



Dýpkun holu KJ-27

Ásgrímur Guðmundsson

Greinargerð ÁsG-97-07

Dýpkun holu KJ-27

Inngangur

Hola KJ-27 í Kröflu var boruð í ágúst 1996 niður á 1104 m dýpi. Hún er í Leirbotnum og var valinn staður sem er nokkurn veginn á línu milli holu KJ-11 og KJ-3A, um það bil 30 m vestan við gufulögnina í 486,4 m h.y.s. Staðsetning holunnar er sýnd á mynd 1 og hnit hennar eru:

$$X = 443.303,55$$

$$Y = 579.580,18$$

Tvær skýrslur voru gefnar út um borun holunnar ásamt verklýsingu:

Verklýsing fyrir holur KJ-27 og KJ-28 (OS-96039/JHD-24 B), *Sverrir Þórhallsson o.fl.*

Krafla, borun holu KJ-27 - 1. Áfangi (70-395 m) (OS-96058/JHD-36 B), *Ásgrimur Guðmundsson o.fl.*

Krafla - Borun vinnsluhluta holu KJ-27 (OS-96061/JHD-37 B), *Hjalti Franzson o.fl.*

Í skýrslunum er gerð grein fyrir undirbúningi og gangi borverksins og þeim upplýsingum er féllu til meðan á því stóð. Upphaflega var gert ráð fyrir að holan ynni vökva úr efra kerfi Leirbotna og var hönnuð sem slík. Vegna lélegrar gæfni hefur verið ákveðið að fódra af efra kerfið með 9 5/8" föðringu og steypa hana. Síðan að dýpka holuna niður með það að markmiði að skera tvær sprungur sem liggja austan holunnar en halla í áttina til hennar. Ákveðið er að nota til verksins stefnuborunartæki.

Lýsing á staðhättum

Staðsetning holunar tók mið af því að sprunga liggur austan hennar, sem líklega veitir vökva út í lárétt velleiðandi lög. Meðan á borun vinnsluhlutans stóð töpuðust þegar mest var um 10 l/s af skolvatni út í jarðhitageyminn. Í örvunaraðgerðum eftir borun fór skoltapið vel yfir 40 l/s og í þrepaðælingu í borlok var talið að allt að 60 l/s töpuðust. Holan olli vonbrigðum þegar henni var hleypt upp vegna aflleysis og var því brugðið á það ráð í tvígang að kæla holuna niður eftir upphitun í þeirri von að æðarnar í henni opnuðust betur, en árangur var ekki sýnilegur. Sennilega er velleiðandi lag eða sprunga í næsta nágrenni holunnar og helst samgangur þar á milli þegar holan er köld, en við hitnun þá þenst bergið nægilega mikið til að draga verulega úr rennsli inn í holuna.

Sprungu sem talið er að fæði holur KJ-9 og KJ-28 er talin liggja upp til yfirborðs um 120 m austan við holu KJ-27. Áætlaður halli hennar er um 3°. Með því að halda áfram að bora beint niður þá ætti holan að skera sprunguna en það er ekki gefið, þar sem lítilsháttar halli á holunni til vesturs getur auðveldlega valdið því að hún hitti ekki á sprunguna. Þá er miðað við 2.100 m holudýpi. Því var tekin sú ákvörðun að nota stefnuborunartæki við áframhaldandi borun. Eftirfarandi forsendur voru lagðar til grundvallar:

- *Leirbotnasprungu er talin vera um 120 m austan við KJ-27 með 3° halla til vesturs.*
- *Hveragilssprungan er um 400 m austan við holu KJ-27 með 3° halla til vesturs.*
- *Hallauppbygging hefst á 1.200 m dýpi.*
- *Stefna sem næst því að vera hornrétt á sprungurnar en í góðri fjarlægð frá æðum í öðrum holum.*

Áætlaður halli á meintum sprungum og holu KJ-27 er sýndur á mynd 2 og töluleg gögn þar að látandi eru í töflu 1. Lagt er til að bora beint niður úr vinnsluföðringunni í um 1.200 m dýpi og

Þaðan 2° uppbygging á hverja 30 m þar til 30° halla er náð. Stefnan verður 100° ± 10°, þ.e. 10° sunnan við austur. Að því gefnu að forsendur standist þá verður Leirbotnasprungan skorin á 1300 - 1400 m dýpi og Hveragilssprungan á 1800 - 2000 m dýpi. Endanlegar dýptartölur verða ákveðnar á staðnum af staðarjarðfræðingi í samráði við boreftirlit.

Búast má við að hiti í neðri hluta holu KJ-27 fylgi suðumarksferli. Yfirþrýstingur umfram kalda vatnssúlu hefur ekki komið fram við borun hola þarna í nágrenninu, en þær eru all margar. Samt er full ástæða til að vera á varðbergi þar sem enginn merkjanlegur niðurdráttur hefur sést í neðri hluta Leirbotna.

Upplýsingar frá borun og upphitun holu KJ-13

Holum KJ-13 og KJ-13B voru gerð góð skil í skýrslum Orkustofnunar:

Krafla - hola KJ-13. Borun rannsóknir og vinnslueiginleikar (OS82046/JHD07), tekið saman af Valgarði Stefánssyni o.fl. 1982.

Krafla, Hola KJ-13 - Endurborun í júlí og ágúst 1983, (OS-83077/JHD-23 B), tekið saman af Ásgrimi Guðmundssyni o.fl. 1983.

Í fyrri skýrslunni er ítarlega fjallað um úrvinnslu gagna úr holu KJ-13, en hin eins og nafnið gefur til kynna fjallar um endurvinnslu KJ-13 þegar skáborað var út úr henni á tæplega 900 m dýpi og holunni stefnt þvert á Hveragilið.

Hola KJ-13 skar hvorki Leirbotna- né Hvergilssprunguna þegar hún var boruð 1980. Hún var staðsett á milli þeirra og boraðist með vægum halla svipuðum og sprungurnar og hélt þar af leiðandi nokkurn veginn sömu fjarlægð við þær alveg til botns. Á mynd 3 eru sýndir hitaferlar úr holu KJ-13 þegar borun var að ljúka sumarið 1980. Fyrstu tveir ferlarnir eru af mælingum í stöngum, en seinni þrír eru mældir í 22- 24 l/s ádælingu. Lítið sem ekkert er um æðar neðan 1.700 m dýpis, en vísbending var um æð niður við botn sem skilaði sér ekki inn í holuna. Mynd 4 sýnir upphitunarmælingar eftir borun og kemur þar fram hitastökk á 1.000 til 1.100 m dýpi, sem er hitabreytingin þegar borað er úr efra kerfinu í það neðra. Mynd 5 sýnir þrýsting í holu KJ-13 hálfum mánuði eftir borun.

Á mynd 6 er yfirlit yfir skoltapsmælingar neðan 1.100 m dýpis. Þar kemur fram að mesta skoltap í borun var um 14 l/s og var það að smáaukast niður undir 1.700 m dýpi.

Hola KJ-13 var að mestu boruð í innskot neðan 1.100 m dýpis og er jarðlagastaflinn sýndur á mynd 7. Þar er tekið fram hvers konar berg er til staðar og dreifing ummyndunarsteinda. Hér á eftir er stutt lýsing á jarðlögum:

1.000 - 1.520 m dýpi. Innskotsberg er hér ráðandi. Mest ber á grófkorna dóleríti, en finkorna basalt sést öðru hvoru. Breksíur sjást af og til milli innskotanna. Neðst í þessum kafla sést finkorna fersklegt innskot.

1.520 - 1.720 m dýpi. Hér ægir saman móbergi basalhraunlögum og innskotum. Bergið er allt mjög ummyndað. Lagskipting er ör og borhraði mjög breytilegur.

1.720 - 2.050 m dýpi. Innskot eru hér ráðandi eins langt niður og séð verðu. Þunn grófkorna dólerít innskot eru einkennandi niður 1830 m dýpi stundum með 5 - 10 m þykkum breksíum á milli. Þar neðan við cru innskotin þykkari, bæði fin- og grófkorna. Á 1.900 - 2.000 m dýpi er komið í súr innskot og ekki var ljóst hvort æðar tengdust þeim.

Rétt er að benda á að erfitt er að tengja milli hola þegar innskot eru ráðandi berggerðir, en aftur á móti gefur það til kynna við hverju má búast. Til frekari glöggvunar þá fylgir hér með einfaldað jarðlagsniða af holu KJ-13B ásamt mælingum á skoli. Þar kemur glögg í ljós breytingin sem á sér stað þegar borað er í Hveragilssprunguna á um 1400 m dýpi. Jarðlögin eru sambærileg holu KJ-13.

Öryggislokar við borun

Til þess að loka holunni meðan borstengur eru í henni eru svonefndir öryggislokar "blow-out preventers" og eru þeir af fjórum gerðum

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

Niðurlag

Greinargerð þessi kemur sem viðbót við verksamning, KRA-08, milli Landsvirkjunar og Jarðborana hf. Hér er kveðið nánar á um áframhaldandi borun holu KJ-27 auk þess sem lagðar eru til upplýsingar frá nærliggjandi holum, sem gætu reynst gagnlegar við framkvæmd verksins. Jafnframt fylgir með í viðauka 1 föðrunarskýrsla um leiðarann í KJ-27.

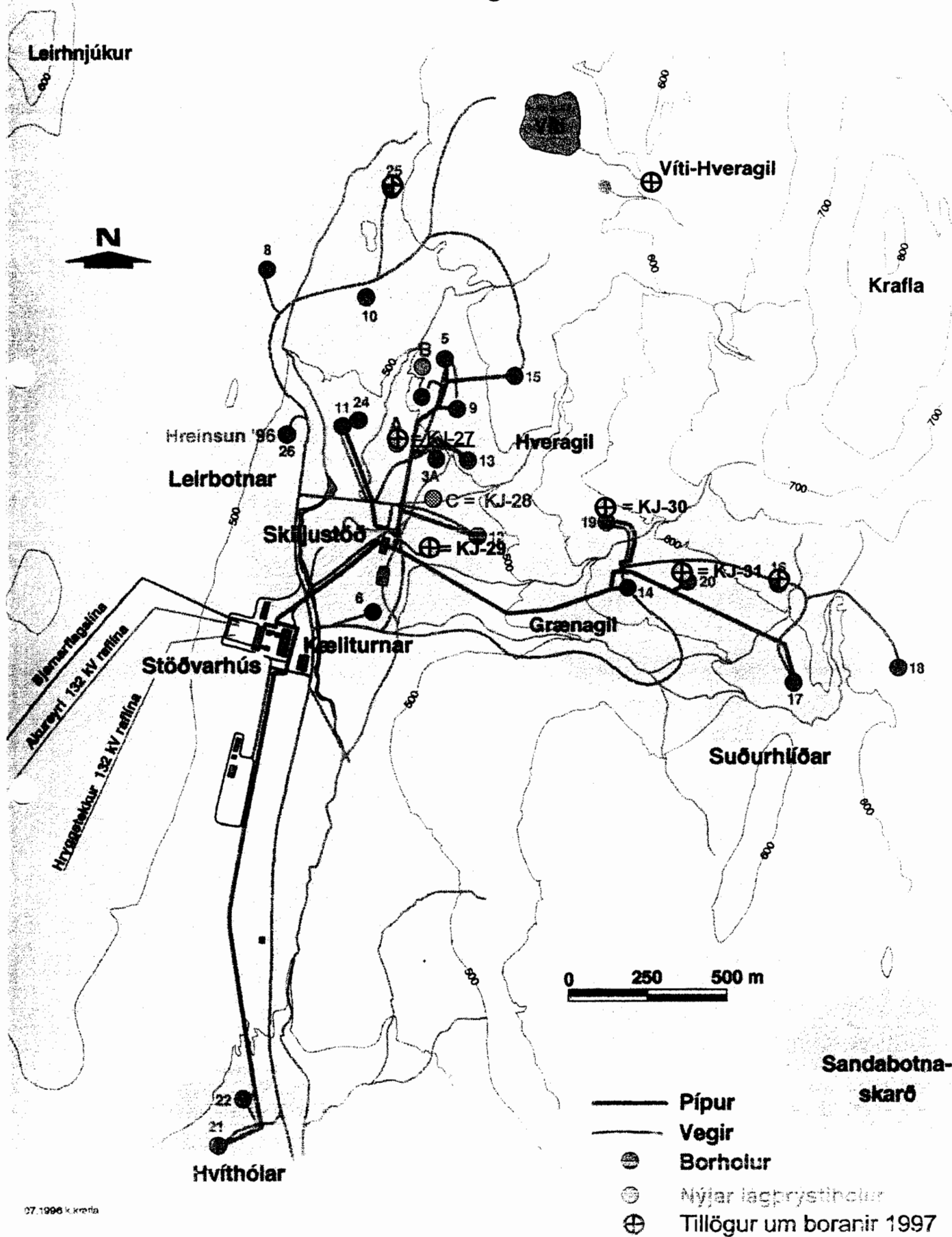
2^ouppbygging

Dýpi (m)	Halli	Sin af halla	Frávik (m)	Heildarfrávik (m)	Cos af halla	Frávik (m)	Heildarfrávik (m)	Halli	Sin	Frávik (m)	Heildarfrávik (m)	Halli	Sin	Frávik (m)	Heildarfrávik (m)
1200	1	0,01745241	20,94	0,00	0,9998477	1199,82	1199,82	3	0,052336	62,80	120	3	0,052336	62,80	400
1230	2	0,0348995	1,05	21,99	0,99939083	29,98	1229,80	3	0,052336	-1,57	55,63	3	0,052336	-1,57	335,63
1260	3	0,06975647	2,09	24,08	0,99756405	29,93	1259,73	3	0,052336	-1,57	54,06	3	0,052336	-1,57	334,06
1290	4	0,10452846	3,14	27,22	0,9945219	29,84	1289,56	3	0,052336	-1,57	52,49	3	0,052336	-1,57	332,49
1320	8	0,1391731	4,18	31,39	0,99026807	29,71	1319,27	3	0,052336	-1,57	50,92	3	0,052336	-1,57	330,92
1350	10	0,17364818	5,21	36,60	0,98480775	29,54	1348,81	3	0,052336	-1,57	49,35	3	0,052336	-1,57	329,35
1380	12	0,20791169	6,24	42,84	0,9781476	29,34	1378,16	3	0,052336	-1,57	47,78	3	0,052336	-1,57	327,78
1410	14	0,2419219	7,26	50,10	0,97029573	29,11	1407,27	3	0,052336	-1,57	46,21	3	0,052336	-1,57	326,21
1440	16	0,27563736	8,27	58,37	0,9612617	28,84	1436,10	3	0,052336	-1,57	44,64	3	0,052336	-1,57	324,64
1470	18	0,30901699	9,27	67,64	0,95105652	28,53	1464,64	3	0,052336	-1,57	43,07	3	0,052336	-1,57	323,07
1500	20	0,34202014	10,26	77,90	0,93969262	28,19	1492,83	3	0,052336	-1,57	41,50	3	0,052336	-1,57	321,50
1530	22	0,37460659	11,24	89,14	0,92718385	27,82	1520,64	3	0,052336	-1,57	39,93	3	0,052336	-1,57	319,93
1560	24	0,40673664	12,20	101,34	0,91354546	27,41	1548,05	3	0,052336	-1,57	38,36	3	0,052336	-1,57	318,36
1590	26	0,43837115	13,15	114,49	0,89879405	26,96	1575,01	3	0,052336	-1,57	36,79	3	0,052336	-1,57	316,79
1620	28	0,46947156	14,08	128,57	0,88294759	26,49	1601,50	3	0,052336	-1,57	35,22	3	0,052336	-1,57	315,22
1650	30	0,5	15,00	143,57	0,8660254	25,98	1627,48	3	0,052336	-1,57	33,65	3	0,052336	-1,57	313,65
1680	30	0,5	15,00	158,57	0,8660254	25,98	1653,46	3	0,052336	-1,57	32,08	3	0,052336	-1,57	312,08
1710	30	0,5	15,00	173,57	0,8660254	25,98	1679,44	3	0,052336	-1,57	30,51	3	0,052336	-1,57	310,51
1740	30	0,5	15,00	188,57	0,8660254	25,98	1705,42	3	0,052336	-1,57	28,94	3	0,052336	-1,57	308,94
1770	30	0,5	15,00	203,57	0,8660254	25,98	1731,41	3	0,052336	-1,57	27,37	3	0,052336	-1,57	307,37
1800	30	0,5	15,00	218,57	0,8660254	25,98	1757,39	3	0,052336	-1,57	25,80	3	0,052336	-1,57	305,80
1830	30	0,5	15,00	233,57	0,8660254	25,98	1783,37	3	0,052336	-1,57	24,23	3	0,052336	-1,57	304,23
1860	30	0,5	15,00	248,57	0,8660254	25,98	1809,35	3	0,052336	-1,57	22,66	3	0,052336	-1,57	302,66
1890	30	0,5	15,00	263,57	0,8660254	25,98	1835,33	3	0,052336	-1,57	21,09	3	0,052336	-1,57	301,09
1920	30	0,5	15,00	278,57	0,8660254	25,98	1861,31	3	0,052336	-1,57	19,51	3	0,052336	-1,57	299,51
1950	30	0,5	15,00	293,57	0,8660254	25,98	1887,29	3	0,052336	-1,57	17,94	3	0,052336	-1,57	297,94
1980	30	0,5	15,00	308,57	0,8660254	25,98	1913,27	3	0,052336	-1,57	16,37	3	0,052336	-1,57	296,37
2010	30	0,5	15,00	323,57	0,8660254	25,98	1939,25	3	0,052336	-1,57	14,80	3	0,052336	-1,57	294,80
2040	30	0,5	15,00	338,57	0,8660254	25,98	1965,23	3	0,052336	-1,57	13,23	3	0,052336	-1,57	293,23
2070	30	0,5	15,00	353,57	0,8660254	25,98	1991,21	3	0,052336	-1,57	11,66	3	0,052336	-1,57	291,66
2100	30	0,5	15,00	368,57	0,8660254	25,98	2017,19	3	0,052336	-1,57	10,09	3	0,052336	-1,57	290,09
2130	30	0,5	15,00	383,57	0,8660254	25,98	2043,17	3	0,052336	-1,57	8,52	3	0,052336	-1,57	288,52
2160	30	0,5	15,00	398,57	0,8660254	25,98	2069,16	3	0,052336	-1,57	6,95	3	0,052336	-1,57	286,95
2190	30	0,5	15,00	413,57	0,8660254	25,98	2095,14	3	0,052336	-1,57	5,38	3	0,052336	-1,57	285,38
2220	30	0,5	15,00	428,57	0,8660254	25,98	2121,12	3	0,052336	-1,57	3,81	3	0,052336	-1,57	283,81
2250	30	0,5	15,00	443,57	0,8660254	25,98	2147,10	3	0,052336	-1,57	2,24	3	0,052336	-1,57	282,24
2280	30	0,5	15,00	458,57	0,8660254	25,98	2173,08	3	0,052336	-1,57	0,67	3	0,052336	-1,57	280,67
2310	30	0,5	15,00	473,57	0,8660254	25,98	2199,06	3	0,052336	-1,57	-0,90	3	0,052336	-1,57	279,10
2340	30	0,5	15,00	488,57	0,8660254	25,98	2225,04	3	0,052336	-1,57	-2,47	3	0,052336	-1,57	277,53
2370	30	0,5	15,00	503,57	0,8660254	25,98	2251,02	3	0,052336	-1,57	-4,04	3	0,052336	-1,57	275,96

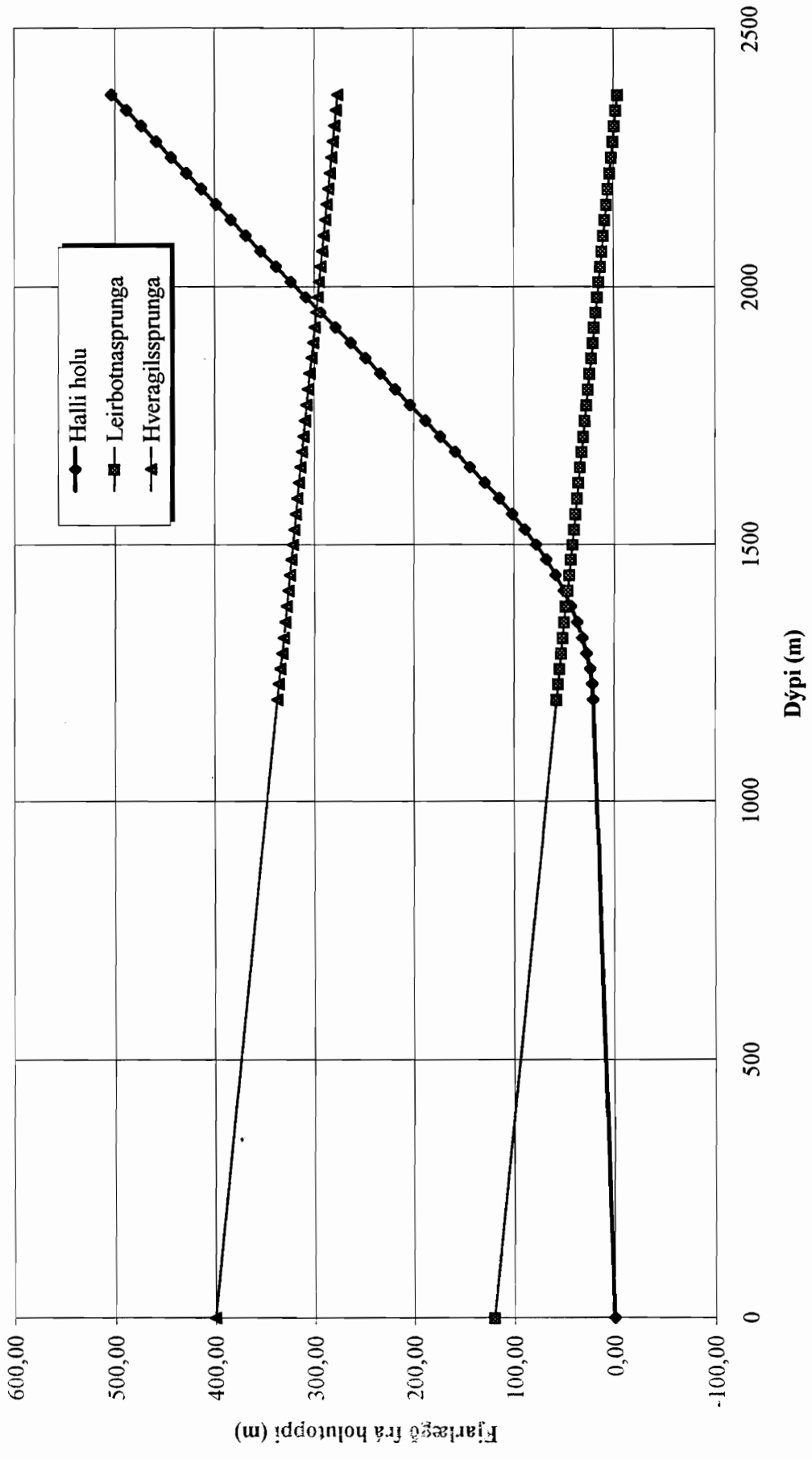
Tafla 1

Krafla 30+30 MW

Staðsetning holu KJ-31

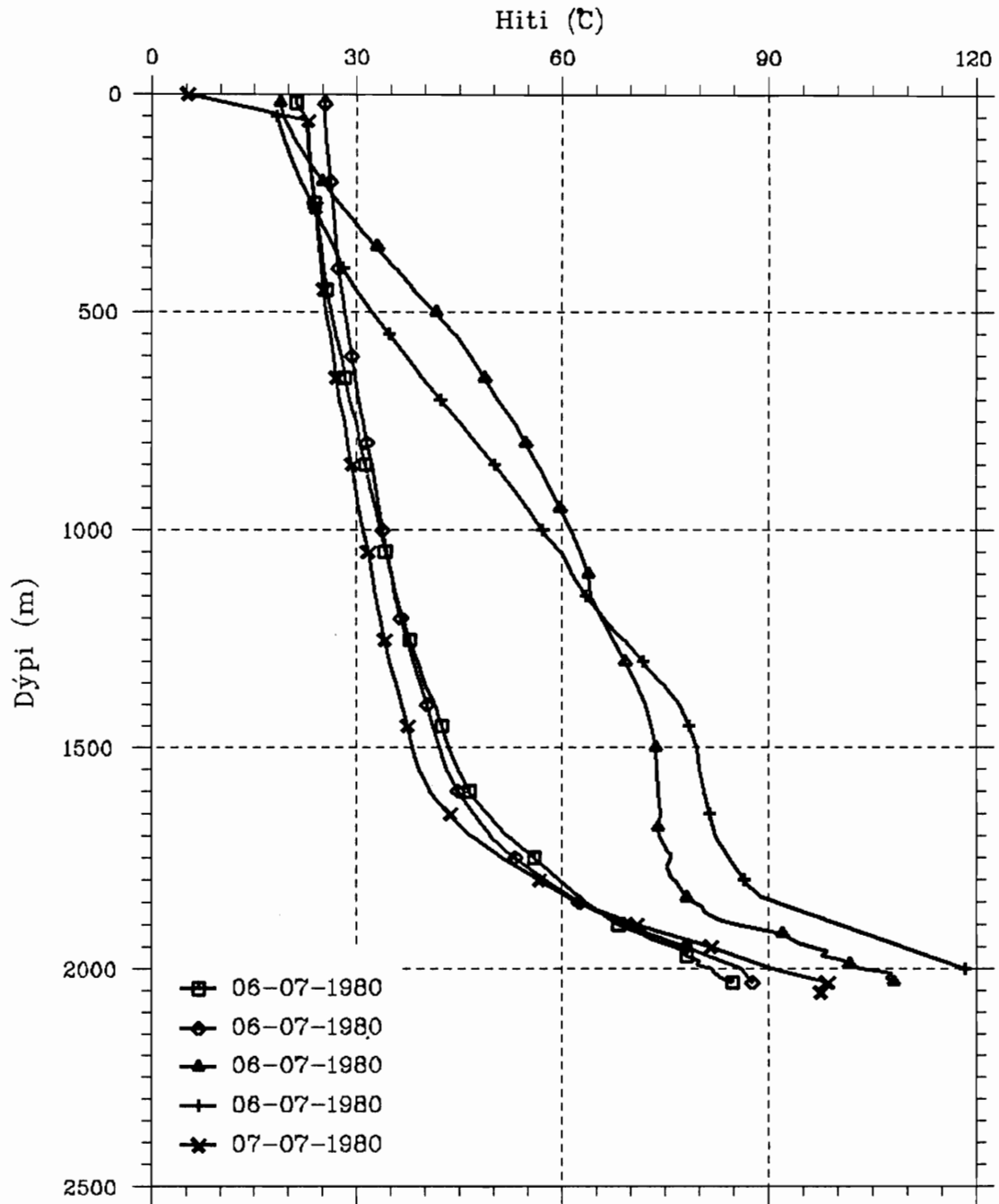


Áætlaður halli holu KJ-27 og nærliggjandi sprungur



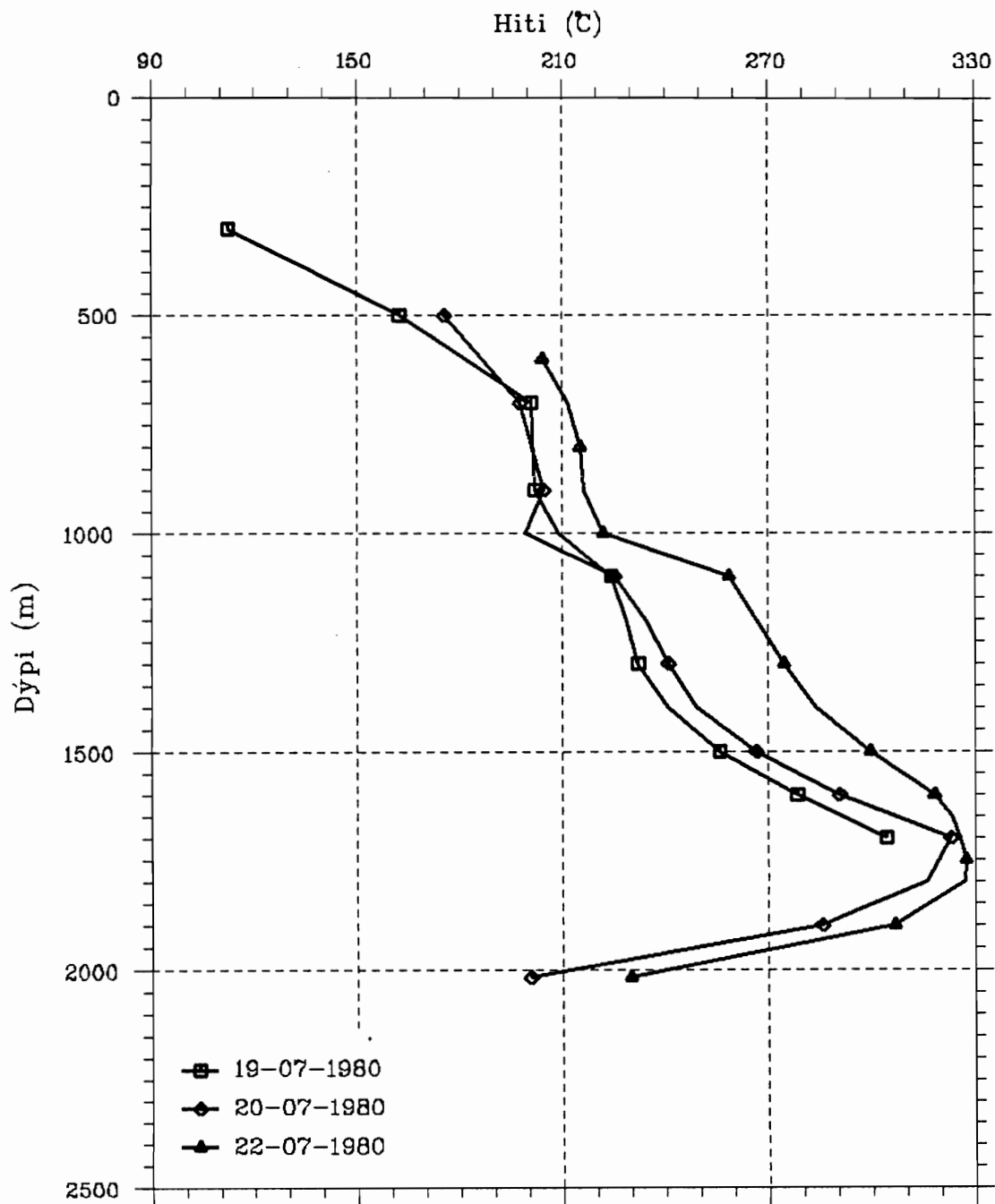
5 Oct 1997 asg
L= 58013 Oracle

Krafla hola KJ-13 Hitamælingar í vinnsluhluta í loki borunar



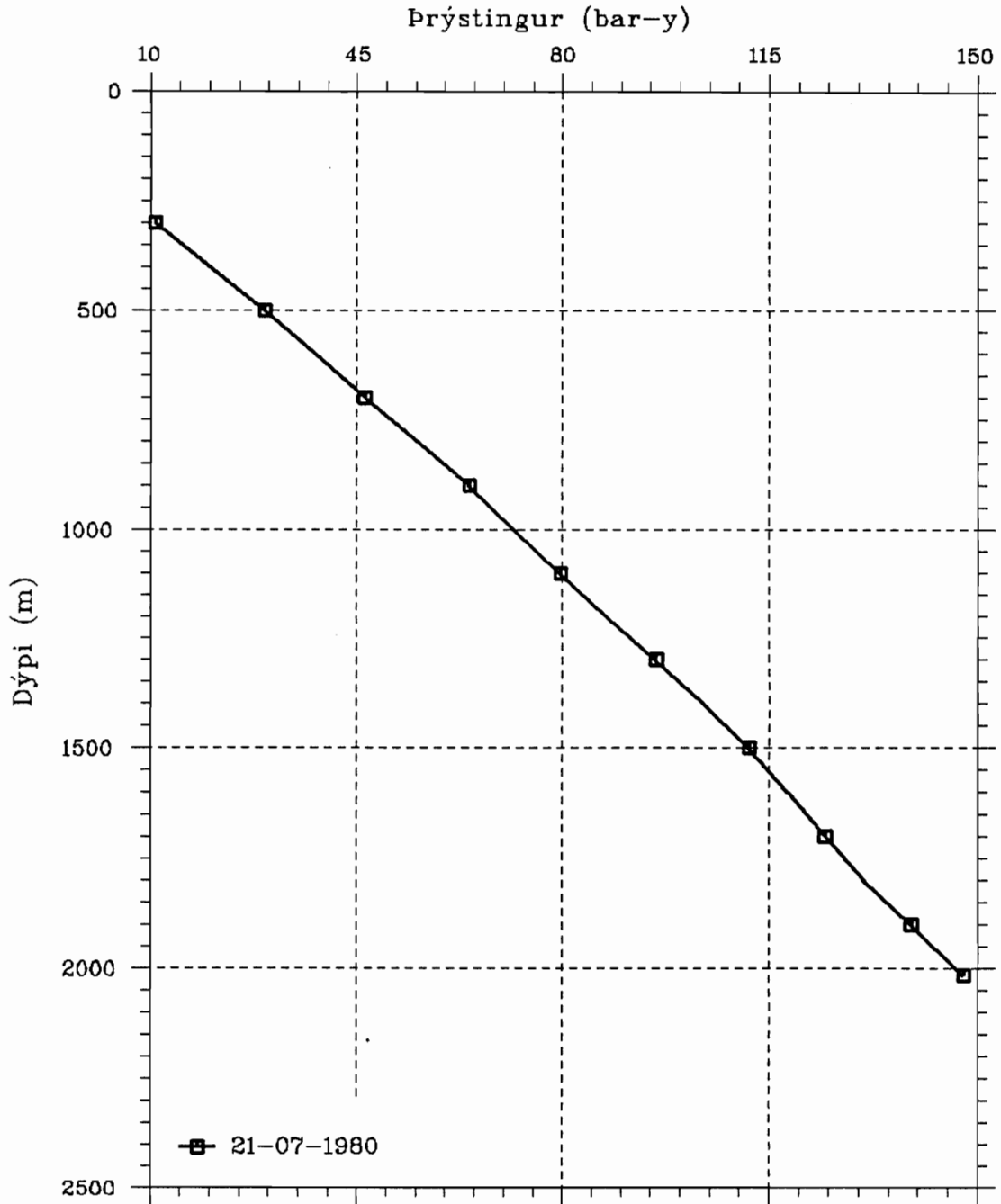
5 Oct 1987 asg
L= 58013 Oracle

Krafla hola KJ-13 Hitamælingar Upphitun eftir boun



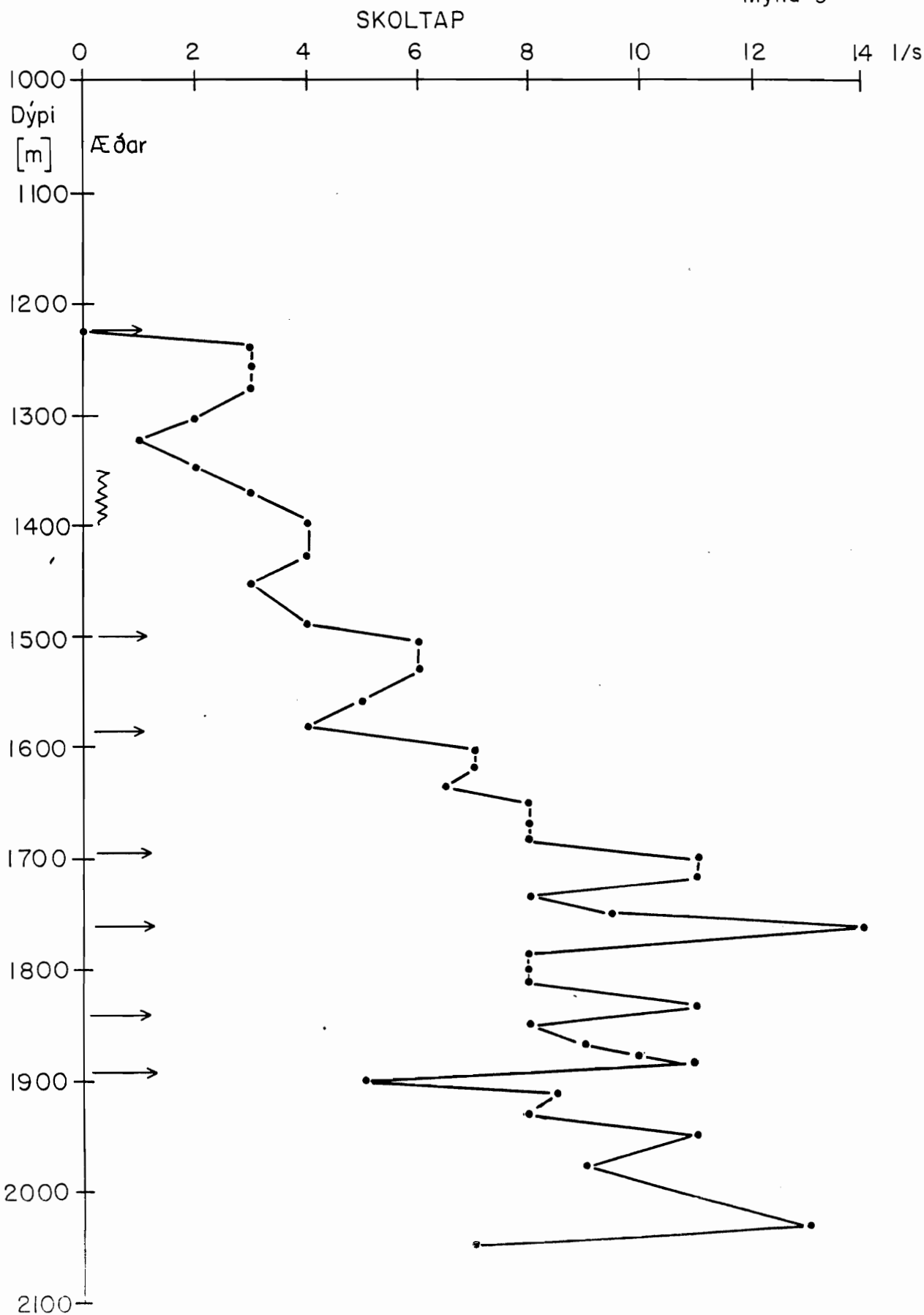
5 Oct 1997 asg
L= 58013 Oracle

Krafla hola KJ-13 Þrýstingur

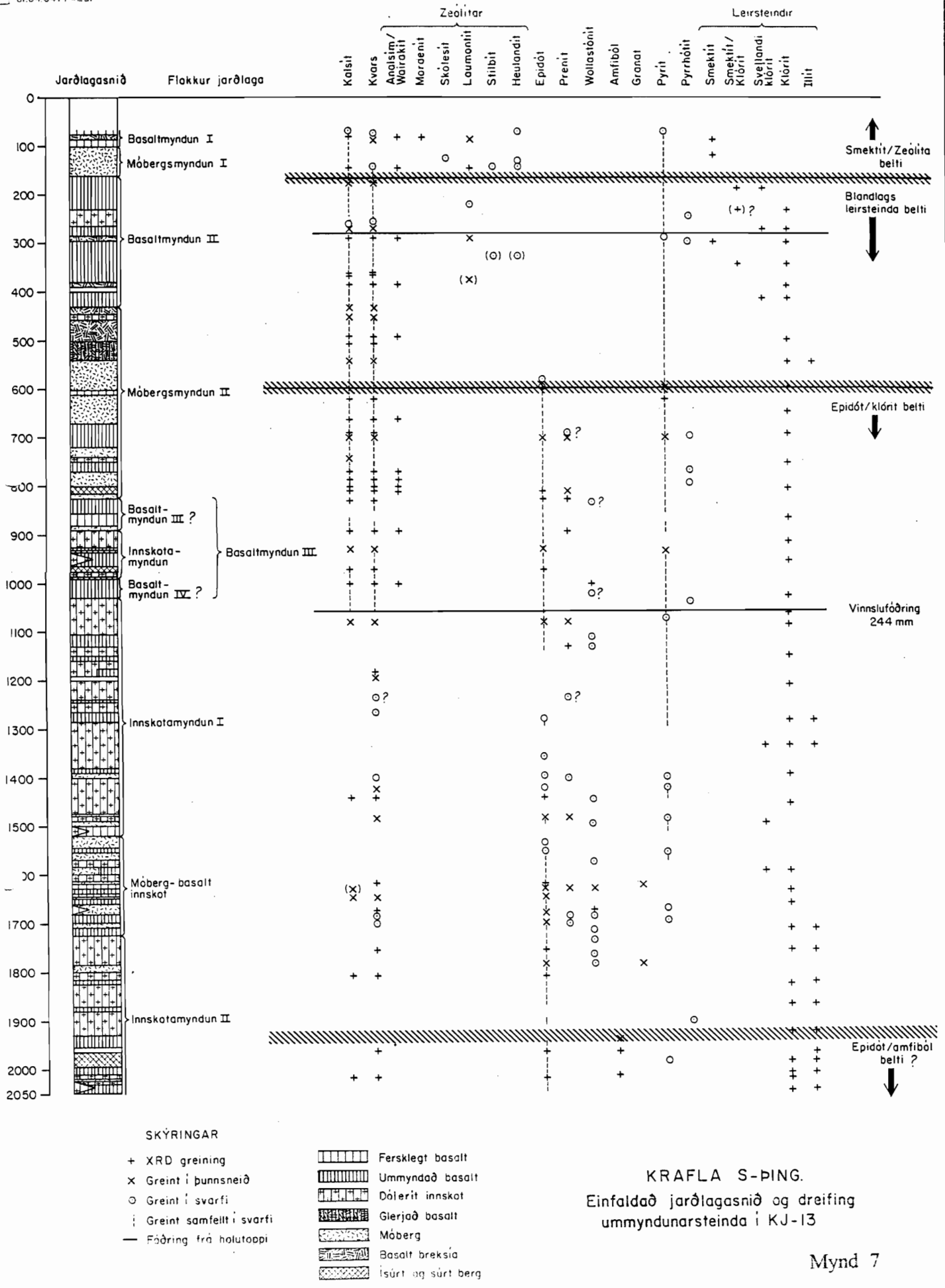




Mynd 9

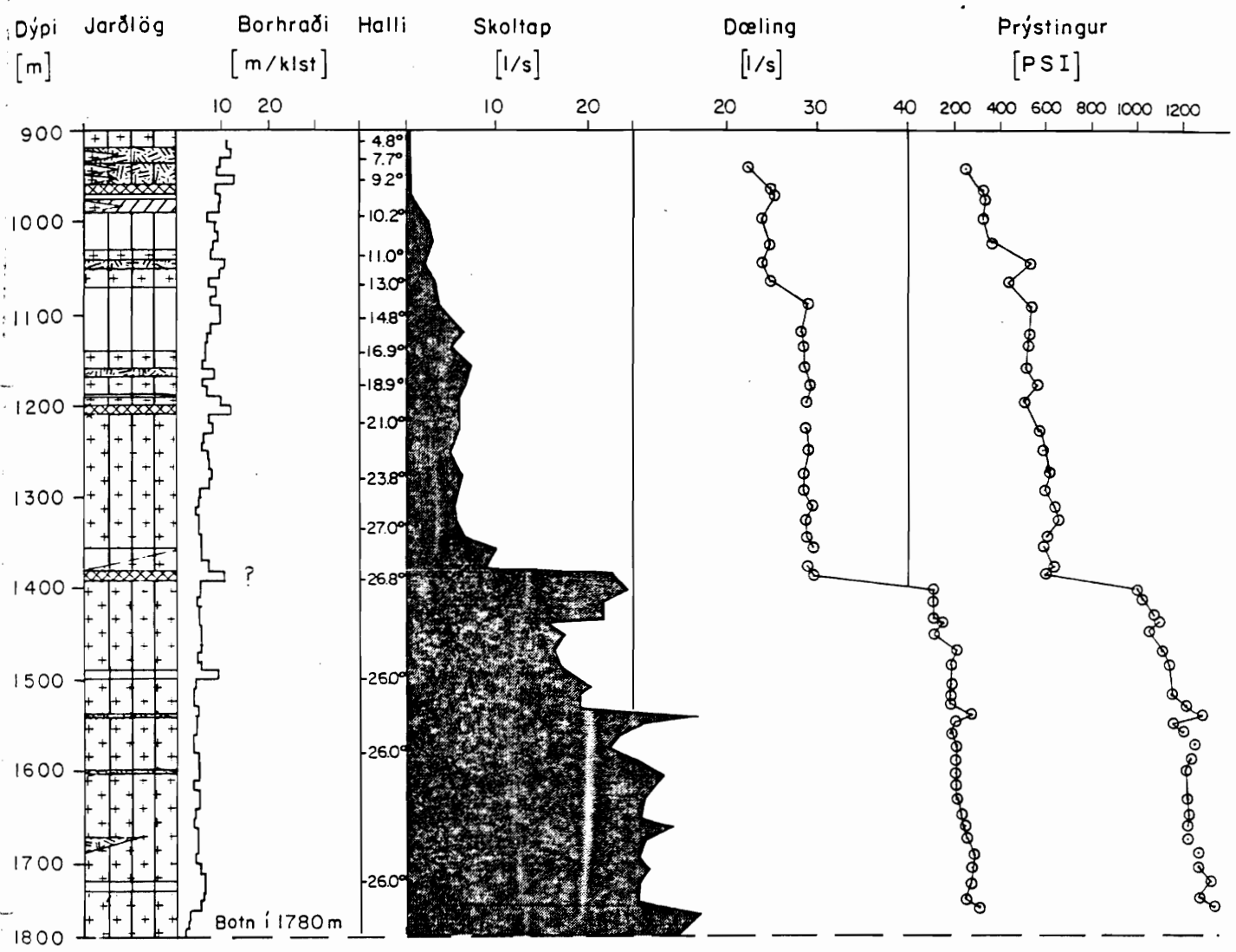


Mynd 5

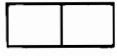
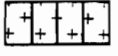

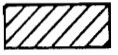





KRAFLA KJ-13 b

Einfaldað jarðlagasnið og mælingar í borun



SKÝRINGAR:

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|--------------------------------|
|  | Ferskt fínkornótt basalt |  | Grófkornótt basalt eða dólerít |
|  | Fínkornótt ummyndað basalt |  | Fínkornótt súrt berg |
|  | Fínkornótt ummyndað glerjað basalt |  | Meðalgróft súrt berg |
|  | Basaltbreksía | | |

Viðauki 1

Tafla 5. Fóðrunarskýrsla.



Verk nr.	Hola nr.	Borstaður	Bor	Verkkaupi
420-653	KJ-27	Krafla	Jötunn	Landsvirkjun
Vidd holu	Dýpt holu mv. drifborð	Fóðring nr.	Fóðrun framkv. dags.	Útfyllt af
12 1/4"	1.103,84	3	1996.09.04-05	D.Sig.

Holudýpt frá flangsi 1.096,98 m. Fóðringardýpt f. fl. 1.078,20 m		RÖRATALNING			
		LENGD	NR	MS	ALLS m
FÓÐRING	Gerð K-55 og N-80	Efri endi upp-			
	Pyngd 47 lbs/ft	hengis er í			346,00
	Útanmál 9 5/8" Innanmál 220,5 mm Veggþykkt 12 mm	1,21	Upp		347,21
	Tengi Skrúfuð Buttress		hengi		
	Flangs Upphengi 346,00 m. frá flangsi	12,01	1		359,22
	Stungutengi	12,09	2		372,21
	Skór Steypufylltur leiðiskór	13,19	3	R	385,40
	Miðjustillar stk. Steyputappar stk.	13,18	4	R	398,58
STEYPING	Steypa 1, þurrefni kg	13,18	5	R	411,76
	Tafefni kg Eðlisþ. steypu Steypingartími mín.	13,34	6	R	425,10
	Steyputæki	13,60	7	R	438,70
	Steypa kom upp <input type="checkbox"/> Já <input type="checkbox"/> Nei Eðlisþ. steypu upp	13,06	8	R	451,76
	Eftirdæling: magn lítrar tími mín.	13,22	9	R	464,98
	Steypa 2, þurrefni kg	13,09	10	R	478,07
FRÁGANGUR	Dýpi á steypu utan röra m	13,47	11	R	491,54
	Steypt utan með eftir klst. Skorið ofan af eftir klst.	13,15	12	R	504,69
	Steypa, þurrefni kg	13,15	13	R	517,84
	Dýpi á steypu í röri m Steypa boruð eftir klst.	13,16	14	R	531,00
ATHUGASEMDIR					
R í MS reit þíðir að rörið er raufað.					
Rör nr. 1 2 og 15 eru af gerðinni N-80					
öll önnur eru af gerðinni K-55 að því er					
best verður vitað.					
		13,70	15		544,70
		13,06	16	R	557,76
		13,05	17	R	570,81
		13,19	18		584,00
		13,34	19	R	597,34
		13,38	20		610,72
		13,31	21	R	624,00
		13,33	22		637,12

Tafla 5. Fóðrunarskýrsla (frh).



Verk nr. 420-653	Hola nr. KJ-27	Borstaður Krafla	Fóðring nr. 3	Blaðsíða 2
---------------------	-------------------	---------------------	------------------	---------------

RÓRATALNING			
LENGD	NR	MS	ALLS m
13,23	23	R	650,35
13,16	24	R	663,35
13,11	25		676,62
13,41	26		690,03
13,00	27		703,03
13,20	28	R	716,23
13,27	29	R	729,50
13,33	30	R	742,83
12,94	31	R	755,77
12,88	32	R	768,65
13,35	33		782,00
13,19	34		795,19
13,28	35	R	808,47
13,08	36	R	821,55
11,93	37	R	833,48
12,47	38	R	845,95
12,18	39	R	858,13
12,20	40	R	870,33
12,67	41	R	883,00
12,48	42	R	895,48
11,35	43	R	906,83
11,62	44	R	918,45
11,65	45	R	930,10
13,32	46		943,42
13,02	47		956,43

RÓRATALNING			
LENGD	NR	MS	ALLS m
12,49	48		968,92
12,26	49	R	981,18
11,78	50	R	992,96
12,48	51	R	1005,44
11,99	52	R	1017,43
12,39	53	R	1029,82
12,48	54	R	1042,30
11,46	55	R	1053,76
11,18	56	R	1064,94
12,96	57		1077,90
0,30	Skór		1078,20

RÓRATALNING			
LENGD	NR	MS	ALLS m