



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

*Ber. 18*

KRAFLA - HOLA KG-25  
Upphitun og upphafsástand

Grímur Björnsson  
Benedikt Steingrímsson  
Ásgrímur Guðmundsson

OS-90052/JHD-30 B

Desember 1990

ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

Verknr. 612661

KRAFLA - HOLA KG-25  
Upphitun og upphafsástand

Grímur Björnsson  
Benedikt Steingrímsson  
Ásgrímur Guðmundsson

OS-90052/JHD-30 B

Desember 1990

## EFNISYFIRLIT

Kafli	bls.
1 Inngangur	3
2 Hitamælingar	3
3 Þrýstimælingar	4
4 Upphafsstand hita og þrýstings	5
VIÐAUKI : Mæligildi hita- og þrýstimælinga	13

## MYNDASKRÁ

Mynd	bls.
1 Hitamælingar eftir þrepaðælingu	6
2 Upphitunarmælingar í fóðringu	7
3 Upphitunarmælingar í vinnsluhluta	8
4 Þrýstimælingar í KG-25	9
5 Jafnvægisdýpi þrýstings	10
6 Áætlaður upphafshiti í KG-25	11
7 Áætlaður upphafsþrýsingur í KG-25	12

## TÖFLUSKRÁ

Tafla	bls.
1 Yfirlit um hita- og þrýstimælingar í upphitun KG-25	3

## 1. Inngangur

Í þessari skýrslu er lýst hita- og þrýstimælingum, sem gerðar voru í holu KG-25 eftir að borun lauk og fram að upphleypingu. Alls er hér um að ræða 14 hitamælingar og 3 þrýstimælingar. Yfirlit um mælingarnar er gefið í töflu 1. Í viðauka er að finna mæligildi allra upphitunarmælinganna utan hitamælinga frá 5. september sem er sleppt sökum stærðar.

Tafla 1. Yfirlit um upphitunarmælingar í holu KG-25.

Dags.	Hiti		Þrýstingur		Vatnsb. (m)
	Metrar	Nemi	Metrar	Nemi	
5. sept	0-2088	6			347
5. sept	0-2088	6			347
6. sept	0-900	5			330
6. sept	1200-2079	69436	0-2079	74967	330
7. sept	0-900	5			330
7. sept	1200-2079	58109			320
9. sept	0-900	5			310
10. sept	1200-2079	58109			310
26. sept	0-600	5			277.5
26. sept	600-1900	69436	0-2079	74967	277.5
27. sept	0-900	5			276.3
27. sept	1400-2079	58109			276.3
17. okt	0-870	5			262
17. okt	900-2040	69436	0-2040	74697	262
Alls	15.002		6.198		

## 2. Hitamælingar

Upphitun holu KG-25 hófst 5. september 1990 kl 7:48, þegar ádæling var stöðvuð á holuna. Hitnaði holan mjög hratt í vinnsluhlutanum í fyrstu, sem stafaði af millirennslu úr æðum ofan 1400 m til botnæðarinnar. Mynd 1 sýnir hitamælingar, sem gerðar voru í holunni, skömmu eftir að dæling var stöðvuð. Þar sést að holan er verulega kæld í fóðringunni, en skyndileg hitnun verður síðan við hengistykki leiðara á 1120 m dýpi. Millirennslíð á upptök sín í æðum á u.þ.b. 1220 og 1350 m dýpi, og rann frá þeim til æða á 1980 og 2067 m dýpi. Þá kom viðbót við niðurrennslíð frá æð á 1830 m dýpi. Þar sem æðarnar á 1220 og á 1350 m dýpi eru bak við óraufaðan hluta leiðarans, rann hluti vatnsins frá þeim upp með leiðaranum og olli hinni skyndilegu hitnun við hengistykkið á 1120 m. Tekið skal fram að dýpi æðanna á 1220 og 1350 m er einungis nákvæmt upp á  $\pm 20$  m, og að æðin á 1980 m er ógreinileg í hitamælingunum og því væntanlega mjög lítil.

Allmargar hita- og þrýstimælingar eru svo gerðar í holunni á tímabilinu 6. september til 17. október 1990. Þar sem niðurrennslu til heitu botnæðanna hélt sífellt áfram, hækkaði vatnsborð í holunni hægt og líkur á skyndilegri uppkomu holunnar fóru því síminnkandi. Því var ráðið að upphitunarmælingarnar skyldu beinast að tvennu. Annars vegar að fá sem nákvæmasta mælingu á hita innan fóðringar, en hiti vatnsins þar myndi svara hvenær ætti að hefja til-

raunir við upphleypingu holunnar. Hins vegar skyldu mælingarnar sýna hita æðanna á 1220-1350 m, en það skæri úr um hvort æðarnar tilheyrðu efra- eða neðra-Leirbotnakerfinu.

Hitamælingar í KG-25 fóru því fram með tvennum hætti. Annars vegar var mældur hiti á 10 m fresti með Go-hitamæli, sem var píndur í allt að 160 °C, en ofar var ekki þorað í hita af ótta við skemmdir á nema og kapli. Go-hitamælingar náðu í 900 m dýpi, en þá þraut mælikapalinn. Þar fyrir neðan var því mælt með Amerada mælum til botns og þá einungis á 50 eða 100 m bili. Go-hitamælingarnar eru sýndar á mynd 2 og Amerada hitamælingar á mynd 3. Af mynd 2 má sjá að holan hitnaði örast á 300-400 m og á 550-830 m dýpi. Kælikaflar voru hins vegar á um 450 og 850 m dýpi. Þessir köldu kaflar voru líklega meginorsök þess að illa gekk að ná holunni í gos. Tilurð þeirra má rekja til þess að æðar komu fram í þessum dýpum, sem tóku við miklu af skolvatni í borun, og náði kælingin ekki að ganga til baka á upphitunartímanum. Þriðja kalda kaflann í holunni má sjá í Amerada mælingu frá 26/9 og 17/10 á mynd 3. Er þar um að ræða kafla kringum 1050 m dýpi, sem einnig var lekastaður í borun. Þar fyrir neðan hitnaði holan rólega upp, vegna niðurrennslis frá æðum í 1220, 1350 og 1830 m til botnæðarinnar.

Hitamælingin frá 17. október (mynd 3) sýnir nokkurn veginn hver raunverulegur hiti æðanna á 1200 og 1350 m er. Þá voru liðnir 20 dagar frá síðustu mælingu, og hafði holan aðeins hitnað um 2-3 °C á þeim tíma, mælt með sama nemanum. Hiti æðanna var þá á bilinu 185-190 °C, sem sýnir að æðarnar tilheyra ótvírætt efra-Leirbotnakerfinu. Kemur það mjög á óvart þar sem engar efrakerfisæðar hafa áður fundist neðan 1200 m dýpis á Leirbotnasvæðinu. Í holum nærri KG-25 er t.d. komið niður úr efrakerfinu á um 1200 m dýpi í holum KG-8 og KG-24, og í holu KW-2 er hiti um 220 °C á 1180 m dýpi. Engar mælingar eru hins vegar til úr holum KG-4 og KG-10, sem sýna hvar skilin milli kerfanna eru í þeim holum.

Þar sem stöðugt niðurrennsli var til botnæða holu KG-25, verður að beita öðrum ráðum en hitamælingum við að ákvarða hita þeirra. Þó er ljóst samkvæmt Amerada hitamælingu frá 7. september (mynd 3) að hiti á 2079 m er hærri en 332 °C. Þar sem allar líkur eru til þess að Neðra-Leirbotna kerfið sé sjóðandi á þessu dýpi, má ákvarða hita æðanna út frá þrýstímælingum og gufutöflum.

### 3. Þrýstímælingar

Mynd 4 sýnir þrjár þrýstímælingar, sem gerðar voru í holu KG-25. Á mynd 5 er búið að þenja út neðsta hluta myndarinnar, en með því má sjá á hvaða dýpi þrýstingur hélst stöðugur meðan holan var að hitna. Þetta jafnvægisdýpi þrýstings er yfirleitt nærri öflugustu æð holu og sá þrýstingur, sem þar mælist, er jafnframt hinn sami og upphafsþrýstingur í jarðhitakerfinu á sama dýpi. Ljóst er af mynd 5, að um fleira en eitt jafnvægisdýpi er að ræða (skurðlínur þrýstiferla). Ef fyrstu tvær þrýstímælingarnar eru skoðaðar sést að þrýstingur er í jafnvægi á 1700-1900 m dýpi, en á u.þ.b. 2000 m dýpi, ef síðasta mælingin er borin saman við þær tvær fyrri. Sú mæling liggur öll nokkru hærra í þrýstingi en fyrri mælingarnar tvær, og má skýra það með áhrifum hins stöðuga niðurrennslis, sem kann að hafa hækkað þrýsting botnæðarinnar lítilla frá upphafsástandi. Þrýstingur jarðhitakerfisins við æðarnar á 1220, 1350 og 1830 m er hins vegar eitthvað hærri en mælt er, þar sem æðarnar gáfu ætíð rennsli inn í holuna. Gengið er út frá því að þrýstingur á 2000 m sé jafnvægisþrýstingur, og hinn sami og þrýstingur úti í jarðhitakerfinu á sama dýpi.

#### 4. Upphafsstand hita og þrýstings

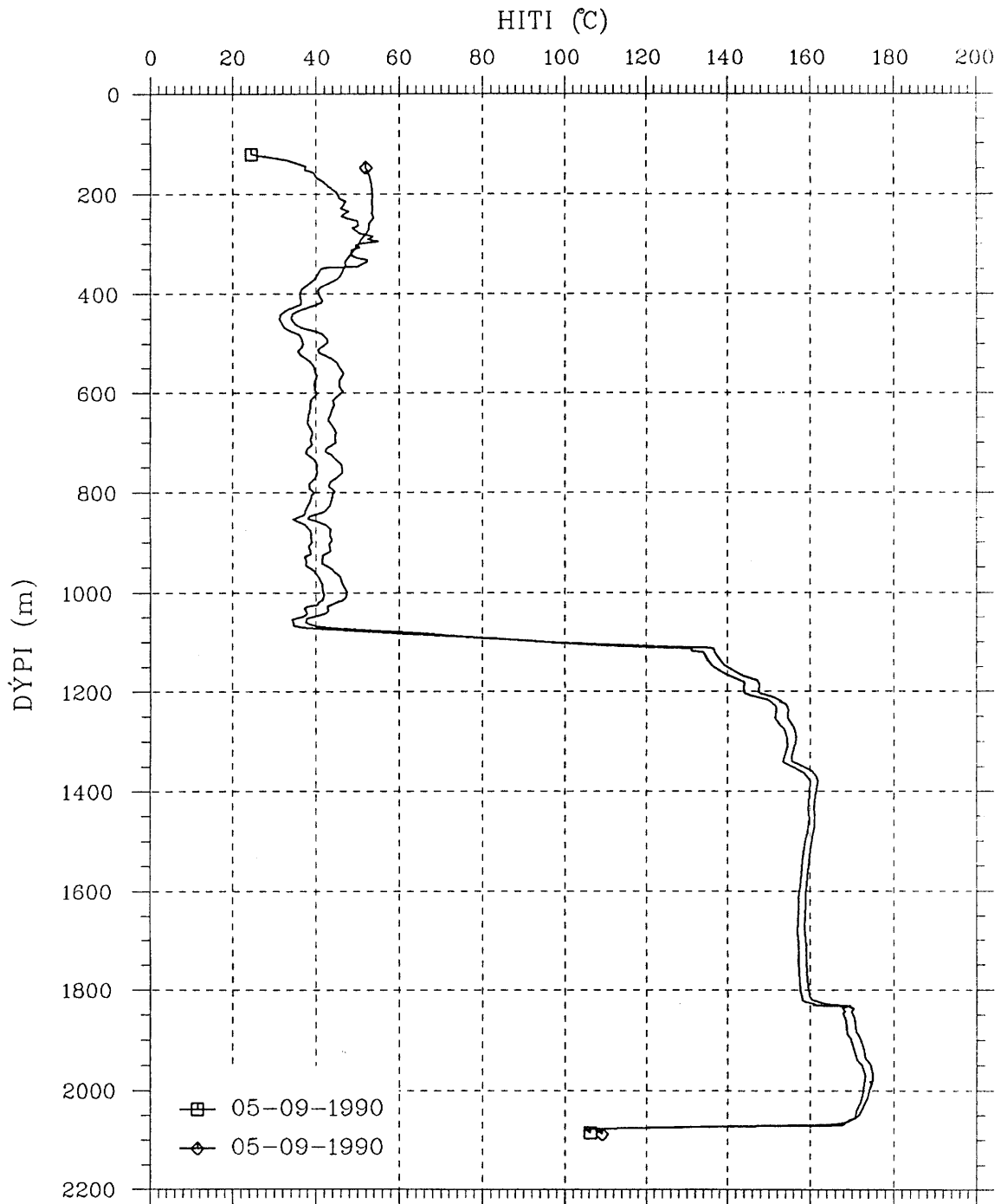
Þær upplýsingar, sem hægt er að nýta til mats á upphafsgildum hita og þrýstings við holu KG-25, eru samkvæmt borholumælingum eftirfarandi:

1. Að berghiti er um 190 °C á 1220-1350 m dýpi.
2. Að þrýstingur á 2000 m er 154 bar-y.
3. Að berghiti og þrýstingur neðan til í holunni ættu að fylgja suðumarksferli, sem tekur gildið 154 bar-y í 2000 m. Þetta þýðir að botnhiti holunnar er um 344 °C eða um 12 °C hærri en hæst mældist þar í upphitun eftir borun.
4. Að þrýstingur í 1830 m sé hærri en 141 bar-y svo skýra megi innrennsli í upphitun.
5. Að þrýstingur sé hærri en 86 bar-y í 1200 m og hærri en 99 bar-y í 1350 m svo skýra megi innrennsli í upphitun.
6. Að hiti og þrýstingur í efri hluta holunnar sé svipaður og í KG-10, þ.e. vatnsborð á 110 m og suðuferill að 180 °C. Einnig að þrýstingur KG-25 vaxi eins og í þrýstimælingu í KG-10 frá sumrinu 1990.
7. Einnig er gert ráð fyrir jafnhækkandi hita frá um 200 m í 1350 m dýpi. Hiti á 200 m dýpi er 180 °C (suðuhiti), en  $\approx$  195 °C í 1350 m.
8. Að efra- og neðrakerfið mætist um þétt skil, sem eru frá 1400-1500 m dýpi í holunni, og að suðumarksferlar gildi þar fyrir neðan.

Að gefnum áðurnefndum forsendum voru upphafshiti og þrýstingur í KG-25 metnir og eru ferlarnir teiknaðir á myndum 6 og 7. Tekið skal fram að helsti óvissuþáttur í ferlunum er skilflötur Leirbotnakerfanna tveggja, þ.e. þykkt og dýpi hans. Aðeins er vitað út frá borholumælingunum að hann er milli 1400 og 1800 m dýpis í holu KG-25. Reynsla er fyrir því úr öðrum Kröfluholum að þessi skil geta verið á mjög afmörkuðu bili (eins og í holum KG-5 og KJ-9, þar sem veggurinn milli kerfanna er aðeins um 50 m á þykkt). Þegar það er einnig haft í huga að skilin milli kerfanna eru mun ofar í öðrum holum á Leirbotnasvæðinu var ákveðið að draga skilin milli kerfanna á 1500 m dýpi.

JHD-JFR-6607 ÁsG  
90.12.0739 T

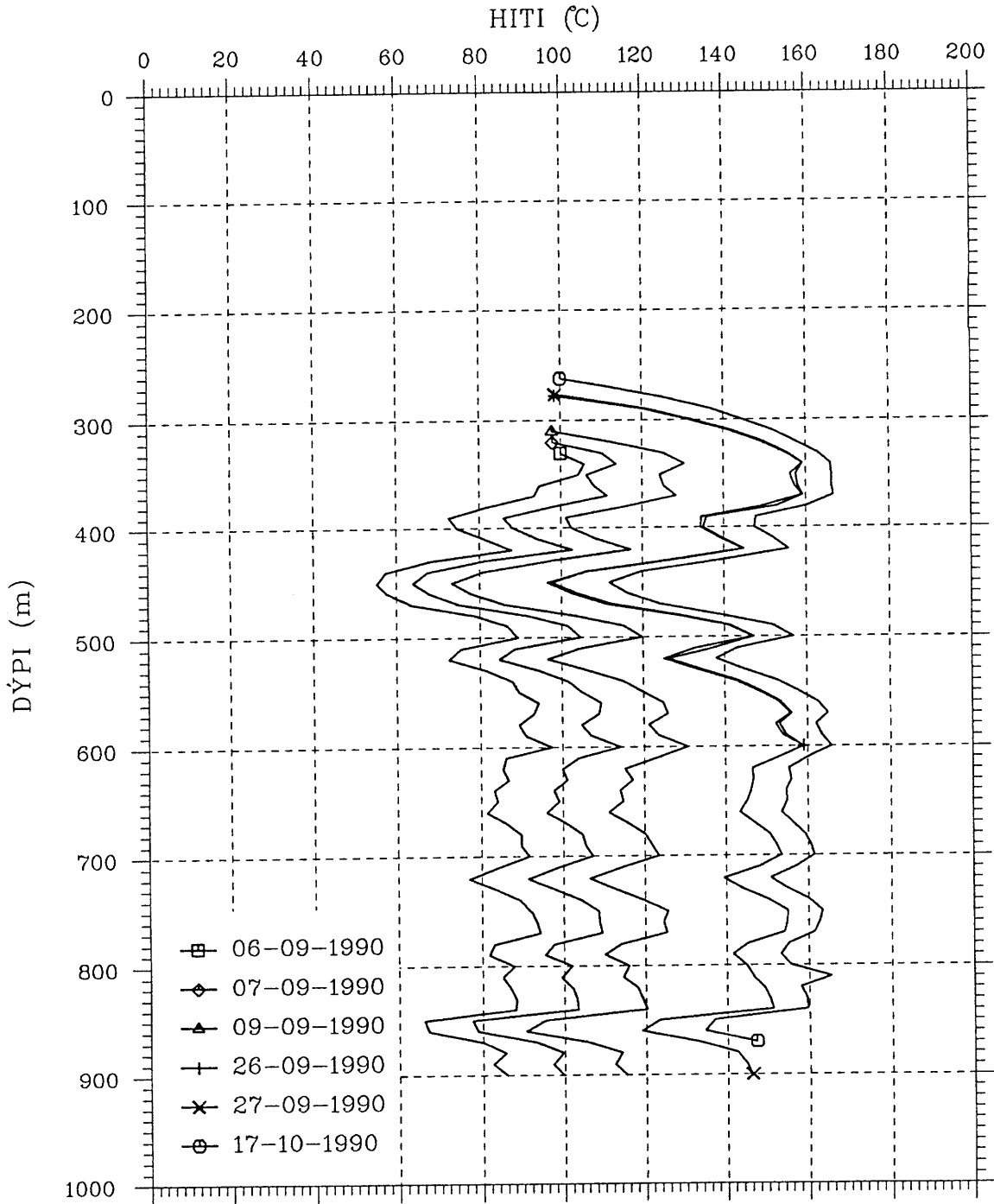
### KRAFLA HOLA KG-25 HITAMÆLINGAR EFTIR BORLOK



Mynd 1. Hitamælingar í þrepadælingu.

JHD-JFR-6607 ÁsG  
90.12.0740 T

### KRAFLA HOLA KG-25 UPPHITUNARMÆLINGAR Í FÓÐRINGU

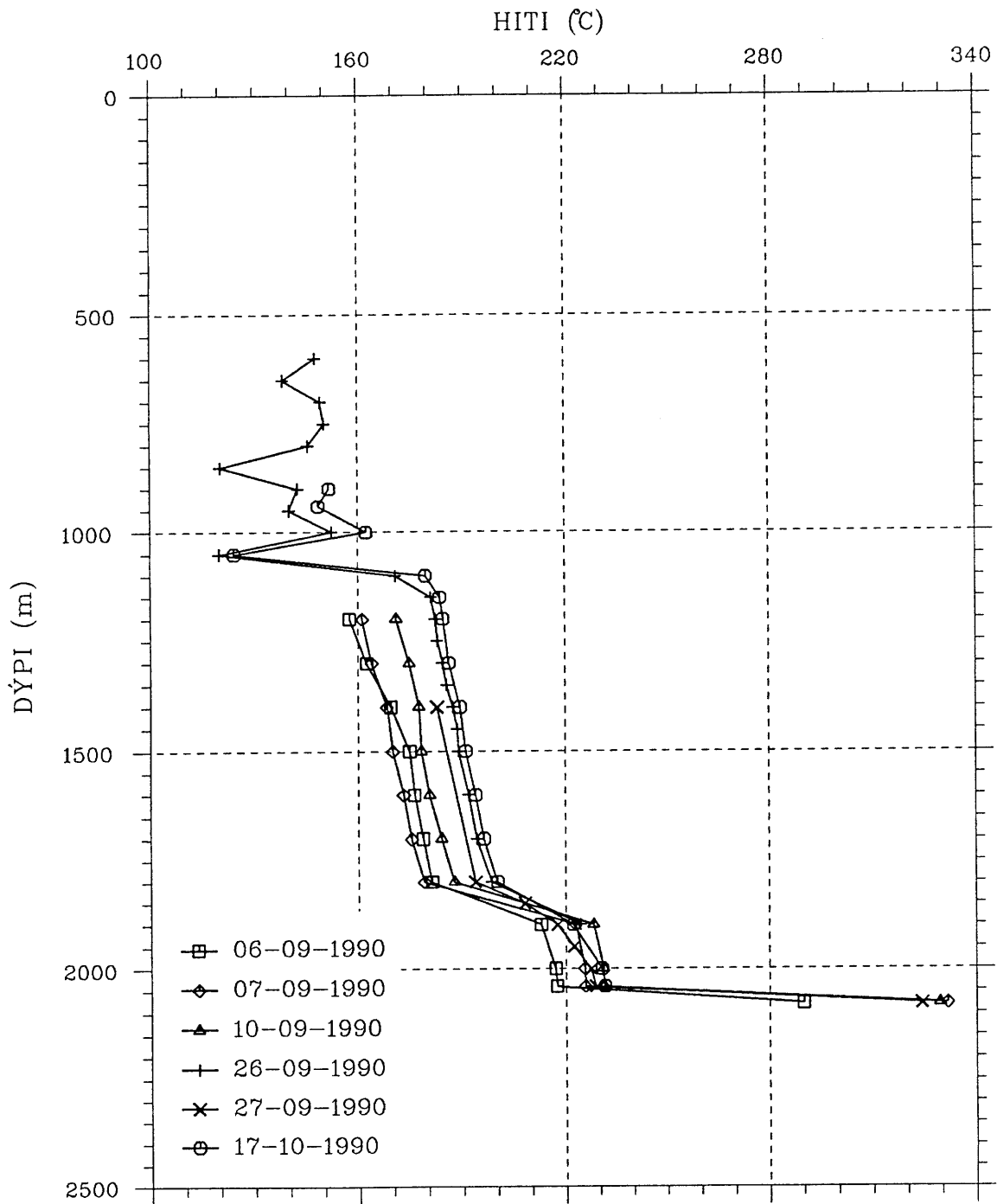


Mynd 2. Upphitunarmælingar í fóðringu.



JHD-JFR-6607 ÁsG  
90.12.0741 T

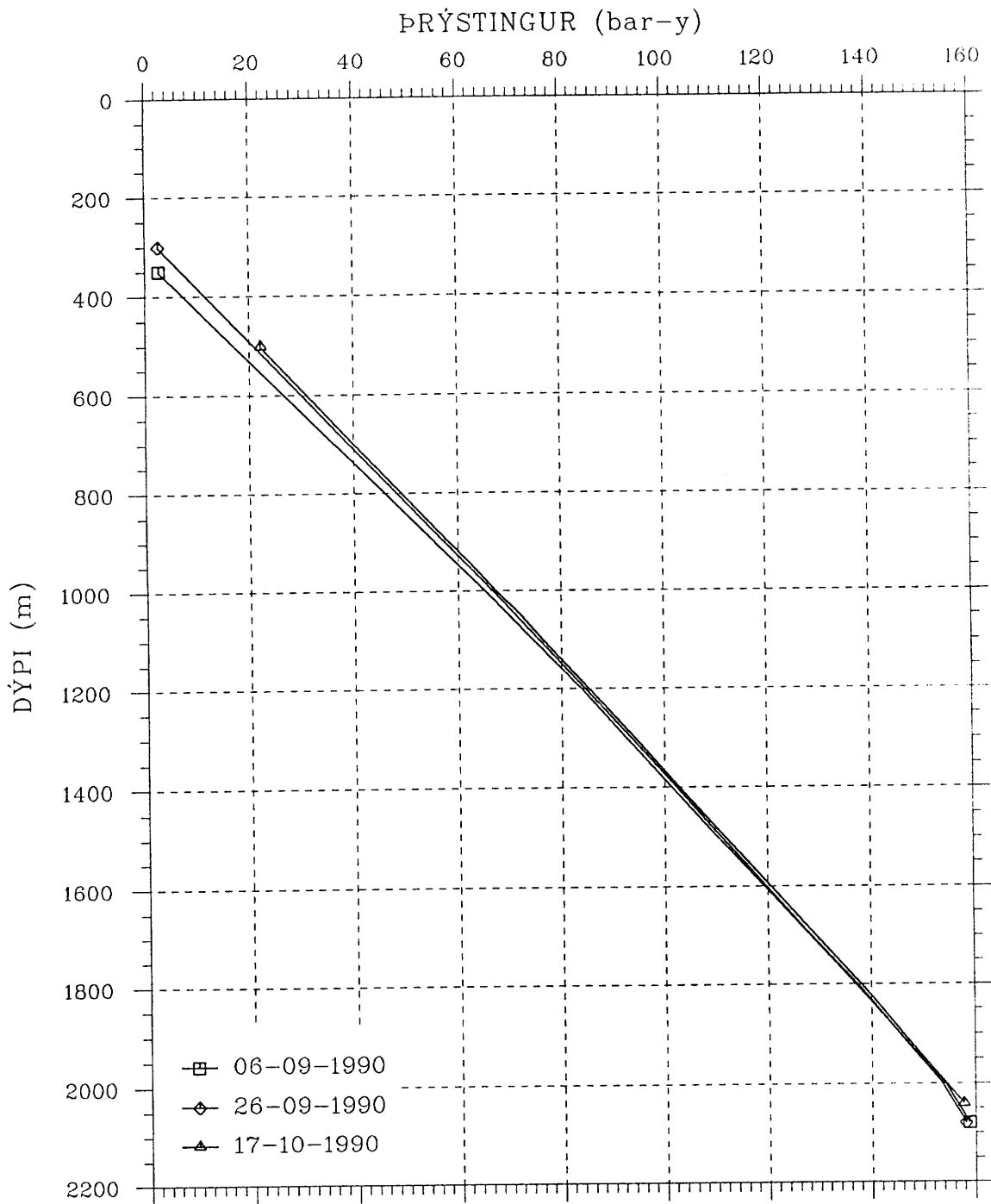
### KRAFLA HOLA KG-25 UPPHITUNARMÆLINGAR Í VINNSLUHLUTA



Mynd 3. Upphitunarmælingar í vinnsluhluta.

JHD-JFR-6607 ÁsG  
90.12.0742 T

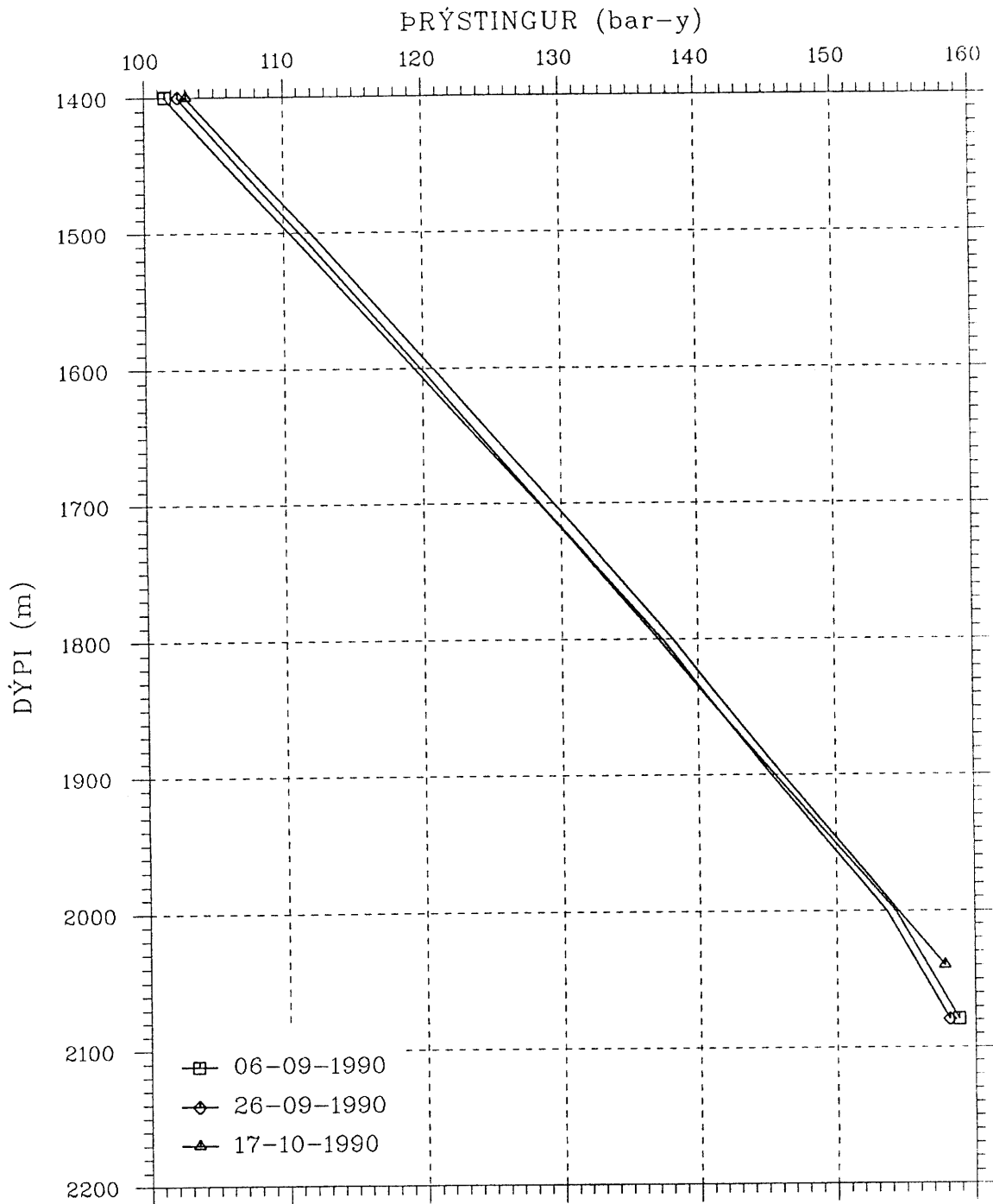
### KRAFLA HOLA KG-25 ÞRÝSTIMÆLINGAR



Mynd 4. Þrýstimælingar í KG-25.

JHD-JFR-6607 ÁsG  
90.12.0743 T

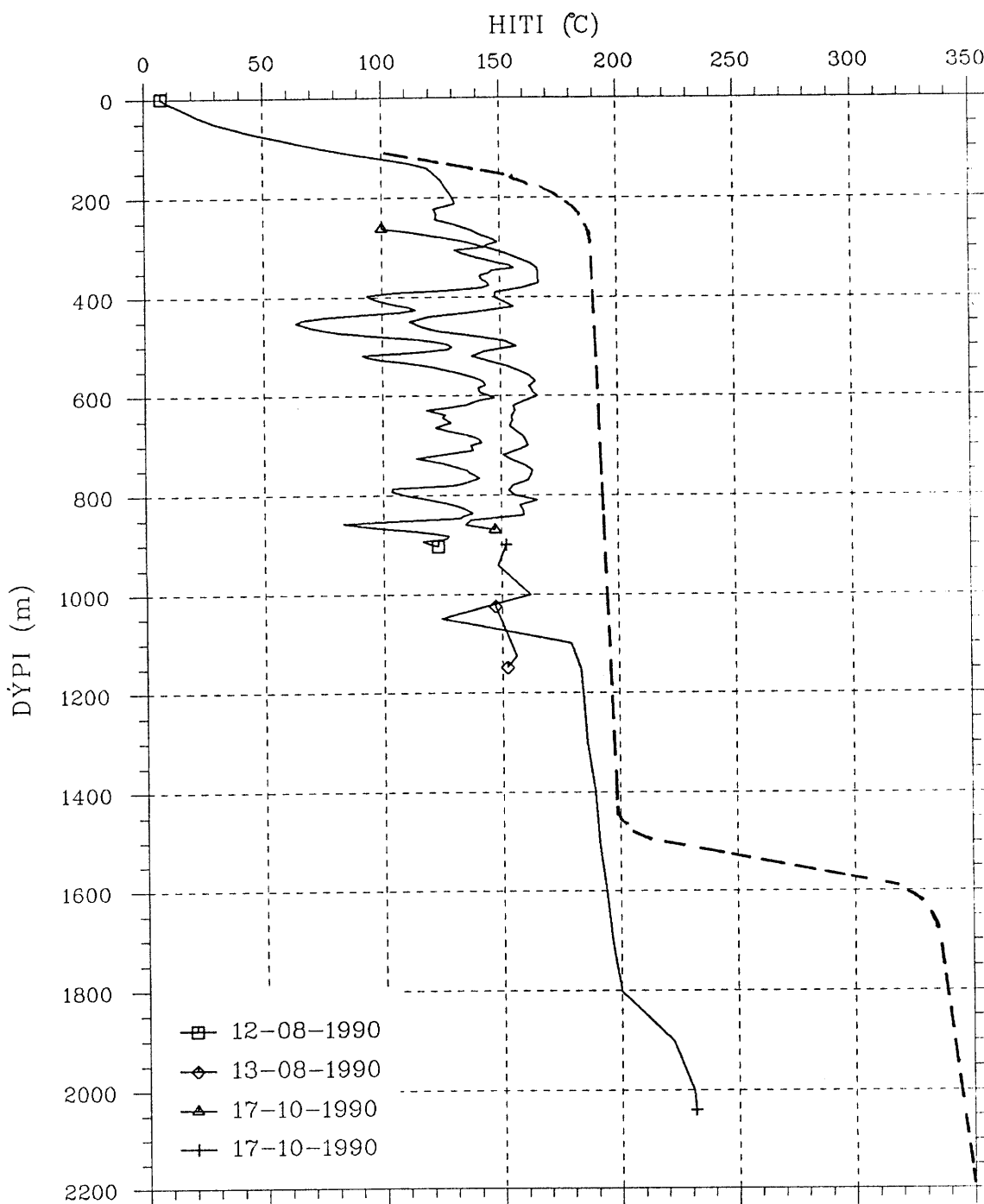
### KRAFLA HOLA KG-25 JAFNVÆGISDÝPI ÞRÝSTINGS



Mynd 5. Jafnvægisdýpi þrýstings.

JHD-JFR-6607 ÁsG  
90.12.0744 T

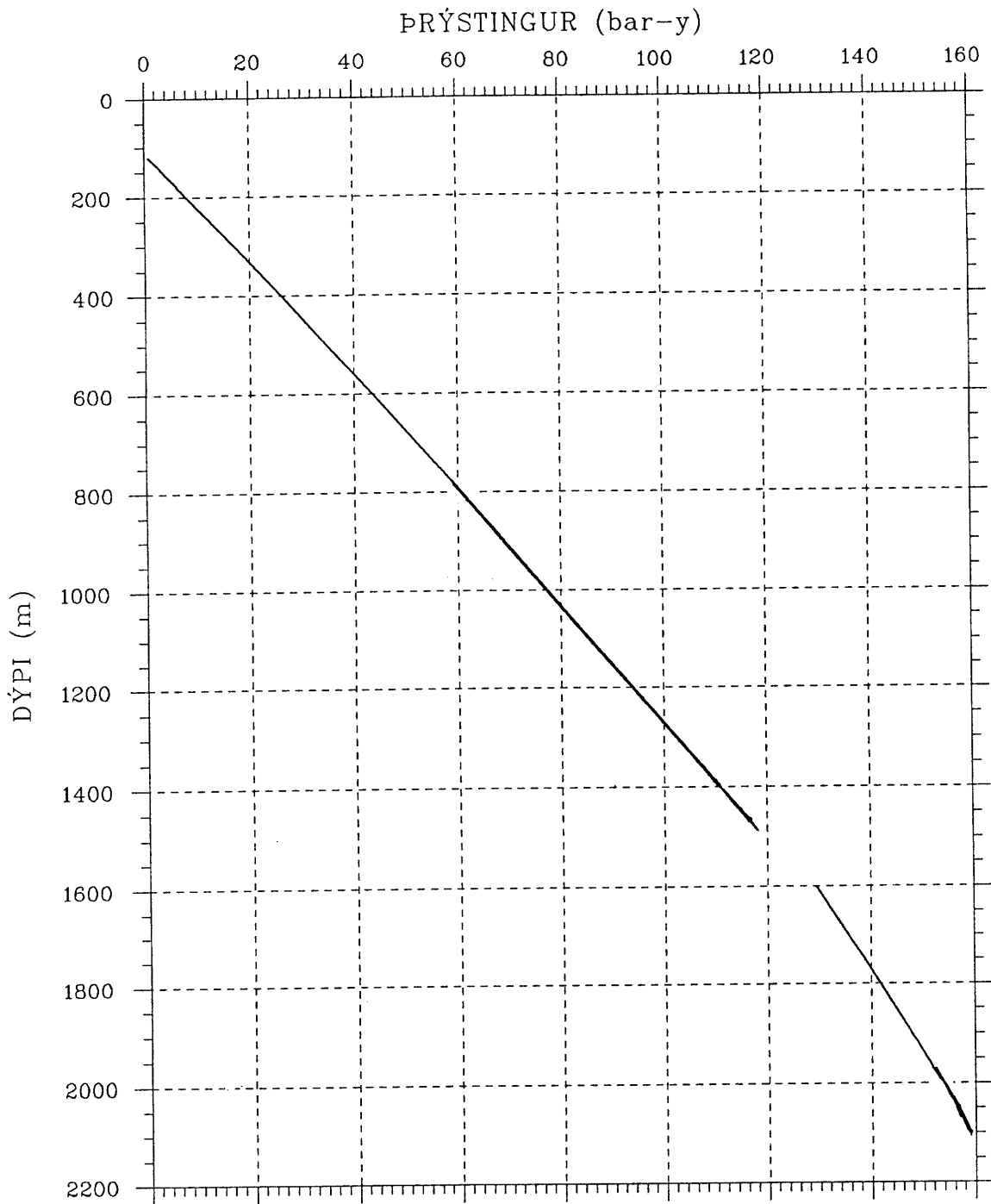
### KRAFLA HOLA KG-25 ÁÆTLAÐUR UPPHAFSHITI



Mynd 6. Áætlaður upphafshiti í KG-25.

JHD-BHM-GrB  
16.11.1990 T

# KRAFLA - HOLA KG-25 ÁÆTLAÐUR UPPHAFSÞRÝSTINGUR



Mynd 7. Áætlaður upphafsþrýstingur í KG-25.

**VIÐAUKI: Mæligildi hita og þrýstings í upphitun.**

Tafla 1. Hitamæligildi úr go-mælingum í upphitun

Mældagur	6/9	7/9	9/9	26/9	27/9	17/10
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
262.0						100.0
270.0						112.6
276.3					98.6	
277.5				98.6		
280.0				102.6	104.8	125.9
290.0				120.5	121.5	136.8
300.0				131.7	132.6	144.8
310.0			97.9	141.4	142.1	152.1
320.0		98.0	112.7	149.0	149.7	157.4
330.0	100.0	110.2	125.5	155.0	155.4	162.9
340.0	105.8	113.8	130.4	159.2	159.2	165.9
350.0	104.3	106.4	124.4	156.2	157.5	166.2
360.0	94.8	108.2	125.3	157.2	158.0	166.1
370.0	93.5	111.5	128.4	159.0	159.3	166.5
380.0	81.9	97.7	115.6	149.5	153.0	160.1
390.0	72.7	86.1	101.3	134.5	135.8	147.7
400.0	74.7	88.4	102.6	134.3	135.0	147.5
410.0		94.2	108.6	139.1	139.5	152.1
420.0	88.0	102.9	117.3	144.9	144.9	155.8
430.0	68.3	81.2	97.9	127.3	126.7	139.6
440.0	57.5	67.5	80.8	106.4	105.9	119.9
450.0	55.4	64.0	73.4	96.7	97.7	111.8
460.0	58.0	67.9	77.9	102.5	103.8	116.2
470.0	63.8	75.2	86.1	111.0	112.7	124.3
480.0	79.0	91.5	102.9	128.1	129.0	139.2
490.0	86.9	101.6	115.3	141.2	141.4	151.9
500.0	89.4	104.8	119.9	147.0	147.2	156.8
510.0	75.5	88.6	104.5	132.8	137.2	143.2
520.0	72.6	84.7	96.7	125.2	126.4	138.0
530.0	81.6	94.4	106.4	133.6	134.7	145.1
540.0	87.9	101.7	115.2	142.7	143.5	153.0
550.0	89.4	104.9	119.9	148.3	149.0	157.9
560.0	94.3	109.6	124.9	153.3	153.8	162.7
570.0	93.0	109.1	126.0	155.9	156.3	165.0
580.0	89.4	104.9	121.4	152.3	153.2	162.1
590.0	91.1	107.3	123.9	154.1	154.9	163.5
600.0	97.5	114.3	130.8	159.0	159.0	165.8
610.0	86.0	104.0	123.4		153.1	160.1
620.0	85.4	100.0	115.4		146.5	155.4
630.0	86.7	101.1	117.3		146.7	155.9
640.0	83.3	97.9	114.2		146.1	154.7
650.0	84.0	99.1	114.8		145.2	154.8
660.0	81.5	96.2	111.3		143.5	153.6
670.0	86.0	100.7	115.9		146.8	156.3
680.0	89.7	104.8	120.2		150.6	159.2
690.0	89.7	105.5	121.9		152.3	160.6
700.0	91.7	107.3	123.5		153.5	161.5
710.0	84.0	98.8	114.6		148.0	157.0
720.0	77.1	91.4	106.5		139.4	150.9
730.0	83.5	97.9	112.8		144.0	154.8
740.0	89.6	104.5	119.8		150.3	160.2
750.0	92.1	108.6	125.7		154.8	163.3

Tafla 1 frh.

Mældagur	6/9	7/9	9/9	26/9	27/9	17/10
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
760.0	93.4	108.8	124.6		154.7	162.6
770.0	94.2	109.5	125.5		154.1	161.4
780.0	83.0	97.7	114.1		145.2	155.1
790.0	81.8	95.5	110.1		141.5	153.2
800.0	87.8	102.0	116.0		144.8	155.8
810.0	85.0	99.5	114.6		146.5	165.4
820.0	86.9	102.0	118.0		149.1	158.0
830.0	88.2	103.1	119.3		150.4	159.4
840.0	88.1	103.4	120.3		151.3	159.6
850.0	66.1	77.6	95.4		123.6	137.0
860.0	67.1	79.0	90.6		119.1	134.6
870.0	80.1	93.3	105.8		133.2	147.1
880.0	85.7	99.8	114.2		142.4	
890.0	82.6	97.3	112.6		144.6	
900.0	86.0	100.1	115.5		146.0	

Tafla 2. Hitamæligildi úr ameradamælingum.

Mældagur	6/9	7/9	10/9	26/9	27/9	17/10
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
600.0				147.8		
650.0				138.5		
700.0				149.3		
750.0				150.3		
800.0				145.7		
850.0				120.3		
900.0				142.7		151.7
940.0						148.6
950.0				140.2		
1000.0				152.4		162.4
1050.0				120.0		124.3
1100.0				170.8		179.5
1150.0				181.0		183.6
1200.0	157.6	161.2	171.0	182.3		184.5
1250.0				182.9		
1300.0	162.5	164.0	174.8	184.4		186.2
1350.0				185.6		
1400.0	169.5	168.4	177.6	187.3	182.8	189.4
1450.0				188.6		
1500.0	174.9	170.0	178.2	188.9		191.0
1600.0	176.3	173.1	180.6	191.8		193.8
1700.0	178.7	175.4	184.0	194.1		196.2
1800.0	181.2	179.1	187.7	198.4	193.7	200.1
1850.0					208.0	
1900.0	212.8	222.9	228.2	224.4	217.5	222.2
1950.0					222.4	
2000.0	217.0	225.7	231.1		227.5	230.7
2040.0	217.4	225.8	231.4		228.9	231.6
2079.0	290.0	331.6	329.4		324.2	



Tafla 3. Þrýstimæligildi úr ameradamælingum

Mælidagur	6/9	26/9	17/10
Dýpi (m)	(bör-y)	(bör-y)	(bör-y)
300.0		2.6	
350.0	2.7		
400.0	7.5	11.8	
500.0			22.2
501.0		21.2	
600.0	26.8	30.1	
700.0		39.3	40.3
800.0	46.2	48.5	
900.0		57.6	58.5
940.0			62.2
1000.0	65.3	66.8	67.5
1050.0			72.3
1100.0		75.8	76.6
1150.0			81.1
1200.0	84.0	84.7	85.6
1300.0	92.7	93.7	94.5
1400.0	101.5	102.4	103.0
1500.0	110.5	111.2	112.0
1600.0	119.5	119.9	120.8
1700.0	128.4	128.5	129.5
1800.0	137.1	137.4	138.2
1900.0	145.6	145.4	146.2
2000.0	154.3	153.6	154.5
2040.0			157.8
2079.0	158.8	158.1	