

ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Nesjavellir, hola NJ-21

2. áfangi: Borun fyrir vinnslu-
fóðringu frá 285 í 807 m dýpi

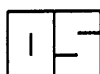


Ásgrímur Guðmundsson, Bjarni Richter,
Guðlaugur Hermannsson, Hjalti Franzson,
Kjartan Birgisson, Ólafur Guðnason,
Ómar Sigurðsson og Sigurður Sveinn Jónsson

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

2000

OS-2000/051



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 8-630003

Ásgrímur Guðmundsson
Bjarni Richter
Guðlaugur Hermannsson
Hjalti Franzson
Kjartan Birgisson
Ólafur Guðmundsson
Ómar Sigurðsson
Sigurður Sveinn Jónsson

NESJAVELLIR, HOLA NJ-21

2. áfangi: Borun fyrir vinnslufóðringu frá 285 í 807 m dýpi

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur

OS-2000/051

September 2000

ORKUSTOFNUN - RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. - Sími 569 6000 - Fax 568 8896

Akureyri: Glerárgötu 36, 600 Ak. - Sími 463 0957 - Fax 463 0998

Netfang: os@os.is - Veffang: <http://www.os.is>



Skýrsla nr: OS-2000/051	Dags: September 2000	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opín <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: NESJAVELLIR, HOLA NJ-21 2. áfangi: Borun fyrir vinnslufóðringu frá 285 í 807 m dýpi	Upplag: 45	
	Fjöldi síðna: 35	
Höfundar: Ásgrímur Guðmundsson, Bjarni Richter, Guðlaugur Hermannsson, Hjalti Franzon, Kjartan Birgisson, Ólafur Guðmundsson, Ómar Sigurðsson og Sigurður Sveinn Jónsson	Verkefnisstjóri: Benedikt Steingrímsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Áfangaskýrsla, 2. áfangi borverks	Verknúmer: 8-630003	
Unnið fyrir: Orkuveitu Reykjavíkur		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í skýrslunni er lýst borun annars áfanga holu NJ-21 á Nesjavöllum og þeim gögnum sem safnað var í þessum áfanga. Holan, sem er boruð með jarðbornum Jötni, er uppi á stallinum sunnan Nesjavalladals skammt frá holu NG-8. Samkvæmt áætlun var borað með hefðbundinni aðferð niður á 480 m en holan síðan stefnuboruð til suðurs undir Hengilinn með 2-3°/30 m halla þar til 30° halla var náð. Holudýpi í lok þessa áfanga er 807 m. Borað var með 12 1/4" krónu fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu. Borverkið hófst 19. júní og lauk 1. júlí á 37. verkdegi. Sýnum af borsvarfi var safnað á tveggja metra fresti og jarðlög og ummyndun greind eftir því samhliða borun eins og venja er, og hefðbundnar borholumælingar gerðar, s.s. á upphitun, holuvídd, jarðlögum og steypugæðum, auk mælinga á halla og stefnu. Jarðlög í holunni eru túff, síðan basalhraunlög og innskot og glerjað basalt í framhaldi af því en basalt hraunlög í neðstu 100 m. Bergið er allt mjög ummyndað. Vatnsæðar eru nokkuð dreifðar í efri hluta holunnar en neðan 510 m virðist lítil lekt. Borverkið var unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt verksamningi við Orkuveitu Reykjavíkur, en rannsóknarhlutinn af Rannsóknasviði Orkustofnunar samkvæmt samningi þar um.		
Lykilorð: Nesjavellir, háhitasvæði, borhola, skáborun, jarðlög, ummyndun, vatnsæðar	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: BS, PI	

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. BORSAGA	3
3. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR.....	19
3.1 Jarðlög.....	19
3.2 Ummyndun.....	19
3.3 Vatnsæðar.....	20
4. BORHOLUMÆLINGAR	23
VIÐAUKI 1	27
VIÐAUKI 2	29

Töfluskrá

Tafla 1. <i>Gangur borunar með 12 ¼" krónu fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu.</i>	5
Tafla 2. <i>Mælingar á skoli í 2. áfanga.</i>	7
Tafla 3. <i>Halla- og stefnumælingar við lok borunar 2. áfanga.</i>	8
Tafla 4. <i>Fóðrunarskýrsla.</i>	14
Tafla 5. <i>Halla- og stefnumælingar (G2) í steyptri vinnslufóðringu.</i>	16
Tafla 6. <i>Mælingar gerðar í 2. áfanga borunar NJ-21.</i>	23

Myndaskrá

Mynd 1. <i>Gangur borunar í öðrum áfanga.</i>	4
Mynd 2. <i>Hitamælingar fyrir stefnuborun.</i>	5
Mynd 3. <i>Stefna holu NJ-21 þegar 807 dýpi var náð.</i>	9
Mynd 4. <i>Halli holu Nj-21 og uppbygging á halla.</i>	9
Mynd 5. <i>Hitamælingar 27. júní ásamt mælingu frá 23.júní til samanburðar.</i>	10
Mynd 6. <i>Reiknað rúmál fyrir 9 5/8" fóðringarsteypingu byggt á víddarmælingu.</i>	11
Mynd 7. <i>Hitamælingar með jarðlagamælingum og CBL.</i>	12
Mynd 8. <i>Mismunahiti á skoli.</i>	13
Mynd 9. <i>CBL-mælingar í vinnslufóðringu.</i>	18
Mynd 10. <i>Jarðlagasnið og mælingar á skoli.</i>	21
Mynd 11. <i>Jarðlög og jarðlagamælingar.</i>	22
Mynd 12. <i>Jarðlagamælingar, ásamt hita og vídd.</i>	26

1. INNGANGUR

Í inngangi framvinduskýrslu um 1. áfanga holu NJ-21 er gerð grein fyrir forsendum staðsetningar holunnar og helstu atriðum í hönnun hennar. Hér á eftir verður gerð grein fyrir framgangi borverksins í 2. áfanga holu NJ-21. Áætlað var að bora niður á allt að 800 m dýpi með 12 ¼" borkrónu fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu, og ráðgert að hefja stefnuborun á um 500 m dýpi. Samkvæmt því verður stefnan 210° og hallaupbygging 2-3°/30 m þar til 30° er náð. Við stefnuborunina verður stuðst við segulmælingar (MWD) meðan borað er svo og gýrósmælingar. Í lokin verður holan hita-, víddar-, og jarðlagamæld, sett niður fóðring og hún steipt og CBL-mæld. Auk þess verða halli og stefna mæld með gýrósmæli.

Öryggiskröfur voru auknar vegna vandasams verkefnis og var bætt inn einum belg-öryggisloka undir annars staðlað öryggislokakerfi á holutoppi við háhitaboranir. Uppröðunin talið neðan frá og upp er sem hér segir: Belgloki, blindloki, stangarloki og belgloki. Ennfremur eins og alltaf er snúningsgosvari (róterandi) ofan við.

Fjarlægð frá kjallarabrún að efri brún drifborðs er 6,87 m. Allar dýptartölur í skýrslunni eru miðaðar við drifborð Jötuns, eins og venja er, nema annað sé tekið fram.

Atburðarás borunarinnar er rakin og greint frá eða birt öll gögn og upplýsingar, sem fallið hafa til meðan á borun og fóðrun stóð.

Verkið er unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt verksamningi við Orkuveitu Reykjavíkur. Verklýsingar voru unnar af BS/HF/KS/SP á Rannsóknarsviði Orkustofnunar (BS/HF/KS/SP-00/01) og Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns.

2. BORSAGA

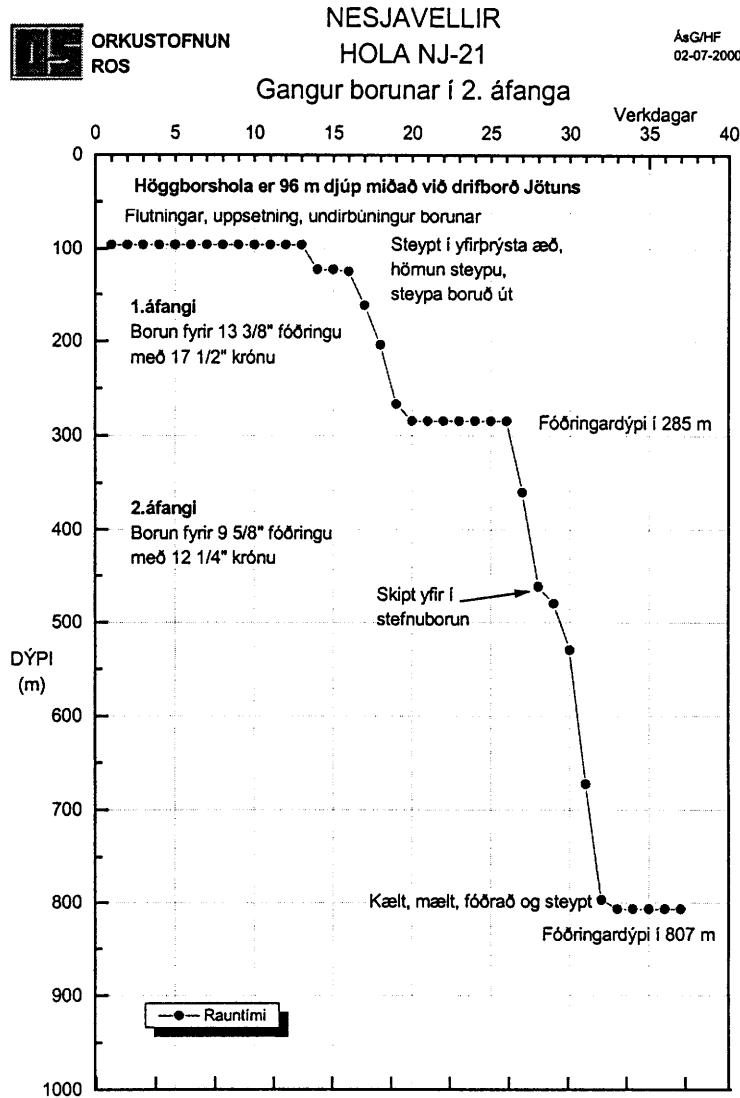
Borverk 2. áfanga NJ-21 hófst 19. júní þegar venjubundnum aðgerðum við 1. áfanga var lokið á 24. verkdegi. Unnið var við holutoppinn og uppsetningu nýrra síritandi mæla, sem nema munu breytingar í skolvökva, og fleiri þátta sem að boruninni lúta. Aðfaranótt þriðjudagsins 20. júní var blindloki prófaður við 30 bar og reyndist í góðu lagi. Þá voru settar niður stangir og holan kæld í um þrjá tíma. Um klukkan 9 voru stangir brotnar út og síðan settur niður strengur til borunar. Í eftirmiðdaginn um kl. 16 var komið niður á steypu í 244 m dýpi og stungustykkið litlu neðar eða á 248 m dýpi. Steypa var síðan boruð niður á 255 m dýpi, en þá voru öryggislokar prófaðir. Ekki stóðust þeir fyrstu prófun og var unnið fram á nótt að gera þá klára fyrir átökin framundan. Síðan voru lokarnir prófaðir á ný við 28 bar (400 psi) og virkuðu þeir eins og til var ætlast. Undir morgun miðvikudagsins 21. júní kl. 6 hófst borun í berg á 285 m dýpi.

Meðan á þessu stóð minnti móðir náttúra all rækilega á sig. Um klukkan 00:50 varð allsnarpur jarðskjálfti sem flestir ef ekki allir hafa sennilega fundið. Mikið gekk á og hristust gámar og skúrar á borstað og steinar rúlluðu niður fjallshlíðina fyrir ofan borinn. Bormenn sem fundu skjálftann þann 17. júní síðastliðinn voru sammála um að þessi kippur hafi verið harkalegri og fastari. Blökkinn í mastri borsins sveiflaðist til góða stund eftir að skjálftinn reið yfir og svarfdósir í gámi ROS hentust niður á gólf. Nokkrir kippir fundust um nóttina, einn nokkuð snarpur um kl. 2:30 og annar um kl. 5:30.

Eins og fram kemur í inngangi var ákveðið að bora niður á um 500 m dýpi með hefðbundinni aðferð en hefja þar stefnuborun. Uppbygging borstrengsins var sem hér segir: 311,5 mm (12 ¼") borkróna af gerðinni EHP-53 ALK, stýring (einstreymisloki), álagsstöng, stýring, tengistykki með einstreymisloka, 11 álagsstangir, tengistykki ("cross-over") og borstangir.

Borun gekk tíðindalítið og dýpkaði holan hratt eins og sést á mynd 1 og í töflu 1. Ákveðið hafði verið að bora niður í 480 m en skipta þá yfir í stefnuborun. Tvívegis var stoppað áður en komið var niður í umrætt dýpi. Í fyrra skiptið, þegar dýpið var 350 m, og var þá dælt á holuna til að kanna lekt. Tveimur lítrum á sekúndu var dælt niður við 15 bar þrýsting og var það metið

á þannig að holan væri þétt. Síðara stoppið var þegar holan var hallamæld á 380 m dýpi og reyndist hallinn 0,8°. Borun var stöðvuð á 480 m aðfaranótt föstudagsins 23. júní kl. 5:40. Eftir að borun lauk þá var holan skoluð og kæld, en þá tóku við hita- og þrýstimælingar fram að hádegi.



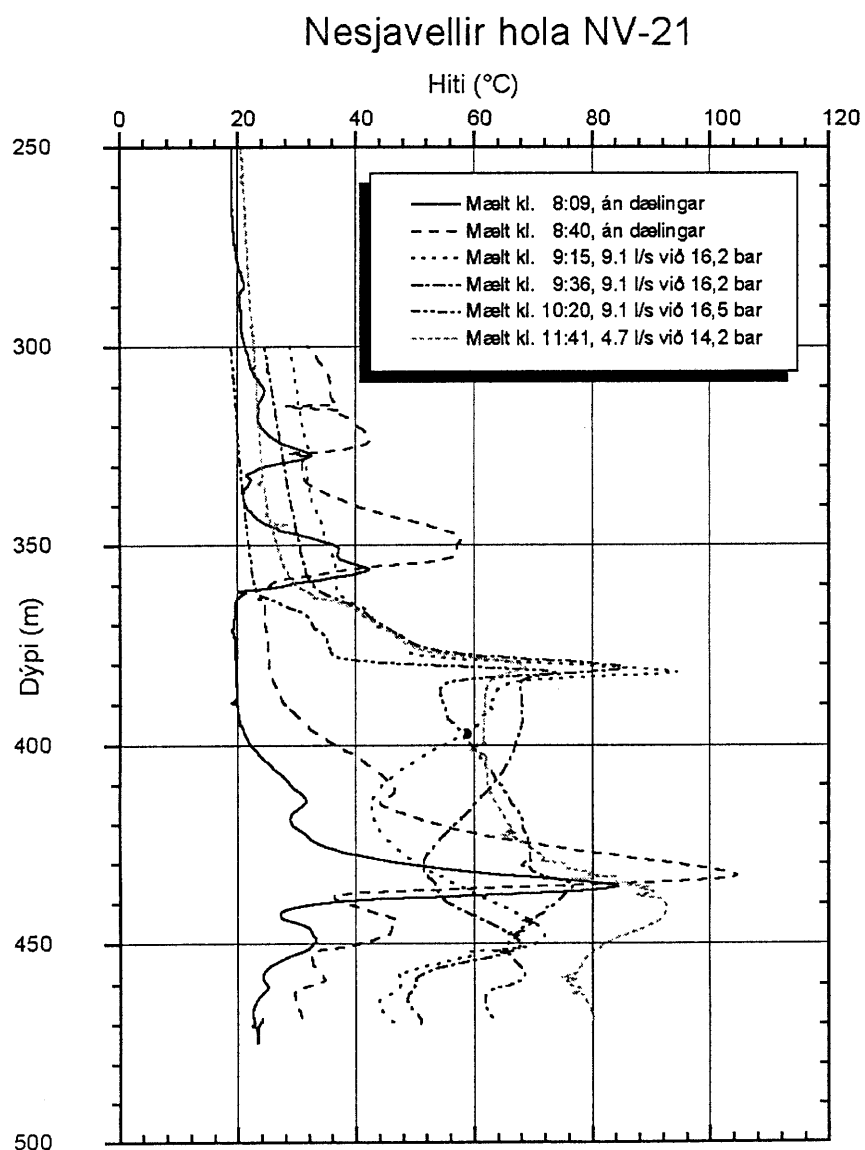
Mynd 1. Gangur borunar í öðrum áfanga.

Í um 430 m var tekið eftir að upp úr holuni runnu um 0,5 l/s, og hélst það óbreytt niður í 480 m. Í stangaríbætingum kom fram toppur í mismunahita sem benti til þess að yfirþrýst æð hafi verið skorin. Hringdælt var til að kæla, og klukkan 7:30 voru mælingamenn mættir til að hitamæla í stöngum. Hitatoppar koma fram í þeirri mælingu sem bendir til innstreymis í holuna og yfirþrýstings (mynd 2). Megininnstreymið var í um 430 m dýpi, en einnig koma fram minni hitatoppar víðar eins fjallað er um í kaflanum um vatnsæðar og síðar í kaflanum um mælingar. Lokað var fyrir holuna og sett á 15 bar þrýstingur og náðist að dæla á holuna um 9,5 l/s.

Hitamælingar, sem gerðar voru við mismunandi skilyrði, auk leka og þrýstings á holutopp voru lagðar til grundvallar þeirri ákvörðun um að halda skildi áfram. Eftirfarandi ástand og aðstæður voru við holuna þegar hitamælingar voru framkvæmdar inni í streng:

Tafla 1. Gangur borunar með 12 ¼" krónu fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu.

Borkróna 12 ¼" EHP-53 ALK	Dagur	Borun (m)	Bortími (klst.)	Meðalborhr. (m/klst.)	Tími á borkrónu (klst.)	Dýpi (m)
	21. júní	75	17	4,4	17	360
	22. júní	102	21	4,9	38	462
	23. júní	18	5	3,6	43	480
EHP – 53 A	24. júní	50	5,5	9,1	5,5	530
	25. júní	143	14	10,2	19,5	673
	26. júní	124	15	8,3	34,5	797
	27. júní	10	1	10	35,5	807
Samtals	.	522	78,5	6,6	-	807



Mynd 2. Hitamælingar fyrir stefnuborun.

Mælt kl. 8:09, án dælingar en 0,7 l/s runnu upp.

Mælt kl. 8:40, án dælingar en 0,7 l/s runnu upp.

Mælt kl. 9:15, 9.1 l/s við 16,2 bar

Mælt kl. 9:36, 9.1 l/s við 16,2 bar

Mælt kl. 10:20, 9.1 l/s við 16,5 bar

Mælt kl. 11:41, 4.7 l/s við 14,2 bar

Fyrsta mælingin sýnir staðsetningu á æðunum nokkuð nákvæmlega og er smá dreitill kominn strax neðan fóðringar, síðan í 310 og 325 m. Þessar æðar eru mjög smáar. Á 350-360 m dýpi sést vel æð og síðan á bilinu 415-430 m dýpi og síðan eitthvað minna þar neðan við. Næsta mæling sýnir hvað æðarnar hitnuðu hratt á 30 mínútum eða þar um bil. Þrjár mælingar þar á eftir sýna hvernig rúmlega 9 l/s kældu holuna á um einum og hálfum tíma. Þar kemur skýrt fram að holan kólnaði afgerandi niður á 360 m, en þar neðan við var kælingin öllu minni. Ennfremur hafði opnast ein æð til viðbótar á um 380 m dýpi. Síðasta mælingin sýnir eingöngu hægari kælingu með minni dælingu. Ekki var mikið rennsli úr holunni þrátt fyrir þessa upptalningu á æðum, sem gefa inn í holun, en aðeins 0,7 l/s runnu upp. Ádæling sýnir einnig að æðarnar voru ekki mjög opnar. Með ofangreint í huga var því velt upp hvort steypa ætti í lekana og þetta þá áður en stefnuborunartæki væru sett niður. Niðurstaðan varð sú að halda áfram án steypingar enda mjög óvíst hvort slík aðgerð mundi lánast. Þá var haft í huga að erfitt gæti verið þrýsta steypu út í æðarnar og sennilega þyrfti að steypa oftár en einu sinni til að ná því takmarki. Það sem vó einna þyngst var að öllum líkindum mundi steypan verða harðari en grautlint túffid í holuveggjunum og krónan mundi líklegast skripla af henni og bora nýja holu til hliðar við þá gömlu. Dæmi um slíkt eru vel þekkt.

Eins og venjulega við háhitaboranir var fylgst reglulega með skolvökvanum og skráðu bormenn á fjögurra tíma fresti hita niður og upp, skolmagn frá dælum, þrýsting á dælum og mismun á magni skolvökva niður og upp. Skráning bormanna er sýnd í töflu 2. Auk þess var fylgst með síritandi gagnaskráningu á 20 s fresti á tölvuskjá og eru þau gögn öll til í gagnaskrár yfir 2. áfanga og skráð nákvæmlega.

Eftir hádegi var strengurinn tekinn upp í mastur og brotin út tengistykki, stýringar og króna. Milli kl. 18 og 19 voru borstangir settar niður til að kæla holuna. Eftir kl. 21 voru stangirnar brotnar út og um miðnætti var hafin niðursetning mótors og tilheyrandi, sem stóð yfir alla Jónsmessunótt og fram eftir laugardeginum. Tafsamt var að setja niður vegna nauðsynlegrar kælingar öðru hvoru, en klukkan 15 hófst borun á ný og nú með stefnuborunartækjum.

Borstrengurinn var samansettur eins hér segir: 12 ¼” borkróna, tengistykki (cross-over), 9 5/8” Sperry Drill Lobe 5/6 – 3.0 stg mótör (1,15° bend), tengistykki (cross-over), tengistykki (float sub), stýring, 8” DWD 1200 system, UBHO tengistykki, stýring, tengistykki (cross-over), 9 álagsstangir, tengistykki (cross-over), jar, tengistykki (cross-over), 3 álagsstangir, lykilholurýmari og borstangir. Nánari upplýsingar um borstrenginn er að finna í viðauka 1.

Borun gekk snurðulaust áfram og var þriðju hverri stöng rennt niður til að byggja upp halla holunnar og holan rýmd eftir hverja stöng, tvisvar og stundum þrisvar sinnum. Aðrar stangir voru boraðar niður með snúningi á streng. Þegar komið var í um 785 metra var halli holunnar rúmar 27° og var þá ákveðið að renna einni stöng niður til að ljúka við hallauppygginguna áður en lokadýpi yrði náð. Þegar sú stöng var í botni var dýpi holunnar um 795 metrar og hallinn rétt undir 30°. Einni stöng var snúið niður og borun hætt skömmu eftir miðnætti þriðjudaginn 27. júní kl. 00:40 á 807 m dýpi. Hallamælir í MWD tæki sýndi halla rétt um 30° og var talið að 30° halla hafi verið náð við holubotninn. Ekki var treyst á seguláttavitann í MWD tækjunum þar sem segulsviðið í berginu hefur missterk áhrif á hann eins og reynsla er frá fyrri borunum. Eins og mynd 1 og tafla 1 bera með sér gekk borun vandkvæðalaust. Einu tafirnar við sjálfa borunina voru vegna hallamælinga með gýró. Alls var stoppað fjórum sinnum til gýrómælinga eftir að stefnuborun hófst, en niður að 480 m dýpi hafði verið mælt þrisvar sinnum.

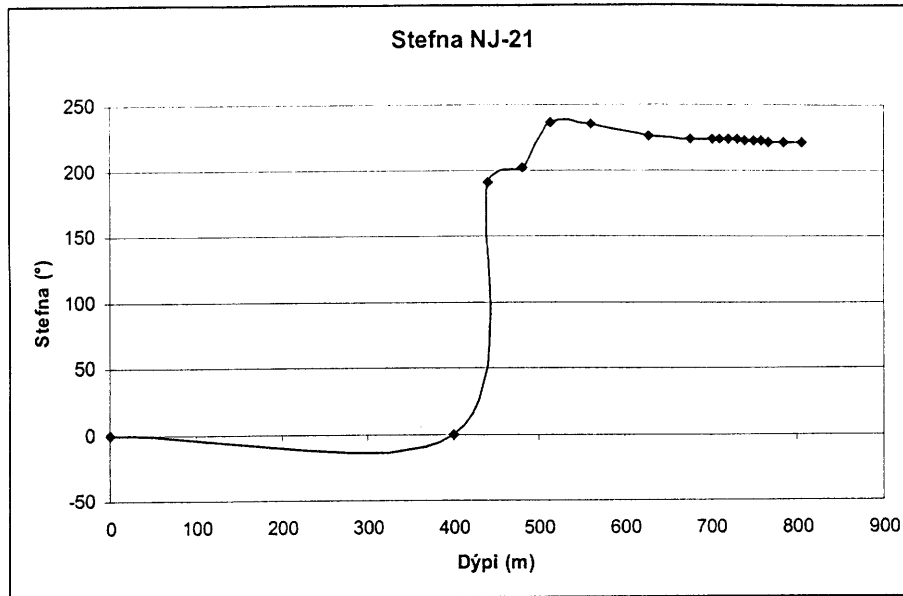
Tafla 2. Mælingar á skoli i 2. áfanga.

Dagsetning	Klukkan	Dýpi	PSI	Dæla 1	Dæla 2	Dæling	Tap	Skolhraði	Tími frá botni	Svarf	TFB	Hiti niður	Hiti upp	diff. hitti			
	m	slög	l/s	slög	l/s	l/s	cm	m/min	min	m/min	min	°T	°T	°T			
21-06-2000	02:00	316	360	121	22,42	116	21,49	43,92	0	0,00	41,63	7,59	26,63	11,87	9,8	14,70	4,90
21-06-2000	06:30	338	350	120	22,24	115	21,31	43,55	0	0,00	41,28	8,19	26,28	12,86	10,90	14,2	3,30
22-06-2000	06:00	385	360	112	20,75	110	20,38	41,14	0	0,00	38,99	9,87	23,99	16,05	9,80	13,20	3,40
22-06-2000	10:30	406	350	118	21,87	112	20,75	42,62	0	0,00	40,40	10,05	25,40	15,99	10,70	16,00	5,30
22-06-2000	03:00	424	360	120	22,24	112	20,75	42,99	0	0,00	40,75	10,41	25,75	16,47	11,20	17,50	6,30
22-06-2000	06:00	440	400	116	21,49	115	21,31	42,80	0	0,00	40,57	10,84	25,57	17,21	10,90	17,70	6,80
24.06.2000	18:00	504	950	132	24,46	132	24,46	48,92	0	0,00	46,37	10,87	31,37	16,07	14,60	23,00	8,40
24.06.2000	22:00	530	900	130	24,09	130	24,09	48,18	0	0,00	45,67	11,61	30,67	17,28	10,4	20,90	10,50
25.06.2000	06:00	568	1150	154	28,54	142	26,31	54,85	0	0,00	51,99	10,93	36,99	15,36	13,50	22,00	8,50
25.06.2000	10:00	590	1150	149	27,61	143	26,50	54,11	0	0,00	51,29	11,50	36,29	16,26	16,80	27,10	10,30
25.06.2000	14:00	624	1150	139	25,76	139	25,76	51,51	0	0,00	48,83	12,78	33,83	18,45	16,20	24,00	7,80
25.06.2000	18:00	653	1150	139	25,76	139	25,76	51,51	0	0,00	48,83	13,37	33,83	19,30	13,70	28,40	14,70
25.06.2000	22:30	665	1150	149	27,61	140	25,94	53,55	0	0,00	50,76	13,10	35,76	18,60	13,00	23,60	10,60
26.06.2000	06:30	703	1100	145	26,87	146	27,05	53,92	0	0,00	51,11	13,75	36,11	19,47	13,4	23,1	9,70
26.06.2000	11:00	735	1250	145	26,87	145	26,87	53,74	0	0,00	50,94	14,43	35,94	20,45	13,9	20,6	6,70
26.06.2000	14:00	754	1175	145	26,87	145	26,87	53,74	0	0,00	50,94	14,80	35,94	20,98	10,9	20,7	9,80
26.06.2000	18:45	780	1220	145	26,87	145	26,87	53,74	0	0,00	50,94	15,31	35,94	21,71	9,9	20,7	10,80
27.06.2000	00:10	800	1350	154	28,54	158	29,28	57,81	0	0,00	54,80	14,60	39,80	20,10	12,2	17,7	5,50

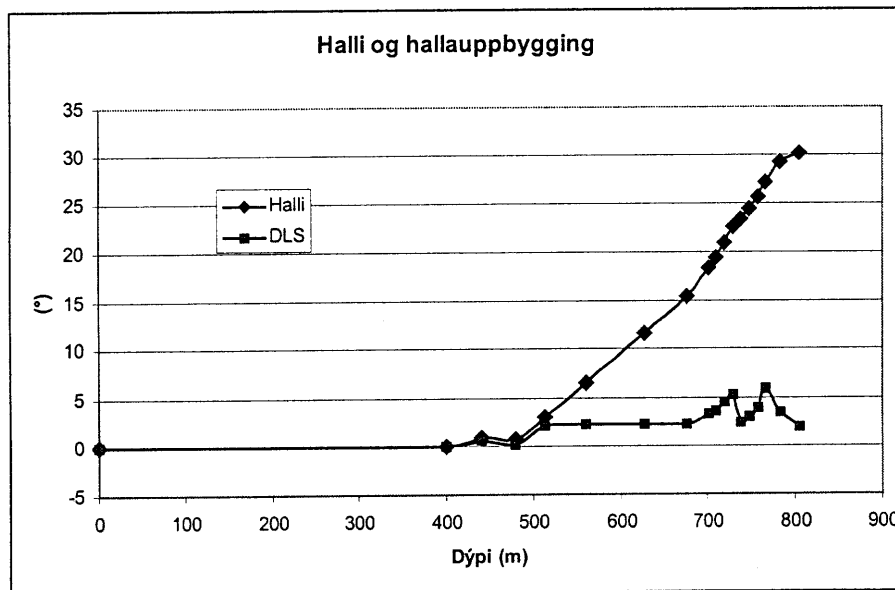
Holan var skoluð í um þrjá tíma með um 45 l/s dælingu og var strengur látinn snúast með um 20 sn/mín og hreyfður upp og niður til að forða því að krónan marki mjög ákveðinn stað í bergið, þar sem hún er meðan skolun stendur yfir. Um kl. 03:40 voru mælingamenn frá ROS mættir til að aðstoða við gýrómælingu. Drifskaft var losað frá og gýrómælir settur niður upp úr kl. 04:00. Niðurstöður samfelldra gýrómælinga (G2) í borlok eru sýndar á mynd 3 og í töflu 3. Í neðsta mælipunkti er halli holunnar kominn í 27,2°, þar sem sæti fyrir gýrómælinn var staðsett í strengnum, en það var um 26 metrum fyrir ofan krónu, á 779 metra dýpi. Stefna holunnar er 220-224° á neðstu 100 metrunum og því ekkert til fyrirstöðu að bora með læstum streng í næsta áfanga. Eins og sést á mynd 4 þá er hallaupbyggingin tiltölulega væg.

Tafla 3. Halla- og stefnumælingar við lok borunar 2. áfanga.

Mælt dýpi (m)	Halli (°)	Stefna (°)	Mælibil (m)	Raundýpi (m)	Fjarlægð í V (m)	Fjarlægð í S (m)	Fjarlægð (m)	DLS °/30m
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
400,00	0,00	0,00	400,00	400,00	0,00	0,00	0,00	0,00
440,00	0,94	190,70	40,00	440,00	0,32	0,06	0,33	0,70
480,00	0,84	202,50	40,00	479,99	0,92	0,23	0,95	0,16
513,00	3,09	236,20	33,00	512,97	1,63	1,07	1,95	2,21
560,00	6,58	235,00	47,00	559,80	3,88	4,33	5,81	2,23
627,00	11,60	225,50	67,00	625,94	10,83	12,26	16,36	2,34
676,00	15,37	223,30	49,00	673,58	19,02	20,22	27,76	2,33
701,00	18,20	223,30	25,00	697,51	24,28	25,17	34,97	3,40
710,00	19,30	224,00	9,00	706,03	26,37	27,17	37,86	3,74
720,00	20,80	223,70	10,00	715,43	28,84	29,54	41,28	4,51
730,00	22,60	223,50	10,00	724,72	31,52	32,09	44,98	5,40
739,00	23,30	223,00	9,00	733,01	34,08	34,50	48,49	2,42
749,00	24,30	222,90	10,00	742,16	37,03	37,25	52,52	3,00
758,00	25,50	222,70	9,00	750,32	39,81	39,82	56,31	4,00
767,00	27,16	221,30	9,00	758,39	42,78	42,49	60,30	5,91



Mynd 3. Stefna holu NJ-21 þegar 807 dýpi var náð.



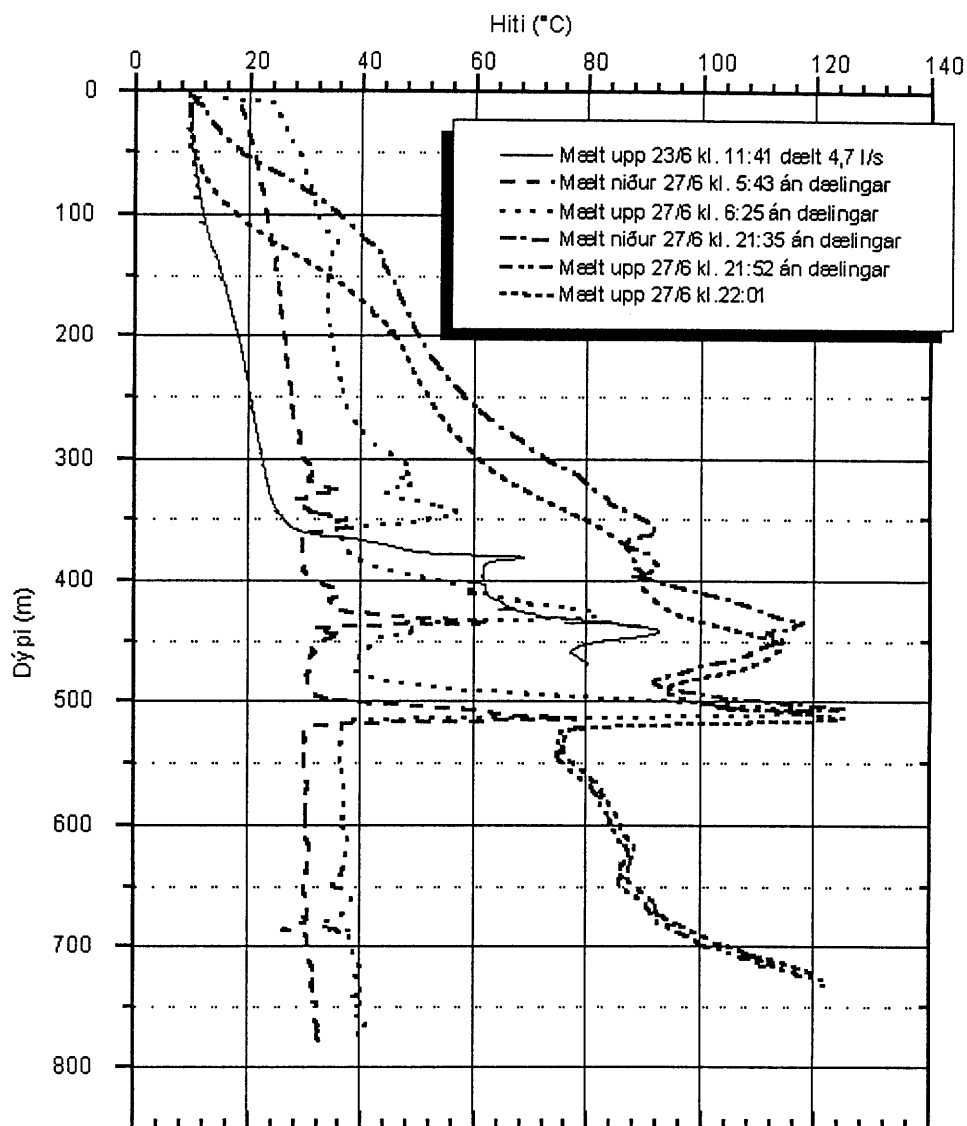
Mynd 4. Halli holu Nj-21 og uppbygging á halla.

Eftir gýrómælingu var skolað í 30 mínútur og síðan hitamælt, um klukkan 05:45. Holan var þokkalega köld og flestar æðar vel kældar. Nokkuð öflug æð í 510 metrum hitnaði frekar ört, eða um 40°C á um 20 mínútum en aðrar æðar eru rólegri og hitna lítið. Hugsanlega var eitthvað tap í æðum á milli 600 og 700 m dýpis en það var mjög lítið. Í botni var holan um 37°C og hitnaði um 5-7°C á 20 mínútum.

Mjög óvenjuleg uppákoma varð þá um morguninn, þegar skyndilegt 50 l/s tap virtist vera í holunni. Talið var að vatnið færi í holuna en það átti sér óvænta útkomuleið áður en þangað kom og blekkti það. Þess í stað reyndist ástand vera óbreytt.

Síðdegis var tekið upp úr holunni og MWD-tækin brotin út. Því var lokið um kl. 21 og skömmu síðar var hitamæli rennt niður á ný og hitaástand holunnar kannað. Niðurstaða er sýnd á mynd 5. Þar sést að við þessa litlu ádælingu kólnaði lítilega í efri æðum en ekkert neðan við 510 m. Holan hafði hitnað nokkuð og var því ákveðið að setja niður stengur til að kæla til þess að hægt væri að gera víddar- og jarðlagamælingar.

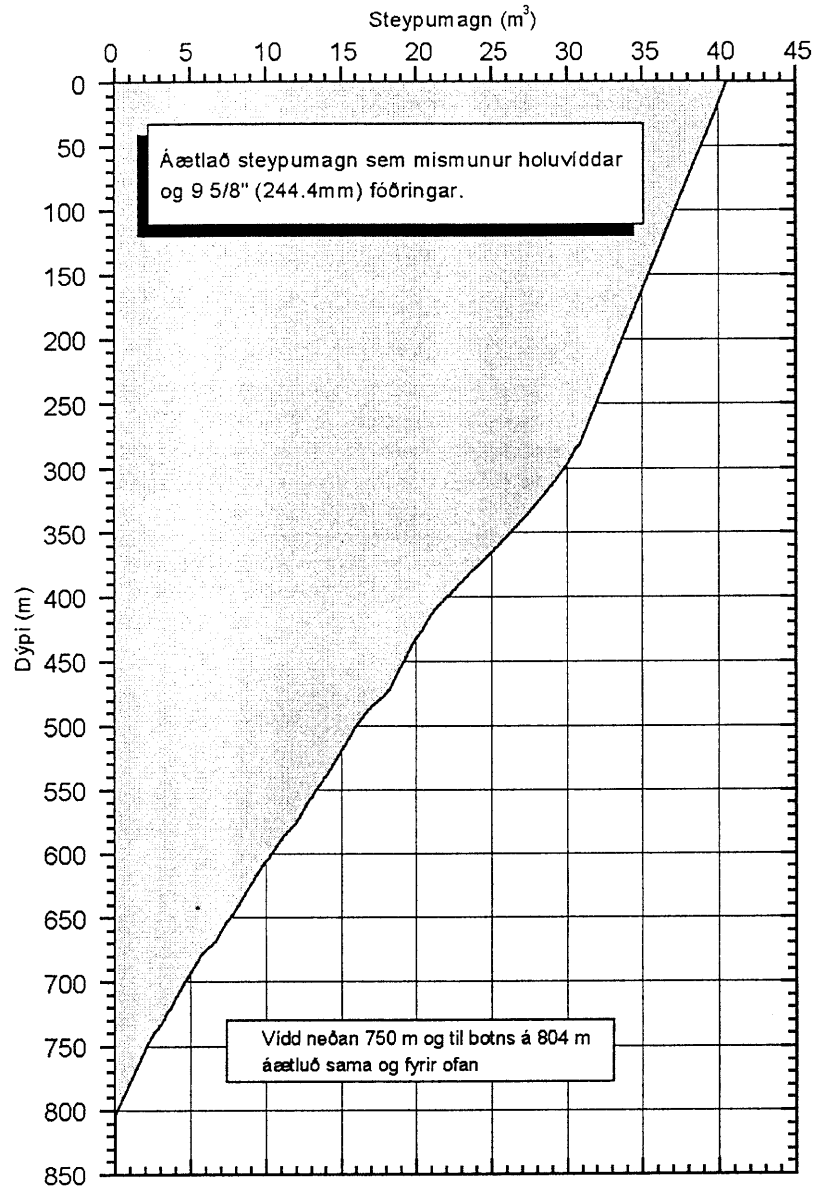
Nesjavellir hola NV-21



Mynd 5. Hitamælingar 27. júní ásamt mælingu frá 23. júní til samanburðar.

Um morguninn miðvikudaginn 28. júní voru jarðlagamælingar gerðar í opinni holu og er þeim lýst nánar í kaflanum um mælingar hér á eftir. Samhliða þeim var hitamælt og eru niðurstöður sýndar á mynd 7. Mælingum lauk um kl. 16 sama dag, en þá var fôðrun undirbúin og skömmu síðar fór fyrsta rörið niður. Vegna hita í holunni var stoppað öðru hvoru og kælt í gegnum steypuhaus, sem var settur á efsta rör þegar á þurfti að halda, og kælt í gegnum fóðringuna og upp með henni. Undir fimmtudagsmorgun 29. júní var komin fóðring niður á botn sem reyndist vera á 806,6 m dýpi. Það þýddi að skolon og hreinsun holu fyrir fóðringu hafði tekist mjög vel og aðeins um hálf meters botnfall sat eftir. Næst var skorið ofan af fóðringu og stangir síðan settar niður og tengdar stungustykki. Holan var því næst kæld fram undir kvöld á sama tíma og lokið var við að blanda sement. Eins og venja er fyrir fóðringasteypingar þá var reiknað út frá víddarmælingu það rúmmál sem fylla þarf í steypingunni og reyndist það vera 40,6 m³ og er það sýnt á mynd 6. Í áætlun fyrir steypuadgerð var gert ráð fyrir að halda á móti við holutopp með 10 bar þrýstingi, en um 7 bar mældist þegar lokað var fyrir holu.

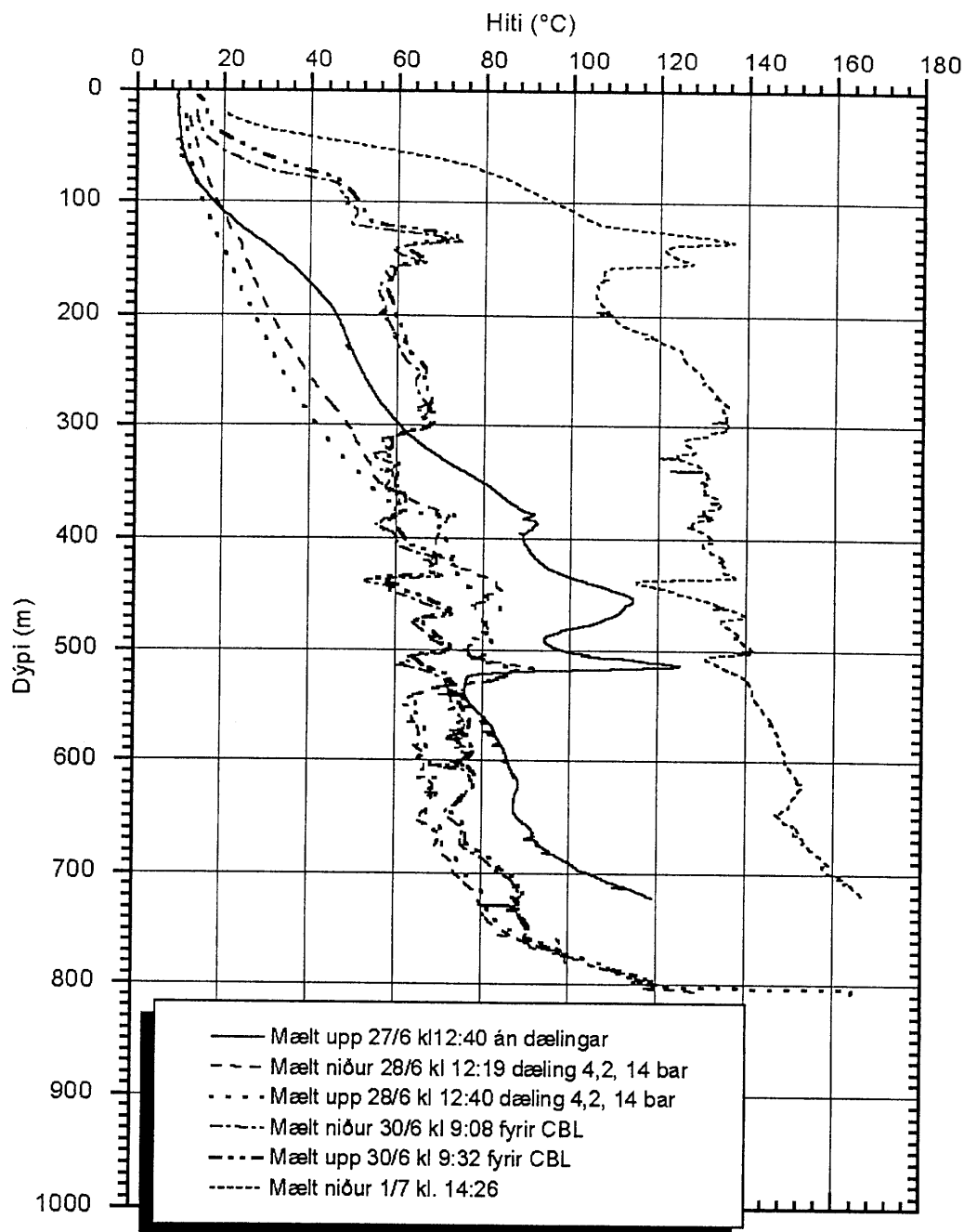
Nesjavellir hola NV-21



Mynd 6. Reiknað rúmmál fyrir 9 5/8" fóðringarsteypingu byggt á viddarmælingu.

Klukkan 23:20 var byrjað að steypa fóðringuna. Steypt var í gegnum stangir sem voru tengdar við stungustykki á milli annars og þriðja fóðurrörs talið frá botni. Vatn kom upp og haldið var á móti með 10 bar þrýstingi á hlotoppi í þeim tilgangi að halda yfirþrýstum æðum köldum allan tímann meðan á steypingu stæði. Rétt eftir miðnætti kom upp sementslitað vatn og þunn steypa kl. 00:03, en þá var látið renna út um frárennsi holunnar (flowline). Eftirdæling byrjaði kl. 00:10 og var lokið 10 mínútum síðar. Eðlisþyngd steypunnar niður var lengst af um 1,62 g/cm³ en var aðeins þykkari síðustu mínúturnar. Þegar eftirdælingu var að ljúka var eðlisþyngd steypu sem upp kom 1,66 g/cm³. Klukkan 00:55 var kæfingastútur neðan ventla opnaður eitt augnablik og rann þá steypa þar út. Um nóttina var fylgst með hvort steypa sigi og hvort þrýstingur byggðist upp ef lokað var að og gerðist hvorugt. Þar með mátti segja að steyping hefði tekist með ágætum. Stangir voru losaðar frá stungustykki að steypingunni lokinni. Alls voru notuð við steypinguna um 53 tonn af gæðasementi. Allar upplýsingar um fóðrunina er að finna í fóðrunarskýrslu í töflu 4.

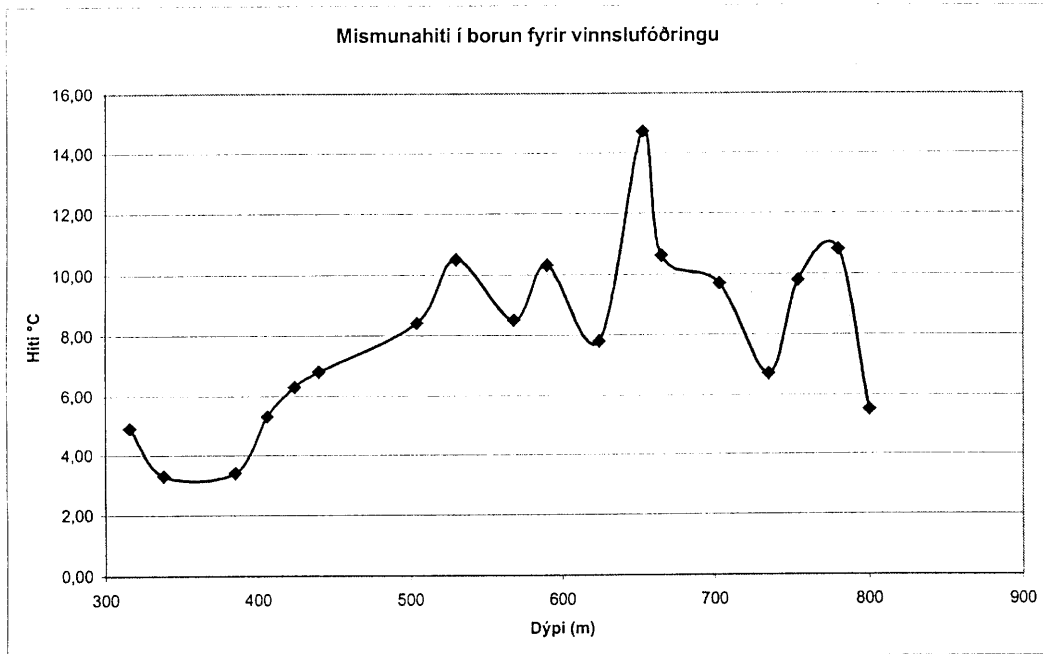
Nesjavellir hola NV-21



Mynd 7. Hitamælingar með jarðlagamælingum og CBL.

Að morgni föstudagsins 30. júní var hitamælt (mynd 7) og síðan CBL-mælt til þess að fá mælingu á lítt harnaðri steypu til viðmiðunar við síðari mælingu þegar steypa væri orðin vel hörð. Bilun kom fram í CBL-mælingum þegar komið var niður á 700 m dýpi. Um daginn var unnið við undirbúning að frekari borun meðan steypa harðnaði. Meðal annars var tíminn nýttur til að taka samfellda gýrósmælingu frá hádegi fram að eftirmiðdagskaffi. Niðurstöður komu vel heim og saman við áður gerðar athuganir, þ.e. stefnan frá 700-760 m dýpis var við 220° og hallinn frá lóðréttu í 760 m tæpar 26° eins og sést í töflu 5.

Hitamælingarnar og mælingar á skoli við borun hafa verið mjög góð gögn við að staðsetja æðar. Litlar upplýsingar var að fá úr skoltapsmælingum, en mælingar á hita skolsins voru gagnlegar og á mynd 8 er sýndur mismunahiti á skoli niður og upp. Venjulega sýnir stighækkandi mismunahiti að borað sé í þétt og heitt berg, en í þessu tilvikinu voru æðar í holunni með yfirþrýsting sem hækka hitann og sýna cinnig hitatoppa.




Mynd 8. Mismunahiti á skoli.

Laugardaginn 1. júlí á 37. Verkdegi, um kl. 14, var hafist handa við hita- og CBL-mælingu. CBL-mælingin varð tiltölulega stutt vegna bilunar í tækjum. Hún náði niður í 250 m og var metið að góð steypa væri neðan við 100 (mynd 9). Seinni part dags var skorið ofan af fóðringu og öryggisventlar teknir af. Um kvöldið var þensluhlíf komið fyrir og öryggislokar settir á holuna. Telst þetta vera síðasti verkdagur við þennan áfanga.

Annar áfangi hófst mánudaginn 19. júní og lauk laugardaginn 1. júlí á 37. verkdegi.


Tafla 4. Fóðrunarskýrsla.

	FÓÐRUNARSKÝRSLA	Eyðublað nr. 68-051
JARÐBORANIR HF		

Verk nr. 42674	Hola nr. NJ-21	Borstaður Nesjavellir	Bor Jötunn	Verkkaupi Orkuveita Reykjavíkur
Vidd holu 12 1/4"	Dýpt holu mv. drifborð 807	Fóðring nr. 4	Fóðrun framkv. dags. 29-30.06.2000	Utfyllt af: Ó.G.

Holudýpi frá flanosi				Fóðringard. frá fl.				Röratalning			
799,24 m				798,47 m				LENGD	NR	MS	ALLS m
FÓÐRING	Gerð	K-55	Þyngd	47 lbs/ft							
	Utanmál	9 5/8"	Innamál	220,5 mm							
	Veggþykkt	12 mm	Pöntunar nr.								
	Tengi	Skrúfuð Buttress			10,05	1		10,05			
	Flangs	Rörin eru í þensluslíf við 12" holufangs			13,38	2		23,43			
	Stangutengi	Float collar			12,90	3	x	36,33			
	Skor	Float shoe			13,48	4		49,81			
	Miðjustillar	21	stk	Steyputappar	0	5		62,71			
STEYPING	Steypa 1 þurrefni	53.000	Tafefni	200	6	x	76,54				
	Eðlisþyngd	1,62	kg/l	Steypingartími	50		13,07				
	Steyputæki	Halliburton dæla og jett mixari			13,14	8		102,75			
	Steypa kom upp	?	Já	Eðlisþyngd steypu upp	1,62	9	x	116,55			
	Eftirdæling	7.082	ltr	Eftirdæling	13	10		13,34			
	Steypa 2 þurrefni		kg			11		143,63			
FRÁGANGUR	Dýpi á steypu utan röra	0	m	Steypt utan með eftir			13,94				
	Steypa þurrefni		kg	Skorið ofan af eftir	38	x	13,88				
	Dýpi á steypu í rón	766	m	Steypa boruð eftir	74		13,14				
						14		184,59			
						15	x	13,95			
						16		198,54			
ATHUGASEMDIR				13,61	17		212,15				
Steypt var gegnum stangir og stungu stykki. Innstreymi er í holuna í 430 og 510m ca 0,8 L				13,44	18	x	225,59				
Lokunar þrýstingur var 7 bar. Haldið var 10 bara þrýsting á killine meðan steyping stóð				12,79	19		238,38				
yfir til að varna innkomu á gufu og gasi. Steypa kom upp og seig ekki neitt.				13,70	20		252,08				
				12,80	21	x	264,88				
				13,61	22		278,49				
				13,53	23		292,02				
				12,90	24	x	304,92				
				13,29	25		318,21				
				13,21	26		331,42				
				13,74	27	x	345,16				
				13,65	28		358,81				
				13,03	29		371,84				
				13,21	30		385,05				

Tafla 4. Fóðrunarskýrsla (framhald)

	FÓÐRUNARSKÝRSLA	Framhaldseyðublað nr. 68-051
JARÐBORANIR HF		

Verk nr. 42674	Hola nr. NJ-21	Borstaður Nesjavellir	Fóðring nr. 4	Blaðsíða nr. 2
-------------------	-------------------	--------------------------	------------------	-------------------

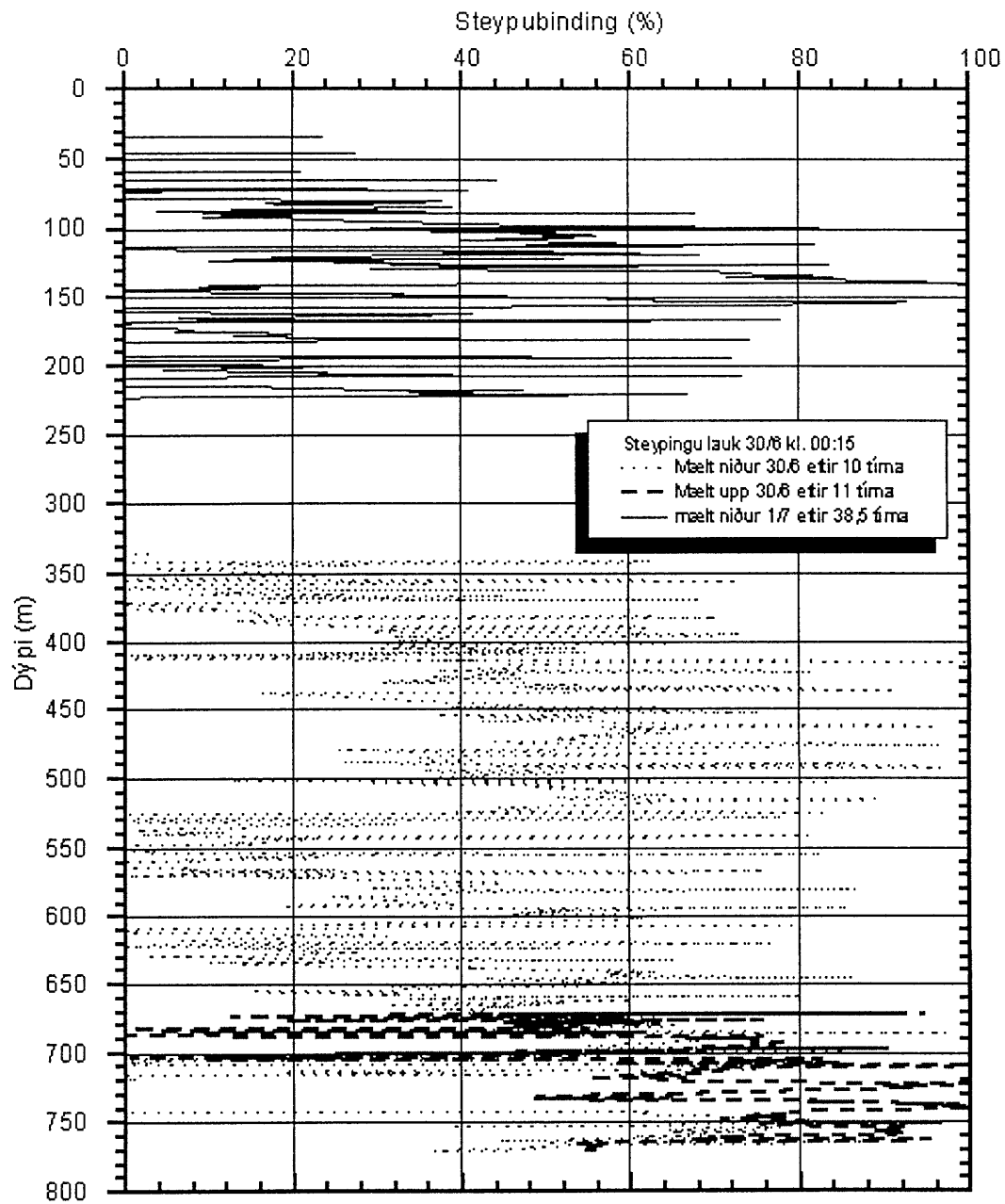
RÖRATALNING				RÖRATALNING				RÖRATALNING			
LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m
13,45	30	x	398,50	0,50	FS		798,47				
13,55	31		412,05								
13,36	32		425,41								
13,85	33	x	439,26								
13,16	34		452,42								
13,62	35		466,04								
13,85	36	x	479,89								
13,03	37		492,92								
13,07	38		505,99								
13,06	39	x	519,05								
13,20	40		532,25								
12,65	41		544,90								
13,07	42	x	557,97								
12,99	43		570,96								
13,17	44		584,13								
13,10	45	x	597,23								
12,93	46		610,16								
12,67	47		622,83								
13,08	48	x	635,91								
13,64	49		649,55								
13,55	50		663,10								
13,38	51	x	676,48								
12,90	52		689,38								
12,91	53		702,29								
12,99	54	x	715,28								
13,87	55		729,15								
13,83	56		742,98								
12,86	57	x	755,84								
13,78	58		769,62								
0,80	FC		770,42								
13,62	59		784,04								
13,93	60	xx	797,97								

Tafla 5. Halla- og stefnumælingar (G2) í steyptri vinnslufóðringu.

Mælt dýpi (m)	Hqalli (°)	Stefna (°)	Raun dýpi (m)	Fjarlægð í suður (m)	Fjarlægð í vestur (m)	Hliðrun frá holutoppi (m)	DLS °/10m
10	0,55	179,11	10	0	0	0	0
20	0,7	184,88	20	0,11 S	0,00 V	0,08	0,49
30	0,81	177,7	30	0,24 S	0,01 V	0,17	0,43
50	0,95	172,02	50	0,55 S	0,02 A	0,37	0,25
70	1	191,49	69,99	0,88 S	0,01 A	0,62	0,5
80	0,86	204,39	79,99	1,03 S	0,04 V	0,76	0,75
90	0,95	202,45	89,99	1,18 S	0,10 V	0,91	0,29
100	0,96	201,25	99,99	1,33 S	0,16 V	1,06	0,07
110	1,03	199,84	109,99	1,50 S	0,22 V	1,22	0,22
120	1,11	194,44	119,99	1,68 S	0,28 V	1,38	0,39
130	1,13	196,52	129,98	1,86 S	0,33 V	1,55	0,14
140	1,1	196,74	139,98	2,05 S	0,39 V	1,72	0,09
150	1,36	194,22	149,98	2,26 S	0,44 V	1,91	0,8
160	1,45	197,95	159,98	2,49 S	0,51 V	2,12	0,38
170	1,5	201,42	169,97	2,73 S	0,60 V	2,36	0,31
180	1,6	200,28	179,97	2,99 S	0,69 V	2,6	0,31
190	1,44	200,21	189,97	3,24 S	0,79 V	2,84	0,48
200	1,39	202,03	199,96	3,47 S	0,88 V	3,07	0,2
210	1,36	200,35	209,96	3,69 S	0,96 V	3,29	0,15
220	1,24	198,93	219,96	3,90 S	1,04 V	3,49	0,37
230	1,26	194,37	229,96	4,11 S	1,10 V	3,69	0,3
240	1,08	188,32	239,95	4,31 S	1,14 V	3,86	0,65
250	1,1	185,12	249,95	4,50 S	1,16 V	4,01	0,19
260	0,97	183,06	259,95	4,68 S	1,18 V	4,14	0,41
270	0,92	185,2	269,95	4,85 S	1,19 V	4,27	0,18
280	0,84	182,82	279,95	5,00 S	1,20 V	4,38	0,26
290	0,8	177,68	289,95	5,14 S	1,20 V	4,48	0,25
300	0,78	176,42	299,95	5,28 S	1,19 V	4,58	0,08
310	0,83	177,29	309,94	5,42 S	1,19 V	4,67	0,15
320	0,73	173,66	319,94	5,56 S	1,18 V	4,76	0,33
330	0,78	171,8	329,94	5,69 S	1,16 V	4,84	0,17
340	0,8	174,83	339,94	5,82 S	1,14 V	4,93	0,14
350	0,74	171,48	349,94	5,96 S	1,13 V	5,01	0,22
360	0,68	166,59	359,94	6,08 S	1,10 V	5,08	0,26
370	0,78	180,79	369,94	6,20 S	1,09 V	5,16	0,62
380	0,87	175,85	379,94	6,35 S	1,09 V	5,26	0,34
390	0,78	173,97	389,94	6,49 S	1,07 V	5,35	0,28
400	0,7	167,92	399,94	6,62 S	1,05 V	5,43	0,34

410	0,76	175,22	409,94	6,74 S	1,03 V	5,5	0,33
420	0,8	178,26	419,93	6,88 S	1,03 V	5,59	0,17
430	0,84	177,84	429,93	7,02 S	1,02 V	5,69	0,12
440	0,67	176,46	439,93	7,16 S	1,02 V	5,78	0,51
450	0,63	183,24	449,93	7,27 S	1,02 V	5,86	0,26
460	0,81	184,02	459,93	7,39 S	1,02 V	5,95	0,54
470	0,88	186,62	469,93	7,54 S	1,04 V	6,07	0,24
480	1,01	219,47	479,93	7,68 S	1,10 V	6,21	1,65
490	1,76	242,74	489,93	7,82 S	1,29 V	6,45	2,77
500	2,94	246,68	499,92	8,00 S	1,67 V	6,83	3,57
510	3,58	245,95	509,9	8,22 S	2,19 V	7,36	1,92
520	3,93	246,38	519,88	8,49 S	2,79 V	7,97	1,05
530	4,34	247,03	529,85	8,77 S	3,45 V	8,64	1,24
540	4,86	247,87	539,82	9,08 S	4,19 V	9,38	1,57
550	5,44	245,84	549,78	9,43 S	5,01 V	10,22	1,82
560	6,17	241,65	559,73	9,88 S	5,92 V	11,17	2,53
570	6,92	240,26	569,66	10,44 S	6,92 V	12,27	2,3
580	7,59	238,57	579,58	11,08 S	8,00 V	13,49	2,11
590	8,15	235,13	589,49	11,83 S	9,15 V	14,83	2,19
600	8,88	229,98	599,38	12,73 S	10,32 V	16,3	3,16
610	9,52	227,83	609,25	13,78 S	11,52 V	17,9	2,18
620	10,57	226,73	619,1	14,97 S	12,81 V	19,64	3,2
630	11,7	226,03	628,91	16,30 S	14,20 V	21,57	3,41
650	13,47	224,21	648,43	19,38 S	17,29 V	25,93	2,72
670	15,05	223,69	667,81	22,92 S	20,71 V	30,85	2,38
680	15,62	223,03	677,46	24,85 S	22,52 V	33,49	1,79
690	16,75	221,81	687,06	26,91 S	24,40 V	36,28	3,54
700	18,08	221,01	696,6	29,15 S	26,38 V	39,27	4,05
710	19,17	220,54	706,08	31,57 S	28,47 V	42,45	3,3
720	20,89	220,15	715,47	34,18 S	30,68 V	45,86	5,18
730	22,44	219,62	724,76	37,01 S	33,05 V	49,54	4,69
740	23,27	219,51	733,98	40,01 S	35,52 V	53,41	2,49
750	24,12	219,68	743,14	43,10 S	38,08 V	57,41	2,56
760	25,79	219,57	752,2	46,35 S	40,78 V	61,61	5,01

Nesjavellir hola NV-21



Mynd 9. CBL-mælingar í vinnslufóðringu.

3. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

Svarfsýni voru tekin á tveggja metra fresti eins og venja er við boranir. Sýnin voru greind samhliða borun, bæði jarðlög og ummyndun, og stuðst verður við niðurstöður greininga við frekara áframhald. Á mynd 10 er jarðlagasnið og borhraði sýnt ásamt mælingum á skoli meðan á borun stóð og á mynd 11 eru jarðlagamælingar sýndar með jarðlagasniði.

3.1 Jarðlög

Eins langt og samanburður getur náð við holu NG-8, sem er 403 m djúp, þá eru jarðlögin mjög sambærileg. Móbergsmýndunin í holu NG-8, sem kölluð er móbergsmýndun 4, sést í holu NJ-21 og nær þar niður á 424 m. Annars eru jarðlögin sem hér segir:

285-424 m dýpi. Móberg. Túff er ráðandi berggerð á þessu dýptarbili og er ekki annað að sjá en bergið sé nokkuð einsleitt þegar jarðlagamælingar eru skoðaðar. Ofan 300 m dýpis sýna nifteindir aðeins minna vatnsinnihald í berginu og viðnámið er ívið lægra á 330-400 m. Til viðbótar má nefna að plagióklasdílur einkenna kaflann ofan 310 m dýpis. Við neðri mörkin eru skilin ekki augljós, þar sem innskot skjótast inn í móbergið á neðstu 20 metrunum. Á myndum 10 og 11 sést að margar vatnsæðar sjást í móberginu og sést það skýrt á hitamælingum á mynd 2. Ekki er um að ræða stórar æðar en vegna yfirþrýstings sjást þær vel sem hitatoppar. Líklegt er að slíkar æðar myndu ekki sjást við önnur skilyrði svo sem eins og við undirþrýsting. Ummyndun er mikil og allt móbergið nánast sundursoðið. Ummyndunarsteindir sem sjást eru auk leirsins, kalsít, kvars, wairakít, zeólítar og pýrít.

424-483 m dýpi. Basalthraunlög og innskot. Við efri mörkin skjótast inn innskot líklega á mörkum myndananna og síðan litlu neðar. Þá tekur við fínkornótt blöðrótt basalt mismikið ummyndað en liturinn er gráleitur yfir í grágrænt. Ein öflugasta æðin í þessum áfanga kemur á milli innskota, sennilega tengd þeim á um 430-440 m dýpi. Nifteindadreifingin endurspeglar vel að komið er í lagskiptan stafla með mjög breytilegu vatnsinnihaldi. Nálægt 470 m sést sterkt útslag í náttúrulegu gamma, sem ætti að gefa til kynna súrt berg, og þarf að kanna það nánar. Sömu ummyndunarsteindir og fyrir ofan.

483-700 m dýpi. Glerjað basalt. Eins og nafnið gefur til kynna er bergið mjög gropið vegna mikils glerinnihalds, en allur þessi kafli virðist vera byggður upp af blöðróttum basalthraunlögum með karga á milli. Öðru hvoru ber meira á gleri eða túffi, en kristallað basaltið og túffið sést víða samvaxið í svarfkornunum. Neðan 620 m virðist bergið vera stakdílótt. Oxun sést víða ofan 610 m eins og fram kemur á mynd 10. Jarðlagamælingar á mynd 11 endurspeгла nokkuð vel kaflann sem borað er í. Óregla sést í nifteindadreifingunni en gildin eru lág og gefa til kynna hátt vatnsinnihald. Gammamælingin sýnir sterkt útslag á 620 m dýpi, sem gefur til kynna þunnt lag af súru bergi, en það verður athugað nánar síðar. Á um 510 m dýpi er þunnt innskot og virðist áberandi æð vera tengd því. Ummyndun er mikil og eru sömu ummyndunarsteindir og fyrir ofan, nema að preníti gæti verið komið í steindasamfélagið á um 520 m dýpi.

700-807 m dýpi. Basalthraunlög. Fín-meðalgróft stakdílótt eða dílótt basalt er ráðandi niður á 780 m dýpi en þar neðan við og niður á 800 m er bergið grófkorna. Bergið er grásvart-grágrænt á lit, blöðrótt og að jafnaði nokkuð ummyndað. Neðan 800 m dýpis er komið í basaltbreksíu. Engar vatnsæðar sjást í þessum hluta. Sömu ummyndunarsteindir sjást og í kaflanum fyrir ofan.

3.2 Ummyndun

Eins og kemur fram í lýsingu á jarðlögum hér á undan eru ekki miklar breytingar í steindasamfélaginu. Ráðandi steindir eru kvars, kalsít, kalsedon, wairakít, pýrít og leirinn, sem er lang algengasta ummyndunarsteindin. Vottur af preníti sást á 520-530 m dýpi. Zeólítar sjást

öðru hvoru og virðast ekki vera í jafnvægi við ríkjandi hita. Við æðarnar í 430 og 510 m er áberandi aukning í samvöxnu kvarsí og pýríti.

Ummyndunarhiti byggður á ofanefndum steindum er á bilinu 200-240°C. Efri mörkin miðast við að prenit hefur sést en aftur á móti bólar ekkert enn sem komið er á epidóti. Ennþá glittir í zeólíta sem eru annars að mestu horfnir.

3.3 Vatnsæðar

Upplýsingar um vatnsæðar koma frá mælingum á skolvökva, jarðfræði, ummyndun og síðast en ekki síst frá hitamælingum. Hitamælingar eru birtar á myndum 2, 5 og 7. Þar sést að ef einstaka mælingar eru bornar saman þá er stundum munur upp á nokkra metra hvernig hitatopparnir sjást. Æðarnar eru nokkuð dreifðar í efri hluta holunnar en neðan 510 m virðist lítil lekt.

310-380 m. Samkvæmt hitamælingum virðist nokkuð jöfn dreifing á æðum í túffinu á þessum kafla. Þegar stoppað var í 420 m þá runnu aðeins upp 0,5 l/s. Greinilegt er að yfirþrýstingur í jarðhitakerfinu á þessu dýptarbili skilar vel inn upplýsingum í hitamælingar. Óvíst er hvort nokkuð kæmi fram ef kerfið væri undirþrýst. Ummyndun er svipuð við allar æðarnar sem gefur til kynna hita um eða yfir 200°C.

430-440 m. Æðin sést mjög vel í öllum hitamælingum og er önnur sterkasta æðin ef tekið er mið af upphitun í hitamælingum. Hún virðist liggja við innskot sem hafa skotist inn á mótum móbergs og basaltmyndunar. Hún er yfirþrýst en lítið rennur úr henni miðað við að aðeins 0,7 l/s runnu úr holunni þegar stoppað var á 480 m dýpi. Engar sérstakar vísbendingar koma fram í ummyndunarsteindum.

510 m. Æðin er mjög sterk í öllum hitamælingum þó ekki hafi orðið vart við rennslisaukningu þegar hún var skorin. Einnig sést hún í hitamælingum á skoli í borun. Æðin er við innskot efst í glerjaða basaltkaflanum. Áberandi er aukning í kvarsí og pýríti á þessum sama stað. Ef til vill er þetta neðsta æðin í yfirþrýsta hlutanum á efstu 1000 metrunum.

680 m. Vísbending er um æð, sem kemur fram sem kæling og er hún sú fyrsta sinnar tegundar í holunni. Skammt fyrir ofan eða í 660 m sést hitaaukning í skoli á sama stað og aukning er í kvarsí og pýríti. Hugsanlega er karakterbreyting í holunni þar á milli.

Skýringar við jarðlagasnið og bergummyndun

Berggerðir



Hraunlagakargi



Basalttúff



Basaltbreksía



Glerjað basalt



Fín-meðalkorna basalt



Meðal-grófkorna basalt

Innskot



Innskot



Hugsanlegt innskot

Ummyndunarstig



Lítill ummyndun



Mikil ummyndun

Vatnsæðar

← Lítil æð

←← Meðal æð

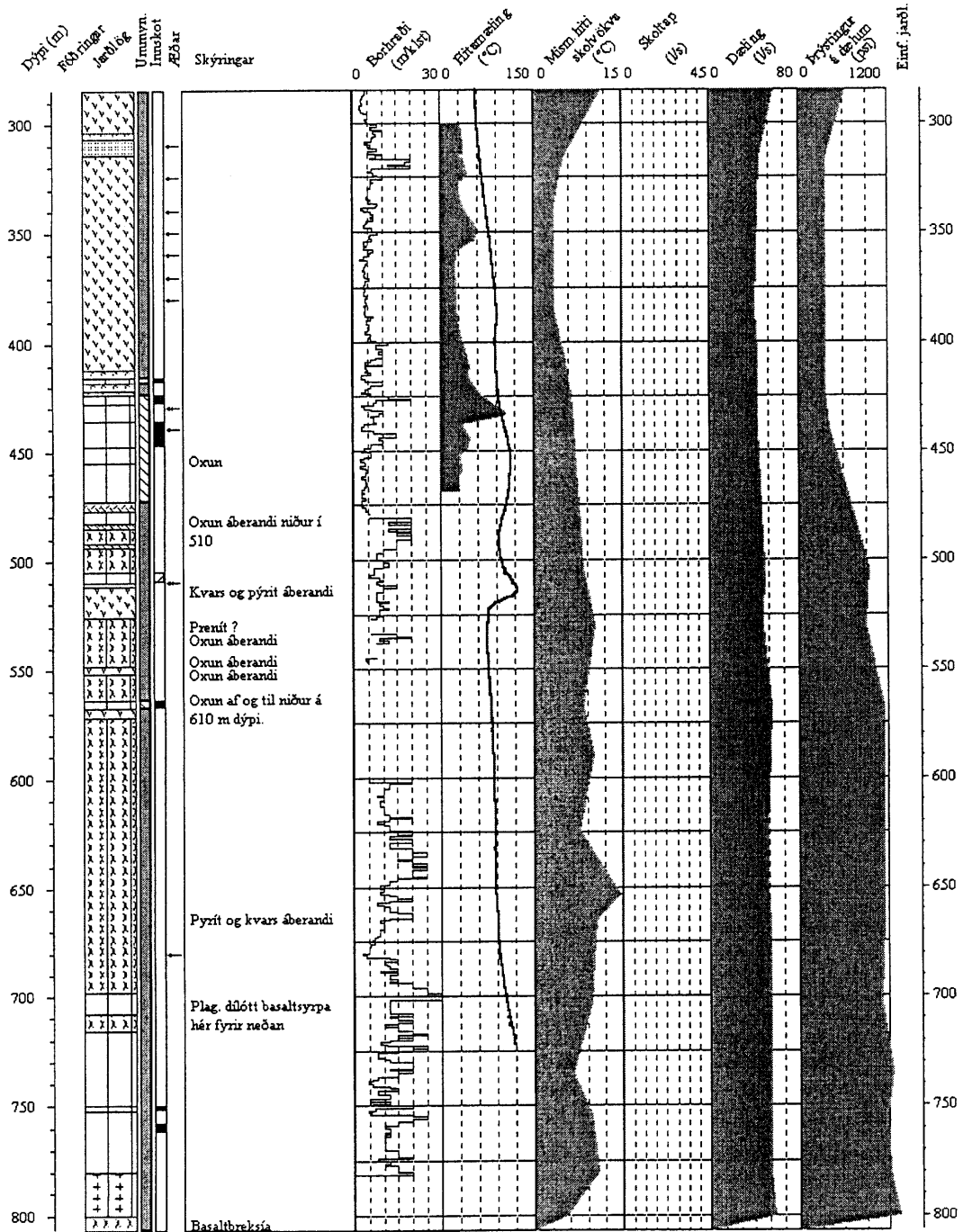


Staður: Nesjavellir
Holuafn: NJ-21

Bor: Jötunn
Dýptarbil: 285 - 807 m

Skolvökví: Vatn
Verkluti: 2. áfangi

Staðarnúmer: 95021
Starfsmenn: ASG/HF/BR/SSJo



Mynd 10. Jarðlagasnið og mælingar á skoli.

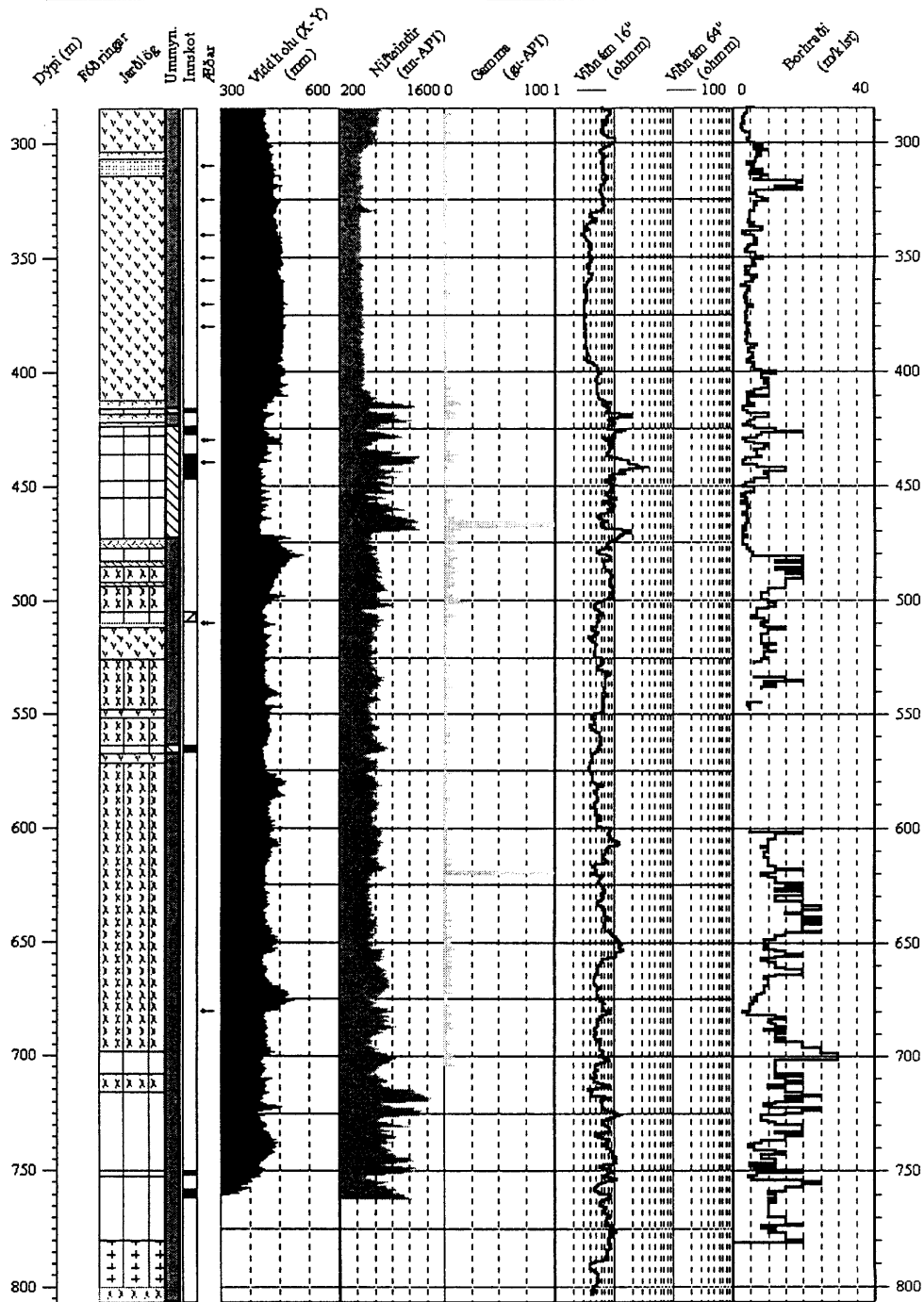


Staður: Nesjavellir
Holunafn: NJ-21

Bor: Jötunn
Dýptarbil: 285 - 807 m

Skolvökví: Vatn
Verkhúti: 2. áfangi

Staðarnúmer: 95021
Starfsmenn: A s G/HF/BR/SSJ o



Mynd 11. Jarðlög og jarðlagamælingar.

4. BORHOLUMÆLINGAR

Fyrstu mælingar í 2. áfanga borunar holu NV-21 voru gerðar er holan var 480 m djúp, en þá stóð til að taka borstreng upp og setja síðan niður bormótor til að stefnubora holuna til suðvesturs. Vegna yfirprýstings á vatnsæðum sem holan skar, reyndist nauðsynlegt að mæla nokkuð oft í holunni til að átta sig á staðsetningu æða og upphitunarhraða í henni. Upplýsingar úr mælingunum hjálpuðu meðal annars til við að meta tíma sem bormenn höfðu til upptektar og niðursetningar borstrengs, hvað mikið vald menn höfðu á holunni með ádælingu og nauðsyn á þéttingu æða með steypingu. Auk hefðbundinna mælinga var mælingabíll Orkustofnunar notaður við gýrómælingar fyrir Sperry Sun á halla og stefnu holunnar með reglulegu millibili þar til fóðringardýpi var náð. Yfirlit borholumælinga í þessum áfanga holunnar er gefið í töflu 6.

Tafla 6. Mælingar gerðar í 2. áfanga borunar NJ-21.

Dagur	Tími	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Athugasemdir
23-6-2000	8:09-8:24	Hiti	15-469	Æðar-upphitun	Opið meðfram borstreng
23-6-2000	8:24-8:40	Hiti	468,5	Upphitun	
23-6-2000	8:40-8:47	Hiti	469-300	Upphitun	
23-6-2000	8:47-9:15	Hiti	300	Upphitun	Lokað að streng, dælt 9,1 l/s
23-6-2000	9:15-9:23	Hiti	300-469	Upphitun	Dælt 9,1 l/s við 16,2 bar
23-6-2000	9:25-9:35	Hiti	469	Upphitun	Dælt 9,1 l/s við 16,2 bar
23-6-2000	9:36-9:44	Hiti	469-300	Upphitun	Dælt 9,1 l/s við 16,2 bar
23-6-2000	10:20-10:27	Hiti	300-469	Upphitun	Dælt 9,1 l/s við 16,2 bar
23-6-2000	10:55-11:40	Hiti	435	Upphitun	Breytileg dæling 0-4,7 l/s
23-6-2000	11:41-11:55	Hiti	469-4	Upphitun	
24-6-2000	14:30-15:00	Gýró	440	Halli-stefna	Holudýpi 480m
25-6-2000	1:25-2:05	Gýró	513	Halli-stefna	Holudýpi 539m
25-6-2000	9:15-9:50	Gýró	560	Halli-stefna	Holudýpi 586m
25-6-2000	18:30-19:00	Gýró	627	Halli-stefna	Holudýpi 653m
25-6-2000	20:00-20:40	Gýró	627	Halli-stefna	Holudýpi 653m, annar mælir
25-6-2000	20:40-21:10	Gýró	627-0	Halli-stefna	Holudýpi 653m, fleiri punktar
26-6-2000	5:55-6:35	Gýró	676	Halli-stefna	Holudýpi 702m
27-6-2000	4:15-5:00	Gýró	768	Halli-stefna	Holudýpi 807m
27-6-2000	5:43-6:05	Hiti	13-767	Æðar-upphitun	Opið meðfram borstreng
27-6-2000	6:05-6:25	Hiti	767	Upphitun	
27-6-2000	6:26-6:47	Hiti	767-6	Upphitun	Rennsli æða < 1l/s
27-6-2000	21:35-21:50	Hiti	5-509	Æðar-upphitun	Mælir dó út í hita
27-6-2000	21:52-22:00	Hiti	521-750	Æðar-upphitun	Kom inn í kaldari hluta
27-6-2000	22:01-22:21	Hiti	722-3	Upphitun	Hola kæld
28-6-2000	9:57-10:12	Nifteindir	155-761	Jarðlög	Hröð niður mæling
28-6-2000	9:57-10:12	Nátt-gamma	155-760	Jarðlög	Ádæling 4,2 l/s við 14 bar
28-6-2000	10:12-11:13	Nifteindir	761-5	Jarðlög	
28-6-2000	10:12-11:13	Nátt-gamma	760-4	Jarðlög	

28-6-2000	11:33-12:08	Vídd X-Y	755-25	Skápar	
28-6-2000	12:19-12:40	Híti	25-804	Æðar-upphitun	
28-6-2000	12:40-13:01	Híti	804-9	Upphitun	
28-6-2000	13:30-13:43	Sjálfspenna	320-804	Jarðlög	Straumur festur á 18,5mA
28-6-2000	13:30-13:43	Viðnám	320-804	Jarðlög	64" skrást ekki, bilun
28-6-2000	13:43-14:01	Sjálfspenna	804-276	Jarðlög	
28-6-2000	13:43-14:01	Viðnám	804-276	Jarðlög	
30-6-2000	9:08-9:31	Híti	20-770	Upphitun	Hola fyllt af vatni
30-6-2000	9:32-9:56	Híti	768-5	Upphitun	
30-6-2000	10:35-11:23	Steyping	335-770	Steypubinding	Stilling í efsta hluta
30-6-2000	11:25-11:36	Steyping	770-673	Steypubinding	Mælir bilaði
30-6-2000	13:00-15:00	Gýró	0-761	Halli-stefna	Samfelt og stop á 10, 50, 650m
1-7-2000	14:26-14:43	Híti	22-721	Upphitun	Farið að hitaþoli mælis
1-7-2000	14:57-15:07	Steyping	35-231	Steypubinding	Mælir bilaði aftur

Fyrstu mælingar voru gerðar 23. júní fyrir upptekt borstrengs er holan var 480 m djúp. Allmargar hitamælingar voru gerðar vegna þess að yfirþrýstar vatnsæðar miðað við kalda vatnssúlu í holunni gáfu inn í holuna. Hitamælingarnar eru sýndar á mynd 2. Fyrst var mælt eftir að skolun lauk með opið meðfram borstrengnum og runnu þá úr holunni 0,5-1,0 l/s. Á mynd 2 sést að í fyrstu tveim mælingunum gefa æðar á um 337 m, 350-356 m, 415 m, og 436 m inn í holuna og rennslið er upp á við. Rennslið var lítið, samanber það sem rann úr holunni. Þegar lokað var að borstreng og dælt á holuna með þrýstingi urðu æðar á 362 m og 378 m mest áberandi, en þær komu lítið eða ekkert fram í fyrri mælingum. Einnig sést að hitatopparnir minnka og rekast niður holuna með tíma undan ádælingunni. Það benti til smárrar æðar nærri botni. Af þessum mælingum varð ljóst að með því að gera hlé á upptekt borstrengs annað slagið og þrýsta vatni í hana mátti hafa stjórn á holunni og halda aftur af upphitun hennar. Vegna þess hve vatnsæðarnar voru smáar og lítið rennsli í þeim, sem benti til lítillar lektar, var ekki talin ástæða til að steypa í þær.

Byrjað var að byggja upp halla og stefna holunni til suðvesturs er borun hófst á ný á 480 m dýpi. Í allmörg skipti var mælingarbill ROS notaður við að slaka niður gýrómæli í borstrenginn þar til fóðringardýpi var náð við 807 m. Þegar borað hafði verið í fóðringardýpi þann 27. júní var fyrst gerð gýrómæling og síðan mældur hiti og upphitun. Hitamælingarnar eru sýndar á mynd 5 ásamt einni mælingu frá 23.06 til samanburðar. Auk þeirra æða sem höfðu sést í fyrri hitamælingum var nú orðin áberandi æð nálægt 512 m sem gaf inn í holunna og var rennsli upp holuna eins og marka má af seinni mælingunni. Á þessum tíma virtist þessi æð vera öflust þeirra æða sem sjást. Hugsanlega vottaði einnig fyrir æð á rúmlega 680 m, þar sem mögulega hefur tapast skolvatn út í bergið.

Að kvöldi 27. júní voru mælingamenn kallaðir á staðinn. Verið var að klára upptekt borstrengs, en síðan átti að gera jarðlagamælingar. Byrjað var á að hitamæla holuna til að kanna hver upphitunin var meðan upptekt borstrengs fór fram. Mælingarnar eru sýndar á mynd 5. Í kringum æðina á um 512 m var holan orðin svo heit að hitamælir datt út meðan hann fór í gegnum þann hitaþól. Hann kom aftur inn neðan æðarinnar en datt út á tæpum 730 m vegna háshita. Á þeim kafla þar sem æðar gáfu inn í holuna var hún orðin of heit fyrir flesta mælana og eins neðan 730 m. Reynt var að mæla rafviðnám jarðlaga, en vegna bilunar varð að hætta við það. Ákveðið var að fara niður með stangir og kæla holuna meira, fram til næsta morguns.

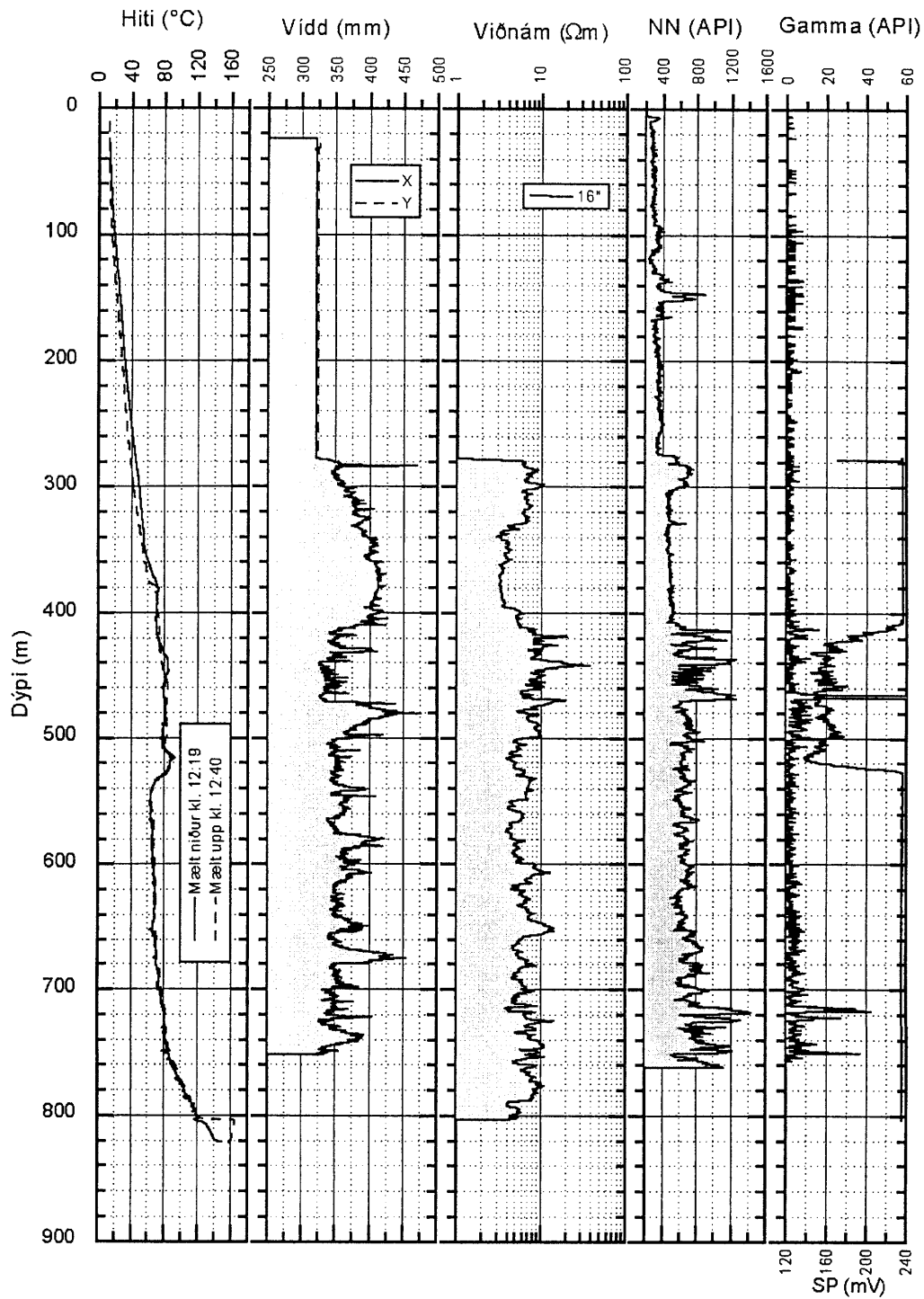
Að morgni 28. júní var komið að holunni aftur til jarðlagamælinga. Byrjað var á að mæla með þeim tækjum sem höfðu minnst hitaþol, en þó ekki farið mikið niður fyrir 750 m því búist var við að holan væri ekki vel kæld þar fyrir neðan. Byrjað var á að mæla nifteindadreifingu og náttúrulega gammageislum, þá vídd holunnar, svo hita og loks rafviðnám jarðlaga. Hitamælingarnar eru sýndar á mynd 7 og var hitinn víðast enn undir hitaþolsmörkum mælanna. Hitamælingarnar sýndu sömu eiginleika og komu fram í fyrri mælingum. Litlar sem engar vatnsæðar voru neðan 680 m og var hiti við holubotn kominn í rúmar 160°C. Jarðlagamælingarnar eru sýndar á mynd 12 ásamt holuvíddinni og hita. Vegna bilunnar í viðnámsmódúl var ekki hægt að skrá mælinguna á 64" skautinu. Lítil nifteindadreifing bendir til þéttra jarðlaga og virðast því jarðlög á bilinu 410-470 m vera þétt og eins neðan 710 m. Náttúrulega gammageislunin sýnir frávík frá um 410 m niður á 510-520 m og kemur þetta frávík einnig fram í sjálfspennu sem annars er nálægt metnun. Viðnámið sýnir jarðlagasýrpu með herra rafviðnám á þessu dýptarbili, en annars má greina í þeirri mælingu nokkrar þykkar jarðlagasýrpur þar sem rafviðnám hoppar til um nokkra ohmm milli syrpa.

Víddarmælingin sýndi smávægilega úvöskun á holunni, um 3-4 tommur (7,5-10 cm), og er aðeins stuttur kafli á bilinu 440-470 m sem stendur borað þvermál. Víddarmælingin var notuð til að áætla steypumagn fyrir steypingu vinnslufóðringar. Reiknaður var mismunur holuvíddar og utanmáls 9 5/8" fóðringar og þannig fengið að lágmarks steypumagn sem þurfti til að steypa fóðringuna var um 41 m³. Þessar niðurstöður eru sýndar á mynd 6.

Steypingu vinnslufóðringar lauk skömmu eftir miðnætti 30. júní og kom þykk steypa upp. Skömmu seinna mættu mælingamenn til að gera viðmiðunarmælingu fyrir steypubindingu fóðringarinnar. Stengur voru þá enn í holunni og ljóst að töluverðan tíma tæki að taka þær upp. Mælingum var því frestað til morguns. Skömmu fyrir kl. 9 um morguninn var fóðring fyllt af vatni og byrjað á hitamælingum til að kanna hitaástand holunnar. Hitamælingarnar eru sýndar á mynd 7 ásamt mælingum fyrir fóðrun holunnar. Mælingarnar sýna nokkuð jafnan hita í holunni. Tvennt er þó eftirtektarvert í mælingunum, annars vegar er það hitatoppur á um 130 m og hins vegar hitalægðir á um 440 m og um 510 m. Þetta benti til að illa hafði steypst í æð utan öryggisfóðringar á um 130 m þegar sú fóðring var steyppt og að æðin sé enn virk. Hins vegar bendir mælingin til að steypa hafi farið inn í æðarnar á um 440 m og um 510 m og steypa því væntanlega í lagi þar.

Næst var farið niður með mæli til að mæla steypubindingu fóðringar. Farið var niður á 350 m og mælirinn stilltur þar, en búist var við að steypa þar væri enn ekki hörðnuð 10 tímum eftir steypingu. Síðan var mælt niður en í uppmælingunni bilaði mælirinn á rúmlega 670 m. Steypumælingin er sýnd á mynd 9, en af henni má ráða að steypubinding sé að verða allgóð neðan 680 m og hún er komin vel á veg á bilinu 380 m til 520 m. Einnig sést að steypan er byrjuð að taka sig víðast hvar frá 520 m í 680 m. Ofan 360 m er steypan blaut, en þó að byrja að taka sig. Með hliðsjón af sambærilegum mælingum úr öðrum nýlegum holum á Nesjavöllum og þessum niðurstöðum þótti ráðlegt að láta framhald boraðgerða bíða í allavega 36 tíma svo steypa næði að binda fóðringuna vel. Reynt var að gera við mælinn og ákveðið að reyna mælingar aftur um hádegi 1. júlí. Byrjað var á að hitamæla holunna og er sú mæling einnig sýnd á mynd 7. Þar sést svipuð hegðun og í fyrri mælingum en holan er öll orðin töluvert heitari og hiti kominn að hitaþoli CBL-mælisins á um 550 m. Ástand CBL-mælisins var óvíst og því strax byrjað að mæla niður holunna, enda bilaði mælirinn endanlega á um 230 m dýpi. Af þeim mælingarstubb sem náðist og sýndur er á mynd 9 má þó ráða að steypa er farin að stirðna vel milli vinnslu- og öryggisfóðringarinnar. Á móts við æðina á um 130 m er steypubindingin orðin mjög góð og í reynd viðunandi á 80-140 m. Annars staðar er bindingin komin vel af stað, nema hugsanlega ofan 60 m. Að teknu tilliti til hegðunar í hitamælingum gerðum eftir steypingu, fyrri mælingu á steypubindingu og svo þeim mælingarstubb sem var mældur 28 tímum síðar eða 38 tímum eftir steypingu má áætla að steypubinding vinnslufóðringar hafi verið orðin mjög góð frá enda öryggisfóðringar (278 m) og til botns (804 m). Milli fóðringa voru hins vegar enn stutt bil þar sem steypubinding var enn lítil. Því var

talið óhætt að halda boraðgerðum áfram eftir að mælingu lauk og hefja undirbúning að borun 3. áfanga.



Mynd 12. Jarðlagamælingar, ásamt hita og vídd.

VIÐAUKI 1

sperry-sun

DRILLING SERVICES

BHA Report

Operator : Orkuveita Reykjavikur
 Well : NJ - 21
 Field : Iceland South
 Location : Nesjavellir
 Rig : Jötunn
 Job # : NR-DD-20027

BHA# 1

BHA# 1 : Date In : 23/06/200 MD In (m) : 480 TVD In (m) : 480 Date Out 27/06/2000 MD Out (m) : 807 TVD Out (m) : 794

BIT DATA

Bit #	OD (in)	MFR	Style	Serial#	Nozzles (/32's)	TFA (in ²)	Dull Condition
1		REED	EHP53ALKDH	DX6553	3x24	1.325	

MOTOR DATA

Run #	OD (in)	MFR	Model	Serial#	Bend	Nzl (/32's)	Avg Dfl (psi)	Cum Circ Hrs
	9.625	SSDS	SperryDrill	963049	1.15°		37	69.75

COMPONENT DATA

Item #	Description	Serial #	OD (in)	ID (in)	Gauge (in)	Weight (lbf/ft)	Top Con	Length (m)	Bit - Center Blade (m)
1	Tricone	DX6553			12.250		P 6-5/8" Reg	0.35	
2	Cross Over Sub	67111					P 7-5/8" Reg	0.36	
3	9-5/8" SperryDrill Lobe 5/6 - 3.0 stg - motor bend 1.15°	963049	9.625	5.863	12.125	155.95	B 6-5/8" Reg	8.82	2.05
4	Cross Over Sub	74440					P 6-5/8" Reg	0.51	
5	Float Sub	482					B 6-5/8" Reg	0.95	
6	Integral Blade Stabilizer	67161	8.000	2.875	11.750	149.18	B 6-5/8" Reg	2.25	12.02
7	8" DWD 1200 System	94664	8.000				B 6-5/8" Reg	9.65	
8	UBHO Sub	67106	8.000				B 6-5/8" Reg	0.87	
9	Integral Blade Stabilizer	63004	8.000	2.812	12.000	150.14	B 6-5/8" Reg	2.21	24.75
10	Cross Over Sub						B 5-1/2" H90	0.94	
11	9x Drill collar		7.250	3.000		116.60	B 5-1/2" H90	78.72	
12	Cross Over Sub						B 6-5/8" Reg	0.94	
13	Drilling Jar						B 6-5/8" Reg	9.68	
14	Cross Over Sub						B 6-5/8" H90	0.90	
15	3x Drill collar		7.250	3.000		116.60	B 6-5/8" H90	26.58	
16	Keyseat wiper							1.48	
								145.19	

Parameter	Min	Max	Ave	Activity	Hrs	BHA Weight (lb)	Drill String	OD (in)	Len (m)
WOB (kibs) :	15	25	16	Drilling :	47.00	In Air (Total) :			
RPM (rpm) :	50	55	51	Reaming :	9.50	In Mud (Total) :			
Flow (L/min) :	3000	3600	3276	Circ-Other :	13.25	In Air (Bel Jars) :	0		
SPP (psi) :	900	1400	1149	Total :	69.75	In Mud (Bel Jars) :	0		

PERFORMANCE

	In	Out	Distance (m)	ROP (m/hr)	Build (°/30m)	Turn (°/30m)	DLS (°/30m)
Inclination (deg)	1.01	26.98	Oriented :	221.00	7		2.60
Azimuth (deg)	219.47	220.71	Rotated :	106.00	6		
			Total :	327.00	7	2.38	0.11
							2.38

COMMENTS

This assembly was designed to kick-off the well at 480m, building up to 30deg inclination with 3deg/30m DLS. TD of section would be around 800m MD.

VIÐAUKI 2



18-20.06.2000

**BORVAKT Á NESJAVÖLLUM,
NJ-21 DAGSKÝRSLA # 10**

Verkkaupi: Orkuveita Reykjavíkur	Verki: Jarðboranir hf.
Hola: NJ-21	Bortæki: Jötnum
Staðarnúmer: 95021	Jarðfr. á vakt: HF/
Holuviddi: 17 1/2"	24-25. verkdagur
Dýpi síðustu fýðringar: 97 m	
Skölvökvi:	
Dýpi á miðnætti: 285 m	Borun síðasta sólarhring 0 m
Dýpi kl. 8: 285 m	Meðalborhraði 0 m/klst
Skolaukning kl. 8:	

Lýsing á borverki

Síðustu tvo verklega hefur verið unnið við holutopp, og uppsetningu nýrra mæla, sem nema munu breytingar í skölvökva, og fleiri þátta sem boruninni viðvíkur. Í nótt voru settar niður staagir og er verið að kæla holuna með hringdælingu til að flyta fyrir niðursetningu borstrengs.

21.06.2000

**BORVAKT Á NESJAVÖLLUM,
NJ-21 DAGSKÝRSLA # 11**

Verkkaupi: Orkuveita Reykjavíkur	Verki: Jarðboranir hf.
Hola: NJ-21	Bortæki: Jötnum
Staðarnúmer: 95021	Jarðfr. á vakt: HF/SS/0
Holuviddi: 12 1/4"	26. verkdagur
Dýpi síðustu fýðringar: 278,4 m (frá drifborði)	
Skölvökvi: Ván	
Dýpi á miðnætti: 285 m	Borun síðasta sólarhring 7 m
Dýpi kl. 8: 292 m	Meðalborhraði ~3,5 m/klst
Skolaukning kl. 8: 0 l/s	

Lýsing á borverki

Frá miðnætti aðfaranótt miðvikudags var unnið við holutopp en við þrýstiprófun á öryggislokum kom í ljós leki meðfram boltum á miðjustillingarfiansi undir neðsta öryggisloka. Bormenn voru nokkra stund að skipta um bolta í flansinum og fá þetta þétt en það tókst og voru öryggislokar þrýstiprófaðir á 400 psi. Síritandi búnaður hefur verið settur upp á Jötni sem skráir hita að og frá holunni, dæluþrýsting, dælingu, skol, punga strengs og snúningstraða drifborðs. Gagnasöfnunartæki (data-logger) er tengd tölvu í vinnuafstöðu Orkustofnunar á borstað og er hægt að sækja og skoða áðurmeind gögn og vista á tölvutæku formi.

Um klukkan 00:50 varð allsnarpur jarðskjálfti sem flestur ef ekki allir höfu fundið. Mikiló gekk á og hristust gámar og skúrar á borstað og steinar rúlluðu niður fjallshlíðuna fyrir ofan borinn. Bormenn sem fundu skjálftann þann 17. júní síðastiðinn voru sammála um að þessi kippur hafi verið harkalegri og fastari. Blökkin í mastri borsins sveiflaðist til góða stund eftir að skjálftinn reið yfir og svarfðósur í gámi ROS hentust niður á gólf og útvarp datt niður. Farið er fram á að Viðlagtrygging Orkustofnunar bæti útvarpíð en það var reyndar lélegt fyrir. Nokkrir kippir fundust um nóttina, einn nokkuð snarpur um kl. hálf þrjú og annar um hálf sex.

Borun í steypu hófst um klukkan 02:00 og var boruð steypa fram til klukkan 06:00 en þá var byrjað að bora í berg og þar með hófst 2. áfangi borunar holu NJ-21. Þegar komið var í berg voru báðar dælu notaðar á um 40 l/s dælingu en steypa var boruð á annarri dæluinni með um 22 l/s dælingu. Skolvatn hitaði nokkuð eftir að komið var út úr fýðringunni.

Borað er í dífótt túff eins og í botni 1. áfanga en ummyndun er farið að aukast. Fylgst er náið með hitaaukningu og breytingum á skoli í holunni.

HF/SS/0



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

22.06.2000

**BORVAKT Á NESJAVÖLLUM,
NJ-21 DAGSKÝRSLA # 12**

Verktæpi:	Orkuveita Reykjavíkur	Verktaki:	Jarðboranir hf.
Hola:	NJ-21	Borttæki:	Jötunn
Staðarnúmer:	93021	Jarðfr. á vakt	HF/SS/ó
Holuhvöld:	12 1/4"	27. verkdagur	
Dýpi síðustu fjóringar:	278,4 m (frá drifborði)		
Skolvökvi:	Van		
Dýpi á miðnætti:	360 m	Borun síðasta sólarhring	75 m
Dýpi kl. 8:	392 m	Meðalborhraði	3,3 m/klst
Skolaukning kl. 8:	0 l/s		

Lýsing á borverki

Frá því síðasta dagskýrsla var send hefur borverkið mestmegnis gengið tíðindalítið og er dýpi kl. 08:00 í morgun orðið 392 metrar og stýttist í að borun verði stöðvuð og stefnuborunartæki sett í holuna. Tekin hefur verið ákvörðun um að byrja að sveigja hana á um 480 metra dýpi. Borað verður þangað til með 12 1/4" krónu og hefðbundinni strengbyggingu.

Lokað var að holunni þegar hún var um 350 metra djúp og dælt á hana til að kanna hvort æðar eða sprungur tækju við vatni. Ekkert rann af holunni og við um 2 l/s dælingu byggðist upp um 15 bar þrýstingur í henni. Var það tilkað sem svo að holan væri nær þétt og því haldið áfram að bora. Ekki hefur orðið vart neinna breytinga eftir það.

Jarðlög sem borað hefur verið í gegnum eru að mestu móberg. Ekkert bólaði á æðinni á lagskilunum á um 300 metra dýpi en ummerki um hana sáust í svarfinu á um 304 m þar sem bergið var mjög ljóst af ummyndun með talsverðu af smágerðu kvarsi og pýrti. Tæð lagskil virðast þannig ekki vera lek á þessum stað

Fylgst hefur verið með hitabreytingum í skolvökva, en slíkum gögnum sem safnað jafnóðum og unnt að skoða þær á tölulegu formi í tölvu svarheimilisins, og einnig fylgjast bormenn með þeim á töluskjám.

Sem sagt allt gott að fréttu af austurvígstöðum.

SSJ/ó/HF



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

23.06.2000

**BORVAKT Á NESJAVÖLLUM,
NJ-21 DAGSKÝRSLA # 13**

Verktæpi:	Orkuveita Reykjavíkur	Verktaki:	Jarðboranir hf.
Hola:	NJ-21	Borttæki:	Jötunn
Staðarnúmer:	93021	Jarðfr. á vakt	HF/ÁSG
Holuhvöld:	12 1/4"	28. verkdagur	
Dýpi síðustu fjóringar:	278,4 m (frá drifborði)		
Skolvökvi:	Van		
Dýpi á miðnætti:	462 m	Borun síðasta sólarhring	102 m
Dýpi kl. 8:	485m	Meðalborhraði	2,1 m/klst
Skolaukning kl. 8:	<0,5 l/s		

Lýsing á borverki

Borun gekk vel síðasta sólarhring og var komið í 480 m klukkan 5:30 í morgun. Í um 430 m tóku menn eftir að upp úr holunni lak allt að 0,5 l/s, og hélt sá leki upp úr holu í stangarþætingu allt niður í 80 m. Í stangarþætingum kom fram toppur í mismunahlita sem bent gæti til að æð renni inn í holuna. Í lok borunar var hringdælt í holunni til að kæla, og klukkan 7:30 voru mælingamenn mættir til að hitamæla í stöngum. Hitatoppar koma fram í þeirri mælingu sem bendir til innstreymis í holuna og yfirþrýstings. Meginnstreymið er í um 430 m dýpi, en einnig koma fram minni hitatoppar í um 285, 320, 350, 355, 415, 450, og 460 m dýpi. Lokað var fyrir holuna og sett á 15 bar þrýstingur og náðist að dæla á holuna um 9,5 l/s.

Hallamæling í 380 m sýndi 0,8°

Jarðlög holunnar eru eins og í hollu NG-8 eins langt og hún náði (um 400 m djúp). Túffni heldur síðan áfram niður í tæplega 420 m en þar koma inn basaltinnskot ásamt túffinu.

HF/ÁSG/Ómar /KB



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

24.06.2000

BORVAKT Á NESJAVÖLLUM,

NJ-21 DAGSKÝRSLA # 14

Verkkaupi: Orkuveita Reykjavíkur	Verttaki: Jarðboranir hf.
Hola: NJ-21	Borttæki: Jötuunn
Staðarnúmer: 9502/1	Jarðfr. á vakt: ASG
Holuviddi: 12 1/4"	29. verkdagur
Dýpi síðustu fæðringar: 278,4 m (frá dritborði)	
Skolvökv: Vatn	
Dýpi á miðnætti: 480 m	Borun síðasta sólarhring 18 m
Dýpi kl. 8: 480 m	Meðalborhraði 3,6 m/klst
Skolaukning kl. 8: 0,7 l/s	

Lýsing á borverki

Hitamælingar sem gerðar voru undir mismunandi skilyrðum og svo leki og þrýstingur á hlotu-
topp voru lagðar til grundvallar þeirri ákvörðun um hald skildi áfram. Eftirfarandi aðgerðir
voru við hóluna þegar hitamælingar voru framkvæmdar inn í streng.

- Mælt kl. 8:09, án dælingar
- Mælt kl. 8:40, án dælingar
- Mælt kl. 9:15, 9.1 l/s við 16,2 bar
- Mælt kl. 9:36, 9.1 l/s við 16,2 bar
- Mælt kl. 10:20, 9.1 l/s við 16,5 bar
- Mælt kl. 11:41, 4.7 l/s við 14,2 bar

Fyrsta mælingin sýnir staðsetningu á æðnum nokkuð nákvæmlega og er smá dreitill kominn
strax neðan íbörngar, síðan í 310 og 325 m. Þessar æðar eru mjög smáar. Á 350-360 m dýpi
sést vel æð og síðan á bilinu 415-430 m dýpi og síðan eitthvað minna þar neðan við. Næsta
mæling sýnir hvað æðarnar bituðu bratt á 30 mínútum eða þar um bil. Þrjár mælingar þar á
eftir sýna hvernig rúmlega 9 l/s kæla hóluna á um einum og hálfum tíma. Þar kemur skýrt
fram að holan kólnar afgerandi niður á 360 m, en þar neðan við er kælingin öllu minni.
Ennfremur hefur opnast ein æð til viðbótar á um 380 m dýpi. Síðasta mælingin sýnir eingöngu
hægari kælingu með minni dælingu. Ekki er mikið rennsti úr holumni þrátt fyrir þessa
upptalningu á æðum, sem gefa inn í hollun, en aðeins 0,7 l/s renna upp við þessi skilyrði.
Ádæling sýnir einnig að æðarnar eru ekki mjög opnar. Með ofangreint í huga var því velt upp
hvort steypa ætti í tekana og þetta þá áður en steinborunartæki væru sett niður. Niðurstaðan
varð sú að hald áfram án steypingar enda mjög óvíst hvort slík aðgerð mundi lánað. Þá var
haft í huga að erfitt gæti verið þrýsta steypu út í æðarnar og semilega þyrfti að steypa oftar en
einu sinni til að ná því takmarki. Það sem vó einna þýngst var að öllum líkindum mundi
steypnan verða harðari en graudlitt túffri í holuveggjum og krónan mundi líklegast skrípja af
henni og bora nýja holu til hljóðar við þá gömlu. Dæmi um slíkt voru vel þekkt.

Í grófum dráttum gengu framkvæmdir fyrir sig sem hér segir síðast sólarhring:

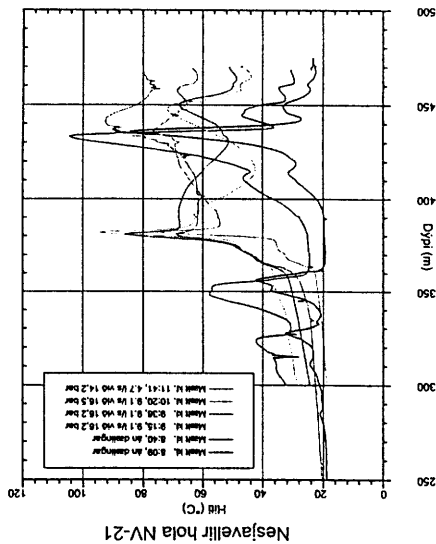
Eftir að borun lauk kl. 5:40 þá var holan skolið og kæld, en þá tóku við hita og
þrýstingarmælingar fram að hádegi. Eftir hádegi var strengurinn tekinn upp í mastur og brotin út
tengistykki, stýringar og króna. Milli kl. 18 og 19 voru borstangir settar niður til kælingar.
Eftir kl. 21 voru stangirnar brotnar út og um miðnætti var hafin niðursetning mótors og
tilheyrandi, sem stóð yfir alla Jónsmessunótt eða til 7 um morguninn 24. júní. Um þessar



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

mundir eða áætlað til kl. 9 eða rúmlega það er verið að setja borstangir niður og er holan kæld
á undan hverri og einni svo að tækin niðri ofhiti ekki.

Þúð er að gera ráðstafanir til þess að mælingabíll verð kominn á borstað kl. 9 samkvæmt
beiðni gýromælingamanna.



Mýnd 1. Hitamælingar 23. júní.

25.06.2000

**BORVAKT Á NESJAVÖLLUM,
NJ-21 DAGSKÝRSLA # 15**

Verkkaupi: Orkuveita Reykjavíkur
Hóla: NJ-21
Staðarnúmer: 93021

Verktaki: Jarðboranir hf.
Borrtæki: Jötunn
Jarðfr. á vakt: ÁsG/KB

Höluvidd: 12 1/4"
Dýpi síðustu fjóringar: 278,4 m (frá drifborði)
Skalvævi: Van

30. verkdagur

Dýpi á miðnætti: 530 m
Dýpi kl. 8: 587 m
Skolaukning kl. 8: 0,7 l/s

Borun síðasta sólarhring 50 m
Meðalborhraði 9,1 m/klst

Lýsing á borverki

Klukkan 15 í gær hófst borun á ný með stefnuborunartækjum. Borun vel og vandkvæðalaust ef undirstílin er tóf vegna viðgerða á dæluhlögn í gærkvöldi. Ekki sáust neinar breytingar við sjálfa borunina sem ástæða er til að nefna.

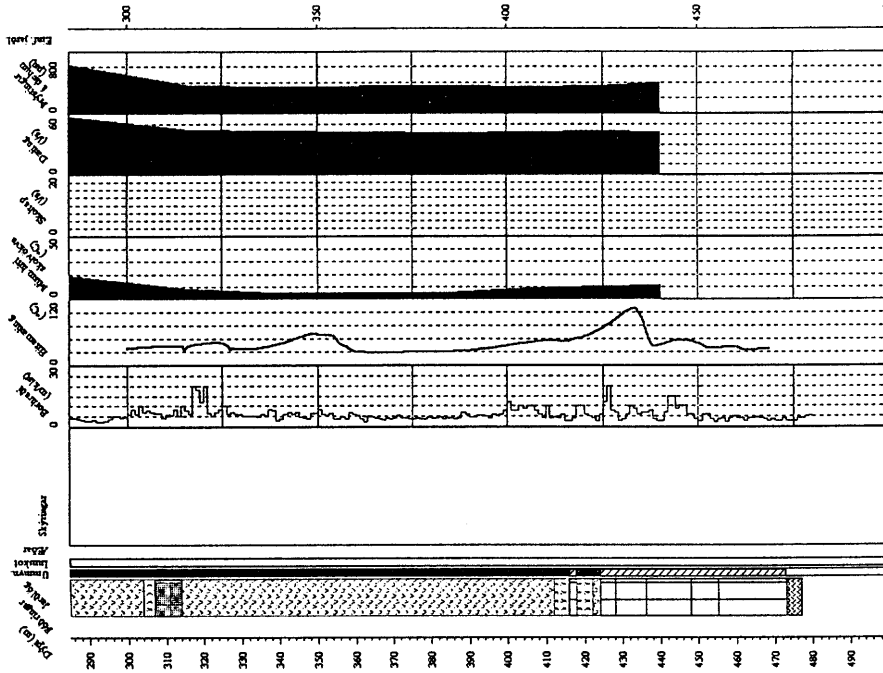
Stoppað var í nótt um tvöleitið og tekin gýrómæling. Í morgunsárið milli kl. 9 og 10 var stoppað aftur til að renna gýrómæli niður til að fá örugg gildi á stefnu og halla. Mælt var á 580 m dýpi og var hallinn tæpar 5,6° og stefnan 235°. Eins og lesendum er vafalust kunnugt um þá er áætluð stefna 22,5° +/-1,5° og hallaupbygging 3°/30m þar til um 30° halla er náð. Hallaupbygging hófst á 480 m dýpi og er þar af leiðandi aðeins undir áætlun en stefna er innan viktarka.

Meðfylgjandi er helstu upplýsingar um jarðlög niður á töpa 480 m.
ÁsG/KB

21.06.2000

**ORKUSTOFNUN Borgögn NJ-21 Nesjavellir
Rannsóknasvið**

Staðarnúmer: 93021
Staður: Nesjavellir
Höluvidd: NJ-21
Bor: Van/Aa/Óhannaþrókinn: Van
Dýptarkl: 300-800 m
Ferkvæði: 2. dreg



26.06.2000

**BORVAKT Á NESJAVÖLLUM,
NJ-21 DAGSKÝRSLA # 16**

Verkkaupi: Orkuveita Reykjavíkur Jarðboranir hf.
Hóla: NJ-21 Jöðunn
Staðarnúmer: 95021 Jarðfr. á vakt ÁS/G/KB

Höluvidd: 12 1/4"
Dýpi síðustu föðringar: 278,4 m (frá drifborði)
Skolhvövi: Vatn

Dýpi á miðnætti: 673 m
Dýpi kl. 8: 710 m
Skolaukning kl. 8: < 1,0 l/s

31. verkdagur

Borun síðasta sólarhring
Meðalborhraði

143 m
10,2 m/klst

Lýsing á borverki

Borun með 12 1/4" og MWD hélt áfram allan gærdaginn fram á morgun. Stoppað var vegna gyromælinga til að fá öruggar mælingar á stefnu og halla. Þrisvar sinnum var stoppað síðasta sólarhring vegna gyromælinga og einu sinni nú undir morgun. Niðurstaða allra gyromælinga til þessa í holunni eru sem hér segir:

Mældýpi	Stefna	Halli
400	0	0
440	190,7	0,94
480	202,5	0,84
513	236,2	3,09
560	235	6,58
627	225,3	11,6
676	223,3	15,37

Eins og við fyrri boranir á Nesjavöllum og í Kröflu koma truflanir fram í MWD mælingunum vegna seguláhrifa í berginu. Nú er verið að bora í hraunlagastofla (þar eru seguláhrifin að jafnaði mest og þar af leiðandi mestar truflanir) og hefur það verið svo s.l. 200 m. Það er í góðu samræmi við það sem vitað er um jarðlög á þessu dýpi.

Ummyndun hefur verið mjög einhæf síðustu 200 metrana. Kvars og kalsít eru ráðandi steindir öðru hvoru glittir í wairakit. Smáir pýrit kristallar sjást af og til. Leit er að sjálfsgöðu í miklu magni og er misvel kristallaður. Berghiti samkvæmt ummyndunarsteindum ætti því að vera um eða yfir 200°C. Vart var við mikinn gasfnyk úr holunni um kvöldmatarteytið í gær, en þá var dýptið lítlegra 650 m.

ÁS/G/KB

27.06.2000

**BORVAKT Á NESJAVÖLLUM,
NJ-21 DAGSKÝRSLA # 18**

Verkkaupi: Orkuveita Reykjavíkur Jarðboranir hf.
Hóla: NJ-21 Jöðunn
Staðarnúmer: 95021 Jarðfr. á vakt ÁS/G/SS/ó

Höluvidd: 12 1/4"
Dýpi síðustu föðringar: 278,4 m (frá drifborði)
Skolhvövi: Vatn

Dýpi á miðnætti: 797 m
Dýpi kl. 8: 807 m
Skolaukning kl. 8: ~1 l/s

33. verkdagur

Borun síðasta sólarhring
Meðalborhraði

124 m
8,25 m/klst

Lýsing á borverki

Borun hefur haldið snurðlaust áfram og var þriðju hverri stöng rennt niður til að byggja upp halla holunna og hún rýmd eftir hverja stöng, tvisvar og stundum þrisvar sinnum. Aðrar stangir voru boraðar niður með snúningi á streng. Þegar komið var í um 785 metra var halli holunnar númer 27° og ákveðið að renna einni stöng niður til að klára hallauppygginguna áður en lokadýpi yrði náð. Þegar stú stöng var í botni var dýpi holunnar um 795 metra og hallinn rétt undir 30°. Einni stöng var snúit niður og borun hætt kl. 00:40 á 807 metra dýpi. Hallamælir í MWD tæki sýndi þá halla rétt um 30° og var talið að holtubotninn hafi náð 30° halla og því ekkert því til fyrirstöðu að bora 3. áfanganum með læstum streng í því sem næst 30° halla þegar að því kemur. Holan var skolið í um þrjá tíma með um 45 l/s dælingu og var strengur láttinn snúast um 20 rpm og hreyfður upp og niður við og við. Um kl. 03:40 voru mælingamenn frá Orkustofnun komin á staðinn og undirbúið fyrir gyromælingu. Drifstöng var skrefuð frá og gyromælir settur niður upp úr kl. 04:00. Niðurstöður gyromælinga í borlok eru þær að holunni hallar um 27,2° þar sem UBHO stykki er staðsett í strengnum, þar sem gyromælirinn sest, en það er um 26 metrum fyrir ofan krönu, á 779 metra dýpi. Stefna holunnar er um 220°. Ekkert er því til fyrirstöðu að bora með læstum streng í næsta áfanga.

Eftir gyromælingu var skolið í 30 mínútur og síðan var hitamælir settur niður, um klukkan 05:45. Holan er þokkalega köld og flestar æðar vel kældar. Nokkuð öflug æð í 510 metrum hitaði frekar ört, eða um 40° C á um 20 mínútnum en aðrar æðar eru rólegri og hitna lítið. Hugsanlega er eitthvað tap í æðum á milli 600 og 700 metra dýpis en það er mjög lítið. Í botni er holan um 37° C og hitnar um 5-7°C á 20 mínútnum.

Um klukkan 09:00 varð skyndilegt tap í holunni og var dælt á hana allt að 50 l/s.

Jarðlög og ummyndun

Hraunlög eru alls ráðandi og stöku sinnum má greina kargaleg eða gropin lög á milli hraunlaga og eru finkorna smáblöðrot braunlög með smáum holufyllingum niður á um 785 metra dýpi. Þar verða smávægileg umskipti í berggerð og meðalkorna ólívínóléit tekur við, örlítið díflett og með smáum íeirfyllum blöðrum. Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, sem er mjög algengt og kvars sem er einnig áberandi en í minna mæli. Pýrit er og algengt og sést gljannan með kalsítinu en einnig í grunnmassa bergsins. Wairakit er stoput og sést í stöku sýni. Kalsedón er í nokkrum sýnum rétt neðan við 800 metra og finnst með vel kristölluðu kvars og er líklega eldra.

SS/m/ÁsG



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

28.06.2000

**BORVAKT Á NESJAVÖLLUM,
NJ-21 DAGSKÝRSLA # 19**

Verkauppi: Orkuveita Reykjavíkur
Hóla: NJ-21
Staðarnúmer: 95021

Verkiaki: Jarðboranir hf.
Bortteki: Jónunn
Jarðfr.-á vakt: ÁsG

Höluviðd: 12 1/4"
Dýpi síðustu föðringar: 278,4 m (frá drifborði)
Skolavökví: Vatn

34. verkdagur

Dýpi á miðnætti: 807 m
Dýpi kl. 8: 807 m
Skolaukning kl. 8: ~1 l/s

Borun síðasta sólarhring 10 m
Meðalborhraði 10 m/klst

Lýsing á borverki.

Í fréttabréfi gærdagsins kom fram að um 50 l/s töpuðust í holunni, sem að sjálfsgöðu var snögg breyting. Þegar betur var að gæð þá reyndist þetta vera rangt. Talið var að vatnið færi í holuna en það átti sér óvænta útkomuleið áður en kom að holunni og blekkti það og leiðréttist jafnframt hér með.

Samkvæmt gögnum stefnuborara og gýromælingamanna þá hefur holan haldist á 223-221° síðustu 100 metrana og hallinn kominn í 30° síðustu 20 metrana. Því má búast við að stefna vinnsluhlutans verði nálægt 220° og hallinn um 30°.

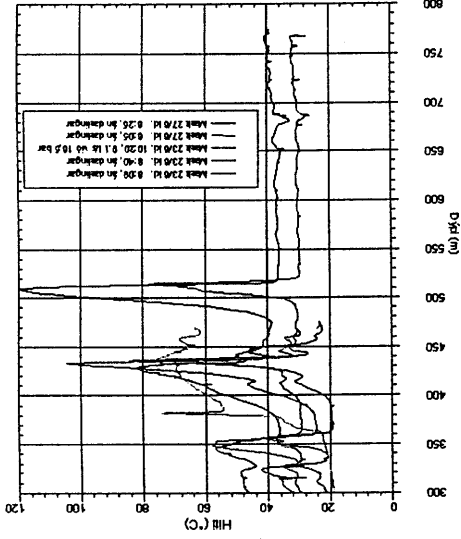
Holan var hið mæld aðfaranótt þriðjuddagsins 27. júní og eru niðurstöður ásamt eldri mælingum úr áfanganum sýndar á mynd 1. Eftirmiðdaginn í gær var tkeið upp úr holunni og MWD-tækin brotin út. Því var lokið um kl 21 og skómmu síðar var hitamæli rennt niður og hitastand hollunar kannað. Niðurstaða er sýnd á mynd 2. Þar sést að við þessa litlu ádælingu kólnar lítillega í efri æðum en ekkert neðan við 510 m. Holan hafði hitað nokkuð og var því ákveðið að setja niður stengur til að kæla.

Mælingamein tóku til starfa á ný nú í morgun við hita- víddar- og jarðlagamælingar. Búast má við að mælingum ljúki fyrir kl. 15 í dag og þá verður ekkert að vanbúnaði að koma föðringunni niður.

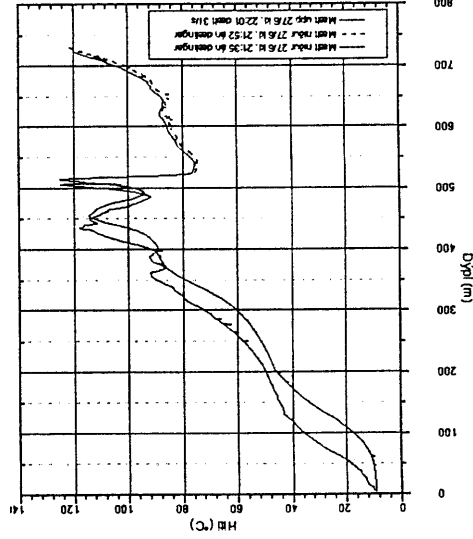
ÁsG



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið



Mynd 1. Hitamælingar undir morgun þriðjuddagsins 27. júní ásamt eldri mælingum.



Mynd 2. Hitamælingar að kvöldi þriðjuddagsins 27. júní.