

Krafla borun holu KG-25. 2. áfangi

**Ásgrímur Guðmundsson
Benedikt Steingrímsson
Hilmar Sigvaldason
Sigurður Benediktsson
Dagbjartur Sigursteinsson**

Greinargerð ÁsG-BS-HS-SBen-DS-90/06

KRAFLA
BORUN HOLU KG-25
2. ÁFANGI

1. Inngangur

Áfangi 2 var unnin samkvæmt verklýsingu Orkustofnunar, sem gerð var fyrir Landsvirkjun á vormánuðum. Áætluð borun í þessum áfanga var frá 400 m niður á um um 1100 m dýpi. Hér á eftir eru tekin saman helstu atriði úr verklýsingu varðandi þennan verkþátt:

- a. Öryggislokinn er tekinn ofan af holunni og öryggisfóðringin skorin í sundur um 60 cm frá gólfi kjallara. Endanlegur holuflans er soðinn á holuna, 12" x ANSI 1500 (sjá suðulýsingu í verklýsingu).
- b. Holutopps- og öryggislokabúnaði komið fyrir (mynd 6 í verklýsingu).
- c. Áður en steypan, flotkollinn og flotskórinn eru boruð út, er öryggislokum lokað að stöng og þrýstiprófað. Holan er fyllt af vatni og 20 bar þrýstingur settur á og látinn standa í 15 mínútur. Athugað er hvort leki komi fram og einnig er opunar- og lokunartími lokanna skráður ásamt þrýstingi í holu við upphaf og lok þrýstiprófunar. Stálleiðsla skal tengd kæfingarloka holunnar frá dælu borsins.
- d. Sjálf holan er boruð með 12 1/4" borkrónu, krónurýmara og einni stýringu milli annarrar og þriðju álagstangar. Einstenfuloki er hafður við krónuna. Skolvatn sem notað er við borunina þarf að vera um 40 l/s, og þarf vatnsveita fyrir borinn að hafa þá afkastagetu.
- e. Holan er hallamæld á 100 m fresti. Bora skal holuna sem næst lóðréttu og fari hallinn yfir 3°, skal athuga aðgerðir til að rétta hann af.
- f. Ákvörðun um lokadýpi vinnslufóðringar verður tekinn á staðnum, samkvæmt tillögu jarðfræðings Orkustofnunar.
- g. Áður en borstrengurinn verður hífður upp úr holunni er holan kæld rækilega og hitamælingar gerðar til að ganga úr skugga um að goshætta sé ekki til staðar.
- h. Ef aðstæður leyfa er holan hita-, víddar- og jarðlagamæld eftir að borstrengurinn hefur verið tekinn upp.
- i. Mililvægt er að vatn sé látið leka á holuna viðstöðulaust, þannig að hún nái ekki að hitna upp.
- j. Holan verður fóðruð með 9 5/8" vinnslufóðringu. Botnskór með einstefnuloka er hafður á enda, og flotkollur hafður milli annars og þriðja neðsta fóðurrörs. Fóðringuna þarf að fylla af vatni við ca. fimmta hvert rör sem sett er niður. Miðjustillar eru hafðir tveir á neðsta röri og síðan að jafnaði á þriðja hverju röri. Efsti rörið er miðjustillt með því að herða stillibolta sem eru á millistykki nr. 10 (sjá mynd 6 í verklýsingu) að 9 5/8" fóðringunni.
- k. Holan verður kæld fyrir steypingu, eftir að borstrengurinn hefur verið tengdur flotkollanum.

1. Steypt verður með tækjum borsins úr magni sem samsvarar tvöföldu rúmtaki bils milli holu og fódurrörs, eða þar til steypa kemur upp. Komi steypa ekki upp utan með fódringunni, verður að mæla steypugæði og koma steypu í ósteypta bilið. Aðgerðir verða ákveðnar á staðnum.

Þar með er áfanga 2 lokið.

Ennfremur er nánari grein gerð fyrir eftirtöldum atriðum í verklýsingu:

Jarðfræðilegum aðstæðum
Öryggiskröfum
Skolvökva
Steypingu fódringa
Suðuvinnu
Rannsóknnum meðan á borun stendur

Auk þessa eru í verklýsingunni sérteikningar af holutoppi, efnislistar og viðauki um mótun öryggiskrafna við borun holu KG-25.

Á mynd 1 er sýnd verkáætlun ásamt raunverulegum gangi verksins.

2. Borsaga

Fimmtudaginn 19. júlí, á 20. verkdegi, komu bormenn til vinnu við áfanga 2. Unnið var fram yfir miðnætti við að koma öryggislokum á holuna. Aðfaranótt föstudagsins var vatni komið á og stangir settar niður til kælingar í holunni fyrir borun. Áður en borun hófst voru öryggislokar þrýstiprófaðir. Búið var að bora út stungustykki, steypu og botnskó kl. 19:15 og hófst þá borun í berg, þ.e. borun fyrir 244.5 mm (9 5/8") vinnslufóðringu.

Sett var niður 311 mm (12 1/4") króna af gerðinni J-44. Uppbygging borstrengs var sem hér segir: krónutengistykki, krónustýring, tengistykki, álagsstöng, stýring, 9 álagsstengur, tengistykki (kross-over) og borstengur. Snúningur á krónu var á bilinu 45-55 sn/mín og álag á kónu var 2-10 tonn, sem var stjórnað eftir hörku jarðlaga. Í linu bergi var það á bilinu 2-5 tonn, en aukið upp í allt að 10 tonn í mikilli hörku.

Engin vandamál komu upp meðan á borun þessa áfanga stóð yfir. Borun var nokkuð jöfn eins og fram kemur í töflu 1. Framan af boruðust að jafnaði um 80 m á sólarhring en nokkuð dró úr borhraða þegar komið var niður fyrir 800 m dýpi. Aukin tíðni innskota, sem eru hörð undir tönn, olli þessari lækkun í borhraða. Fljótlega fór að tapast skolvökvi, en óverulega til að byrja með. Það var á bilinu 5-10 l/s niður á 800-900 m dýpi. Lekastaðarnir voru nokkuð dreifðir þannig að ekki var um að ræða neinn afgerandi leka. Því var ekki talið raunhæft að reyna þéttingar á holunni með steypingum, enda skolaðist vel upp úr henni allan tímann.

Dagsetning	Borun (m)	Bortími (klst.)	Borhraði (m/klst.)	Tími á krónu (klst.)	Dýpi (m)
20. júlí	14.5	5.0	2.9	5.0	414
21. "-	81	21.5	3.8	26.5	495
22. "-	85	22.5	3.8	49.0	580
23. "-	81	22.5	3.6	71.5	661
24. "-	82	20.0	4.1	91.5	743
25. "-	77	22.5	3.4	114.0	820
26. "-	62	21.5	2.9	135.5	882
27. "-	75	22.5	3.3	158.0	957
28. "-	57	21.5	2.7	179.5	1000
29. "-	64	22.5	2.8	202.0	1064
30. "-	61	15.5	3.9	217.5	1125
31. "-	24	8.5	2.8	226.0	1149
	749.5	226	3.3	226	1149

Eins og getið er um í verklýsingunni miðast dýpi vinnslufóðringar við að fódra af efra kerfið, sem er um 200 °C heitt. Eina haldgóða vísbendingin um hvenær komið er úr efrakerfinu er þegar steindin kalsít er horfin. Undir lok borunarinnar var orðið erfitt að fylgjast nákvæmlega með svarfinu þar sem skoltap var komið yfir 20 l/s, sem þýddi að svarfið var á fjórða tíma að skila sér frá holubotni og upp úr holunni. Því var ákveðið þegar holan var 1101 m djúp, mánudaginn 30. júlí, að stoppa og kanna með hitamælum hvort holan væri komin niður í neðrakerfið. Borun var stöðvuð um kl. 9, síðan var holan skoluð í fjóra tíma. Eftir tveggja tíma skol hætti skolvökvi að koma upp. Áður en kom að hitamælingu var holan hallamæld á 1050 m dýpi síðan var utanádæling sett á og hitamæli rennt niður í gegnum stangir. Mynd 2 sýnir niðurstöður mælinganna. Þar kemur skýrt fram að holan tekur við vatni að minnsta kosti niður á 1070-1080 m dýpi. Ennfremur var hitastökkið þar neðan við ekki nægjanlega sannfærandi um að neðstu æðar efra kerfisins hefðu verið skornar. Hitamunur milli mælinga niður og upp er sýndur á mynd 3. Þar sést að megin kælingin á sér stað á 800-900 m dýpi, en leki er niður í neðstu æðar á 1070-80 m dýpi. Á grundvelli niðurstaða hitamælinga var ákveðið að dýpka holuna um 50 m. Skömmu eftir kl. 9 daginn eftir var holan komin 1149 m dýpi og borun þá hætt. Skolað var í um 4 tíma og kom skol upp allan tímann. Sett var á utanádæling fyrir hitamælingu kl. rúmlega 13. Mynd 4 sýnir niðurstöður hitamælingana. Þar kemur fram að holan tekur við vatni niður á tæplega 1100 m dýpi þar neðan við er holan þétt. Mynd 5 sýnir mismunahita mælinganna niður og upp. Ádælingin var ekki búin að vera nægilega lengi til þess að myndin sýni greinilega hvar helstu æðar holunnar eru, en mynd 3 hafði áður sýnt það all skýrt. Ekki þurfti að hafa neinar áhyggjur af upphitun holunnar, þar sem hún tók við ádælingarvatni niður á tæplega 1100 m dýpi.

Að hitamælum loknum á 32. verkdegi var borstrengurinn tekinn upp. Stýringarnar voru orðnar allslitnar en borkrónan var í sæmilegu ástandi. Uppteikt var lokið þá um kvöldið eða um kl. 21 og var þá strax hafist handa við mælingarþrógrmið. Mælingamenn Orkustofnunar voru að störfum fram að dagrenningu miðvikudagsins 1. ágúst (sjá kafla um mælingar). Meðal annars var víddarmælt og er mælingin sýnd á mynd 6. Holan var nokkuð útvöskuð, sérstaklega fyrstu 150 metrana neðan öryggisfóðringar. Út frá víddarmælingunni var reiknað út rúmtakið (mynd 7) sem fylla þurfti að steypu við steypingu vinnslufóðringar.

Niðurstættning fóðringar hófst um kl. 7 að morgni miðvikudagsins 1. ágúst og gekk verkið hratt fyrir sig. Alls voru sett niður 91 rör og voru þau komin á sinn stað um kl. 2 aðfaranótt fimmtudagsins 2. ágúst. Síðan var skorið ofan af efsta röri og undirbúin niðurstættning borstanga. Um morguninn voru borstangir tengdar við stungustykkið og holan skoluð fyrir

steypingu. Á mynd 8 er sýnd áætlun yfir steypingu fóðringarinnar. Klukkan 11:12 hófst steypingin og var henni lokið kl. 12:28 og eftirdælingu lokið kl 12:41. Þrýstingur á dælu í lok steypingar fór upp í 710 PSI, en í steypingunni hélst þrýstingur nokkuð stöðugur við 110 PSI. Það benti til þess steypan hafi náð upp milli fóðringa, en búast mátti við að hún mundi síga eitthvað. Eðlisþyngd steypunnar var um 1.60 g/cm³ og hélst nokkuð stöðug allan tímann. Ekkert kom upp meðan á steypingu stóð. Alls voru notuð 67 tonn af háhitasementsblöndu. Að steypingu lokinni var stangarlengjan skrúfuð laus úr stungustykkinu, en nokkuð tímafrekt var að taka upp, þar sem spinna þurfti allar stangir í sundur.

Milli kl. 19 og 20 var hitamælt og er mælingin sýnd á mynd 9. Strax að lokinni mælingu var sett á utanádæling. Tilgangurinn með því var tvíþættur. Í fyrsta lagi, athuga hvort holan taki við einhverju vatni og í öðru lagi ef hún tekur við, þá að hitamæla og finna hvar vatnið lekur út. Holan tók við 10 l/s og rann vatnið út á um 480 m dýpi eins og hitamæling á mynd 9 sýnir. Jafnframt var talið líklegt að efraborð steypu væri þar nálægt. CBL-mælt var um og eftir miðnætti til þess að finna efra borð steypu utan fóðringar og um leið að meta gæði steypunnar þar sem hana var að finna. Niðurstöður mælingarinnar eru sýndar á mynd 10. Þar sést greinilega hvar skilin eru milli ósteyptra og steyptra hlutans eða á um 480 m dýpi. Niðurstöður mælinganna leiddu að þeirri ákvörðun að steypa næst ofanfrá milli fóðringa freista þess að fylla alla leið upp.

Föstudaginn 3. ágúst kl. 13:14 hófst önnur steypuadgerð. Öryggisloka var lokað utan með fóðringunni og steyppt í gegnum kæfingarstútinn. Þrýstingur á dælum var nokkuð jafn meðan á steypingu stóð eða um 160 PSI. Í lokin fór þrýstingur að stíga nokkuð snögglega, þ.e. hann fór í 200 PSI á örskömmum tíma. Þá var öryggisloki opnaður og kom þá svellþykk steypa upp. Steypingu lauk klukkan 13:56. Notuð voru 30 tonn af háhitasementsblöndu og var eðlisþyngdin um 1.60. Fram á kvöld voru ventlar teknir ofan af holunni. Að því loknu var steyppt í þriðja sinn. Í þetta skipti var um að ræða steypingu sem stóð yfir í aðeins tvær mínútur, en þrjú tonn af sementi voru þrátt fyrir það notuð. Þar með var steypingu vinnslufóðringarinnar lokið. Nánari upplýsingar þar um má lesa í fóðrunarskýrslu í töflu 2 og á mynd 11.

Um kvöldið þann 3. ágúst var skorið ofan af fóðringunni eins og verklýsingin kvað á um og stýringu komið fyrir og síðan var unnið fram á morgun við að kom á sinn stað millistykki, holuventli og öryggisventlum. Mælingamenn voru mætti við holutopp á hádegi laugardagsins til hitamælinga og mælinga á steypugæðum. Niðurstöður hitamælingar eru sýndar á mynd 9 og steypugæðin eru sýnd á mynd 10. Þar sést góð steypa á um 480 m dýpi eða á steypuskilunum. Ennfremur virðast steypuskil vera á um 70 m dýpi, en þar eru líklega skilin milli annarar og þriðju steypu.

Holan var hallamæld reglulega á 100 m fresti og eru niðurstöður mælinga sýndar í töflu 3 ásamt mögulegum frávikum frá lóðréttu.

Tafla 3. Hallamælingar í borun.

Dýpi (m)	Halli (°)	Hámarksfrávik frá lóðréttu (m)
350	1.0	6.1
450	0.5	7.0
550	0.2	7.3
650	1.0	9.1
750	0.9	10.6
850	0.4	11.3
950	0.9	12.9
1050	1.3	15.2

Meðalhalli holunnar er innan við 1°, sem verður að teljast harla gott.

Meðan á borun stóð var fylgst reglulega með dælingu skolvökvens. Skráð var á fjögurra tíma fresti; magn skolvökva er dælt var niður og þess er upp kom, þrýstingur á dælum og svo hitastig skolvökva niður og upp. Þessar upplýsingar eru sýndar á mynd 12 ásamt einfölduðu jarðlagasniði. Holan var þétt niður í 440 m dýpi, en þar mældist fyrsti lekinn sem var áætlaður um 3 l/s. Síðan smá jókst lekinn eftir því sem holan dýpkaði og sveiflaðist lekinn milli þriggja og 10 sekúndulíttra, en á rúmlega 980 m dýpi jókst tapið upp í um 20 l/s. Eftir það töpuðust um eða yfir 20 l/s þar til borun lauk.

Annar áfangi var unninn á tímabilinu frá fimmtudeginum 19. júlí fram á sunnudaginn 5. ágúst og lauk á 37. verkdegi. Áfangi 2 tók samtals 18 verkdaga.

3. Mælingar

Í áætlun um borun holu KG-25 var gert ráð fyrir hita-, víddar- og jarðlagamælingum þegar komið væri niður í fóðringardýpi. Síðan hita- og CBL-mælingu eftir steypingu fóðringar. Einnig mátti búast við auka mælingum vegna lekavandamála sem ekki kom til að þessu sinni. Listi yfir mælingar er í töflu 4.

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR		VERKKAUPI
660-790	KG-25	Krafla		Landsvirkjun
VÍDD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
12 1/4"	1149 m.	2	1990.08.01.-	1990.08.04. Dagbj. Sig.

FJARLÆGD KJALLARABRÚN—KRAGI		3,10 m
FÓÐRING	PVERM. UTAN 9 5/8" INNAN	
	GERÐ N-80. J-55. K-55 ÞYNGD	lbs/ft
	TENGI Skrúfuð Buttress	
	NOTAÐ 1154,26 m FRÁ KRAGA 1141,45 m	
	KRAGI (FLANGS) Slíf í Kraga	
	SKÓR Float Shoe og Float Collar	
	MÍÐJUST. 27 stk. STEYPUT. 0 stk.	
STEYPIING	SEMENT G-Blanda	64.000 kg
	SEMENT	kg
	ÍBL.EFNI Kísilsalli Perlusteinn	kg
	ÍBL.EFNI Bentonite Halad Tafefni	kg
	TAFAEFNI kg EÐLISP.STEYPU 1,60	
	STEYPUTÆKI Jet mixari	
	STEYPIINGARTÍMI	88 mín
	EFTIRDÆLING.MAGN 8225 I TÍMI 11 mín	
	STEYPA KOM UPP <input type="checkbox"/> JÁ <input checked="" type="checkbox"/> NEI	
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA 480 m og 50 m.	m
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR	24 h
	SEMENT 33.890 kg ÍBL.EFNI	kg
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR	4 h
	STEYPA BORUD EFTIR	63 h
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI	1121 m
VERKTÍMI RÖR STEYPA TOPPUR TAFIR ALLS		
h 20,5, 3,0, 23,0, _____, 98,5		
ATH. Í fyrstu atrennu steyptist upp í 480 m. en opið var út fast við steypuborð svo steypt var utanmeð og kom þá steypa upp en seyg niður í ca. 50 m. sem fyllt var upp nokkru síðar. Fóðurrörin eru af 3 tegundum og eru merkt með bókstöfum. K = K55. N = N80. J = J55 Efri endi er í slíf við holuflangs.		

RÖRATALNING		
LENGD	NR ¹⁾	ALLS m
K 12,63	1	12,63
K 13,43	2	26,06
K 13,26	3	39,32
K 13,16	4	52,48
K 13,14	5 X	65,62
N 12,14	6	77,76
J 11,80	7	89,56
N 12,31	8 X	101,87
N 12,53	9	114,40
N 12,08	10	126,48
J 11,27	11 X	137,75
J 12,77	12	150,52
N 12,59	13	163,11
N 12,43	14 X	175,54
J 11,94	15	187,48
N 12,51	16	200,09
N 11,81	17 X	211,90
N 12,46	18	224,36
J 12,75	19	237,11
N 12,19	20 X	249,30
J 12,36	21	261,66
J 12,07	22	273,73
J 12,72	23 X	286,45
? 11,79	24	298,24

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTADUR	FÓÐRING NR.	BLS.
660-790	KG-25	Krafla	2	2

RÖRATALNING		
LENGD	NR	ALLS m
N 12,72	25	310,86
J 12,54	26 X	323,40
N 12,39	27	335,79
N 12,47	28	348,26
J 12,63	29 X	360,89
N 12,15	30	373,04
N 12,31	31	385,35
N 12,47	32 X	397,82
N 12,53	33	410,35
N 12,22	34	422,57
J 11,38	35	433,95
K 13,20	36 X	447,15
K 13,11	37	460,26
K 13,31	38	473,57
K 13,14	39	486,71
K 13,07	40	499,78
K 13,20	41 X	512,98
K 13,12	42	526,10
K 13,14	43	539,24
J 11,06	44	550,30
J 12,28	45 X	562,58
N 12,54	46	575,12
N 12,49	47	587,61
J 10,50	48 X	598,11
J 11,08	49	609,19
J 11,34	50	620,53

RÖRATALNING		
LENGD	NR	ALLS m
J 12,57	51 X	633,10
J 11,12	52	644,22
J 11,73	53	655,95
J 11,77	54	667,72
J 12,01	55 X	679,73
J 11,04	56	690,77
J 11,53	57	702,30
N 12,57	58	714,87
N 12,61	59 X	727,48
J 11,56	60	739,04
J 12,37	61	751,41
N 12,65	62 X	764,06
N 12,67	63	776,73
N 12,26	64	788,99
K 13,20	65	802,19
K 12,92	66 X	815,11
K 13,22	67	828,33
K 13,27	68	841,60
K 13,36	69	854,96
K 13,08	70 X	868,04
K 13,19	71	881,23
K 13,26	72	894,49
K 13,18	73	907,67
K 13,42	74 X	921,09
K 13,06	75	934,15
K 13,15	76	947,30

RÖRATALNING		
LENGD	NR	ALLS m
K 13,18	77	960,48
K 13,15	78 X	973,63
K 13,34	79	986,97
K 13,17	80	1000,14
K 13,17	81 X	1013,31
K 12,97	82	1026,28
K 12,70	83	1038,98
K 13,21	84 X	1052,19
K 12,10	85	1064,29
K 12,91	86	1077,20
K 11,65	87 X	1088,85
K 13,27	88	1102,12
K 11,83	89	1113,95
o,70	Float collar	1114,65
K 13,13	90 X	1127,78
K 13,11	91 X	1140,89
o,56	Float Shoe	1141,45

Tafla 4. Mælingar í borun.

Dagsetning	Svunta	Klukkan	Mæling	Holudýpi	Mælt dýpi
30/07/90	D275	14:05	Hiti	1101.0	1086.0
30/07/90	D275	15:09	Hiti	1101.0	1086.0
31/07/90	D276	13:20	Hiti	1149.0	1136.0
31/07/90	D276	14:35	Hiti	1149.0	1136.0
31/07/90	D277	21:15	Hiti	1149.0	1146.0
31/07/90	D278	22:00	Vídd	1149.0	1144.0
01/08/90	D279	00:10	N-N	1149.0	1146.0
01/08/90	D279	00:10	Nat-g	1149.0	1146.0
01/08/90	D280	02:30	Viðnám	1149.0	1146.0
01/08/90	D280	02:30	Viðnám	1149.0	1146.0
01/08/90	D281	04:30	Hiti	1149.0	1146.0
02/08/90	D282	19:50	Hiti	1149.0	1120.0
02/08/90	D283	22:00	Hiti	1149.0	1120.0
02/08/90	D283	23:00	Hiti	1149.0	550.0
03/08/90	D284	01:10	CBL	1149.0	1110.0
04/08/90	D285	13:00	Hiti	1149.0	1120.0
04/08/90	D285	14:00	Hiti	1149.0	1120.0
04/08/90	D286	14:50	CBL	1149.0	630.0

Ekki er getið hér um hallamælingar í þessari töflu, en þeim var gerð skil hér að framan.

4. Jarðlög og ummyndun

Eins og áður voru tekin svarfsýni með tveggja metra bili meðan á borun stóð. Sýnin voru greind á staðnum og útbúið frumgerð af jarðlagasniði. Jarðlögin voru síðan lauslega borin saman við nærliggjandi holur. Ennfremur var spáð í breytingar á hita með dýpi útfrá athugunum á ummyndunarsteindum. Á mynd 13 er sýnt einfaldað jarðlagsnið samhliða dreifingu ummyndunarsteinda. Ennfremur eru sýndar niðurstöður jarðlagamælinga á myndum 14, 15, og 16. Á mynd 14 er sýnd viðnámsdreifing í holuveggjum á bilinu 440-1120 m. Mynd 15 sýnir þórhvata niður í 1120 m og mynd 16 sýnir náttúrulega útgeislun í bergi á sama dýptarbili.

Hér á eftir er lausleg lýsing á þeim jarðlögum sem skorin voru frá neðri enda örygisfóðringar, á um 400 m dýpi, niður í fóðringardýpi vinnslufóðringar á 1149 m dýpi.

400-421 m dýpi: Basalthraun. Fínkornótt grátt-grágrænt ummyndað basalt. Hér er um að ræða hraunlög, blöðrótt og með karga á milli.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít og wairakít.

421-459 m dýpi: Basalthraun. Ljósgrænt og grágrænt fínkorna - grófkorna basalt. Bergið er plagíóklasdílótt og nokkuð ummyndað.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít og wairakít.

459-550 m dýpi: Móberg. Efst er komið í ummyndað og útfellingaríkt ljósgrænt túff. Þar fyrir neðan tekur við ljósgrágrænt ummyndað basalthraunlag, sem er 5 m á þykkt. Á 470 m dýpi er komið í breksíu og nær hún niður 490 m dýpi. Þunnt fínkorna basaltlag er á 480 m dýpi. Annað samskonar lag er á 490 m dýpi, en þar tekur við ljósgrænt mjög ummyndað túff og nær það

samskonar lag er á 490 m dýpi, en þar tekur við ljósgrænt mjög ummyndað túff og nær það niður á tæpalega 500 m dýpi. Þá tekur við mikið ummynduð basaltbreksía og er oft erfitt að meta hvort um sé að ræða túff eða breksíu. Nokkur þunn basaltlög sjást í þessum kafla.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít, wairakít og svo epidót, sem sést neðarlega í þessum kafla. Líklega eru granatar á 480 m dýpi.

550-585 m dýpi: Basalthraun. Grátt - grágrænt ummyndað fínkornótt basalt. Bergið er frekar þétt.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít, epidót og prenit. Prenít sést í fyrsta skipti á um 570 m dýpi.

585-619 m: Basalthraun. Fínkorna - grófkornótt ummyndað basalt, grátt - grágrænt á lit.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít og epidót. Hér sjást gulir granat kristallar.

619-635 m: Glerjað basalt. Mjög ummyndað breksíulegt efst í þessum kafla. Þá kemur um 4 m þykkt grófkristallað basaltlag, líklega innkot. Þar neðan við er ljósgrænt útfellingaríkt ummyndað túff.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít og epidót. Einnig sáust gulir granat kristallar. Lámontít stöngull sást á 630 m dýpi.

635-651 m: Basalt. Grænleitt meðalgróft - grófkorna ummyndað basalt. Við jaðrana er bergið fínkorna. Hér er um að ræða þrjú lög aðskilin með útfellingaríkri ummyndaðri breksíu.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít, wairakít og epidót.

651-708 m: Móberg. Ljósgrænt útfellingaríkt túff einkennir þennan kafla, en meðalgróf - grófkornótt basaltinnkot eru nokkuð tíð. Innskötin eru að jafnaði nokkuð ummynduð.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít, wairakít, og epidót. Á 668 m dýpi sést wollastónít og síðan af og til þar fyrir neðan.

708-734 m: Innskot. Niður á 724 m dýpi er grænleitt dólerítinnkot. Þar neðan við eru fjórir metrar af fínkornóttu basaltinnskoti. Þá tekur við dólerít á ný. Túff linsa sést á 732 m dýpi.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars og pýrít.

734-746 m: Móberg. Ljósgrænt ummyndað þétt túff eða breksía.

Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars og pýrít.

746-760 m: Innskot. Þrjú grá - grásvört ferskleg basaltinnkot aðskilin af ummyndaðri breksíu eða mjög glerjuðu basalti. Neðsta innskotið er nokkuð ummyndað til jaðrana.

Helstu ummyndunarsteindir milli innkotanna eru kalsít, kvars, pýrít og wairakít. Einnig sést í epidót.

770-866 m: Móberg - innkot. Frá 770 m niður á 832 m dýpi er basaltbreksía ráðandi berggerð. Hún ljósgræn vegna ummyndunar og gegnumstungin af fínkornóttum fersklegum innkotum. Um er ræða 7 innkot 1-7 m þykk. Frá 832 m niður í 866 m dýpi er ljósgrænt túff ráðandi. Þrjú ferskleg innkot sjást í þessum kafla, efst, neðst og um miðbikið.

Helstu ummyndunarsteindir milli innkotanna eru kalsít, kvars, pýrít, epidót, prenit wairakít, wollastónít og aktínólít. Síðastnefnda steindin sést fyrst á 788 m dýpi.

866-962 m: Bólstraberg - innkot. Einkennandi berggerð er það sem er kallað illa kristallað basalt. Það er engan veginn einsleitt, þar sem víða ægir saman breksíu, túffi og kristölluðu basalti. Bergið er mjög ummyndað ljósgrænt á lit. Innskot eru hér tíð eða um átta talsins, 1-5 m á þykkt. Þau eru grásvört fínkornótt og ferskleg.

Helstu ummyndunarsteindir milli innkotanna eru kalsít, kvars, pýrít, epidót, prenit, wairakít, wollastónít og aktínólít. Gulbrúnar granatþyrpingar sjást af og til.

962-1023 m: *Innskot*. Fersklegt grágrænt dólerít sést niður 979 m og síðan frá 986 m í 1002 m dýpi og svo frá 1018 m í 1023 m dýpi. Milli dólerítinnskotanna eru súr innskot nánast hvít á lit. Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít, epidót og aktínólít.

1023-1100 m: *Basalthraunlög - innskot*. Basaltið er fínkornótt ljósgrænt og ummyndað. Mikið ummyndaður kargi aðskilur basaltlögin. Þrjú dólerítinnskot sjást í efri hluta þessa kafla. Helstu ummyndunarsteindir eru kvars, kalsít, pýrít, epidót, wollastónít, aktínólít og granat.

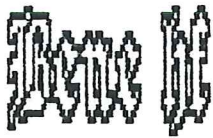
1100-1149 m: *Grófkristallað basalt*. Ljósgræn ummynduð meðalgróf - grófkorna basalthraunlög einkenna þennan hluta. Á milli basaltlaganna eru breksúr og illa kristallað basalt, hvoru tveggja mikið ummyndað. Ekki er útilokað að grófkornóttu lögin frá 1120 m niður í 1149 m dýpi séu innskot.

Helstu ummyndunarsteindir eru kvars, kalsít og pýrít.

Samanburður var gerður við nærliggjandi holur þ.e.a.s. holur KG-4 og KG-10. Ekki var sjánlegur neinn umtalsverður mismunur þar á milli. Meginæðar holu KG-25 reyndust vera á bilinu 800-1000 m dýpi og eru þær yfirleitt tengdar fínkornóttum innskotum og svo súru innskotunum á um 1000 m dýpi.

Reynt var að hafa steindina kalsít til viðmiðunar hvenær komið væri niður úr efra kerfinu. Það var orðið nokkuð erfitt í lokin, þar sem það tók svarfið á fjórðu klukkustund að komast upp úr holunni. Á mótum efra- og neðrakerfisins hefur kalsít að mestu horfið og sést lítið sem ekkert í neðra kerfinu. Þegar komið var niður í 1149 m dýpi var svo komið að steindin hafði að mestu horfið, en sást öðru hvoru í magni og þá tengd sprungum. Ekki var gott að segja til um hvað þetta mundi halda áfram á þann hátt langt niður. Því var tekin ákvörðun eftir hitamælingu að láta 1149 m dýpi nægja fyrir vinnslufóðringuna.

Ummyndunarsteindir sýna að svæðið sem hér er til umfjöllunar hefur kólnað. Háhitasteindin epidót gefur til kynna að hitinn á 440 m dýpi hafi verið um 250 °C. Önnur háhitasteind þ.e. aktínólít bendir til að hitinn á 800 m dýpi hafi náð að minnsta kosti 280 °C. Nú er hitastigið niður í fóðringardýpi um 200 °C. Tilvist kalsíts, sem umlykur eldri ummyndun og svo kvarskristallar, sem vaxa út úr kalsíti, sýna að kólnun hafi átt sér stað. Reynsla hefur fengist á það að kvars myndast ekki undir 180 °C og kalsít virðist ekki þrífast ofan við suðumarksferil. Þannig eru þær steindir í jafnvægi við



Sími 985-33301

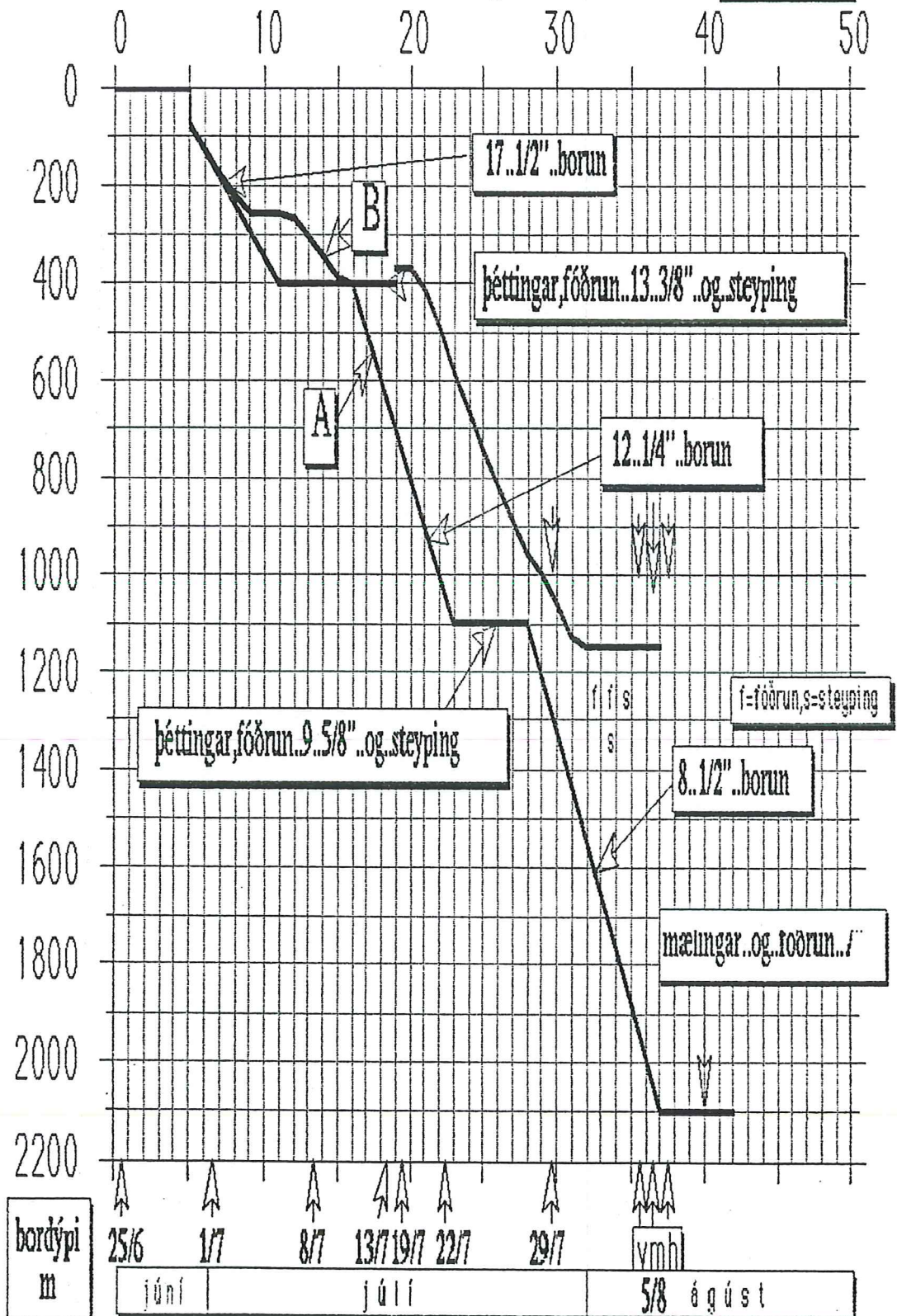
Telefax 91-689452

Borun holu KG-25 í Kröflu

A Boráætlun, verkdagar.

B Borun, verkdagar.

Verkdagar

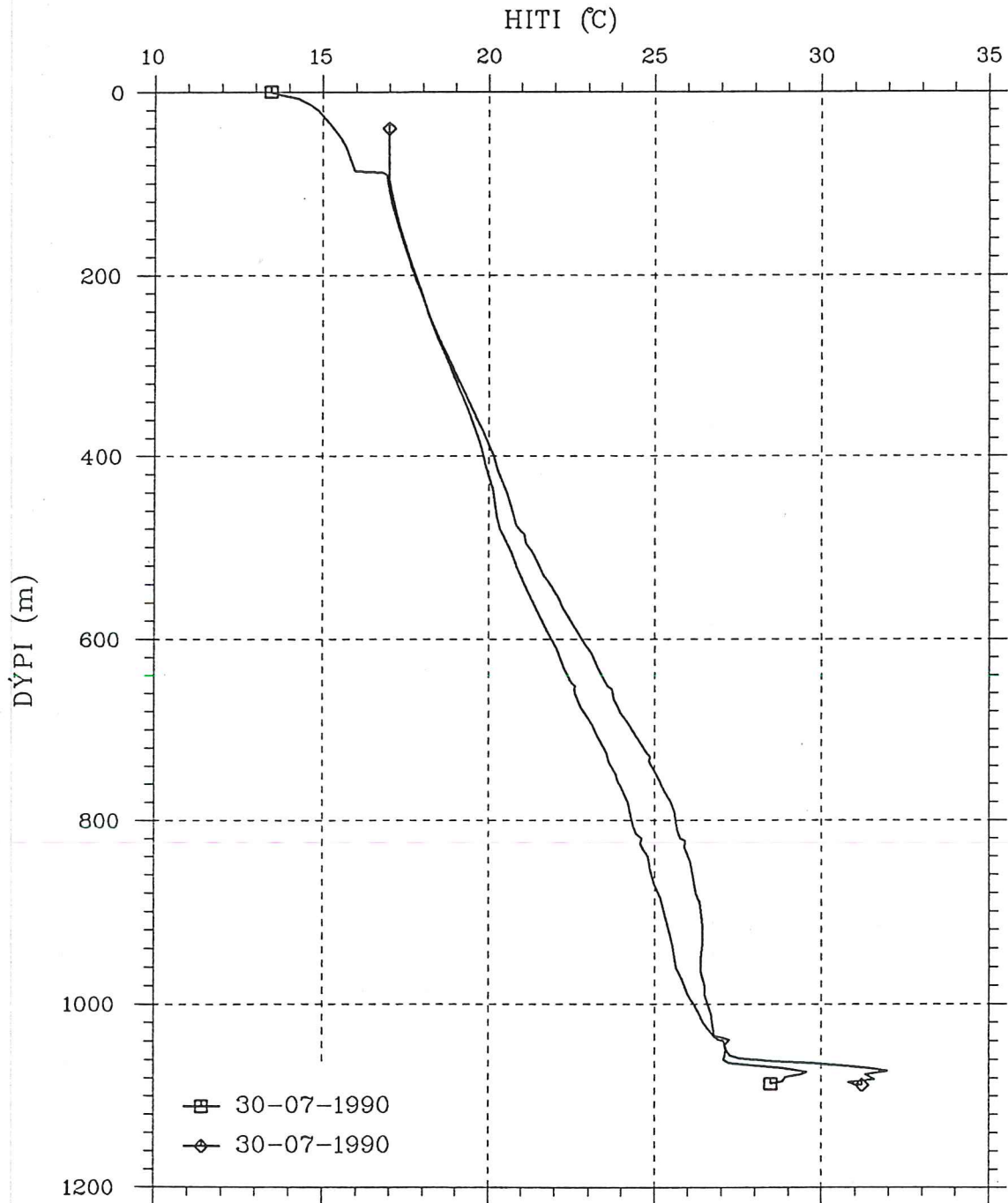


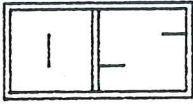
"Sá sem er það sem hann sýnist, ...efnir það sem hann lofar"

Mynd.1

JHD-JFR-6607 ÁsG
90.10.0413 T

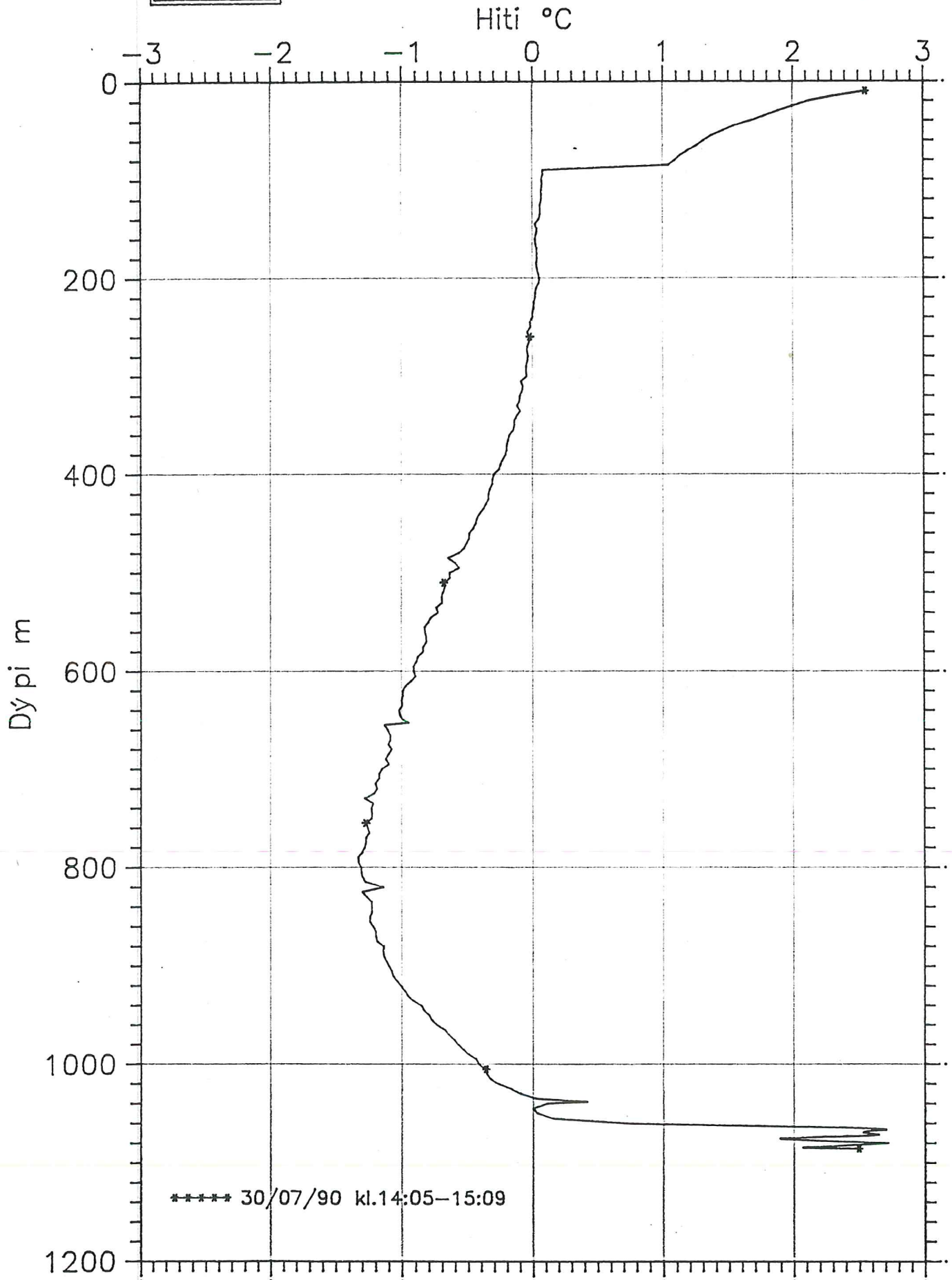
KRAFLA HOLSA KG-25 Upphitunarmælingar í 1100 m dýpi





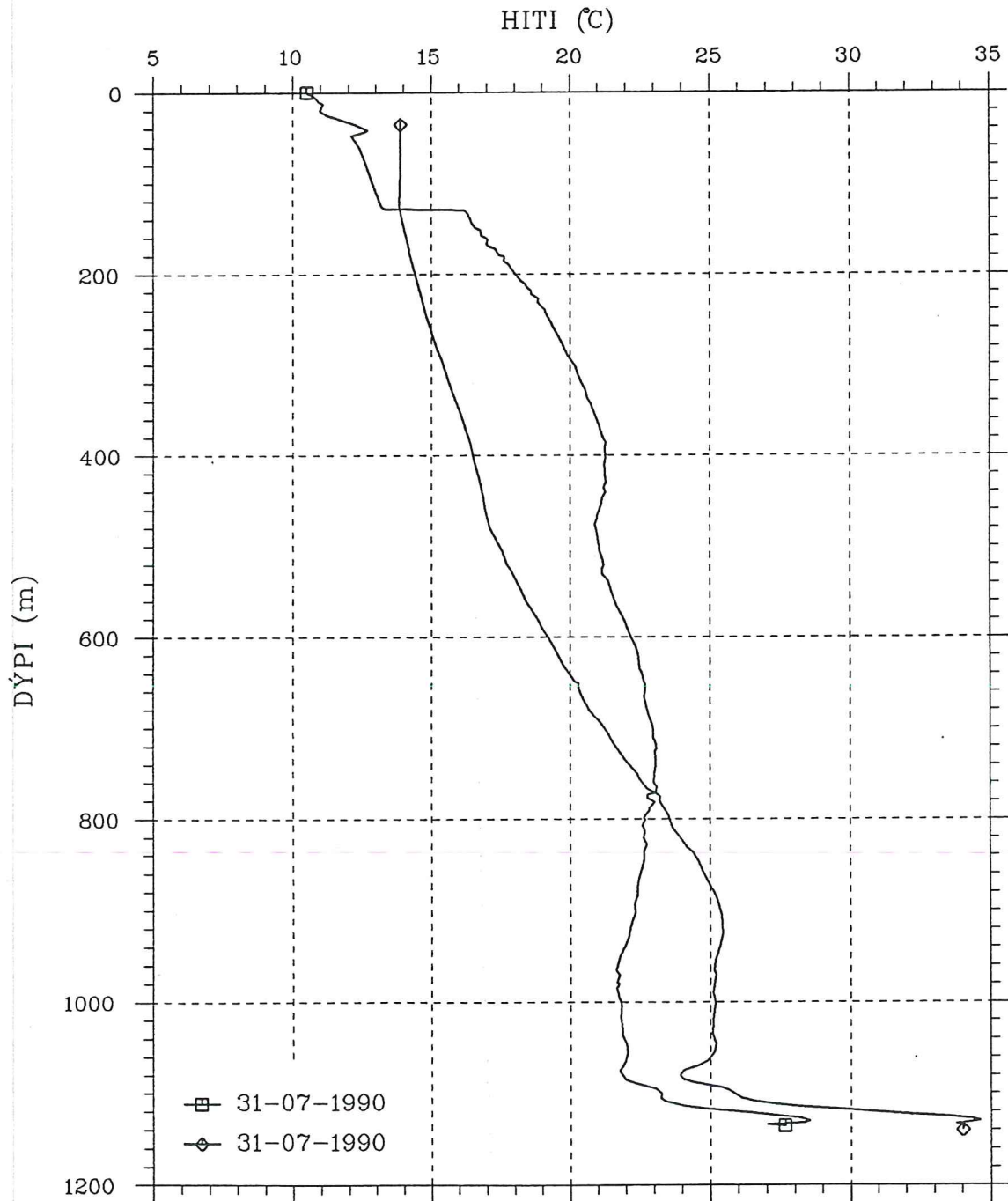
30-07-90
BS/HS

Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Upphitun í stöngum.

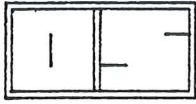


JHD-JFR-6607 ÁsG
90.10.0414 T

KRAFLA HOLA KG-25 Upphitunarmælingar í 1149 m dýpi

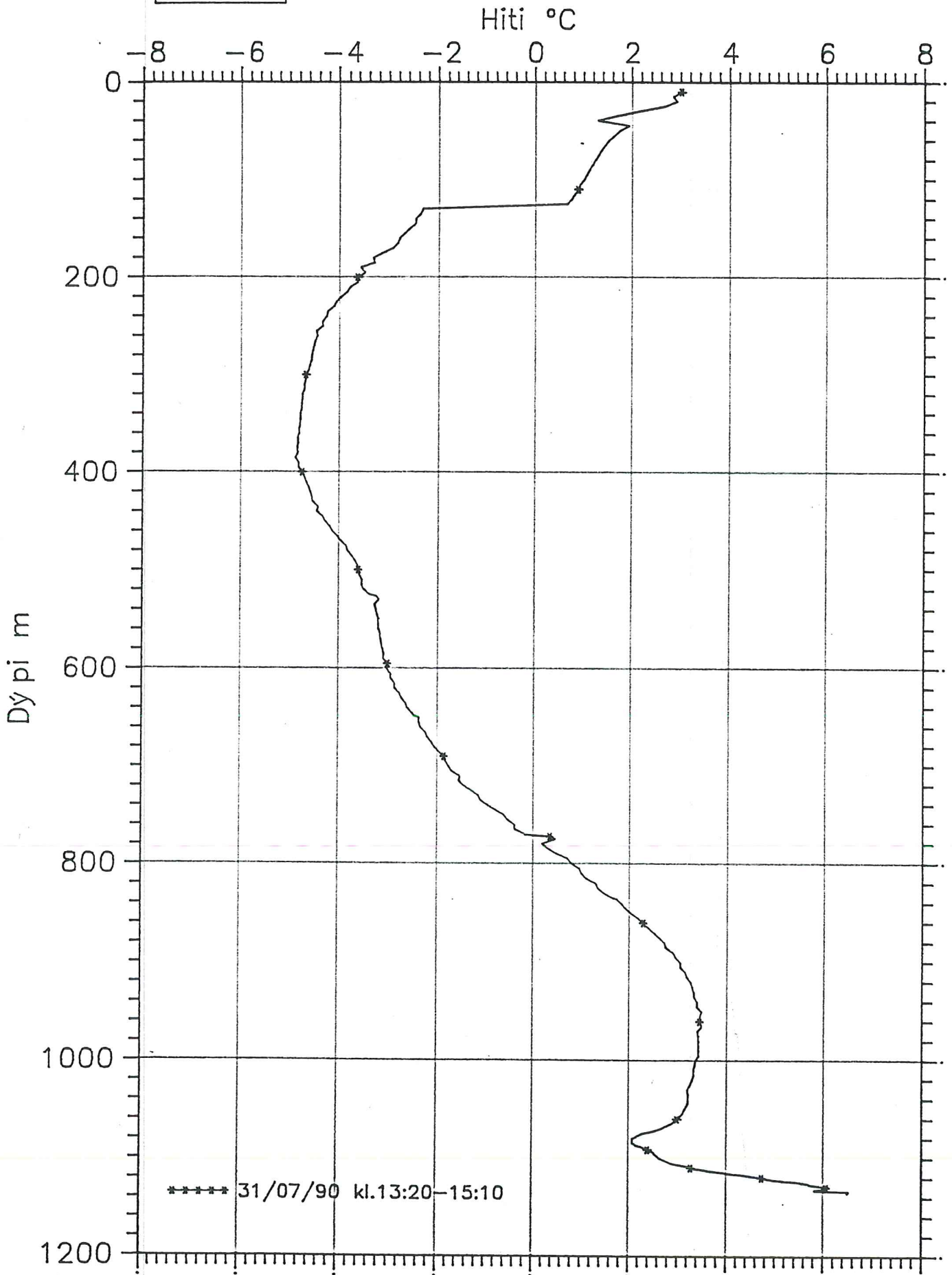


Mynd 4



31-07-90
BS/HS

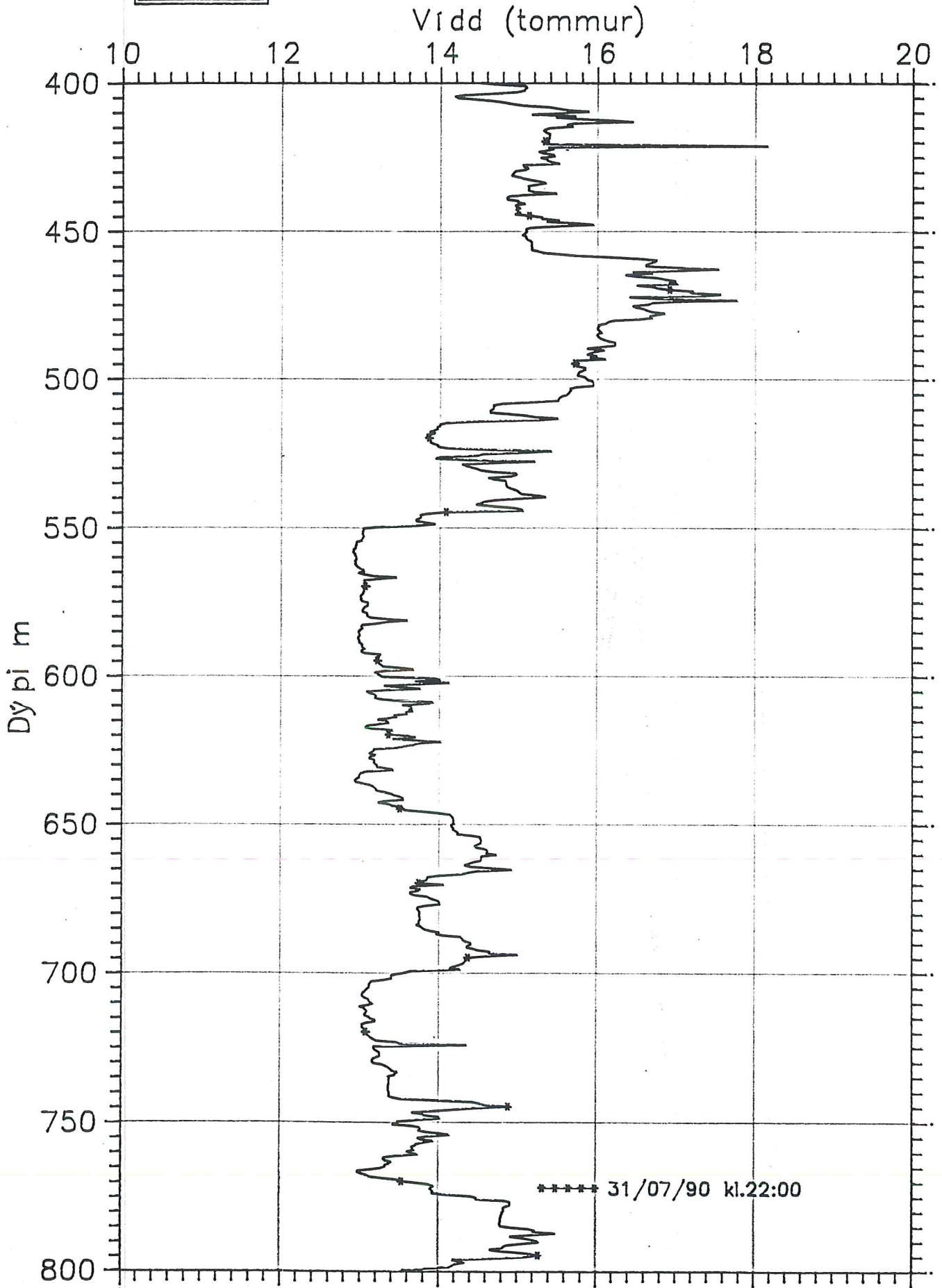
Krafla
Hóla K-25 (L=58025)
Upphitun í stöngum.

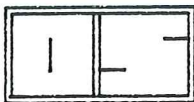




01-08-90
BS/HS

Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Viddarmæling

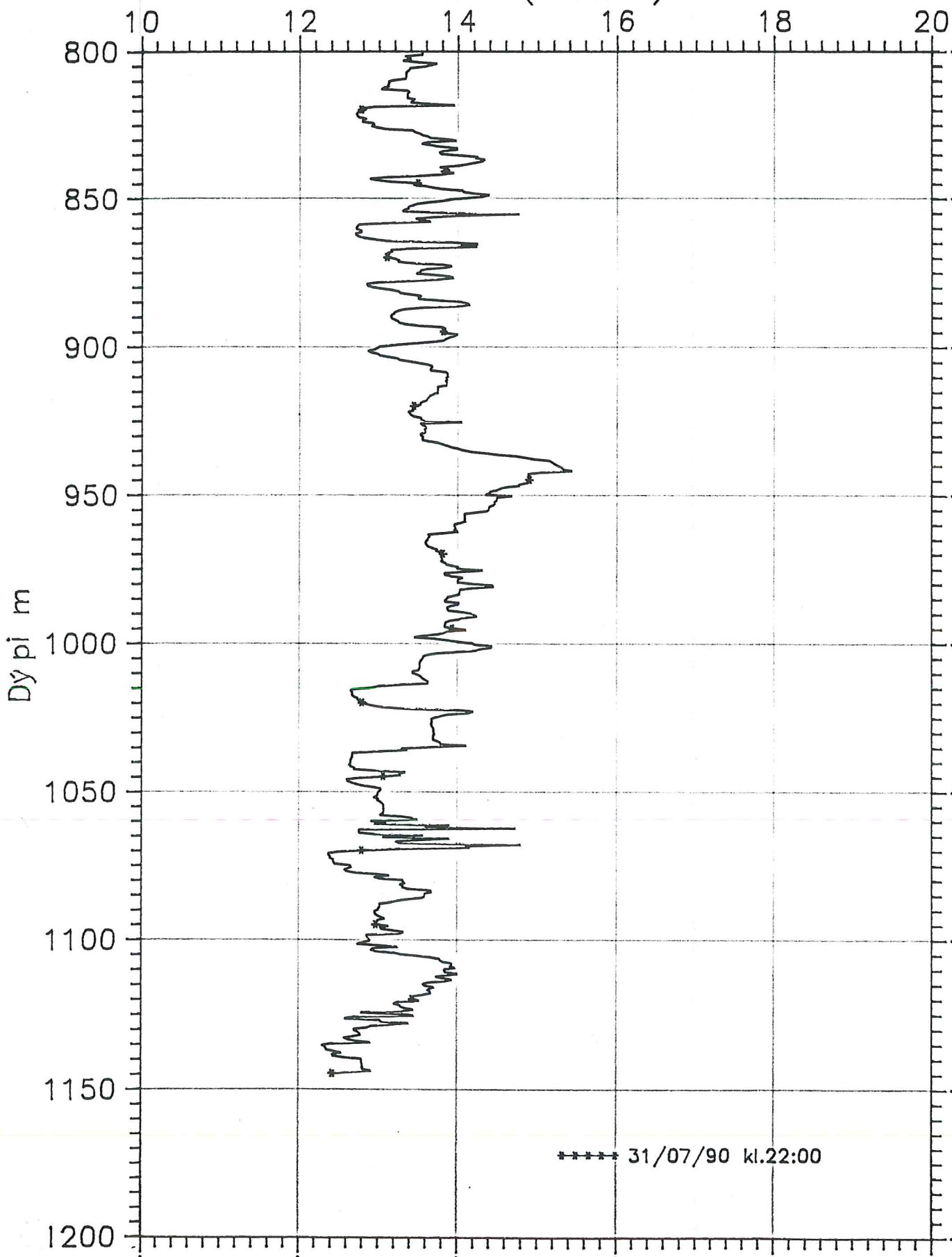




01-08-90
BS/HS

Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Viddarmæling

Vidd (tommur)

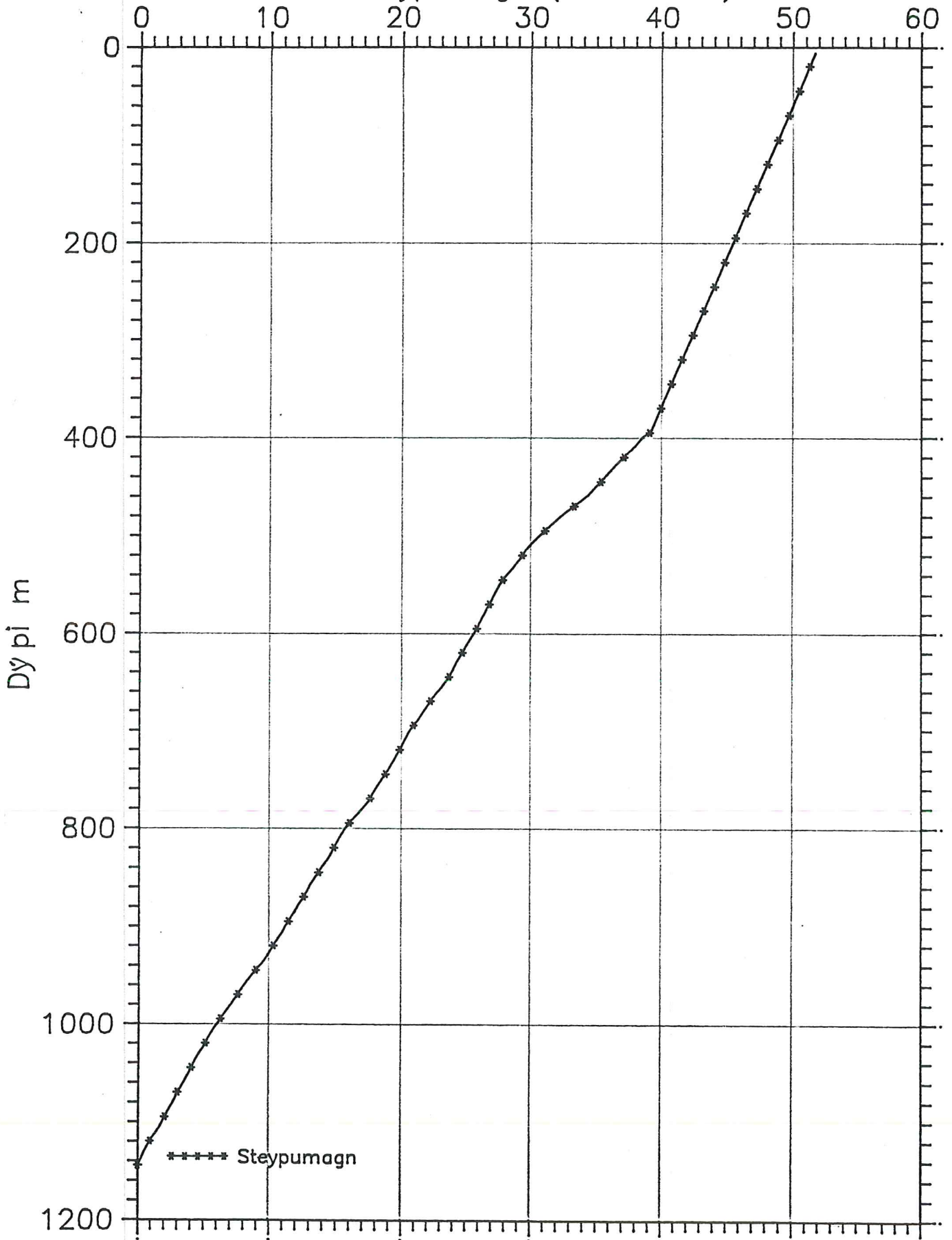




01-08-90
BS/HS

Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Steypumagn í rúmmetrum

Steypumagn (rúmmetrar)





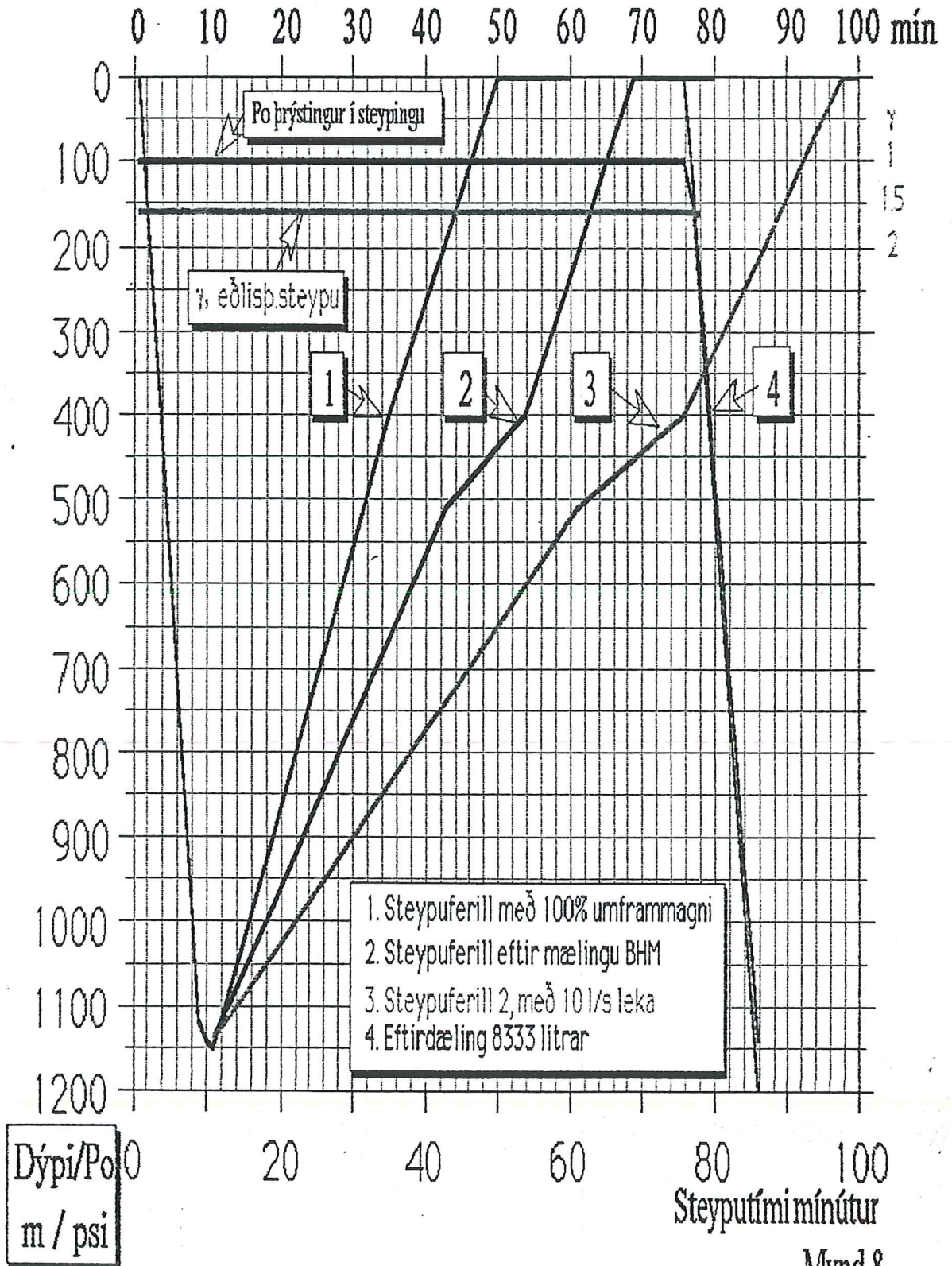
Sími 985-33301

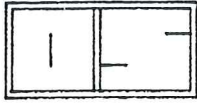
Telefax 91-688452

Borun holu KG-25 í Kröflu

Steypuáætlun fyrir steypingu

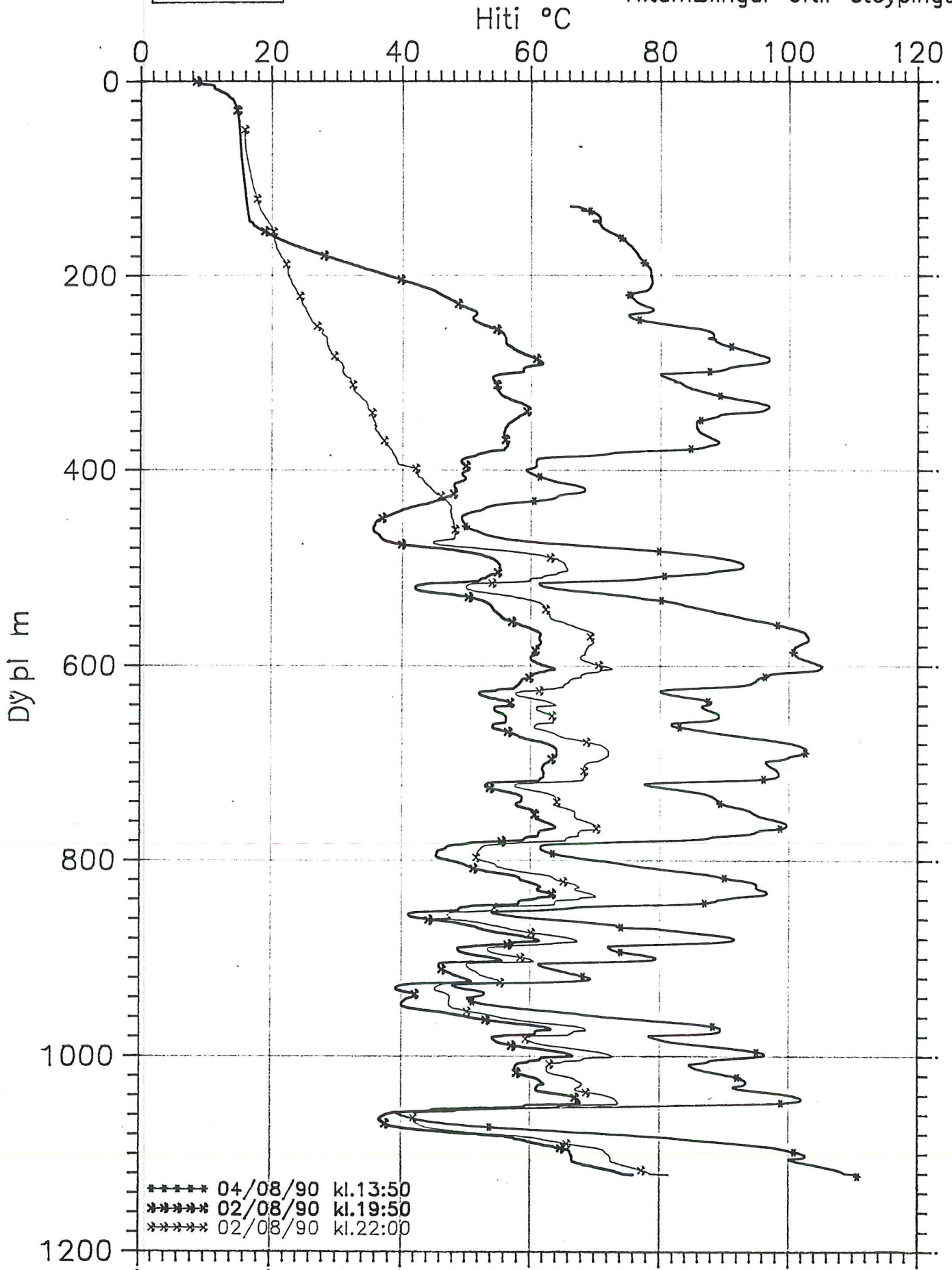
9 5/8" fódningar

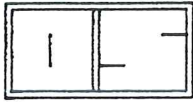




04-08-90
BS/HS

Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Hitamælingar eftir steypingu

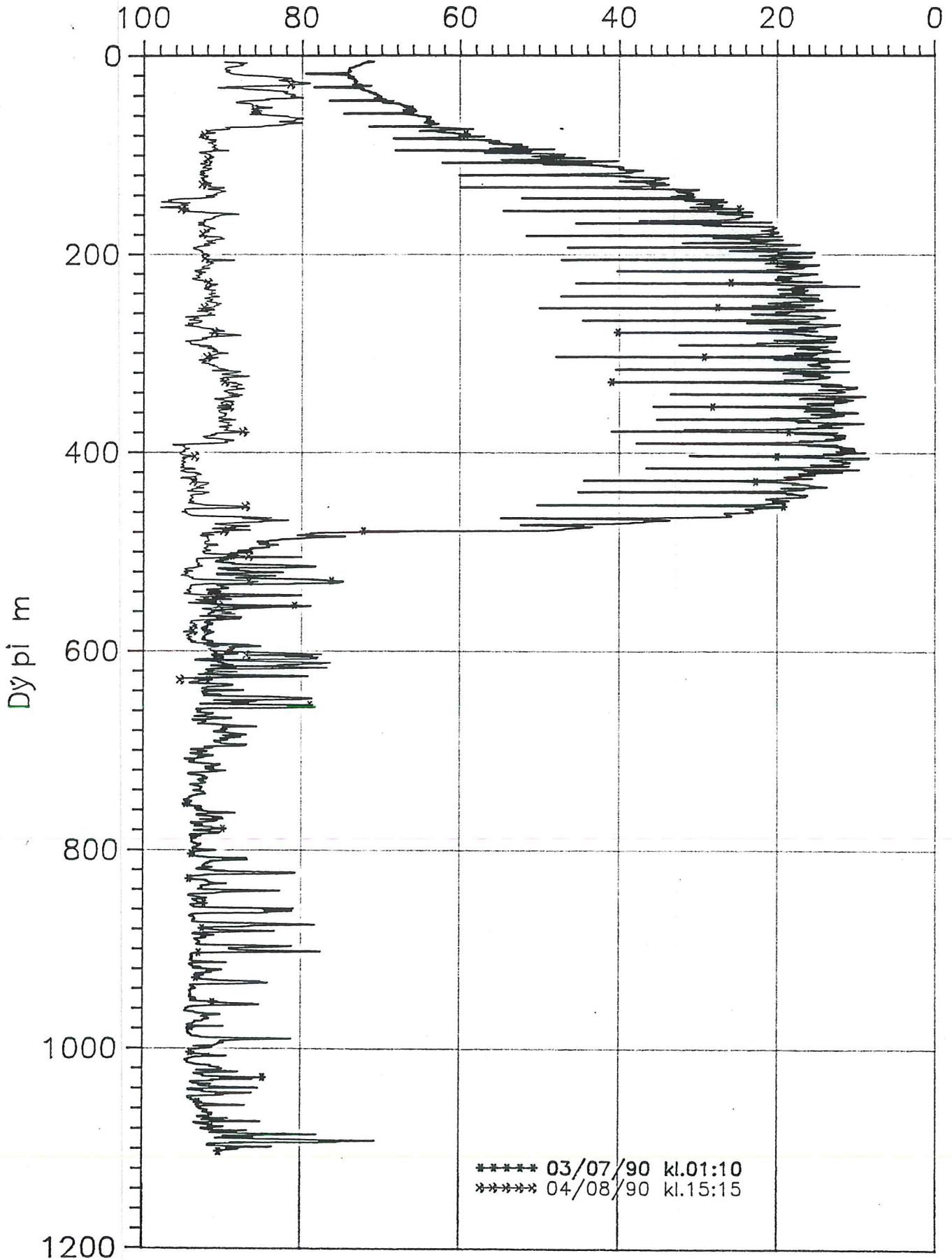




04-08-90
BS/HS

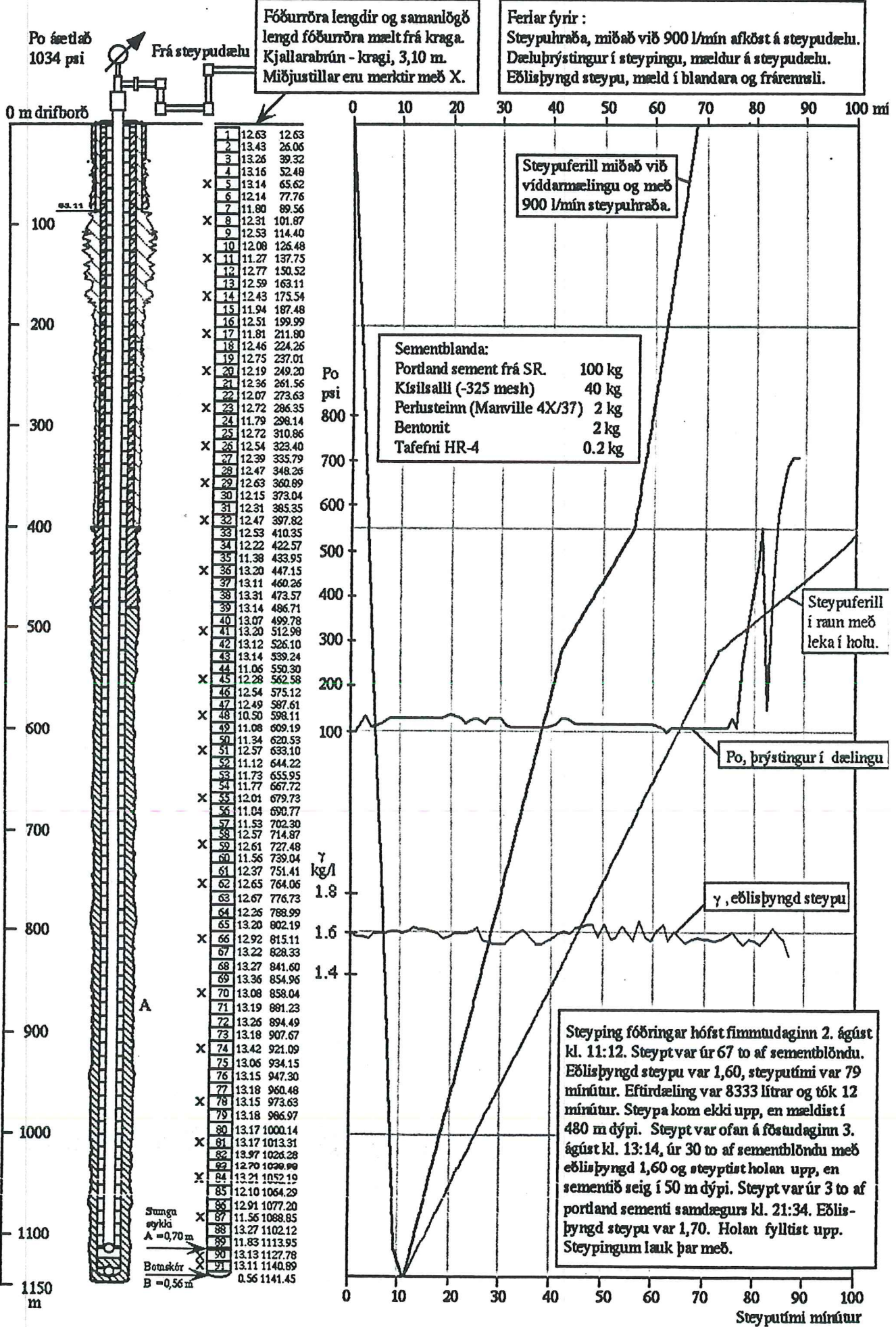
Krafla
Hóla K-25 (L=58025)
Steypumælingar

Steypugæði



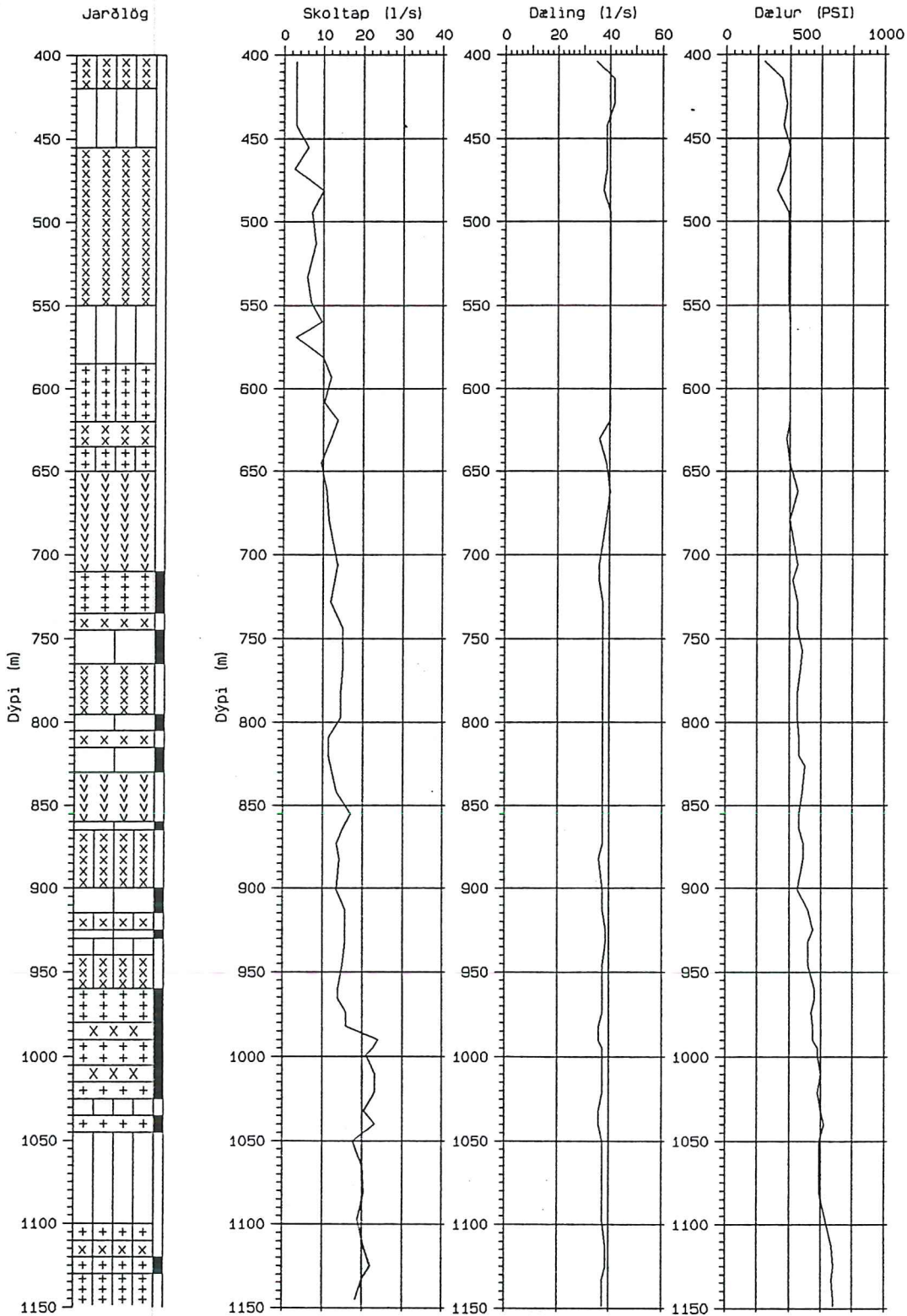
Kröflustöð hola KG-25

Fóðrun og steyping 9 5/8" fóðringar



KRAFLA HOLA KG-25

Einfladað jarðlagasnið og mælingar meðan á borun stöð

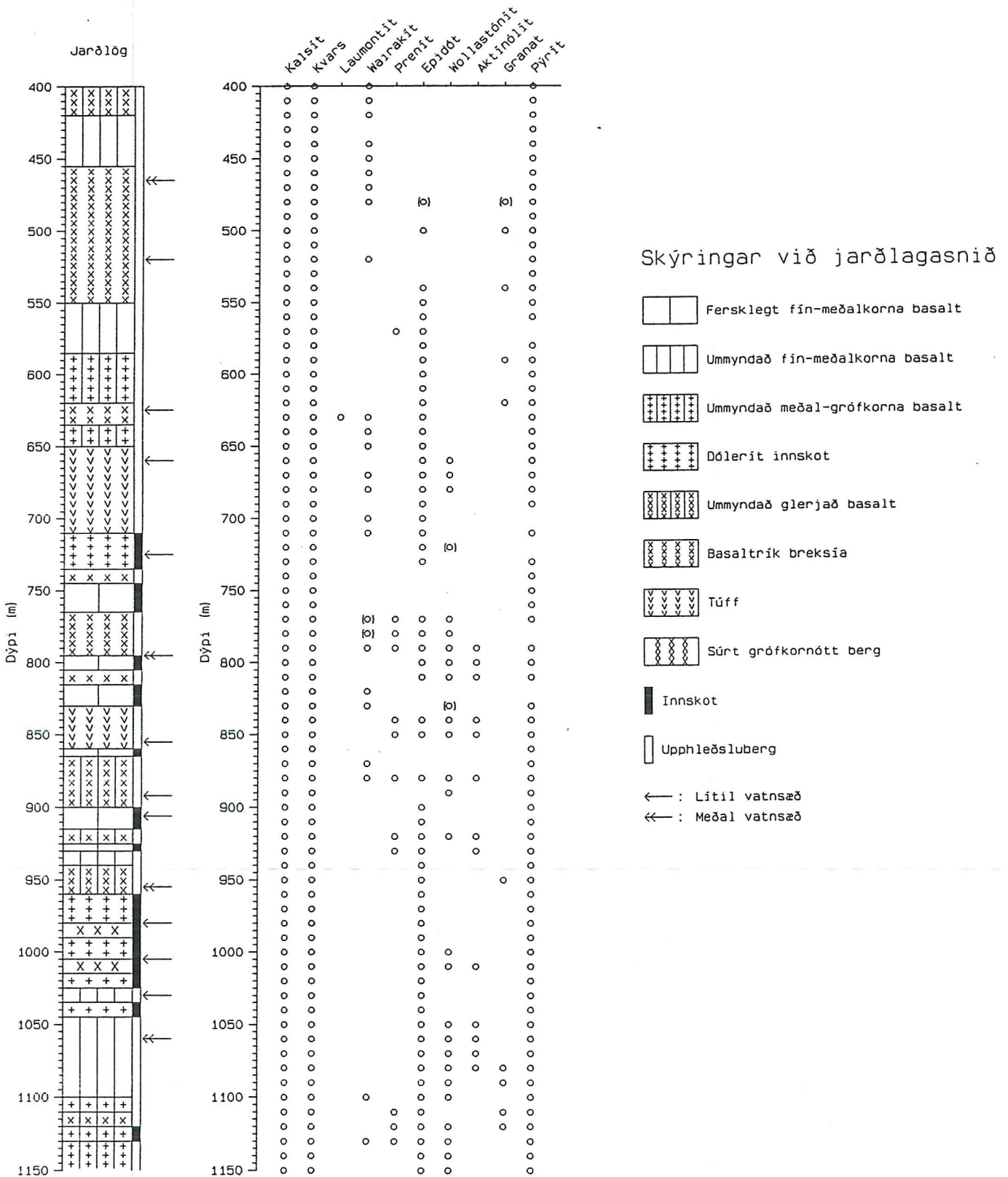


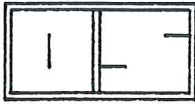
Skýringar við jarðlagasnið

- | | | | | | |
|--|---------------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|
| | Fersklegt fin-meðalkorna basalt | | Dólerit innskot | | Túff |
| | Ummyndað fin-meðalkorna basalt | | Ummyndað glerjað basalt | | Súrt grófkornótt berg |
| | Ummyndað meðal-grófkorna basalt | | Basaltrík breksía | | |
| | Innskot | | Upphleðsluberg | | |

KRAFLA HOLA KG-25

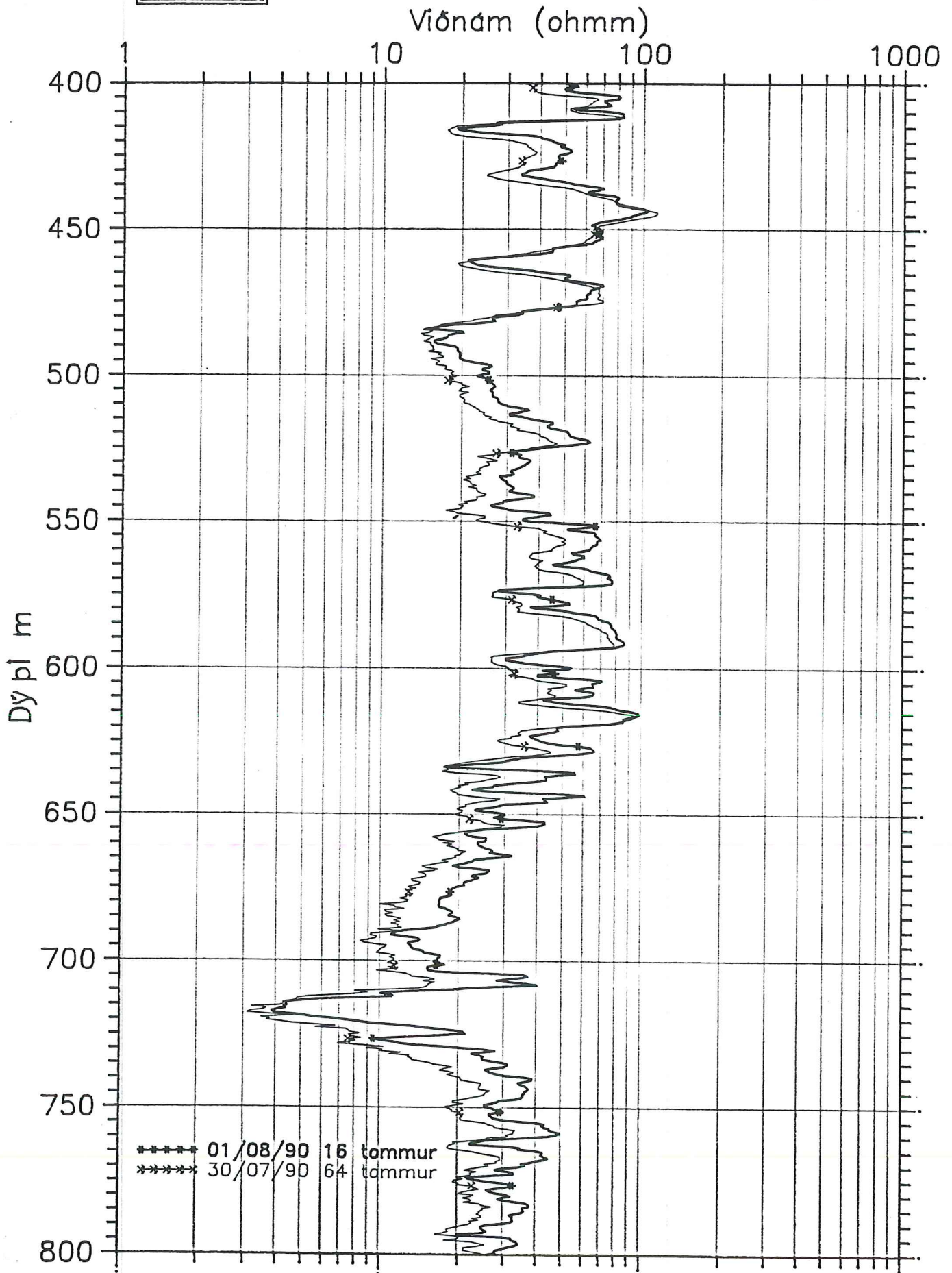
Einfaldað jarðlagasnið og dreifing ummyndunarsteinda

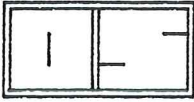




01-08-90
BS/HS

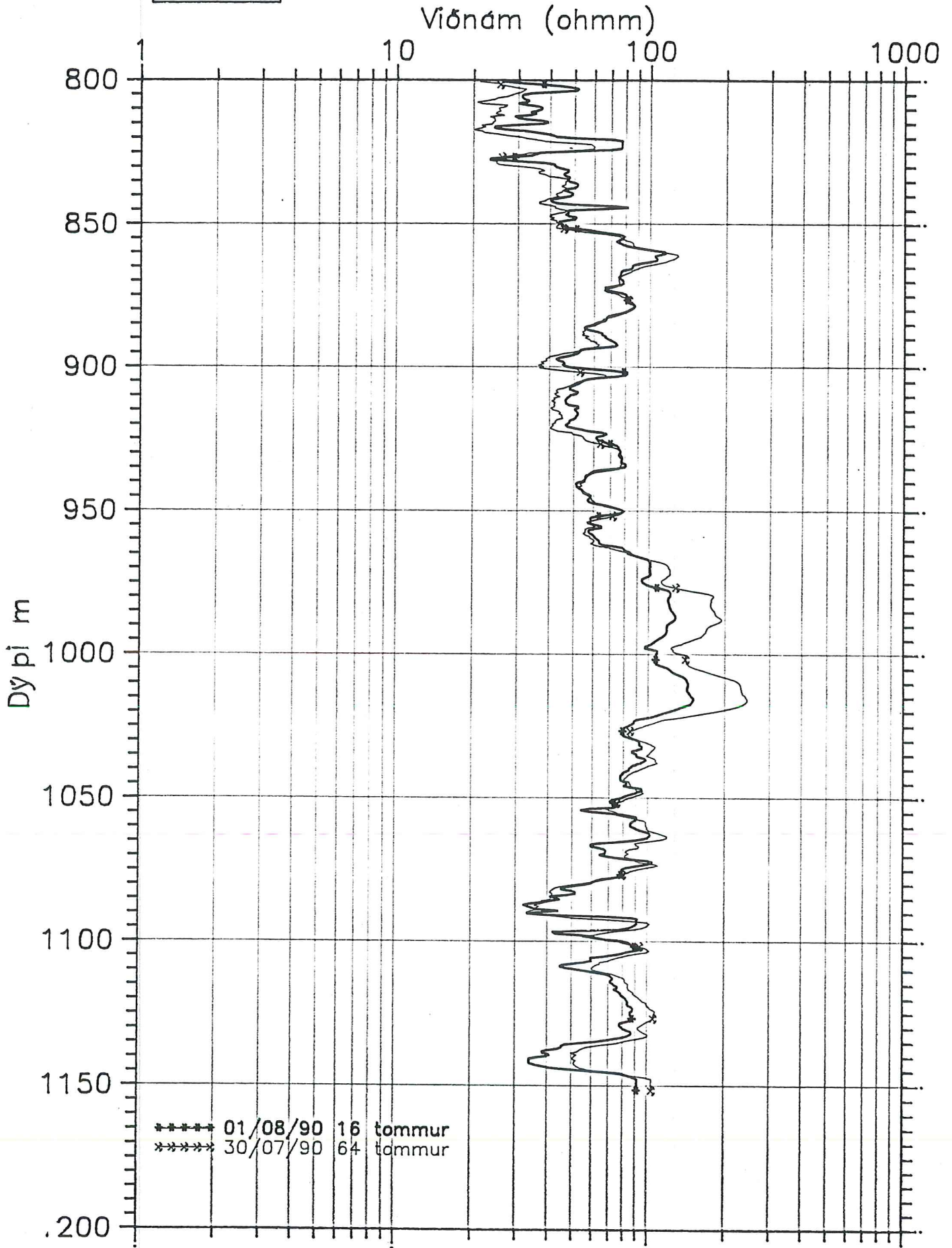
Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Viðnámsmælingar





01-08-90
BS/HS

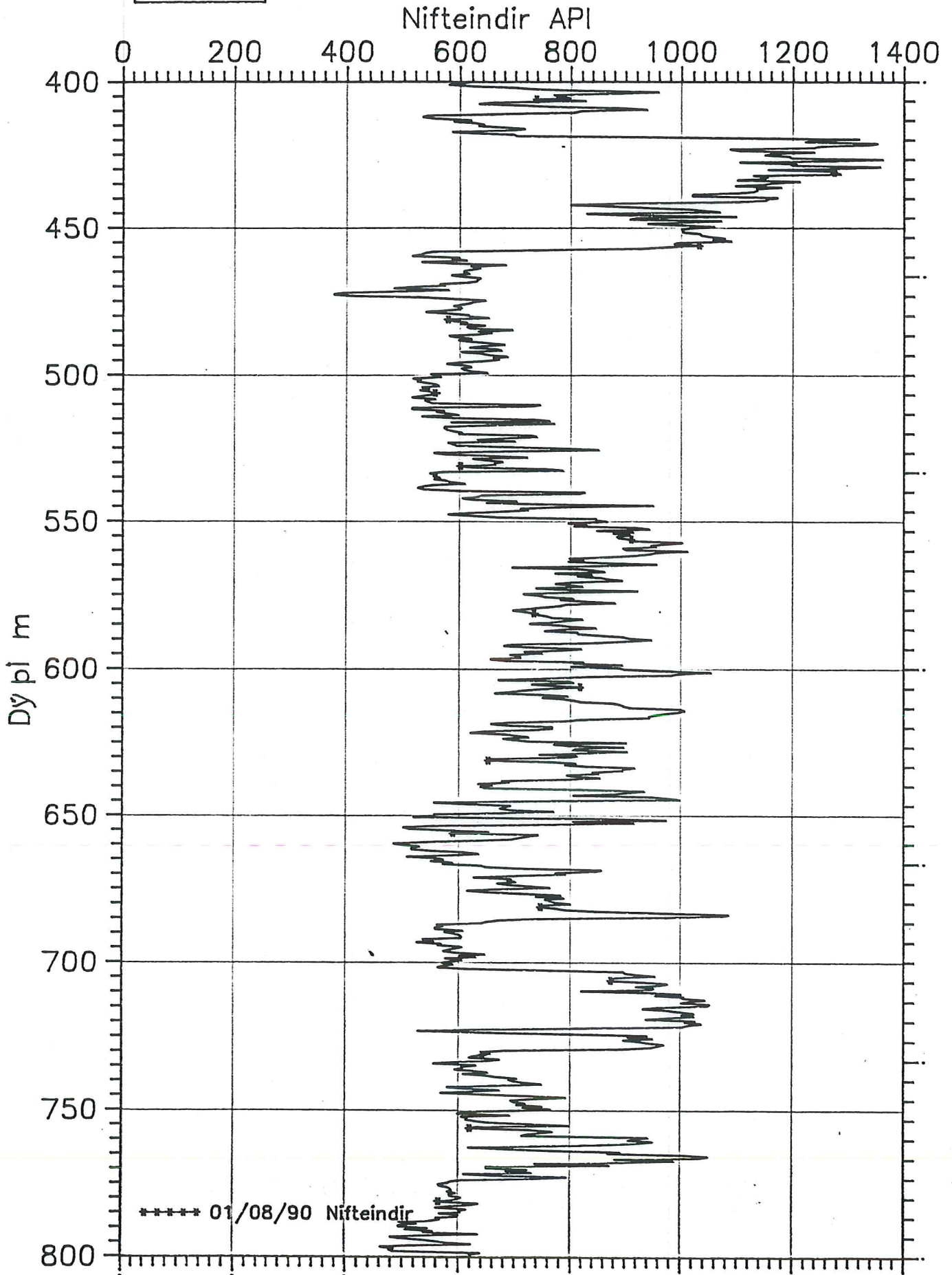
Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Viðnámsmælingar





01-08-90
BS/HS

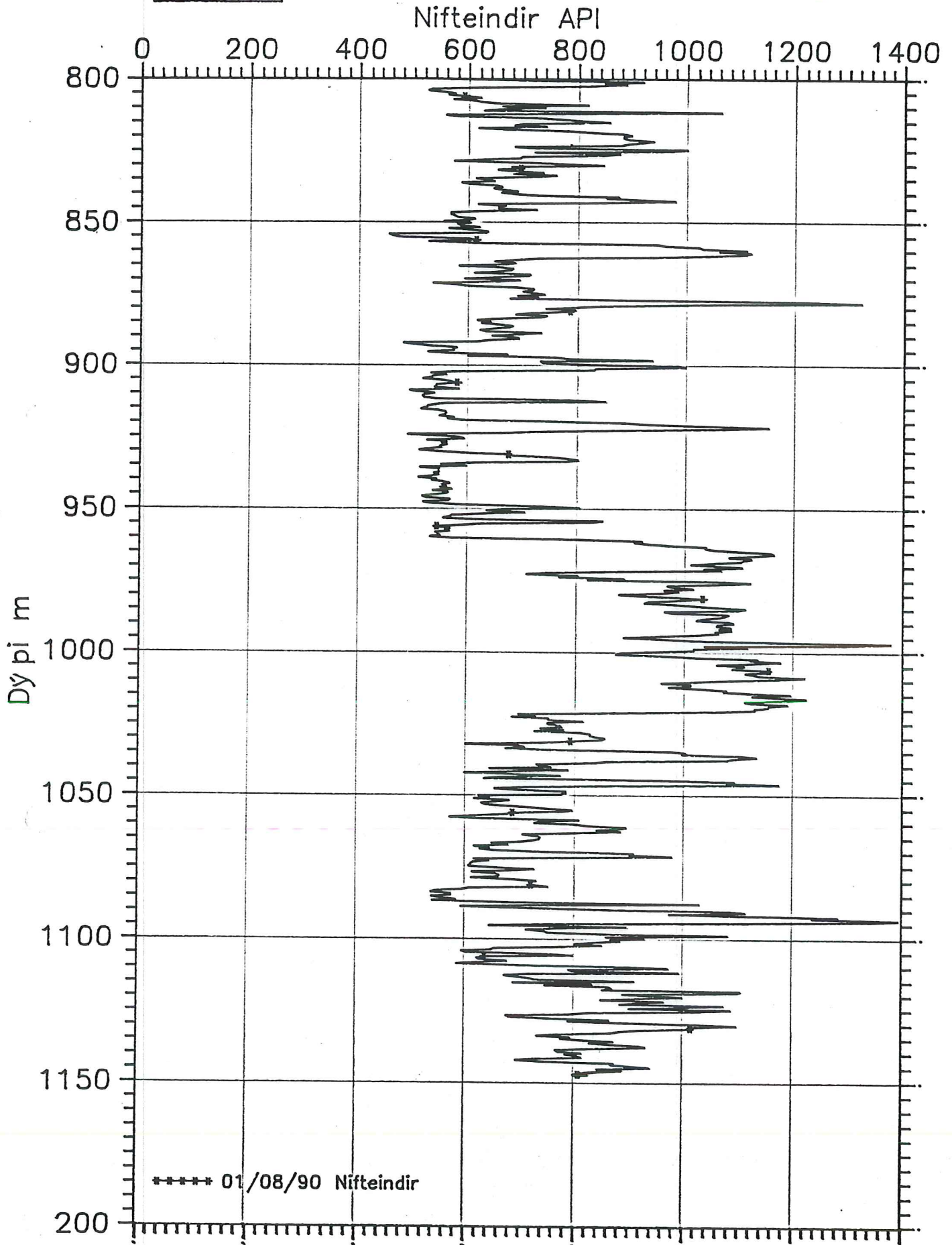
Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Nifteindamaling





01-08-90
BS/HS

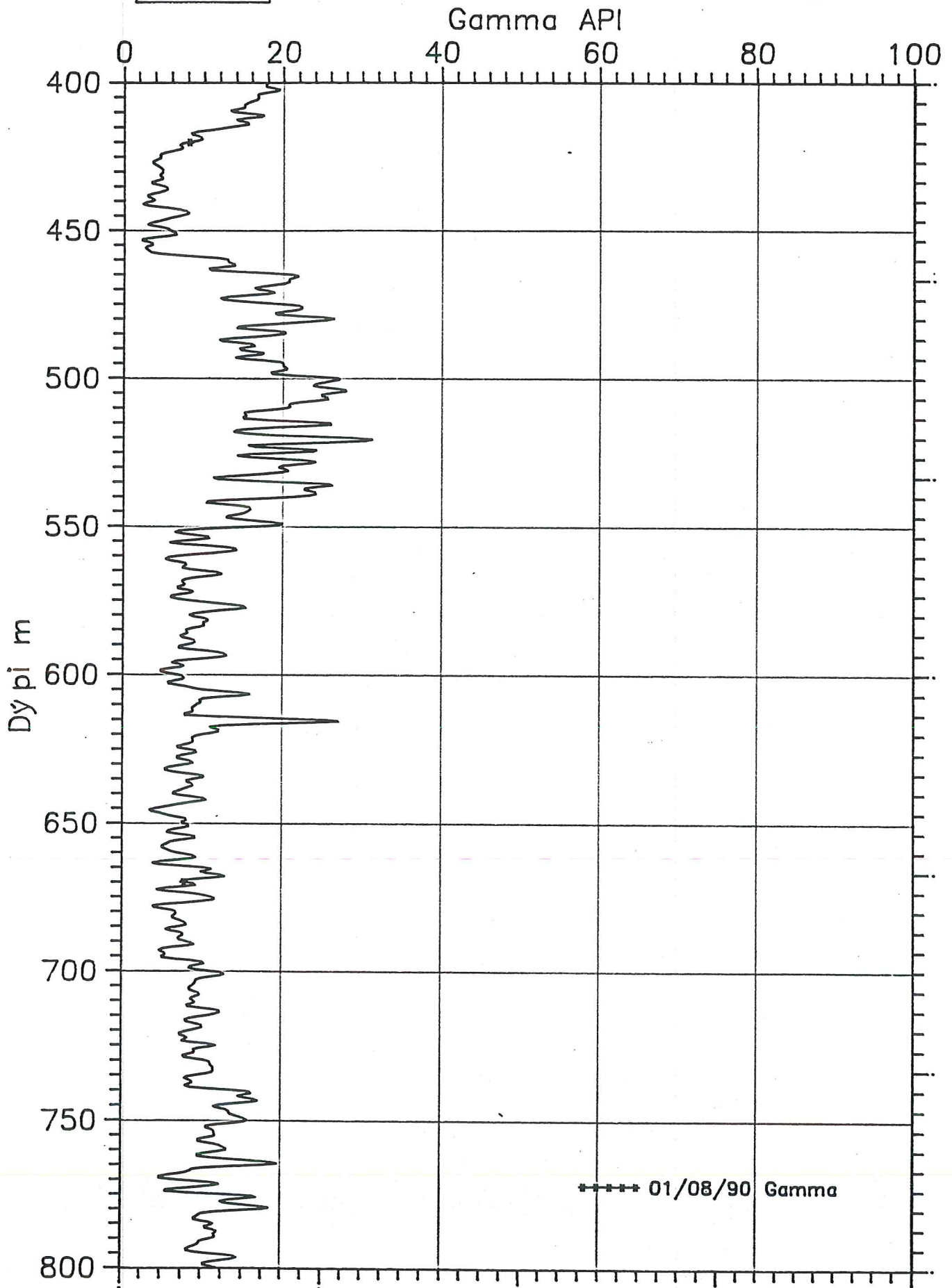
Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Nifteindamæling





01-08-90
BS/HS

Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Gammamæling





01-08-90
BS/HS

Krafla
Hala K-25 (L=58025)
Gammamæling

