4. Þrýstingur vatnsæða í holum NG-6, NG-9 og NJ-14 á Nesjavöllum	16
Mynd 5. Samanburður á farg bergs, leðju og vatns við þrýsting vatnsæða í NG-6 og NG-8 og NJ-14 miðað við holutopp í 365 m y.s.	17
Mynd 6. Útlit og hönnun holu NJ-20	18
Mynd 7. Framvinda borunar holu NJ-14 haustið 1985	19

1. Forsendur

Holu NJ-20 á Nesjavöllum hefur verið valinn staður í norðurhlíðum Hengils um 46 m vestan við holu NJ-14. Holan er sunnarlega á stallinum sunnan Nesjavalladals og lendir hún á spildunni milli Köldulauga- og Nesjalaugagils. Það er hugmyndin að bora í framtíðinni þrjár skáholur þar og er NJ-20 þeirra fyrst. Áformað er að sveigja hana síðan til suðvestur undir Hengilinn. Verði af borun fleiri skáholna síðar þarna er gert ráð fyrir að skáboru eina holu til vestur og aðra til suð-suðausturs. Við endanlega staðsetningu holu NJ-20 var haft í huga hvernig koma mætti öllum þessum borplönum og borholum sem best fyrir í hlíðinni. Áætlunin um skáborun NJ-20 gerir ráð fyrir lóðréttri borun í um 320 m dýpi, en síðan yrði holan sveigð í suðvestur. Gert er ráð fyrir að byggja upp 30° halla (2°/30 m), sem síðan yrði haldið í botn. Miðað við 1500 m borað dýpi yrði lóðrétt hliðrun holunnar um 490 m, en um 740 m verði holan boruð í 2000 m.

Markmiðið með borun holunnar er að afla orku fyrir Nesjavallavirkjun með stækkun virkjunarinnar í huga og er ætlunin að fá hávermiholu, en holur uppi á stallinum hafa allar reynst mjög gufuríkar. Staðsetning holu NJ-20 er sýnd á mynd 1. Hnit holunnar eru $X = 659582,38$ og $Y = 402735,94$. Ekki fæst endanleg mæling á hæðarkvóta holunnar fyrr en plan og kjallari eru frágengin. Hæðin er hins vegar nærri því að vera 365 m y.s.

Jarðborinn Azi mun forbora holu NJ-20 í desember 1998. Holan og planið munu bera til bráðabirgða bókstafinn R (Plan R) og staðarnúmerið 94837 í gagnagrunni Orkustofnunar, en nafnið NJ-20 fær holan þegar borun með Jötni hefst. Þá fær holan og endanlegt staðarnúmer sem verður 95020.

Hitaveita Reykjavíkur boraði á árunum 1965-86 átján borholur á Nesjavöllum og eru fimm þeirra á stallinum sunnan Nesjavalladalsins. Jarðhitaupplýsingar frá þessum holum eru lagðar til grundvallar við undirbúning borunar holu NJ-20 og er þá einkum litið til NJ-14, en aðeins 46 metrar eru á milli toppa þessara holna (mynd 1). Gögn frá Nesjavallaholum eru aðgengileg í áfanga- og lokaskýrslum um hverja holu. Þá hafa einnig verið gerðar fjölmargar samantektarskýrslur um svæðið. Má þar nefna skýrslur um rannsóknir á borsvarfi úr öllum borholunum, þar sem dregin eru upp jarðlaga- og ummyndunarsnið um svæðið og sett fram jarðfræðilíkan af svæðinu. Yfirlit um þær skýrslur sem einkum nýtast við undirbúning borunar NJ-20 eru í skrá í lok textans.

2. Jarðhiti á Nesjavöllum

Jarðhitakerfið á Nesjavöllum nærast á uppstreymi undir Henglinum og streymir vatn og gufa undan fjallinu til norðurs út í sprungustykki Hengilsins. Mestur virðist straumurinn vera austan í gossprungunum í Kýrdalsbrúnum, en einnig leitar einhver taumur fram gossprungu sem fylgir Nesjalaugagili og sprungu í Köldulaugargili. Síðastnefndu taumarnir daga uppi á móts við brúnina ofan Hraunprýði, en Kýrdalssprungurnar leiða jarðhitavökva norður með Nesjavalladalnum a.m.k. norður að holu NJ-18, sem er nyrsta djúpa borholan á svæðinu.

Yfirborðsjarðhiti á Nesjavöllum er einkum í Köldulauga- og Nesjalaugagiljum en óveruleg yfirvörðsvirkni tengist Kýrdalssprungunum. Helst má þar nefna heitar skellur og gufur undir Fálkaklettum. Fyrstu boranir hitaveitunnar voru á þessu svæði fyrir rúmum 30 árum en eftir 1982 hófust boranir uppi á stallinum með borun holu 6 nærri jarðhitunum í Nesjalaugagili. Á næstu fjórum árum var áfram borað uppi á stallinum, en einnig í Kýrdal og Nesjavalladal.

3. Jarðlög í nágrenni NJ-20

Á mynd 2 er sýnt þversnið af jarðlögum á línu frá holu NJ-14 yfir til holu NJ-12 í Kýrdal og er staðsetning holu NJ-20 í sniðinu sýnd rétt við holu NJ-14. Það ber þó að hafa í huga að hola NJ-20 verður skáholan, sem sveigð verður frá lóðlínu á um 320 m dýpi og byggður upp um 30° halli til suðvesturs. Það er því viðbúið að gott samræmi verði í jarðlagaskipan við holu NJ-20 og NJ 14 í efri parti holunnar, en versni þegar neðar dregur. Á 1000 m dýpi verður t.d. fjarlægðin milli þessara hola orðin um 240 m en um 490 m í 1500. Hér á eftir er lýsing á helstu jarðmyndunum sem fram komu í holu NJ-14 niður í 1130 m dýpi, en eftir það var borað í botn (1304 m) með algjöru skoltapi. Neðan 1130 m er því hér litið til jarðmyndana í holu NJ-13, sem er eina holan á stallinum sem nær þetta djúpt.

Móbergsmyndun M-I. 0-330 m. Í efstu 330 m holu NJ-14 var borað í móbergsmyndanir frá síðasta jökulskeiði. Í NJ-14 mátti greina þrjár einingar í þessari myndun. Efstu hundrad metrarnir eru úr einingunni MI-1, bólstrabergi sem tilheyrir Hengilsmynduninni. Þá tekur við tæplega 200 m þykk eining af ólivín-þóleiít bólstrabergi og hraunlögum (MI-3). Þriðja einingin, um 50 m þykk nefnist MI-7C. Þetta aðallega móbergstúff með bólstrakenndum breksíum um miðbikið. Bergfræðilega er einingin þétt plagíóklasíflótt þóleiít. Þetta er ákjósanlegt leiðarlag þar sem díflarnir eru margir hverjir brotnir. Samkvæmt boráætlun holu NJ-20 hefst borun með bormótor í einingu MI-7C.

Móbergsmyndun M-II. Kemur fram á 330-472 m dýpi í holu NJ-14. Þetta er aðallega túff. Lagskipting er nokkur og eru þunn breksíulög oft á lagskilum. Þrjú þunn innskotslög voru í efstu 60 m þessarar myndunar í NJ-14 og var athyglisvert að ummyndun breyttist á þessu dýptarbili. Zeólítar hurfu, en háhitasteindir komu staðinn. Efnafræðilega er móbergstúffið talið vera þóleiít (eða jafnvel ólivín-þóleiít).

Móbergssmyndun M-III. Kemur fram á 472-535 m dýpi í NJ-14. Þetta er aðallega bólstraberg. Bergið er ólivín-þóleíft.

Móbergssmyndun M-IV. Kemur fram á 535-680 m dýpi í NJ-14. Þetta er millibasalt og er bólstraberg ráðandi í NJ-14, en meira ber á túffi í holu NG-9.

Hraunlagamyndun H-V. 680-830 m dýpi. Þessi hraunlagasyrpa er mjög áberandi á Nesjavöllum. Nokkur þunn dílótt lög um miðbik myndunarinnar skipta henni í tvennt. Ofan þeirra eru meðal-grófkorna ólivín-þóleíft hraunlög ríkjandi, en neðan dílóttu laganna eru hraunlög jafnkorna og fínkorna ólivín-þóleíft.

Móbergssmyndun M-V. 830-868 m dýpi. Í holum á stallinum er þessi myndun nefnd A og talin vera millibasalt. Þetta er fyrst og fremst túff.

Hraunlagamyndun H-VI. 868-972 m dýpi. Fín-meðalgrófkorna ummynduð hraunlög af ólivín-þóleíft efnasamsetningu. Syrpan sést ekki í holum NG-6 og NJ-13, en kemur annars fram í öðrum holum á stallinum.

Hraunlagamyndun H-VII. 972-1130 +? m dýpi. Fín- til meðalkorna blöðrótt basalt er ráðandi í þessari myndun. Þetta eru fjölmörg hraunlög af þóleíft og ólivín-þóleíft gerð. Algjört skoltap varð í holu NJ-14 í 1130 m dýpi og hélst skoltapið út borunina, en loka-dýpi þeirra holu varð 1304 m. Það því ekki vitað í hvaða jarðlagamyndanir var borað neðan 1130 m. Eina holan á stallinum sem nær dýpra en þetta er hola NJ-13 og er lega næstu jarðmyndana fengnar úr jarðlagasniði þeirrar holu.

Móbergssmyndun M-VII. Í holu NJ-13 kom þessi móbergssmyndun fram á 1141-1235 m. Móbergið er líklega samsett úr fleiri en einni móbergseiningu. Bergið er ýmist túff eða bólstraberg.

Hraunlagamyndun H-VIII. Í NJ-13 kom þessi myndun fram á 1235-1548 m. Bergfræði basaltsins er fremur óljós, nema heldur ber meira á ólivín-þóleífti heldur en þóleífti í jarðlagalýsingum.

Ofangreind skipting jarðlagastaflans í myndanir einskorðast við gosberg. Innskot voru áberandi í jarðlagastaflanum við holu NJ-14 neðan 700 m dýpis. Mest er um fínkorna basaltinnskot, en ísúrt innskot sást á 900-1000 m dýpis. Athugun á legu innskotanna bendir til að þau liggi frekar lárétt í staflanum. Gera má ráð fyrir að meira verði um innskot í holu NJ-20, en NJ-14, þar sem NJ-20 verður boruð undir Hengilinn, sem er miðja samnefndrar megineldstöðvar.

Vatnslekt á Nesjavöllum má tengja þremur jarðfræðilegum fyrirbærum. Í efstu 400-600 m borholanna koma vatnsæðar einkum fram á lagskilum milli goseininga. Í flestum holanna hafa æðar komið fram á um 100 og um 300 m dýpi. Þegar dýpra kemur í jarðhita-kerfið virðist lektin aðallega tengjast fersklegu basaltinnskotunum og ísúru innskotunum. Í þriðja lagi virðist lekt aukast við lagskil goseininganna í námunda við Kýrdalsprunguna og getur það stafað af sprunguhreyfingum.

4. Hiti og þrýstingur uppi á stallinum

Grunnt er á jarðhitakerfið uppi á stallinum og hafa allar holur þar komist í tengsl við jarðhitakerfið á nokkur hundruð metra dýpi. Grynnt var á kerfið í holu NG-8 en efsta jarðhitaæðin í þeirri holu kom fram á aðeins 115 metra dýpi. Sú æð er vel yfir 200°C heit. Dýpst var hins vegar á hita í holu NJ-13, þar sem fyrstu jarðhitaæðarnar eru neðan 400 m dýpis. Á mynd 3 er sýndur berghiti í holum NG-6, NG-9 og NJ-14. Þessir berg-hitaferlar eru mjög áþekkir. Í holum 6 og 9 fylgja þeir suðumarki neðan nokkur hundruð metra dýpis, en berghiti við NJ-14 er talinn liggja um 20°C undir suðumarki.

Á mynd 4 er sýndur þrýstingur vatnsæða í holum NG-6, NG-9 og NJ-14. Samkvæmt myndinni voru æðar holu NG-6 með hæstum þrýstingi en æðar holu NJ-14 lægstum. Þarna ræður mestu að hola NJ-14 stendur um 70 m hærra en hola NG-6 og um 50 hærra en NG-9. Það sem m.a. hefur einkennt boranir uppi á stallinum er yfirþrýstingur vatnsæða í efri hluta jarðhitakerfisins og hafa yfirþrýstar æðar komið fram á 100-900 metra dýpi. Mestur yfirþrýstingur var við æð á 115 m dýpi í holu NG-8, en minnst bar á yfirþrýstingnum í holu NJ-14. Í holu NJ-14 varð skoltap við æð á 97 m (volgt grunnvatnskerfi), en eftir að komið var niður í jarðhitakerfið varð óveruleg skolaukning við æð á 257 m og skoltap við æð á 765 m dýpi. Síðastnefnda æðin hafði vatnsborð á 94 m dýpi. Samkvæmt reynslunni af holu NJ-14 er ólíklegt að yfirþrýstingur verði til vandræða við borun holu NJ-20 a.m.k. við fyrir öryggisfóðringu og tæplega í borun fyrir vinnslufóðringu. Hola NJ-20 er hins vegar skáhola sem beint verður í átt að meintu uppstreymis-svæði Nesjavallakerfisins. Því verður að reikna með hærri þrýstingi djúpt í holu NJ-20, en mælst hefur í öðrum holum á stallinum.

Til að glöggva sig á frekar á þrýstiástandi í efstu 1200 m við holu NJ-20 eru dregnir inn á mynd 5 þrýstiferlar bæði fyrir jarðhitakerfið við holur NG-6, NG-8 og NJ-14 og fyrir kalt vatn og þyngdarefni í holu. Þá er einnig sýndur þrýstingur vegna fargs jarðlaganna og er þar miðað við að eðlismassi bergsins sé 2,4 g/cm³. Má af myndinni ráða hvernig gangi að kæfa vatnsæð eftir því á hvaða dýpi hún kemur fram miðað við hæð holu NJ-20 yfir sjávarmáli. Þar sést að þung borleðja hefði kæft allar vatnsæðar holnanna, ef holutopparnir hefðu verið í 365 m y.s. Kalt vatn hefði haldið grynntu æðum holu NJ-14 nokkurn veginn niðri, en vandræðaæðin í holu NG-8 hefði hins vegar haldið upp 4 bar þrýstingi á móti kaldri vatnssúlu. Þá hefði kalt vatn tæplega dugað til að kæfa vatnsæðar á 500-600 m dýpi í holu NG-6. Allar æðar í holunum neðan 600 m dýpis hefði mátt kæfa með köldu vatni.

5. Útlit og hönnun holu NJ-20

Á undanförunum árum hafa nokkrar gerðir af háhitaholum verið hannaðar og boraðar hér á landi. Í meginatriðum má þó segja að hér sé um að ræða tvær gerðir borhola, þ.e hefðbundnar holur og víðar holur. Sé horft til fódringa er munurinn sá að í víðu holunum er 21" 1/2-yfirborðsfóðring, 18 5/8"-öryggisfóðring, 13 3/8"-vinnslufóðring og 9 5/8" raufaður leiðari, þegar hefðbundna hönnunin er skrefi á eftir þ.e. 18 5/8"-yfirborðsfóðring, 13 3/8"-öryggisfóðring, 9 5/8"-vinnslufóðring og loks 7"-raufaður leiðari. Víðar holur hafa verið boraðar á jarðhitasvæðunum á Reykjanesi, en flestar aðrar vinnsluholur háhita á Íslandi eru með hefðbundinni hönnun. Þar með taldar holur á Nesjavöllum.

Ákveðið hefur verið að hola NJ-20 verði skáhola með hefðbundinni hönnun og hefur síðd fódringa (miðað við bordýpi Jötuns) verið áætluð sem hér segir:

1. Yfirborðsfóðring Um 70 m dýpi
2. Öryggisfóðring Allt að 300 m dýpi
3. Vinnslufóðring Allt að 800 m dýpi
4. Raufaður leiðari í vinnsluhluta holunnar

Dýptartölur hér að ofan miðast við bordýpi. Nánari útlitshönnun á holunni er sýnd á mynd 6.

Gert er ráð fyrir að skáborunin hefjist á um 320 m dýpi (rétt undir öryggisfóðringu) og verði holan sveigð til suðvesturs (stefna 220 +/-15°) og byggður upp 30° halli með hallaaukningunni 2°/30 m. Í töflu 1 hér að aftan er sýndur halli holunnar, reiknað frávik hennar frá lóðréttu og lóðrétt dýpi fyrir allt að 2000 m borað dýpi. Í töflunni sést að 30° halla er náð í 770 m dýpi eða áður en komið er í fóðrunardýpi vinnslufóðringar. Á mynd 1 er sýnd skyggð sneið. Þetta er það svæði sem holan mun lenda inn á miðað við ofangreindar forsendur um stefnu og halla, þá er einnig áætlað að bora holuna í 2000 m (borað dýpi), en samkvæmt reynslunni af borunum uppi á stallinum er viðbúið að algjört skoltap stöðvi borun áður en komið er svo djúpt. Það skal tekið fram að boranir á stallinum hafa gengið mjög vel, ef frá er talin hola NG-8. Á mynd 7 er sýnd framvinda borunar holu NJ-14. Á myndinni sést að borun í 1304 m tók aðeins 25 daga.

6. Öryggi við borun

Til þess að loka holunni meðan borstengur eru í henni eru svonefndir öryggislokar "blow-out preventers". Við háhitaboranir hér á landi er komin hefð á að nota eftirfarandi öryggisloka:

- **Belggosvarar** (Shafer og Hydriil) loka að borstöngum, álagsstöngum og fóðringum. Er þá gúmmíþétting þrýst saman og lokar hún þá holunni. Hitapól þessara loka er takmarkað.
- **Öryggisloki** sem lokar að stöngum er með stáltungu og gúmmíþéttingu (Cameron). Lokinn getur aðeins þétt við borstengur og takmarkar það notkunarsvið hans.
- **Pakkdós** (Grant) er höfð efst á öryggisventlunum til að beina því sem úr holunni kemur út um hliðarstút og vernda þar með starfsmenn borsins gegn gufugosi. Í pakkdósinni er gúmmíþétting sem snýst með stöngunum.
- **Holulokar** sem geta fullokað þegar tæki eru ekki í holunni verða hafðir og er endanlegur aðalloki holunnar reyndar hafður á henni við borun í áfanga 3.
- **Kæfingarlokar** eru hafðir til að hægt sé að dæla vatni eða þungri leðju í holuna eftir að öryggislokum hefur verið lokað til að "kæfa" holuna. Dæla borsins er fasttengd kæfingarlokanum um stálleiðslu eða sambærilegri lögn.

Samkvæmt reynslunni af holu NJ-14 verður yfirþrýstingur tæplega til vandræða við borun holu NJ-20 fyrir öryggisfóðringu og enn síður í borun fyrir vinnslufóðringu. Þrátt fyrir þetta er nauðsynlegt að gætt verði ítrustu varkárni við borunina og fylgjast grannt með skolvatnsbreytingum, hitabreytingum á skoli og öðru því sem gefur til kynna að yfirþrýst æð hafi verið skorin. Tryggt skal að öryggislokar séu í góðu lagi og þeir prófaðir í upphafi hvers boráfanga. Mikilvægasta öryggisatriðið til að koma í veg fyrir að holan gjósi skyndilega er að halda stöðugri dælingu í holuna. Til að ráða frekar við yfirþrýstar æðar þarf að tryggja aðgang að barit þyngdarefni svo hægt verði fyrirvaralaust að laga borleðju með eðlismassa 1400 kg/m^3 , en efnisnotkun á baríumsúlfati er þá um 525 kg í hvern rúmmetra af leðju. Lágmarksmagn af tiltæku baríumsúlfati er talið vera 20 tonn. Við svarfgreiningu skal fylgjast sérstaklega með því hvenær farið er í gegnum lagmótin sem komu fram á um 100 og 300 m dýpi í hinum holunum og skoða ummyndun bergsins, einkum hvort steindirnar kvars og wairakít sjáist.

Þá þarf að tryggja nægjanlegt skolvatn til borunarinnar. Miðað er við að slík vatnsveita skili að lágmarki 50 l/s inn á borplanið. Huga þarf vel að öryggi skolvatnsveitunnar þannig að vatn sé til reiðu komi til smá bilana.

7. Skýrsluskrá

Ýtarlegar upplýsingar eru til um boranir á stallinum sunnan Nesjavalladals. Má þar í fyrsta lagi nefna borskýrslur bormanna um borverkin, en síðan hefur Orkustofnun tekið saman fjölmargar skýrslur um boranirnar og rannsóknir þeim tengdum. Hér á eftir er skrá þær skýrslur Orkustofnunar sem fjalla um næstu borholur við holu NJ-20 og samantektarskýrslur um jarðfræði og ummyndun bergs á Nesjavöllum. Tekið skal fram að skráin er engan veginn tæmandi. Skýrslurnar eru aðgengilegar á bókasafni Orkustofnunar.

Benedikt Steingrímsson o.fl., 1986: Nesjavellir, hola NJ-13. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-86027/JHD-07, 146 s. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Benedikt Steingrímsson o.fl., 1986: Nesjavellir, hola NJ-14. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-86028/JHD-08, 133 s. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Hjalti Franzson o.fl., 1984: Nesjavellir, hola NG-8. Fyrri áfangi: Borun í 127 m og steyping 13 3/8 fóðringar. Orkustofnun, OS-84066/JHD-25B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Hjalti Franzson o.fl., 1984: Nesjavellir, hola NG-8. Seinni áfangi: Borun vinnsluhluta, frá 100 m í 403 m. Orkustofnun, OS-84067/JHD-26B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

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

Hjalti Franzson o.fl., 1985: Nesjavellir, hola NG-9. Borun í fyrir 340 mm (13 3/8) fóðringu og steyping. Orkustofnun, OS-84102/JHD-45B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Hjalti Franzson o.fl., 1984: Nesjavellir, hola NG-9. Borun frá 301 m í 824 m og steyping 9 5/8 fóðringar. Orkustofnun, OS-84115/JHD-51B. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason, 1985: Nesjavellir, hola NG-9. Jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85123/JHD-17, 38 s. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Hjalti Franzson, 1988: Nesjavellir, borholujarðfræði. Vatnsgengd í jarðhitageymi. Orkustofnun, OS-88046/JHD-09, 58 s. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Hjalti Franzson, 1993: Bergmyndanir í borholum á Nesjavöllum. Upphleðslueiningar. Orkustofnun, OS-93010/JHD-05B, 31 s. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

Valgarður Stefánsson o.fl., 1983: Nesjavellir, hola NG-6. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-83023/JHD-04, 100 s. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

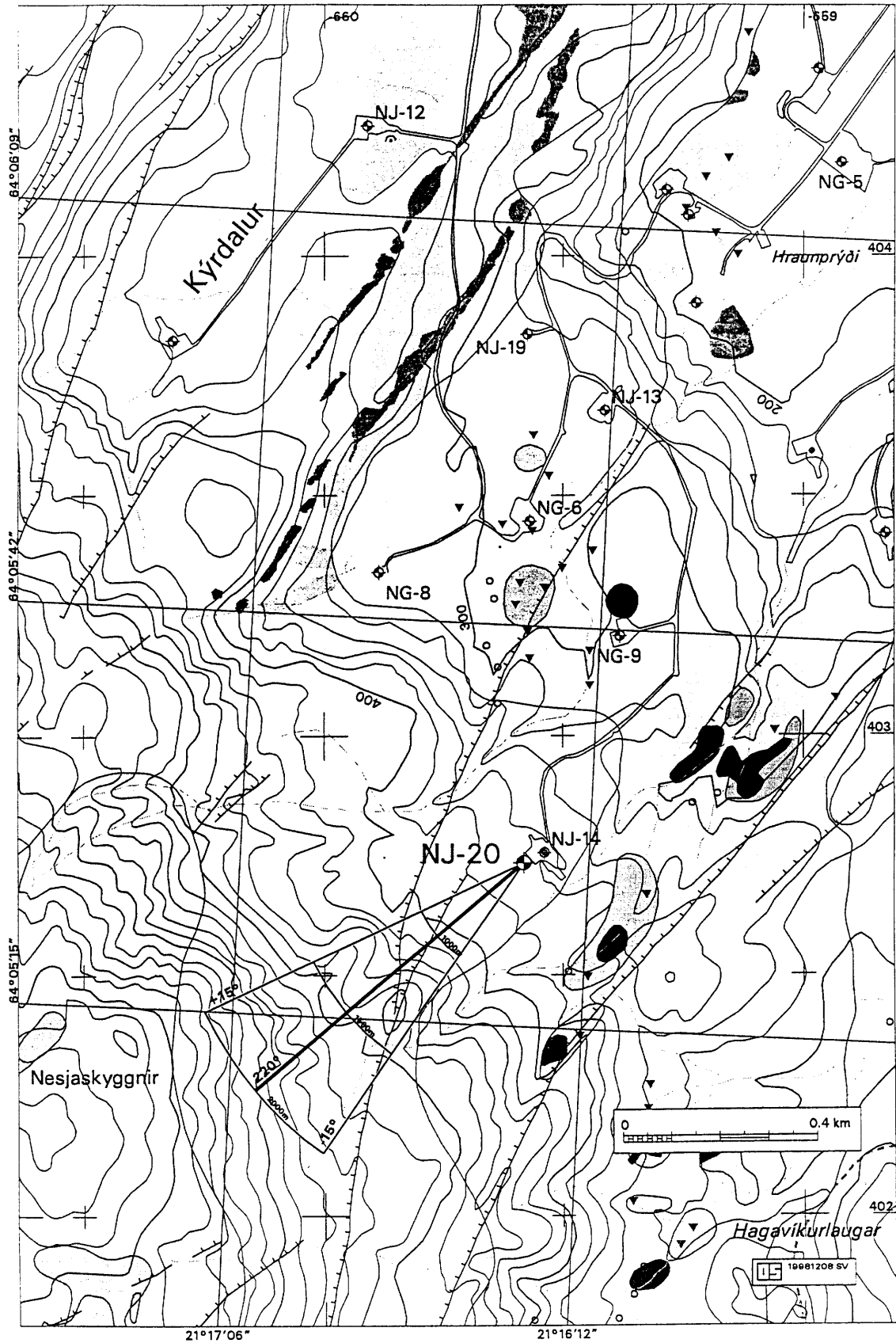
8. Niðurlag

Skýrsla þessi kemur sem viðbót við verksamning Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðborana hf. um borverk holu NJ-20. Hér er kveðið nánar á um hönnun holunnar og fjallað um upplýsingar úr nálægum holum, sem taldar eru skipta máli við framkvæmd verksins.

Tafla 1. Halli holu NJ-20 miðað við sveigjupunkt í 320 m og hallaupbyggingu 2°/30 að 30° halla.

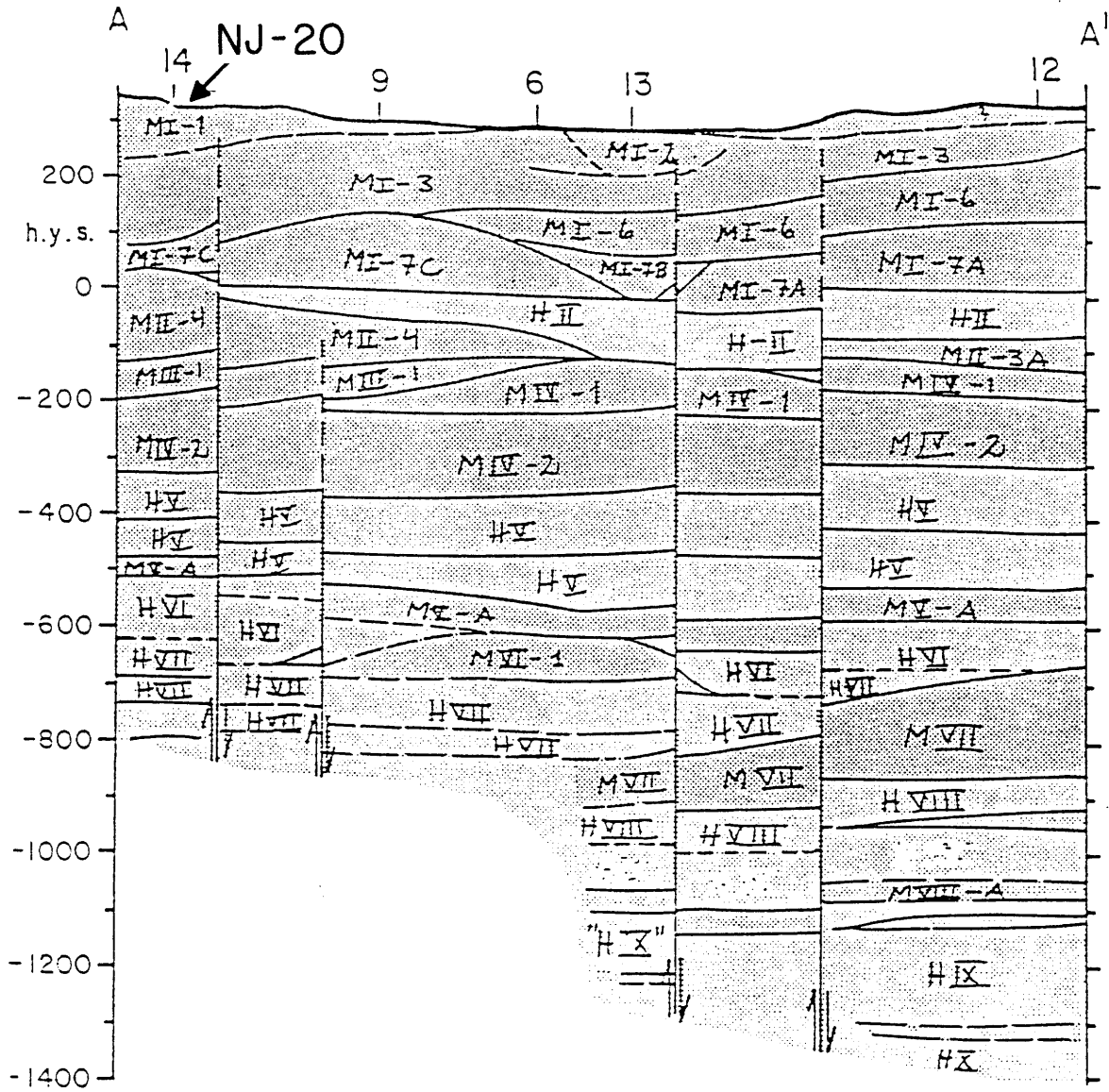
Mælt dýpi (m)	Halli holu °	Frávik frá lóðréttu (m)	Raundýpi (m)
0	0	0,0	0,0
320	0	0,0	320,0
350	2	1,0	350,0
380	4	3,1	379,9
410	6	6,3	409,7
440	8	10,5	439,5
470	10	15,7	469,0
500	12	21,9	498,3
530	14	29,2	527,4
560	16	37,4	556,3
590	18	46,7	584,8
620	20	57,0	613,0
650	22	68,2	640,8
680	24	80,4	668,2
710	26	93,5	695,2
740	28	107,6	721,7
770	30	122,6	747,7
800	30	137,6	773,6
850	30	162,6	816,9
900	30	187,6	860,2
1000	30	237,6	946,9
1100	30	287,6	1033,5
1200	30	337,6	1120,1
1300	30	387,6	1206,7
1400	30	437,6	1293,3
1500	30	487,6	1379,9
1600	30	537,6	1466,5
1700	30	587,6	1553,1
1800	30	637,6	1639,7
1900	30	687,6	1726,3
2000	30	737,6	1812,9





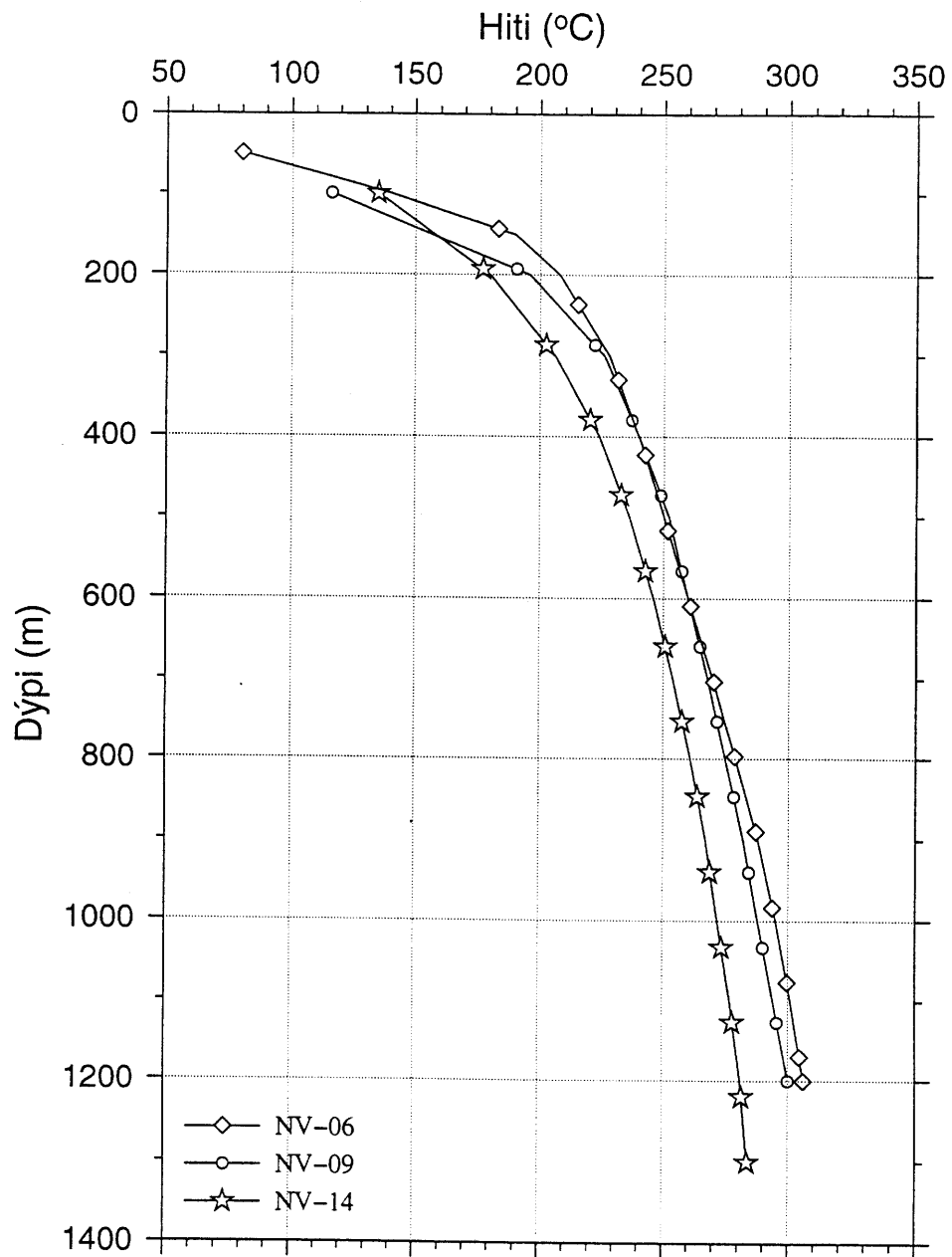
Mynd 1. Staðsetning holu NJ-20 í norðurhlíðum Hengils og áætluð lega holunnar til suðvesturs.

JHD-BJ-2715 HF
88.06.0221 AA



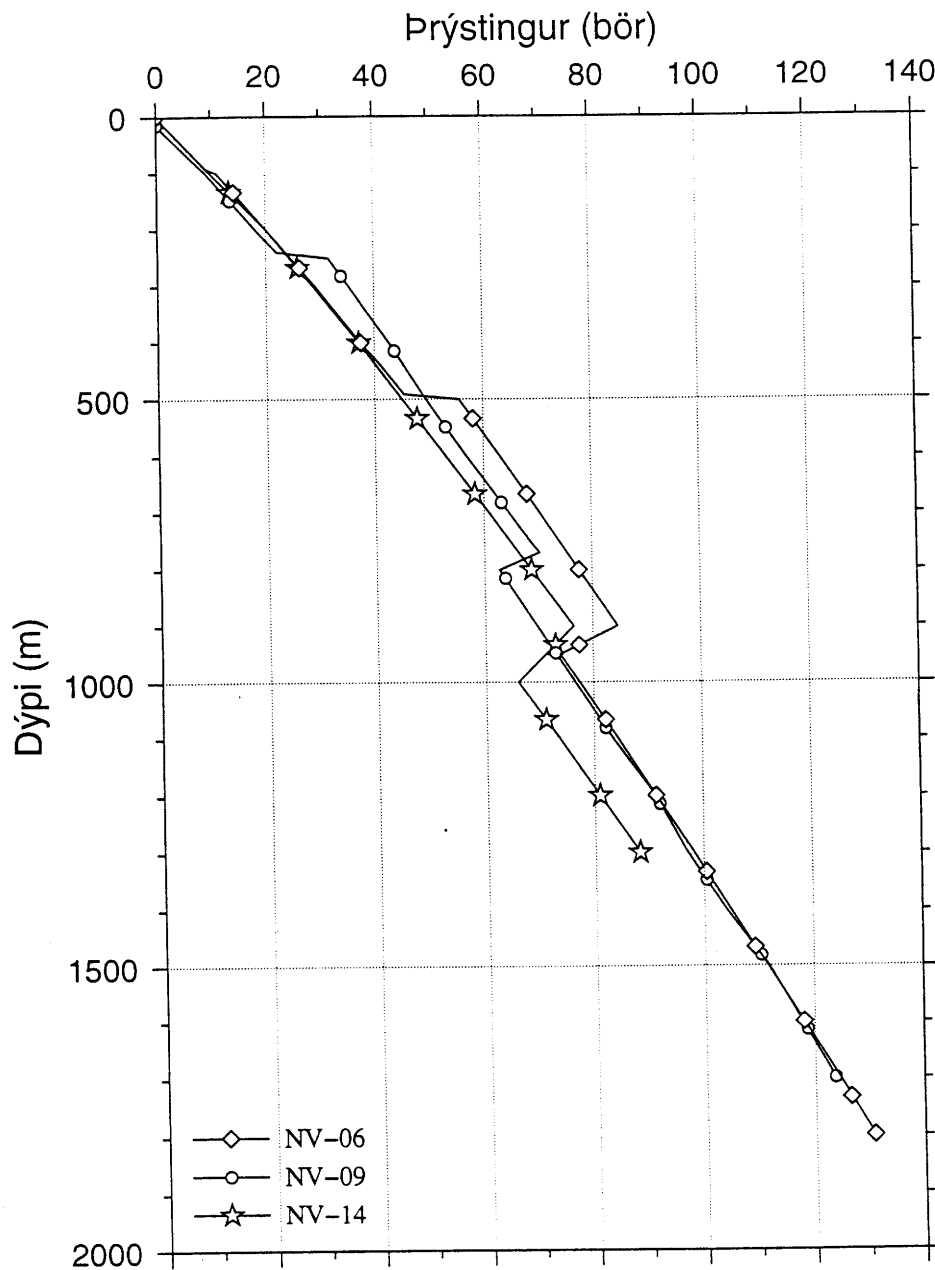
Mynd 2. Þversnið jarðlaga frá holu NJ-14 við Köldulaugargil til holu NJ-12 í Kýrdal og staðsetning holu NJ-20 í sniðinu.

Berghiti í holum nærri holu NJ-20



Mynd 3. Berghiti við holur NG-6, NG-9 og NJ-14 á Nesjavöllum.

Þrýstingur vatnsæða í holum nærri holu NJ-20

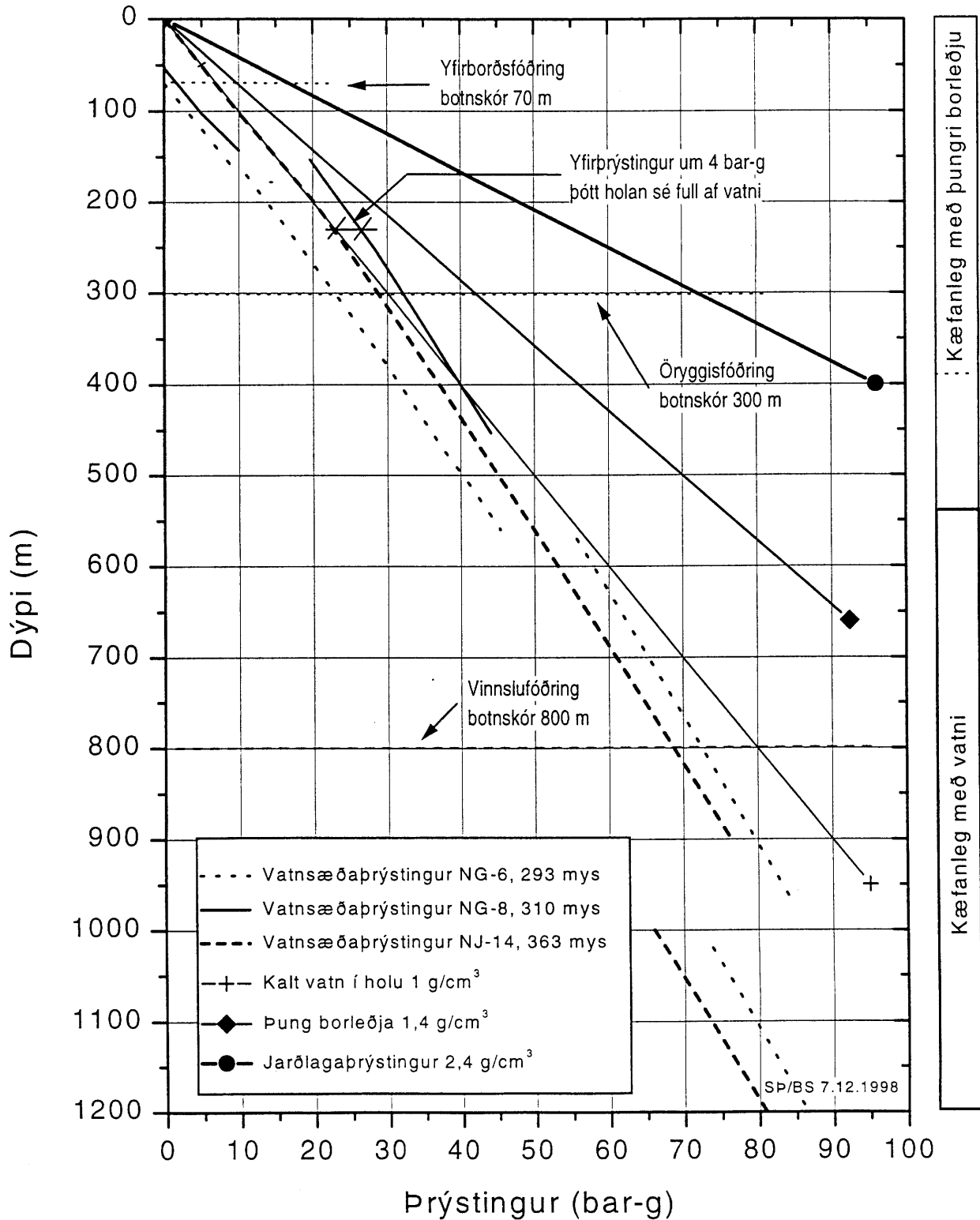


Mynd 4. Þrýstingur vatnsæða í holum NG-6, NG-9 og NJ-14 á Nesjavöllum.

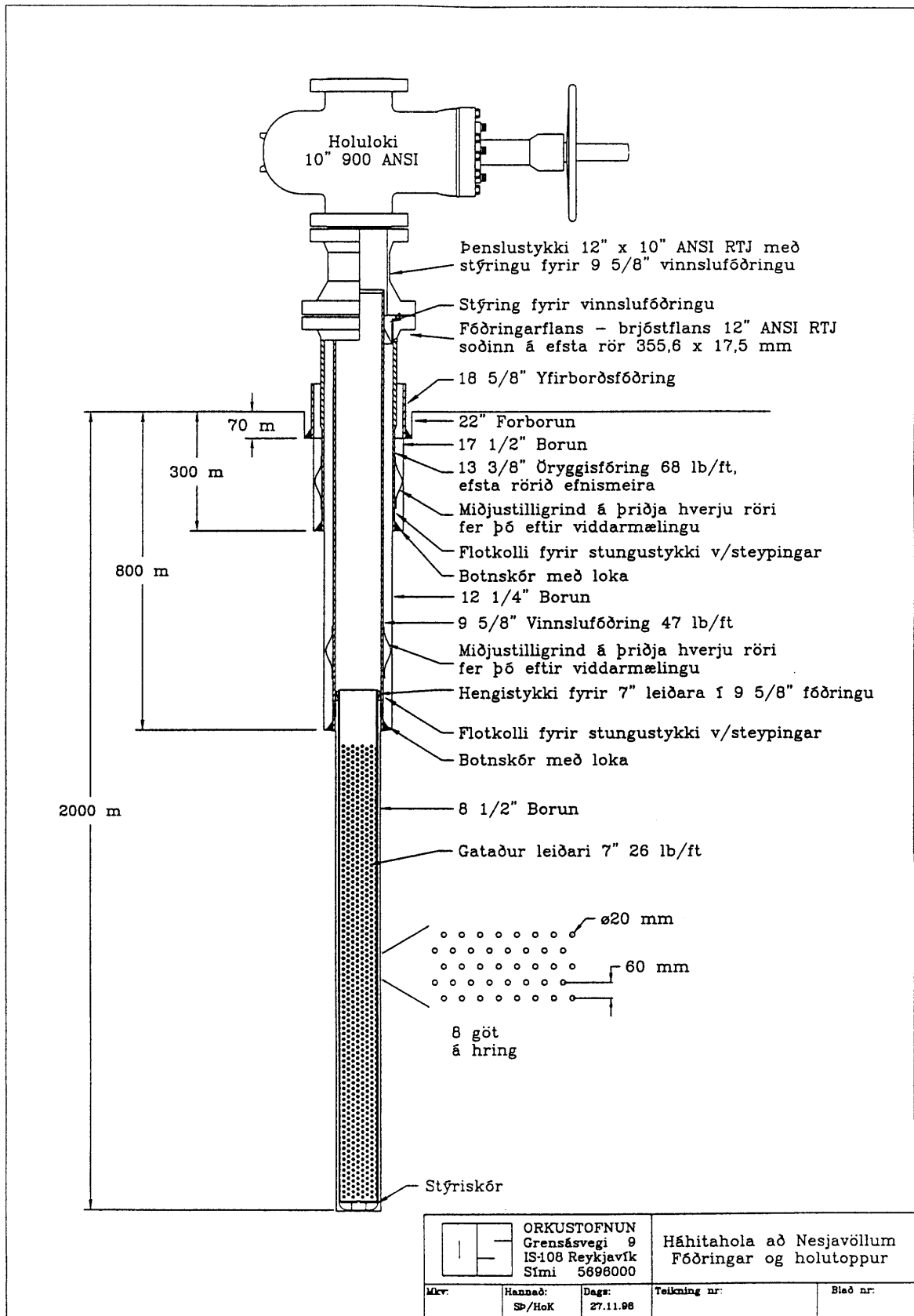


ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

Spá um þrýsting við borun NJ-20

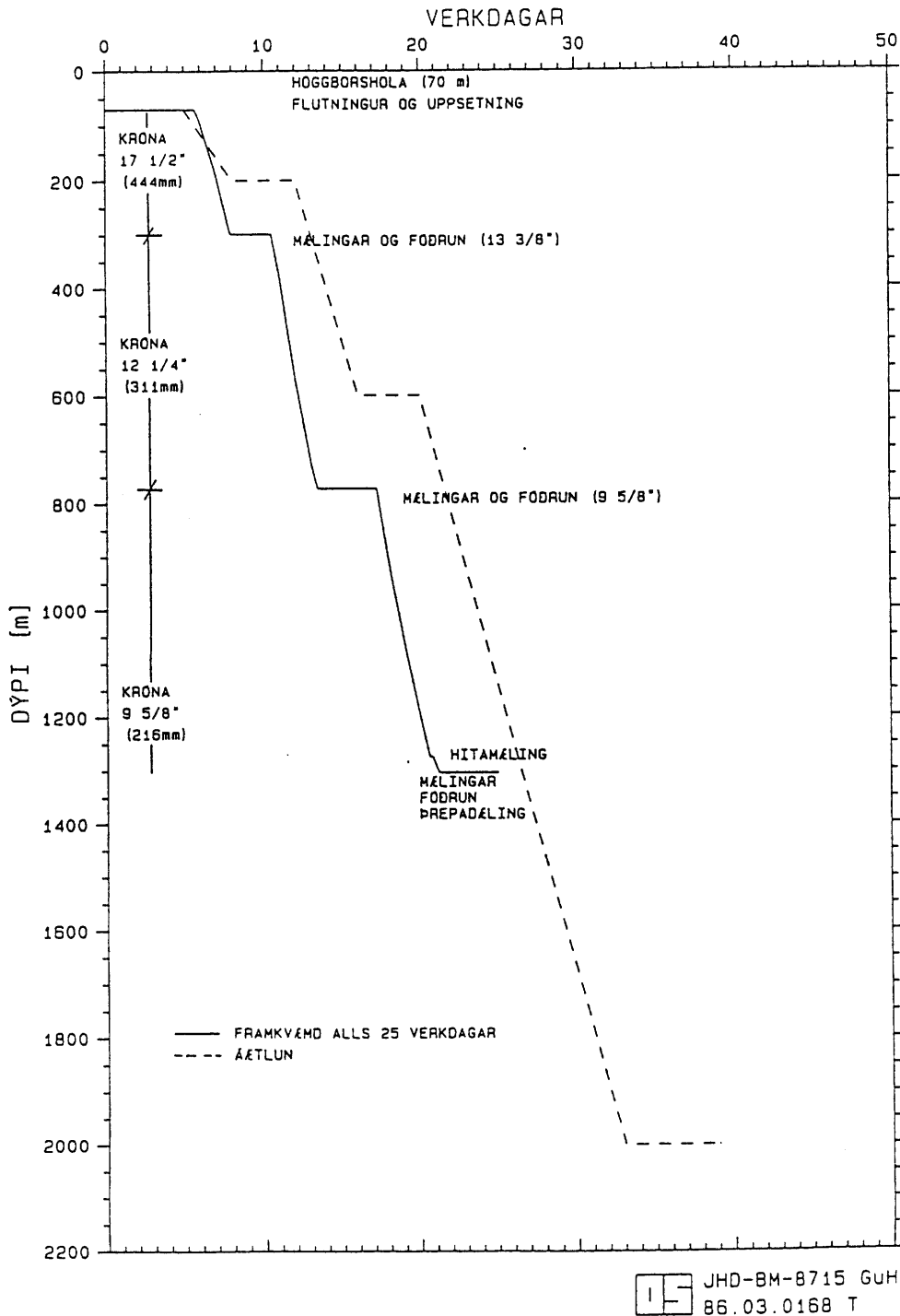


Mynd 5. Samanburður á fargi bergs, leðju og vatns við þrýsting vatnsæða í holum NG-6 og NG-8 og NJ-14 miðað við holutopp í 365 m y.s.



Mynd 6. Útlit og hönnun holu NJ-20.

NESJAVELLIR HOLA NJ-14 BORUN JÖTUNS 1985.08.23-09.16



Mynd 7. Framvinda borunar holu NJ-14 haustið 1985.