

**Kaldárholt: cobraborun við dælustöð
Hitaveitu Rangæinga**

Þórólfur H. Hafstað

Greinargerð PHH-2003-12

Kaldárholt

Cobrorun við dælustöð Hitaveitu Rangæinga

Að undirlagi Viðlagatryggingar Íslands var farinn nokkuð fjölmennur leiðangur að dælustöð Hitaveitu Rangæinga að Kaldárholti þann 15. apríl 2003 til að kanna sem ýtarlegast það jarðlag, sem dælustöðin og sambyggður heitavatnstankur eru grunduð á.

Hlutverk undirritaðs og Hallgríms Indriðasonar, jarðfræðings á VST, í þessari för var að kanna aðstæður til grundunar mannvirkja með svokölluðum Cobra-bor. Slík verkfæri hafa verið notuð um áratuga skeið hér á landi til að kanna þykkt jarðvegs og lausra jarðlaga og hafa gefist vel til þess arna. Cobrorunum hefur fyrst og fremst verið beitt til að ákvarða dýpi á fasta klöpp eða hversu djúpt sé hægt að grafa án sprenginga. Einnig hefur tækið verið notað til að fá mat á hversu djúpt má reka forsteypa bita. Þessi könnunaraðferð sker ekki úr um efnisgerð þess jarðlags, sem í er borað, heldur aðeins hversu ísmeygilegt efnið er.

Cobroranir eru á flestan hátt sambærilegar við aðferðir, sem byggja á að reka niður borstál með höggum (svo sem *Standard Penetration Test*, *Swedish Ram* eða *Borróboranir*). Cobran rekur massívar stálstangir (25 mm í þvermál) niður með titringi frá tvígengisvél. Venjan er að mæla tímann, sem það tekur að reka niður 20 cm. Engin leið er að ákvarða hvenær jarðlag er orðið ábyggilegt en reynslan hefur sýnt að hægt er að reka forsteypa bita niður í jörð þar sem bortíminn í Cobrorun er innan við 12 sek/20cm. Við vegagerð hefur boraðferðin einnig nýst vel þar sem niðurstöður gefa hugmynd um burðarhæfni jarðlaga séu þær túlkaðar samhliða könnunargryfjum.

Venja er að borari geri grein fyrir aðstæðum þegar borun er hætt: *Stopp* merkir að borinn hafi nánast stöðvast en að fyrirstaðan sé samt ekki fullkomlega afgerandi. *Fast* merkir ákveðna, harða fyrirstöðu (klöpp). *Hætt* þýðir að borari hafi ákveðið að nú væri nóg komið; oftast vegna hættu á að festa borstálin. Þegar borgangur er orðinn 60 sek/20cm er borun næstum alltaf hætt. Aldrei reyndi á þann hámarkstíma hér heldur var haft að viðmiði að hætta við ca. 30 sek/20 cm. Oft loðir sandur eða þaðan af fínna efni við boroddinn og situr í raufum á hliðum stanganna og getur það gefið vísbendingu um í hvers kyns jarðlag hafi verið borað. Með þennan fróðleik í huga var gengið til verka í Kaldárholti.

Alls voru boraðar fimm könnunarholur og urðu þær 6,8 – 9,8 m djúpar. Fjórar þeirra eru í línu á hlaðinu norðan vinnsluholu, dælustöðvar og heitavatnsgeymis en ein (nr.2) er rétt suðaustur af heitavatnsgeyminum (sjá afstöðumynd). Hæðarlega þeirra fyrrnefndu er sambærileg innbyrðis en hola nr. 2 liggur um 60 cm lægra í landinu. Meðfylgjandi myndir sýna aðstæðurnar í hnotskurn, annars vegar í plani og hins vegar í sniði. Á þeim er innbyrðis afstaða holnanna sýnd og einnig koma fram hæðarkótar holutoppanna auk þess sem sýndir eru einstakir borhraðaferlar.

Holurnar eru hér raktar frá austri til vesturs og endað í nr. 2 SV við heitavatnstankinn:

Hola 4. Hlað (vegur) norður af borholuhúsinu. Kóti; 12,65 m. Borað var í 9,0 m, þá *hætt* (22 sek/20cm). Gekk rólega síðustu 10 cm.

Hola 1. Planið miðsvegar milli dælustöðvar og borholuhúss. Kóti; 12,57 m. Borað var í 6,8 m, þá *hætt* (27 sek/20cm). Dökkgrár, sendinn jökulleir loddi á oddinum.

Hola 5. Hlað (vegur) norður af dælustöðvarhúsinu. Kóti; 12,60 m. Borað í 8,6 m, *hætt* (34 sek/20cm). Fór að höggva á 5,4 m; hafði borstál brotnað. Ekki fullmarktæk þess vegna.

Hola 3. Hlað (vegfylling) norður af geymi. Kóti; 12,60 m. Borað var í 9,4 m, *hætt* (29 sek/20cm). Gekk hægt síðustu 10 cm. Silt og fínsandur á oddi og í raufum en sandur ofar).

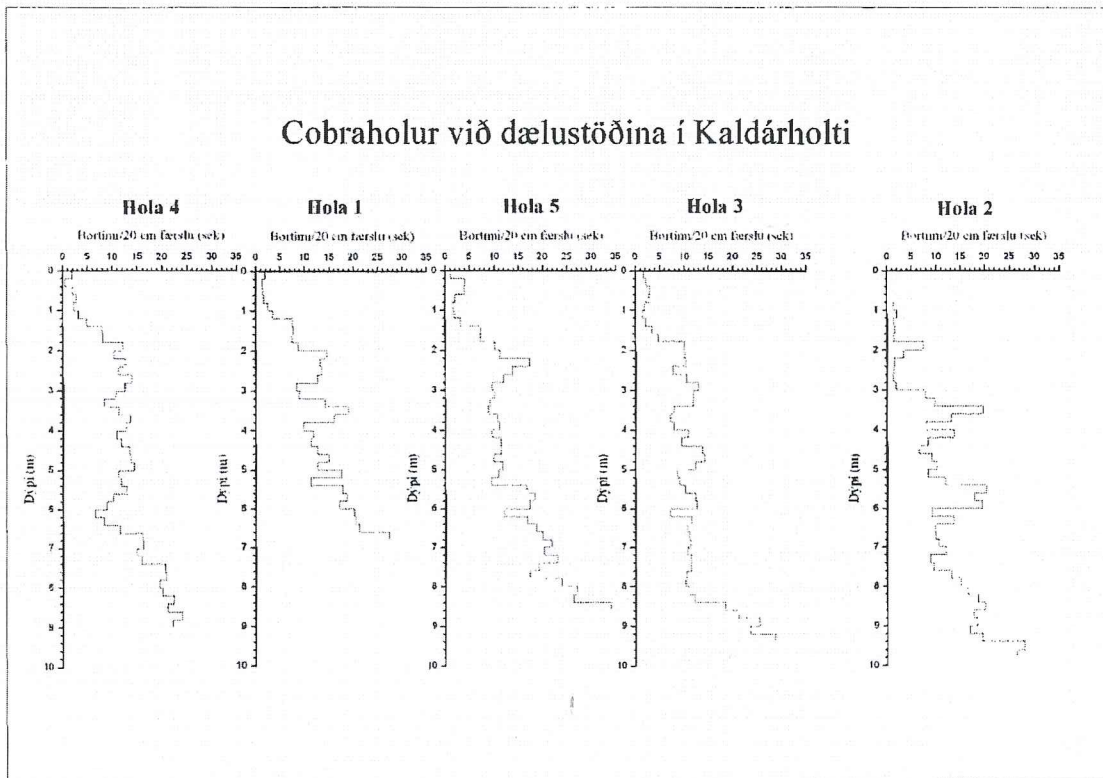
Hola 2. Fylling SV við heitavatnsgeymi á brún sýnatökugryfjunnar. Kóti; 11,99 m. Þarna var borað niður í 9,8 m dýpi en þá *hætt* (27 sek/20cm).

Undir vegfyllingu og jarðvegi er vel pakkaður og að því virðist nokkuð einskorna grófsandur. Hann virðist vera svolítið lagskiptur og með lítt rúnnuðum kornum en sakir þess að allt fínefni vantar hefur hann litla sem enga samlímingu og hefur því ekki náð að harðna í tímans rás. Hér er því ekki um að ræða fast berg, heldur frekar eins og sæmilega þjappað og vel valið púkkundirlag, óvanalega fínkorna þó sem slíkt. Í öllum holunum kemur fram nokkuð ákveðin fyrirstaða á ca. 1,8-2,2 m dýpi, þar er bortíminn 10-17 sek/20cm. Þessi fyrirstaða er alla jafnan ekki þykk því undir henni er oftast ísmeygilegra efni. Samt sem áður er alls ekki hægt að tala um afgerandi samsvörun milli holnanna. "Borhraðinn" minnkar þó yfirleitt á bilinu 3-6 m, en ákaflega misjafnlega mikið. Á 7 til 8 m dýpi er svo að öllum líkindum komið niður í sæmilega þétt og vel pakkað siltag, þar sem jafnt og þétt dregur úr borhraðanum.

Hér er ef til vill rétt að líta sérstaklega á ferlana í holu 2 og holu 3, sem eru sín hvoru megin við heitavatnstankinn. Þeir eru reyndar furðu ólíkir og er það ef til vill til marks um að lagskipting í efsta hluta þessa setlags sé hvorki regluleg né samfelld.

Áberandi er hversu litla mótstöðu efstu efsti hluti efnisins í holu nr. 2 þar til komið er niður á 3,4 m dýpi en þá virðist taka við sambærilegt mynstur og sést í holu nr. 3. Borgangur er hraður og jafn og hægist ekki á fyrr en komið er niður á um 8 m dýpi.

Eins og áður var nefnt sker þessi boraðferð ekki úr um efnisgerð setlaganna, þó má leiða líkum að því að samlíming sandsins og umbreyting yfir í sandstein sé komin afar skammt á veg að teknu tilliti til mótstöðu setsins. Niðurstöður borana sýna hins vegar mjög greinilega að efniseiginleikar setlaganna með tilliti til grundunar virðast vera sambærilegir þar til komið er niður á um 7 til 8 m dýpi.



Mynd 1. Sýndir eru borhraðaferlar cobraborunar við Dækustöðina í Kaldárholti.

Mynd 2. Afstöðumynd af cobraholunum Kaldárholti. Sömu hraðaferlar og á mynd 1.

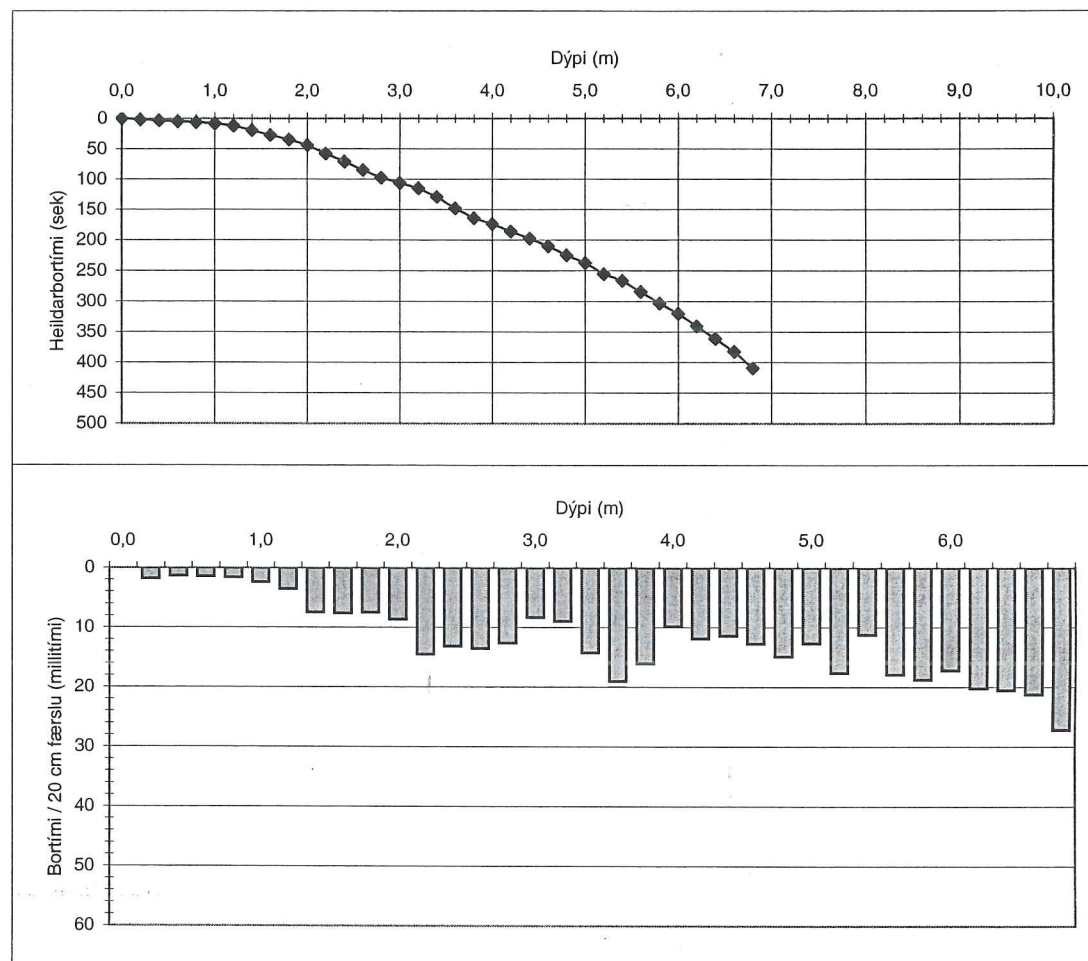
(Sjá næstu síðu)

Hola nr.: 1	Staðsetning: Dælustöð við Kaldárholt
Kóti: _____ m y.s.	Verkkaupi: Viðlagatrygging
Dagss.: 15/4 2003	Unnið af: Þórólfi Hafstað (OS), Hallgrími Indriðas. (VST)



Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
0,0	0	0,00	0,00
0,2	-0,2	1,83	1,83
0,4	-0,4	1,34	3,17
0,6	-0,6	1,44	4,61
0,8	-0,8	1,63	6,24
1,0	-1,0	2,43	8,67
1,2	-1,2	3,54	12,21
1,4	-1,4	7,49	19,70
1,6	-1,6	7,66	27,36
1,8	-1,8	7,47	34,83
2,0	-2,0	8,65	43,48
2,2	-2,2	14,49	57,97
2,4	-2,4	13,15	71,12
2,6	-2,6	13,57	84,69
2,8	-2,8	12,63	97,32
3,0	-3,0	8,35	105,67
3,2	-3,2	8,97	114,64
3,4	-3,4	14,25	128,89
3,6	-3,6	19,04	147,93
3,8	-3,8	16,10	164,03
4,0	-4,0	9,84	173,87
4,2	-4,2	11,87	185,74
4,4	-4,4	11,40	197,14
4,6	-4,6	12,73	209,87
4,8	-4,8	14,90	224,77
5,0	-5,0	12,70	237,47
5,2	-5,2	17,62	255,09
5,4	-5,4	11,25	266,34
5,6	-5,6	17,88	284,22
5,8	-5,8	18,78	303,00
6,0	-6,0	17,23	320,23

Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
6,2	-6,2	20,23	340,46
6,4	-6,4	20,52	360,98
6,6	-6,6	21,23	382,21
6,8	-6,8	27,18	409,39
7,0	-7,0		
7,2	-7,2		
7,4	-7,4		
7,6	-7,6		
7,8	-7,8		
8,0	-8,0		
8,2	-8,2		
8,4	-8,4		
8,6	-8,6		
8,8	-8,8		
9,0	-9,0		
9,2	-9,2		
9,4	-9,4		
9,6	-9,6		
9,8	-9,8		
10,0	-10,0		



Yfirborð: Plan norðan dælustöðvar, miðsvega á milli holu og dælustöðvar

Lokadýpi: 6,8 m - hætt

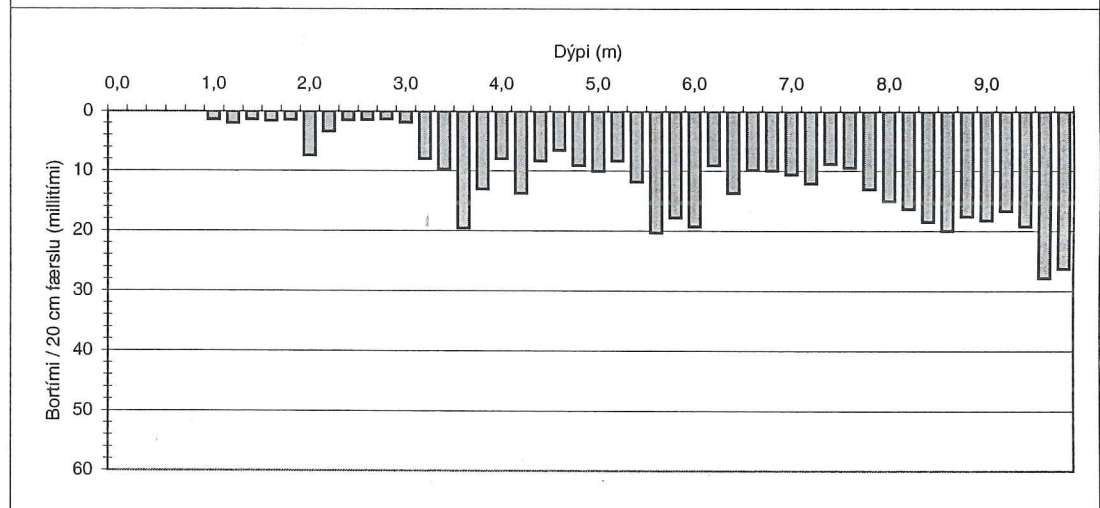
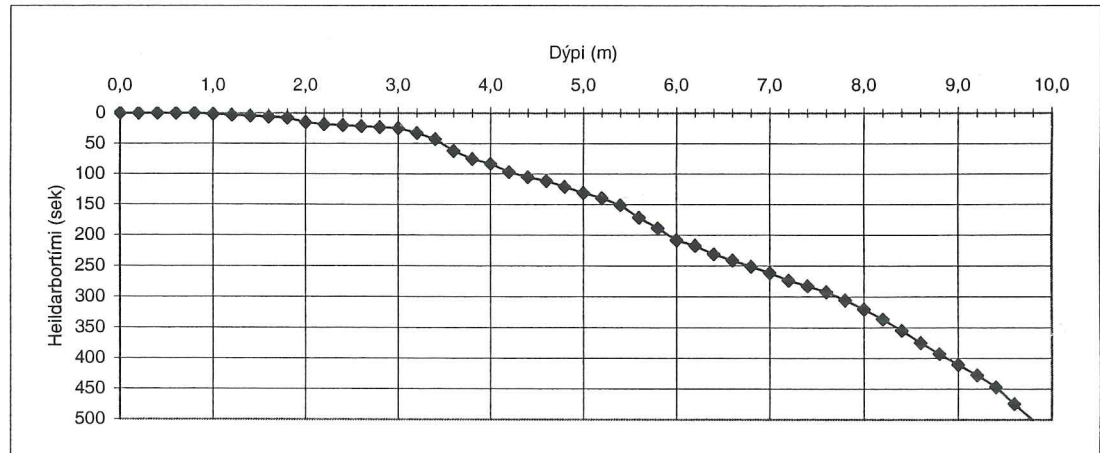
Aths.: Sendinn jökulleir í botni, dökkgrár á oddi.

Hola nr.: 2	Staðsetning: Dælustöð við Kaldárholt
Kóti: _____ m y.s.	Verkkaupi: Viðlagatrygging
Dagss.: 15/4 2003	Unnið af: Þórólfí Hafstað (OS), Hallgrími Indriðas.(VST)



Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
0,0	0	handrekið	0,00
0,2	-0,2	handrekið	0,00
0,4	-0,4	handrekið	0,00
0,6	-0,6	handrekið	0,00
0,8	-0,8	handrekið	0,00
1,0	-1,0	1,38	1,38
1,2	-1,2	2,00	3,38
1,4	-1,4	1,38	4,76
1,6	-1,6	1,62	6,38
1,8	-1,8	1,45	7,83
2,0	-2,0	7,40	15,23
2,2	-2,2	3,38	18,61
2,4	-2,4	1,51	20,12
2,6	-2,6	1,46	21,58
2,8	-2,8	1,32	22,90
3,0	-3,0	1,90	24,80
3,2	-3,2	7,98	32,78
3,4	-3,4	9,74	42,52
3,6	-3,6	19,57	62,09
3,8	-3,8	13,07	75,16
4,0	-4,0	7,96	83,12
4,2	-4,2	13,77	96,89
4,4	-4,4	8,34	105,23
4,6	-4,6	6,54	111,77
4,8	-4,8	9,06	120,83
5,0	-5,0	10,08	130,91
5,2	-5,2	8,34	139,25
5,4	-5,4	11,83	151,08
5,6	-5,6	20,34	171,42
5,8	-5,8	17,78	189,20
6,0	-6,0	19,32	208,52

Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
6,2	-6,2	9,1	217,62
6,4	-6,4	13,69	231,31
6,6	-6,6	9,83	241,14
6,8	-6,8	9,95	251,09
7,0	-7,0	10,57	261,66
7,2	-7,2	12,08	273,74
7,4	-7,4	8,84	282,58
7,6	-7,6	9,44	292,02
7,8	-7,8	13,04	305,06
8,0	-8,0	15,03	320,09
8,2	-8,2	16,33	336,42
8,4	-8,4	18,51	354,93
8,6	-8,6	19,99	374,92
8,8	-8,8	17,59	392,51
9,0	-9,0	18,22	410,73
9,2	-9,2	16,64	427,37
9,4	-9,4	19,25	446,62
9,6	-9,6	27,85	474,47
9,8	-9,8	26,31	500,78
10,0	-10,0		



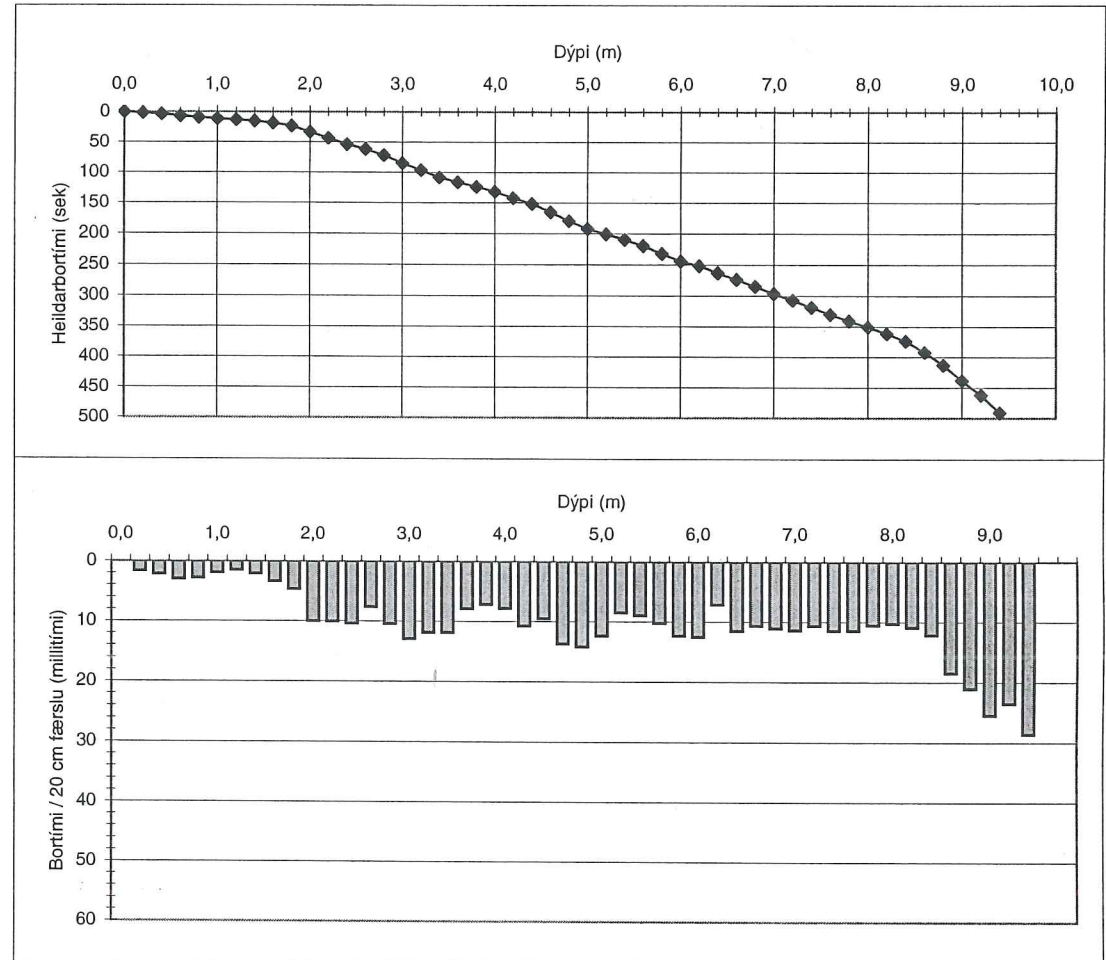
Yfirborð: Fylling, suðvestan við vatnsgeymi. Á brún við gryfju sem grafin var og sýni tekin þar.
Lokadýpi: 9,8 m - hætt
Aths.:

Hola nr.: 3	Staðsetning: Dælustöð við Kaldárholt
Kóti: _____ m y.s.	Verkkaupi: Viðlagatrygging
Dagss.: 15/4 2003	Unnið af: Þórólf Hafstað (OS), Hallgrími Indriðas.(VST)



Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
0,0	0	0,00	0,00
0,2	-0,2	1,64	1,64
0,4	-0,4	2,22	3,86
0,6	-0,6	3,03	6,89
0,8	-0,8	2,84	9,73
1,0	-1,0	1,95	11,68
1,2	-1,2	1,48	13,16
1,4	-1,4	2,07	15,23
1,6	-1,6	3,41	18,64
1,8	-1,8	4,66	23,30
2,0	-2,0	10,00	33,30
2,2	-2,2	10,07	43,37
2,4	-2,4	10,38	53,75
2,6	-2,6	7,62	61,37
2,8	-2,8	10,44	71,81
3,0	-3,0	12,88	84,69
3,2	-3,2	11,88	96,57
3,4	-3,4	11,87	108,44
3,6	-3,6	7,93	116,37
3,8	-3,8	7,23	123,60
4,0	-4,0	7,83	131,43
4,2	-4,2	10,74	142,17
4,4	-4,4	9,49	151,66
4,6	-4,6	13,72	165,38
4,8	-4,8	14,21	179,59
5,0	-5,0	12,35	191,94
5,2	-5,2	8,50	200,44
5,4	-5,4	8,97	209,41
5,6	-5,6	10,19	219,60
5,8	-5,8	12,29	231,89
6,0	-6,0	12,55	244,44

Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
6,2	-6,2	7,16	251,60
6,4	-6,4	11,51	263,11
6,6	-6,6	10,66	273,77
6,8	-6,8	11,09	284,86
7,0	-7,0	11,41	296,27
7,2	-7,2	10,63	306,90
7,4	-7,4	11,46	318,36
7,6	-7,6	11,43	329,79
7,8	-7,8	10,55	340,34
8,0	-8,0	10,26	350,60
8,2	-8,2	10,9	361,50
8,4	-8,4	12,14	373,64
8,6	-8,6	18,47	392,11
8,8	-8,8	21,1	413,21
9,0	-9,0	25,47	438,68
9,2	-9,2	23,56	462,24
9,4	-9,4	28,62	490,86
9,6	-9,6		
9,8	-9,8		
10,0	-10,0		



Yfirborð: Vegfylling/hlað norður af vatnsgeymi.

Lokadýpi: 9,4 m - hætt

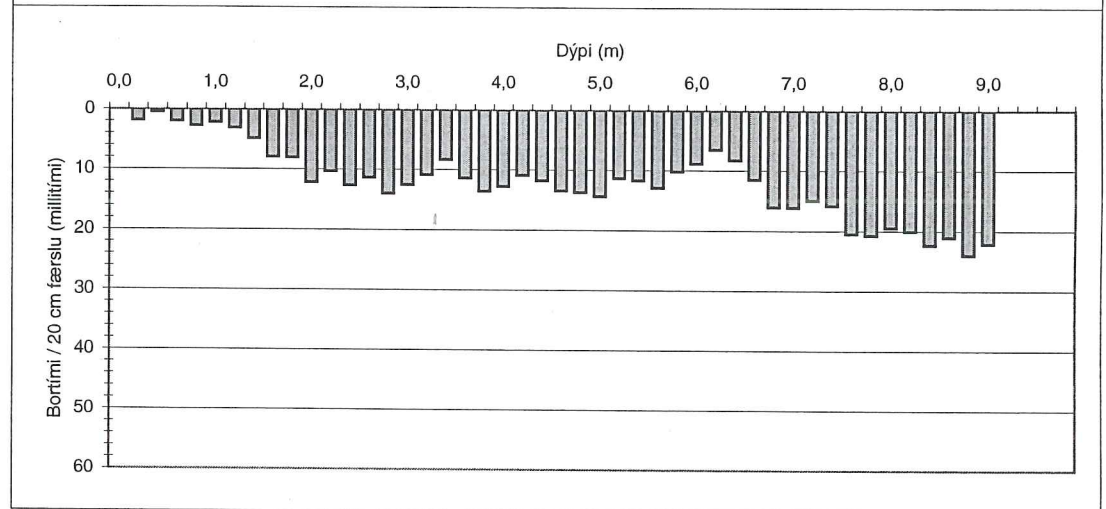
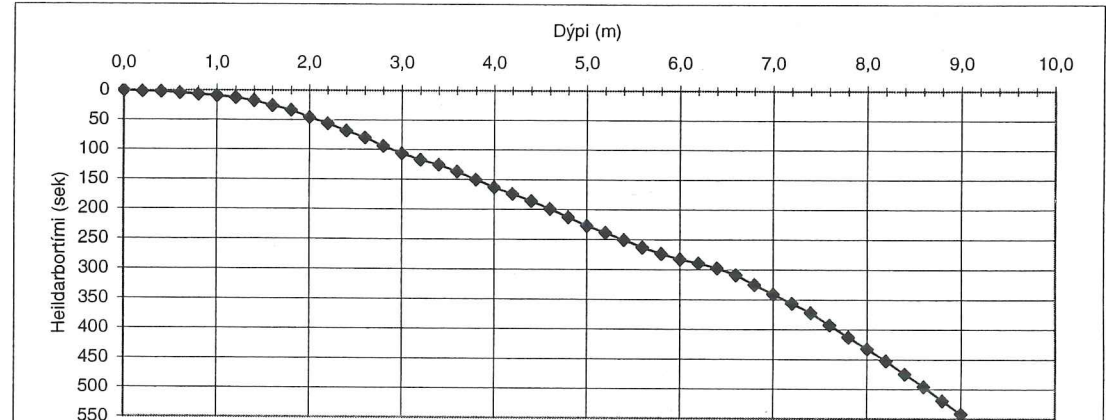
Aths.: Farið að ganga hægar á súðustu 10 cm. Silt, blandað fínsandi á oddi og í raufum. Grófari sandur 1 m ofar.

Hola nr.: 4	Staðsetning: Dælustöð við Kaldárholt
Kóti: _____ m y.s.	Verkkaupi: Viðlagatrygging
Dagss.: 15/4 2003	Unnið af: Þórólfí Hafstað (OS), Hallgrími Indriðas.(VST)



Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
0,0	0	0,00	0,00
0,2	-0,2	1,89	1,89
0,4	-0,4	0,46	2,35
0,6	-0,6	2,00	4,35
0,8	-0,8	2,75	7,10
1,0	-1,0	2,23	9,33
1,2	-1,2	3,13	12,46
1,4	-1,4	4,89	17,35
1,6	-1,6	7,94	25,29
1,8	-1,8	8,04	33,33
2,0	-2,0	12,13	45,46
2,2	-2,2	10,33	55,79
2,4	-2,4	12,63	68,42
2,6	-2,6	11,34	79,76
2,8	-2,8	13,96	93,72
3,0	-3,0	12,54	106,26
3,2	-3,2	10,87	117,13
3,4	-3,4	8,31	125,44
3,6	-3,6	11,38	136,82
3,8	-3,8	13,56	150,38
4,0	-4,0	12,75	163,13
4,2	-4,2	10,93	174,06
4,4	-4,4	11,75	185,81
4,6	-4,6	13,45	199,26
4,8	-4,8	13,71	212,97
5,0	-5,0	14,37	227,34
5,2	-5,2	11,36	238,70
5,4	-5,4	11,72	250,42
5,6	-5,6	12,88	263,30
5,8	-5,8	10,21	273,51
6,0	-6,0	8,85	282,36

Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
6,2	-6,2	6,54	288,90
6,4	-6,4	8,3	297,20
6,6	-6,6	11,49	308,69
6,8	-6,8	16,05	324,74
7,0	-7,0	16,13	340,87
7,2	-7,2	14,97	355,84
7,4	-7,4	15,82	371,66
7,6	-7,6	20,49	392,15
7,8	-7,8	20,75	412,90
8,0	-8,0	19,47	432,37
8,2	-8,2	20,08	452,45
8,4	-8,4	22,34	474,79
8,6	-8,6	21,06	495,85
8,8	-8,8	24,03	519,88
9,0	-9,0	22,16	542,04
9,2	-9,2		
9,4	-9,4		
9,6	-9,6		
9,8	-9,8		
10,0	-10,0		



Yfirborð: Vegur / hlað norðan við dæluskúr (-holu).

Lokadýpi: 9,0 m - hætt

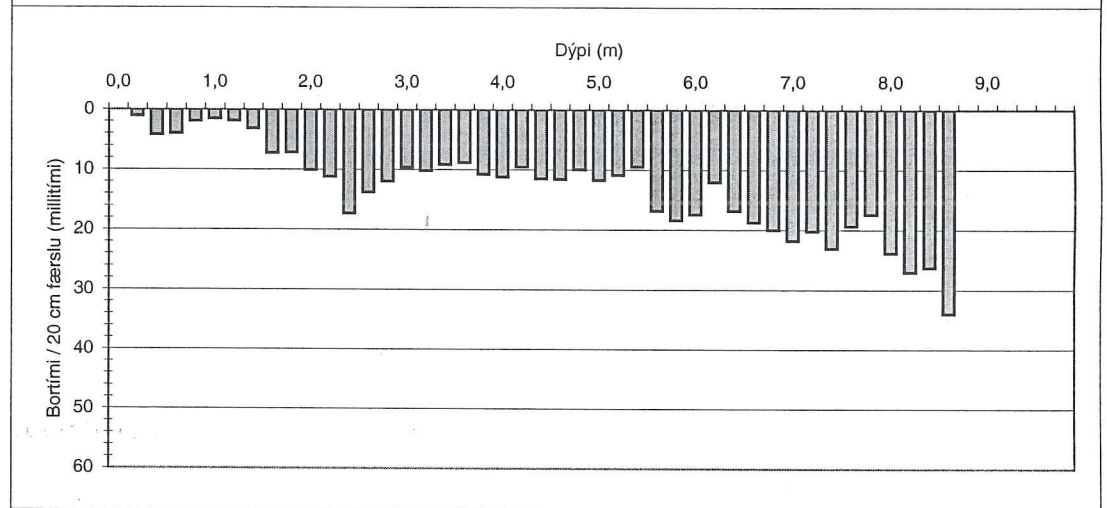
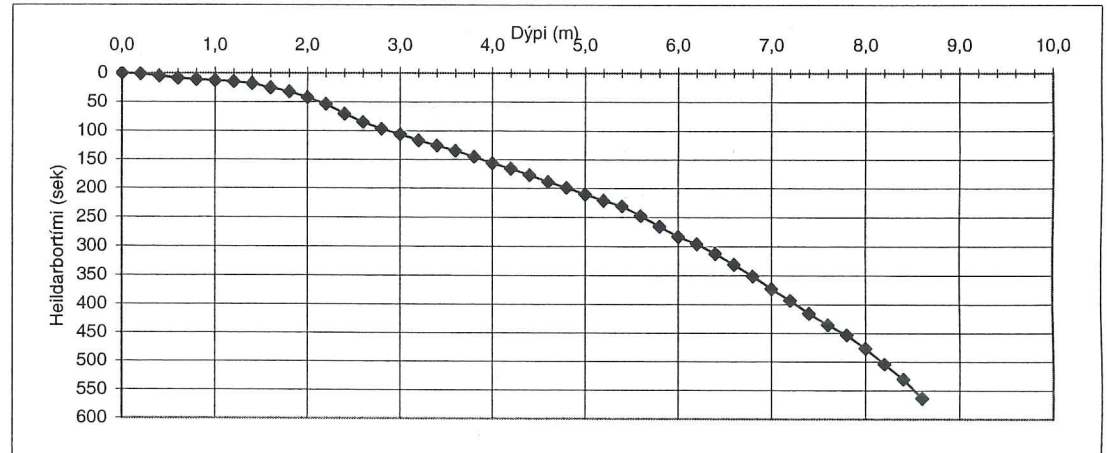
Aths.:

Hola nr.: 5	Staðsetning: Dælustöð við Kaldárholt
Kóti: _____ m y.s.	Verkkaupi: Viðlagatrygging
Dagss.: 15/4 2003	Unnið af: Þórólfi Hafstað (OS), Hallgrími Indriðas.(VST)



Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
0,0	0	0,00	0,00
0,2	-0,2	1,05	1,05
0,4	-0,4	4,18	5,23
0,6	-0,6	3,96	9,19
0,8	-0,8	1,94	11,13
1,0	-1,0	1,57	12,70
1,2	-1,2	1,87	14,57
1,4	-1,4	3,16	17,73
1,6	-1,6	7,25	24,98
1,8	-1,8	7,15	32,13
2,0	-2,0	10,06	42,19
2,2	-2,2	11,19	53,38
2,4	-2,4	17,33	70,71
2,6	-2,6	13,77	84,48
2,8	-2,8	11,94	96,42
3,0	-3,0	9,60	106,02
3,2	-3,2	10,16	116,18
3,4	-3,4	9,14	125,32
3,6	-3,6	8,83	134,15
3,8	-3,8	10,77	144,92
4,0	-4,0	11,18	156,10
4,2	-4,2	9,54	165,64
4,4	-4,4	11,44	177,08
4,6	-4,6	11,56	188,64
4,8	-4,8	9,94	198,58
5,0	-5,0	11,71	210,29
5,2	-5,2	10,85	221,14
5,4	-5,4	9,44	230,58
5,6	-5,6	16,82	247,40
5,8	-5,8	18,41	265,81
6,0	-6,0	17,40	283,21

Dýpi (m)	Hæð (m y.s.)	Millitími (sek)	Tími (sek)
6,2	-6,2	12,05	295,26
6,4	-6,4	16,84	312,10
6,6	-6,6	18,72	330,82
6,8	-6,8	20	350,82
7,0	-7,0	21,77	372,59
7,2	-7,2	20,23	392,82
7,4	-7,4	23,04	415,86
7,6	-7,6	19,33	435,19
7,8	-7,8	17,4	452,59
8,0	-8,0	23,88	476,47
8,2	-8,2	27,04	503,51
8,4	-8,4	26,29	529,80
8,6	-8,6	33,96	563,76
8,8	-8,8		
9,0	-9,0		
9,2	-9,2		
9,4	-9,4		
9,6	-9,6		
9,8	-9,8		
10,0	-10,0		

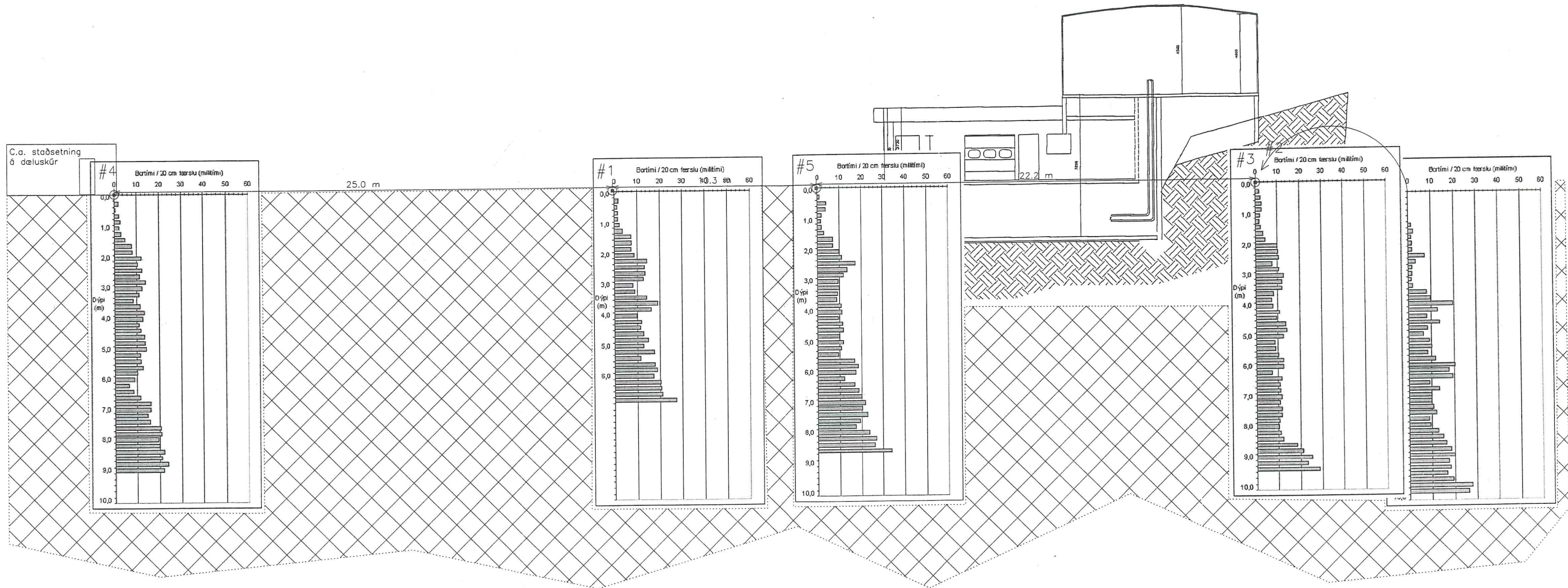


Yfirborð: Vegur / hlað norðan við dælustöð

Lokadýpi: 8,6 m - hætt

Aths.: Byrjar að höggva á 5,4 m dýpi. Dregið upp, vantar 2 m (neðstu). Líklega brotnað á niðurleið, marið á samskeytum, sem hefur áhrif á borganginn (berist saman við ferla í holum 1 og 3).

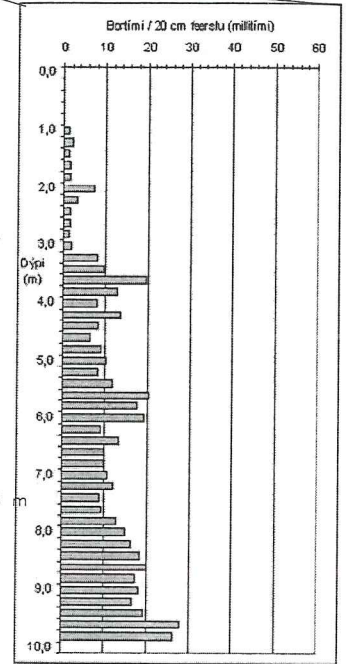
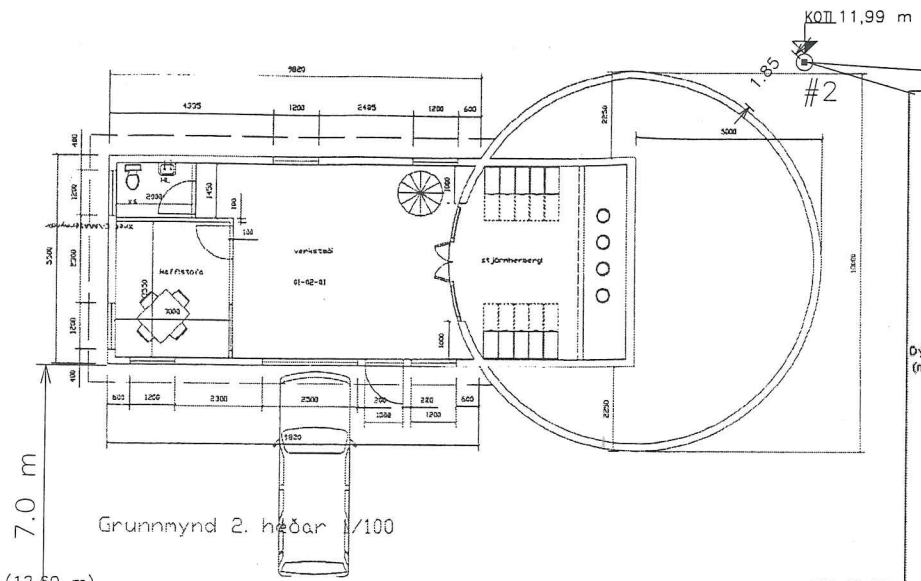
C.a. staðsetning á dæluskúr



Hæðarkótar miða við að hæð neðri gólfplötu sé 10 m.
Hæðarmunur efri og neðri gólfplötu 2,9 m skv. teikn.

Br.	Dags.	Breyting	Br.	Sp.
Dælustöð Hitaveitu Rangæinga, Kaldórholti. Staðsetn. slagborshola og niðurst. í sniði.				
<small>Arnósa 4, 108 Reykjavík Sími: 569 5000 Fax: 569 5010</small>				
Hannabú:	PRP/HDI	Talman:	HDI	Virkjan:
Sambýskkt: Kt.				
Tilvísun:				
K:/2000.01.28\ymisleg\HDI\cobra_1.dgn				
Mkv. 1:200				
Dags. 21.05.2003 N° 2000.0128-02				

C.a. staðsetning á dæluskúr



#4 KQII 12,65 m

25.0 m

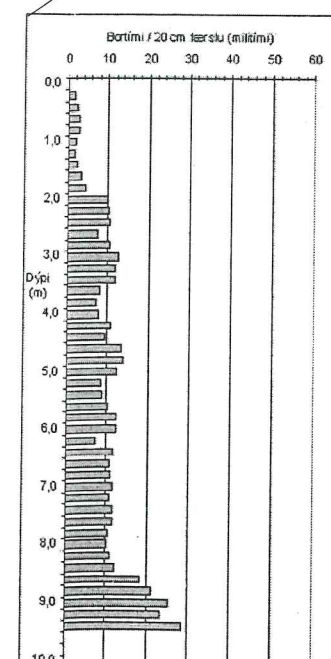
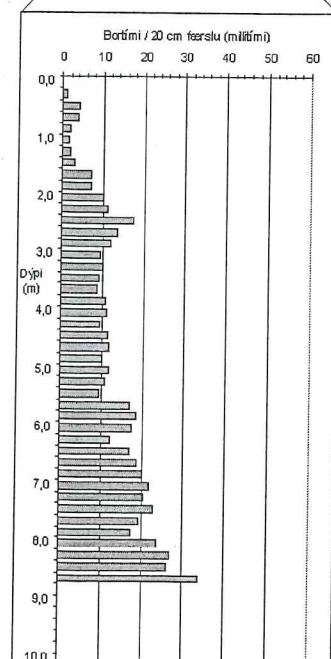
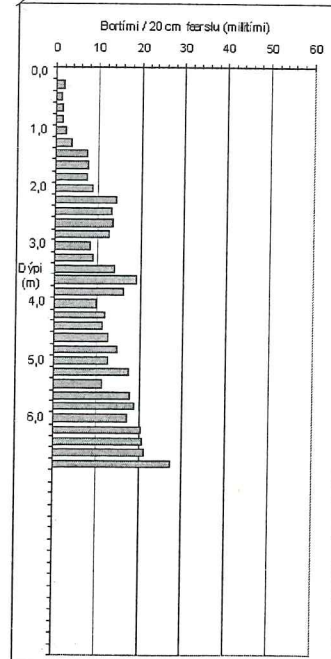
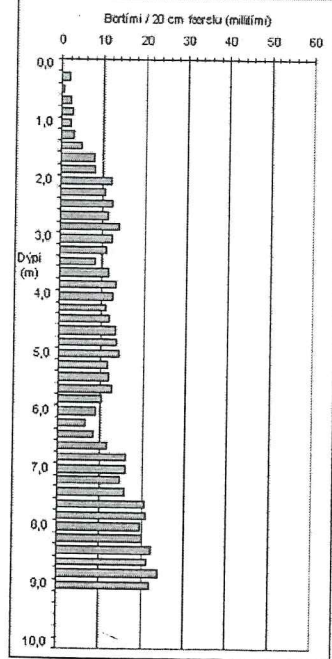
#1 KQII 12,57 m

10.3 m

#5 KQII (12,60 m)

22.2 m

#3 KQII 12,60 m



Br.	Dags.	Breyling	Br.	Sp.

Dælustöð Hitaveitu Rangæinga, Kaldárholti.
Staðsetn. slagborshola og niðurst. í plani.

ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

VST Verkfæðistofa
Sigurðar Thoroddsson hf.
Armóla 4, 108 Reykjavík Sími: 569 5000 Fax: 569 5010

Hönnuð: PRP/HDI Teknað: HDI Yfirferð:

Sambýkt: Kl.:

Hæðarkótar miða við að hæð neðri gólfplötu sé 10 m.