



ORKUSTOFNUN

**Prófanir á holu MN-08 í Munaðarnesi í
febrúar 2003**

Grímur Björnsson, Kristján Sæmundsson

Greinargerð GrB-KS-2003/03

Prófanir á holu MN-08 í Munaðarnesi í febrúar 2003

Inngangur

Greinargerð þessi er samin að beiðni Orkuveitu Reykjavíkur og Bandalags Starfsmanna Ríkis og Bæja, og fjallar um prófanir og örvunaraðgerðir á holu 8 í Munaðarnesi. Ráðist var í borun holunnar þegar í kaldavatnsleit sýndi að inni í nánast miðri orlofsbyggðinni í Munaðarnesi var hitastigull upp á yfir 400°C (Kristján Sæmundsson, 200??). Holunni var valinn staður í vestan í lækjarfarvegi, stuttu austur af áhaldahúsi sem þjónar orlofshúsabyggðinni. Hnit hennar eru:

Prófanir á holu 8 hófust mánudaginn 17. febrúar að bæði bormenn og sá er hér skrifar mæta á borplanið. Tóku síðan við blásturs- og örvunaraðgerðir allt fram á cccdaginn ee febrúar. Greinargerðin lýsir þessum aðgerðum öllum.

Ágrip af borsögu

Hola 8 var boruð af Sögu, bor Jarðborana hf. Borinn kom í Munaðarnes í desember 2002, Verkið hófst með því að borað var með xx" í yy m og fóðrað með zz" fóðringu. Því næst kom 10" vinnslufóðring í 150 m. Niður úr henni var borað með $8\frac{1}{2}"$ hjólakrónu í 900 m dýpi. Var þá kominn þriðjudagur 11. febrúar. Á miðvikudeginum 12. febrúar voru stangir settar í 250 m dýpi og fóru bormenn að því loknu í helgarleyfi.

Ekki urðu nein umtalsverð skoltöp í borun holu 8 utan á einni stöng á u.p.b. 697 m dýpi. Virtist þá sem talsvert vatn tapaðist um tíma, yfir 10-15 l/s. Að sögn borstjóra, Steinars xxxsonar, var tapið mjög auðmarkað af rennsli sem var yfir hallandi brún á svarfsöfnunarkari í læknum. Hafði alla jafna flætt hraustlega yfir það í hinni venjulegu 30 l/s hjólakrónuborun, utan á þessari einu stöng. Tapið varaði í 3-4 klst, en þá þéttist það og varð ekki vart síðan.

Auk tapsins í 695 m, kom einnig smáæð í holuna á u.p.b. 450 m dýpi. Hún sást vel í hitamælingum sem voru teknar á morgnana í holunni. Að loknu helgarleyfi, þegar holan var rúmlega 500 m djúp, var frosið fyrir toppinn. Losaði var um ísinn og sjálfrann holan holab í kjölfarið um 0,5 l/s.

Blástursprófun 17. febrúar.

Sem fyrr segir mættu bormenn og mælingamaður á svæðið fyrir hádegi mánudaginn 17 febrúar. Nokkur tími fór í að græja borinn, Einnig kom í ljós skemmd á mælingavír þegar einungis var búið að slaka í rúma 100 m. Ekki var aðstaða til að lagfæra hana á staðnum og því skipt snarlega yfir í samþyggðan hita- og þrýstimæli af Kuster gerð. Mælunum var slakað í 300 m dýpi og síðan gert klárt í að blásu. Samfelldur blástur var hafinn klukkan 14:27. Auk mælanna niðri í holunni var fylgst með hita vatnsins sem kom upp, svo og þrýstingi á loftinu. Síðast en ekki síst var bormönnum att út í karpyttin endrum og eins og mældur tíminn sem tók að fylla 100 lítra dall. Stangir enduðu sem áður segir á 250 m.

Svo sem venjan er þá gusaðist vel upp úr holu 8 í byrjun blásturs, en í kjölfarið dró hratt af henni og mældist rennslið réttir 5 l/s af 52°C vatni eftir 20 mínútur. Síðan var blásið fram til klukkan 19:00 og fylgst með hita, rennsli og þrýstingi á loftinu á meðan. Skemmst er frá því að segja að rennslið hélst nánast óbreytt út blásturinn, var lengst af rétt um 4,5 l/s. Þrýstingur á loftinu var að sama skapi jafn og stöðugur í 5,5 börum sem er ígildi þess að vatnsborð holunnar í blæstrinum hafi verið á u.p.b. 195 m dýpi. Hiti vatnsins sem upp kom steig hins vegar rólega og var í tæpum 64°C þegar hætt. Tafla 1 sýnir þessi gögn nánar.

Samþyggði hita- og þrýstimælirinn var niðri í holunni allan tímum. Dvaldi hann í 300 metrunum fram til 17:18, en þá var slakað og stoppað á 25 m fresti allt í botn sem mældist á ~897 m dýpi. Híft á nýjan leik í 650 m dýpi og síðan slökkt á loftdælingunni klukkan 19:15 og mælirinn látinna skrá jöfnun þrýstings. Mælirinn er síðann hífður úr holunni kl 20:08 og klukkan 20:34 er

vatnsborðið mælt á 7 m dýpi og hækkaði kringum 1 m á mínu. Sjálfrennsli var komið í gang klukkan 20:54 og klukkan 20:57 mældist það 0,3 l/s af 25 °C.

Vert er að benda á að hinir gamaldags Kuster mælar sem skráðu hitann og þrýstinginn sýndu báðir að holan varð mun hrjúfari neðan en ofan u.þ.b. 700 m dýpis, hvað sem það annars kann að merkja. Eins kom högg í slökun milli 425 og 450 sem var talið geta merkt skáp við 440 m æðina.

Tafla 1: Yfirlit um mælingar í blástursprófun þann 17 febrúar.

Tími dags	Loftþrýst. (bör)	Hiti upp (°C)	Rennsli (sek/100 l)	Athugasemdir
14:16				Hita- og þrýstimælar komnir í 300 m
14:20				Byrjað að blásu en gekk ekki v. lokað ventils
14:27				Blástur hafinn
14:29		49		
14:32	8			-
14:48	5.5	52.8	20	
15:00	5.5	54.8	25	
15:43	5.5	57.4	23	Kippt í mælingavírin
16:13	5.5	58.8	23	71°C hiti kominn á 300 m
17:15	5.5	60.2	23	Byrjað að mæla hita&þrýsting frá 300 m
18:28	5.5	61.8	24	
19:00	5.5	63.8	21&23	Tekin vatnssýni
19:08				Byrjað að hífa P&T mæla úr botni
19:12				P&T mælar komnir í 650 m
19:15				Slökkt á lofti og farið í mat
20:08				Byrjað að hífa P&T mæla úr 650 m
20:34				Vatnsborð á 7 m og hækkar um 1 m/mín
20:45				Hola byrjar að sjálfreppna
20:57				Rennslið mælist 0,3 l/s

Hitamælingin sem var safnað í blæstrinum er sýnd á mynd 1 en mynd 2 sýnir þrýstiferilinn, hvoru tveggja með dýpi. Mynd 3 sýnir hins vegar þrýstijöfnunina á 650 m með tímanum. Af þessi gögnum mátti lesa annars vegar að 440 m æðin virtist vera aðalæð holunnar en einnig væru merki um kælipunkta í 650-675 og 800-825 m dýpi. Hins vegar að holan fær góðan þrýstistuðning frá jarðhitakerfi sem er væntanlega mjög nærri en tregtengt holunni. Með þessar fréttir í vasanum var afráðið að reyna örvun á þriðjudeginum með því einu að kæla holuna hressilega með 800 m af stöngum niðri og reyna ekki að setja þrýsting á holutoppinn fyrr en holan væri orðin sæmilega köld niðri. Þá var mælingabíll keyrður til Reykjavíkur og vírskemmdin löguð.

Aðgerðir 18. febrúar.

Um hádegi á þriðjudaginum 18 febrúar var lokið við að slaka borstreng í 800 m dýpi og gert klárt fyrir köldu hringdælinguna. Áður mældust 0,5 l/s af 42 °C vatni sjálfreppa úr holunni. Samþyggðum hita- og þrýstimæli, sem að þessu sinni sendi mælingar sínar upp mælikapal og í tölву, var rennt í holubotn og hiti mældur á meðan (mynd 1). Bar nú ýmislegt við. Þá helst að auk æðarinnar á 440 m, sáust vel afmarkaðir kælipunktar í 660, 735 og 790 m dýpi. Talið er að skoltap hafi verið á þessum stöðum öllum og skýrir það hví 440 m æðin varð ekki heitari í blæstrinum en raun bar vitni (76 °C í stað ~90 °C skv. handrúllumælingu). Jarðhitakerfið í Munaðarnesi er því ekki yfirþrýst heldur mallar í friðsælu jafnvægi við yfirborð jarðar og hefur enga þörf á að láta á sér bera með laugum eða hverum.

Á meðan hitamælirinn rann sína leið settu bormenn spjaldloka inn í "flowline" frá holutoppnum og gafst þannig möguleiki á að loka holunni og dæla niður í gegnum strenginn undir þrýstingi. Upp úr kl 13 er síðan byrjað að dæla köldu vatni niður streng en því hætt snarlega vegna leka meðfram mælingavír. Úr því var bætt og byrjað að dæla aftur klukkan 13:20. Farið var rólega af stað en um 13:30 var bordæla Sögu komin á fullan snúning og sendi þannig niður strenginn ~35 l/s við 28 bara þrýsting á "stand pipe". Hiti vatnsins sem upp kom var þá 41 °C. U.p.p 5 mínútum síðar hófust hins vega högg í bordælunni og var hún stoppuð snarlega til könnunar hvað ylli. Fenginn vélstjóri úr bænum og varð niðurstaða hans að ekki mætti nota dæluna án samráðs við framleiðanda.

Fóru nú tvö ferli í gang. Annars vegar var hitamælirinn dreginn úr holunni og kom þá í ljós að nú voru kommir áberandi kælinaglar í 790 og 660 m dýpi. Hins vegar gengu Jarðboranir í það að senda aðra bordælu á svæðið, að þessu sinni svonefndan "Frosk" sem áður þjónaði Aza. Var hún lögð af stað upp úr kaffinu en kom ekki í Munaðarnes fyrr en vel eftir miðnættið vegna dekkjavandræða. Var holan því yfirgefin um klukkan 19 og var þá enn ekki farin að sjálfreppa.

Örvun og blástursprófun 19. febrúar.

Að morgni miðvikudagsins 19 febrúar var hafist handa að tengja froskinn við Sögu. Byrjað var á að moka snjó úr brekkunni niður á borplanið og sanda hana. Hitamælt var í botn upp úr klukkan 10, en áður var kannað með vatnsborð holunnar og reyndist hún ákkúrat sléttfull. Að lokinn mælingunni var tólið híft í 860 m og haft þar lungan úr deginum.

Upp úr klukkan 10:50 er allt orðið klárt í hringdælingu, en gekk þó slitrótt fyrsta hálftímann vegna ólags á fæðidælu auk þess sem talið var að keðja slægist til í bordælunni og tók tíma að átta sig á því. Samfelld dæling er hins vegar komin á um 11:30 og stóð svo fram til 13:28 að bordælan fór á yfirsnúning. Meðan dælt var, var skráður þrýstingur á stand pipe, utan á holutoppnum sjálfum og hiti vatnsins sem kom upp, auk þess sem þrýstimælis mælingabíls skilaði sínum tolum inn í tölву á 10 sekúndna frestri. Tafla 2 sýnir mælingarnar sem söfnuðust.

Sú truflun sem varð af yfirsnúningi bordælunnar, var notuð í að kanna hvaða magn mætti setja ofan í holuna fullokaða á toppi. Hófst sú athugun með því að hringdæla 5,9 l/s og mæla síðan það sem upp kom. Reyndust koma þannig tæpur 1,5 l/s þ.a. skoltap í holunni á þessarri stundu var um 4,4 l/s. Að þessu fengnu var holunni lokað án þess að breyta dælingunni og kom enginn marktæpur þrýstingur á toppinni við það. Holan opnuð á nýjan leik og dæling aukin í 13 l/s. Að því búnu var lokað aftur og var klukkan þá 13:55. Þessarri dælingu var síðan haldd fram til klukkan 15:34 að dælingin var stöðvuð og mæld þrýstijöfnun. Hafði holutoppsþrýstingurinn þá verið lengst af 6,7 til 6,8 bör og breyttist ekki. Félld þrýstingurrin á 12 mínútum úr 6,6 í 1,1 bar en þá var opnað. Tæmdi holan sig á tæpum 2 mínútum og var síðan dauð. Tafla 3 sýnir þessar mælingar allar.

Tafla 2: Mælingar í hringdælingu og kælingu miðvikudaginn 19 febrúar

Tími dags	Prýst. á stand pipe (bör)	Skolvatns -hiti (°C)	Athugasemdir
10:41	0		Hita- og þrýstimælar komnir á 860 m dýpi.
10:48	1	20	Róleg dæling, e.t.v. 5 l/s
10:52	0		Stopp vegna vandræða með fæðidælu
10:57	1	24	Aftur í gang
11:00		26	Dæla gengur 73 sn/mín
11:02	6	30	Aukið við 11:01
11:03			Slær út
11:30	8.5		Dæling hafin á ný
11:32	10	25	
11:34		27	Hægt á dælu
11:36	9	28	Aukið aftur
11:39		28	Dynkir í dælu
11:44	5	27	Slegið af
11:47	8.5	25	Aukið við
11:49	11	25	Aukið við
11:52	10	25	
11:53			Flökt á toppþrýstingi
11:56	10	26	Hringdælt 17 l/s
12:00	10	24	
12:07	10		
12:27	10.5		
12:55	10.5	18.6	
13:05			Aukið við
13:16	15	17	
13:25			Aukið við, ~21 l/s, hiti á 860 m 84.3 °C
13:28			Bordæla fer á yfirsúnning, slegið af
13:36 til :40	0		Hringdælt 5,9 l/s, 4,4 l/s tapast
13:44			Lokað á toppi en enginn þrýstiuppgönging við 5,9 l/s niður
13:55			Dæling aukin í 13 l/s, hola lokuð

Tafla 3: Þrýstingur á holutoppi í og eftir að 13 l/s ádæling er tekin af

Tími dags	Toppþr. (bör)	Ath.	Tími dags	Toppþr. (bör)	Ath.
13:54	0	Dæla stillt á 13 l/s	15:34	6.2	Dælingu hætt
13:55	1.5	Hola lokuð	15:35	5.0	
13:56	2		15:36	4.2	
13:57	2.5		15:37	3.7	
13:58	2.8	Opnað og lagaður leki	15:38	3.2	
14:01	1.8	Lokað aftur	15:40	2.4	
14:02	3.0		15:42	1.9	
14:03	3.5		15:44	1.5	
14:04	3.8		15:47	1.1	Opnað, smágusa
14:05	4.2		15:48	0	Sjálfrennsli < 1 l/s
14:06	4.5	103 slög/mín	15:49	0	Sjálfrennslið hætt
14:08	4.8		15:52		P&T mælar hífðir upp
14:10	5.0		16:49		Vatnsborð á 7.2 m
14:13	5.5				
14:17	5.7				
14:20	6.0				
14:26	6.4	Enginn leki á toppi			
14:30	6.6	100 slög/mín			
14:35	6.7				
14:41	6.8				
14:58	6.8	100 slög/mín			
15:28	6.6				
15:31	6.5	99 slög/mín			

Að þessum athugunum loknum tóku bormenn til við að stytta strenginn í 250 m og var því lokið klukkan XXXXX

Fjólublátt

Blátt

Grænt

Rautt

Svart

Munaðarnes, hola 8

20. feb 2003
Grí

