

Krafla borun holu KG-25. 3. áfangi

**Ásgrímur Guðmundsson  
Jósef Hólmjárn  
Valgarður Stefánsson  
Sigurður Benediktsson  
Dagbjartur Sigursteinsson**

**Greinargerð ÁsG-JH-VS-SBen-DS-90/07**

**KRAFLA**  
**BORUN HOLU KG-25**  
**3. ÁFANGI**

**1. Inngangur**

Áfangi 3 var unnin samkvæmt verklýsingu Orkustofnunar, sem gerð var fyrir Landsvirkjun á vormánuðum. Áætluð borun í þessum áfanga var frá vinnslufóðringu niður á 2100 m dýpi. Hér á eftir eru tekin saman helstu atriði úr verklýsingu varðandi þennan verkþátt:

- a. Öryggislokar við áfanga 2 eru fjarlægðir og 9 5/8" fóðringin skorin í sundur um 10 cm ofan við fóðringarflansinn. Stýring fyrir vinnslufóðringuna verður klemmd milli holuflans og þenslustykkis. Þenslustykki verður komið fyrir og skal hersla vera jöfn á boltunum og skal fara eftir upplýsingum um "Recommended 6BX flange bort torque" í Drilling Data Handbook (DDH) bls. 390. Borinn þarf því að hafa herslulykil (gýr) sem getur gefið allt að 3800 ft-lb átak. Aðallocki holunnar, 10 " WKM Power-R-Seal ANSI 1500, er settur á holuna, og verður rauðmálaður flans lokans látinn snúa niður. Áriðandi er að hersla verði jöfn (sjá DDH bls. 390). Uppsetning holutopps og öryggisloka verður eins og sýnt er fyrir áfanga 3 á mynd 7 í verklýsingu. Áður en steypan og steypustykkinn verða boruð út verður holan og öryggislokarnir þrýstiprófaðir við 40 bar þrýsting í 15 mín.
- b. Holan verður boruð með 216 mm (8 1/2") krónu, krónustýringu og einni stýringu milli annarrar og þriðju álagsstangar. Einstefnuloki verður hafður við krónu. Skolvatn sem notað verður við borunina þarf að minnsta kosti að vera 25-30 l/s.
- c. Holan verður hallamæld á 100 m fresti. Bora skal holuna sem næst lóðréttu og fari hallinn yfir 3° skal athuga aðgerðir til að rétta hana af.
- d. Borað skal niður á allt að 2100 m dýpi, og gerir jarðfræðingur Orkustofnunar tillögu um lokadýpi holunnar í samráði við verkkaupa.
- e. Holan verður kæld og hitamæld, áður en upptekt á borstöngum hefst. Upptekt hefst ekki fyrr en gaumgæfilega hefur verið gengið úr skugga um að holan fari ekki í gos. Mikilvægt er að vatn leki stöðugt á holuna.
- f. Mælingar verða gerðar í holunni (hiti, vídd og jarðlagamælingar) þegar borstrengurinn hefur verið tekinn upp.
- g. Raufaður leiðari 7" verður settur í holuna í lokin með fóðurrörskó neðst. Miðað er við að leiðaraskórinn verði um 20 m frá botni holunnar og að hengistykkið verði um 30 m upp í vinnslufóðringunni. Efst á leiðaranum verður hengistykki með 7# buttress pinna og gripklossum fyrir 13 3/8" fóðringu. Þegar leiðarinn hefur verið settur, er sleppistykkið aftengt og tekið upp.
- h. Áður en borinn verður tekinn af holunni verður hún þrepaðæld og er áætlað að það taki hálfan sólarhring.

Þar með er áfanga 3 lokið.

Ennfremur er nánari grein gerð fyrir eftirtöldum atriðum í verklýsingu:

Jarðfræðilegum aðstæðum  
Öryggiskröfum  
Skolvökva  
Niðursetningu leiðara  
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. Upphitun

Í lok 2. áfanga var þannig gengið frá holunni, að hægt var að hitamæla niður að steypu í neðsta fódurröri. Tilgangurinn með því var að kanna hvort sjá mætti skil milli efra og neðra kerfisins í neðsta hluta holunnar eftir nokkra daga upphitun. Hætt var að kæla holuna sunnudaginn 5. ágúst og 12. og 13. sama mánuðar var hún hitamæld eftir um viku upphitnun. Hitamælingin er sýnd á mynd 2. Þar er ekki að sjá nein skil milli kerfanna og því eðlilegast að álykta að ekki sé komið niður úr efra kerfinu á 1140 m dýpi.

## 3. Borsaga

Þriðjudaginn 14. ágúst, á 37. verkdegi, komu bormenn til vinnu við 3. áfanga. Byrjað var að kæla holuna fram undir kvöld, en þá hófst upptekt á 28 stöndum (529 m), sem voru hafðir niðri í holunni milli áfanga. Aðfaranótt miðvikudagsins var set niður og álagstangir sprungumældar við það tækifæri. Eftir niðursetningu voru holulokar prófaðir við 600 PSI (rúm 42 bar), en á 15 mínútum hækkaði þrýstingurinn um 75 bar til við bótar vegna hitnunar á vatninu í fóðringunni. Þá var boruð út steypa í fódurrörinu og fódurrörsskórinn. Klukkan rúmlega 14 hófst borun vinnsluhluta holunnar.

Sett var niður 216 mm (8 1/2") króna af gerðinni HPSM. Uppbygging borstrengs var sem hér segir: krónutengistykki, krónustýring, álagsstöng, stýring, 9 álagsstengur, tengistykki (kross-over) og borstengur. Þegar dýpið var 1794 m var tekið upp og skipt um krónu og strengstýringu. Sett var niður ný 216 mm króna af gerðinni HPSM og stýring með ásoðnum karbítrenningum. Snúningur á krónu var á bilinu 50-55 sn/mín og álag á kónu var 6-11 tonn. Harka jarðlaga var að jafnaði mikil niður holuna og stjórnaðist álag af hörku jarðlaga og því að halda holunni eins beinni og mögulegt var.

Borunin var jöfn framan af, en eftir því sem dýpkaði hægðist á og var það fyrst og fremst harka bergsins, sem réði þar um. Einnig var reynt að haga borun þannig að holan héldist bein og var af þeim sökum ekki hægt að beita fullu álagi. Í töflu 1 er sýndur gangur borunar og sést þar hvernig meðalhraði fer lækkandi, þar til að skipt var um krónu.



Tafla 1. Gangur borunar

Dagsetning	Borun (m)	Bortími (klst.)	Borhraði (m/klst.)	Tími á krónu (klst.)	Dýpi (m)
15. ágúst	42	9	4.7	9	1191
16. - " -	97	21.5	4.5	30.5	1288
17. - " -	83	21.5	3.9	52.0	1371
18. - " -	72	21.0	3.4	73.0	1443
19. - " -	63	21.0	3.0	94.0	1506
20. - " -	79	21.5	3.8	115.5	1585
21. - " -	56	22.0	2.5	137.5	1641
22. - " -	53	21.5	2.5	159.0	1694
23. - " -	51	21.5	2.4	180.5	1745
24. - " -	49	18.0	2.7	198.5	1794
25. - " -	Gat á stöng, krónuskipti				
26. - " -	37	10.0	3.7	10.0	1831
27. - " -	85	21.5	3.9	31.5	1916
28. - " -	75	21.5	3.5	53.0	1991
29. - " -	86	22.5	3.8	75.5	2077
30. - " -	28	9.0	3.1	84.5	2105
	956.0	283.0	3.4	283.0	2105

Frá rúmum 1600 m niður í 1770 m dýpi var harka bergsins mikil og datt borhraði niður á þeim kafla, þ.e. úr meðalhraðanum 3.7 m/klst á sólarhring niður í 2.5 m/klst. Þegar komið var niður á 1794 m dýpi féll dæluþrýstingur snögglega um 175 PSI og var borun stöðvuð samstundis. Greinilegt var að gat var komið á stangarlengjuna og ekki um annað að ræða en að taka upp úr holunni. Áður en að uppteikt kom var hitamælt í gegnum stengur og eru niðurstöður sýndar á mynd 2. Holan tók aðeins við 2-3 l/s meðan á hitamælingu stóð og náði ádælingin því ekki að kæla hana að neinu marki. Upphitunarmæling var gerð í botni, þar sem hitinn var 115 °C og hitnaði þar um 0.5 °C á mínútu. Upphitun reyndist nokkuð hröð alveg upp í 1500 m, en þar hægði nokkuð á. Niðurstöður hitamælinga sýndu að óhætt mundi verða að setja niður nýja krónu án kælingar á 1400 m dýpi. Þar af leiðandi þurfti að brjóta út um 400 m af stöngum í uppteiktinni. Í uppteikt kom í ljós að á 81. stöng (talið neðan frá) var rifa um 1 m frá efri samskeytum, sem nam um hálfu ummáli stangarinnar. Gatið hefur því komið á 934 m dýpi.

Í ljós kom að krónan var orðinn all slitin og strengstýringin var uppslitin þ.e.a.s. hún stóð sömu mál og álagsstengurnar. Þar kom skýringin á því hvers vegna holan vildi sveigja frá lóðréttu um leið og álag var aukið til að ná upp meiri borhraða. Hitamæli var rennt niður til öryggis fyrir niðursetningu borstrengs og staðfesti sú mæling fyrri niðurstöður þ.e. að óhætt væri að setja niður án kælingar á 1400 m dýpi (mynd 3). Laugardaginn 25. ágúst á 49. verkdegi var byrjað að setja niður. Sett var niður ný króna og vegleg strengstýring með karbításuðu. Skömmu eftir miðnæti, þegar komið var niður á 1706.5 m dýpi festist borstrengurinn og losnaði á ný kl. 7 eftir mikil átök. Næstu 6 tímar fóru í að rýma holuna, enda var hún farin að þrengjast neðst vegna slits á gömlu krónunni og stýringunum. Borun hófst aftur kl. 13:30 sunnudaginn 26. ágúst og gekk snurðulaust niður í 2105 m dýpi. Ekki stóð til að bora holuna dýpra en í 2100 m, en þar sem greinileg æð var skorinn á 2065 m dýpi var ákveðið að bora 50 m sokk niður fyrir hana. Þegar komið var í 2105 m festist borinn um stundarsakir og þótti því ekki ráðlegat að taka neina áhættu með frekari borun og þetta látið gott heita. Borun var því lokið kl. 12 á hádegi fimmtudaginn 30. ágúst.



Skömmu áður en mælingar hófust var botnfall mælt efir 45 mínútur og var það um 6 m. Hitamælingar í stöngum byrjuðu kl. 14 og stóðu yfir til kl. 17. Niðurstöður mælinganna eru sýndar á mynd 4. Þar sést greinilega, að vatnið sem dælt var á holuna (um 20 l/s) fór að mestu út í æð á um 2070 m dýpi. Við þessa dælingu kólnaði holan lítilega milli mælinganna niður og upp. Að mælingum loknum var botnfall mælt á ný og reyndist það vera 9 m. Reynt var að skola hluta þess upp með því að renna borkrónunni niður í það án þess að láta hana snúast. Það gekk auðveldlega niður en svo vildi borinn festast í einhverju í botnfallinu og var þessum aðgerðum því hætt. Byrjað var að taka upp borstrengin þá um kvöldið. Upptekt var lokið kl. 9 föstudagsmorguninn 31. ágúst. Þegar strengstýring kom í ljós sást að hluti af ásoðnu karbíthúðuðu renningunum, sem soðnir voru á hana, voru horfnir. Einnig komu í ljós greinileg för eftir járnúnig á krónustýringunni og á einum kjálka borkrónunnar. Utan á neðstu borstöngum var brúnleit leðja, sem ekki hefur verið staðfest nákvæmlega hvað er.

Eftir upptekt var komið að mælingarþrógrami. Fyrst var mældur hiti og síðan vídd, þórhylti (n-n) og náttúruleg útgeislun (n-gamma) og að lokum viðnám, en mælingarnar eru taldar upp í töflu 4. Mælingunum var lokið kl. 21 og hófst þá undirbúningur að niðursetningu leiðarans. Áður var búið að ákvarða útfrá skoltöpum og niðurstöðum hitamælinga í holunni og nærliggjandi holum hvernig skipan raufaðra og óraufaðra fódurröra skildi verða. Leiðarinn var kominn í holuna á vaktaskiptum að morgni laugardagsins 1. september, en vegna ólags á sleppistykki var smá töf á því að honum væri slakað niður. Klukkan 15 var hann kominn niður. Hann fór niður á 2100 m dýpi án þess að finna fyrir botnfallinu, síðan var hann hífður upp um 8 m eða þar til fódurrörsskórinn nam við 2092 m dýpi og hengdur. Allar frekari upplýsingar um leiðarann er að finna í töflu 2.

Um kl 21 um kvöldið var búið að koma fyrir um 300 m af stöngum fyrir þrepaðælingu og hófst hún þá. Nánari lýsing þrepaðælingar er hér að aftan í samnefndum kafla. Þó er rétt að nefna það, að vegna örrar upphitunar og stígandi vatnsborðs í lokaþrepinu þá var tekin sú ákvörðun að láta renna á holuna allan tímann þar til borinn væri farinn af henni og holutopps- og blástursbúnaðurinn væri frágenginn.

Meðan á borun stóð var fylgst reglulega með dælingu skolvökvangs. 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 5 ásamt einfölduðu jarðlagasniði. Fljótlega eftir að komið var niður úr vinnslufóðringu varð vart við 2-3 l/s leka sem hélst þar til komið var í 1230-1240 m dýpi, þar jókst lekinn um 2 l/s. Hann hélst síðan mikið til óbreyttur þar til komið var í 1420-1430 m dýpi þá jókst lekinn um 2-3 l/s og mældist þá heildarlekinn í holunni tæpir 7 l/s, en minnkaði fljótlega niður í rúma 4 l/s. Á 1450-1460, 1565-1572 og 1585-1595 m dýpi virtust vera smáæðar, en heildarlekinn fór ekki yfir 7 l/s. Við upptekt, þegar dýpi var 1794 m, tók holan aðeins um 2-3 l/s og því greinilegt að svarf hafði þétt æðarnar í holunni að mestu leyti. Neðan 1800 m dýpis og áður en 2000 m var náð voru skornar 4 smáæðar og jókst lekinn við þær á bilinu 1-3 l/s, en það var á 1816-1830 m, 1848-1863 m, 1916-1929 og 1968-1979 m dýpi. Neðan 2000 m dýpis var síðan takmarkinu náð. Á um 2010 m dýpi var komið í granófyrrinskot, þar sem búið var við meginlekasvæði holunnar sem reyndist vera á rökum reist. Á mótum innskotsins jókst lekinn um 3 l/s og á 2063 m dýpi tapaðist allt skol um stundarsakir. Neðan 2094 m dýpis kom ekkert upp. Þá hefur æðin milli 2060 og 2070 m dýpis opnast betur þegar harkan fyrir neðan jókst og minna svarf kom upp til þéttingar í lekasvæðið.

Holan var hallamæld reglulega á 100 m fresti og eru niðurstöður mælinga sýndar í töflu 3 ásamt mögulegu fráviki frá lóðréttu. Taflan sýnir allar hallamælingar úr holunni.

Dofra

VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR		VERKKAUPI
660-790	KG-25	Krafla		Landsvirkjun
VÍÐD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
8 ½"	21.05 m.	3	1990.08.31.-09.01.	1990.09.02. Dagbj. Sig.

FJARLÆGD KJALLARABRÚN--KRAGI		3,10 m		
FÓÐRING	PVERM. UTAN 7"	INNAN 159,4 mm.		
	GERÐ K-55	ÞYNGD 26 lbs/ft		
	TENGI Skrúfuð Buttress			
	NOTAÐ 973,49 m	FRÁ KRAGA 2085,94 m		
	KRAGI (FLANGS) Upphengi 1110,58 m. frá kraga			
	SKÓR V.E.G. Stýriskór			
MIÐJUST.		stk.	STEYPUT. stk.	
STEYPIG	SEMENT		kg	
	SEMENT		kg	
	ÍBL.EFNI		kg	
	ÍBL.EFNI		kg	
	TAFAEFNI	kg	EÐLISP. STEYPU	
	STEYPUTÆKI			
	STEYPIGARTÍMI		mín	
	EFTIRÐÆLING. MAGN		I TÍMI mín	
	STEYPA KOM UPP		<input type="checkbox"/> JÁ <input type="checkbox"/> NEI	
	DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA		m	
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR		h	
	SEMENT	kg	ÍBL.EFNI kg	
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR			
	STEYPA BORUD EFTIR			
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI			
VERKTÍMI RÖR		STEYPA	TOPPUR TAFIR ALLS	
h 14,5			2,5 17,0	
ATH. Tafirnar urðu vegna bilunar í sleppi-stykki sem er eign Kröfluvirkjunar.				
5 m. Botnfall var í holunni er "Linerinn" var kominn niður.				
"Linerinn" var hengdur þannig að neðri endi hans er 8 m. frá botnfalli eða 13 m. frá botni.				
Raufuð rör merkt r framán við númer rörsins.				

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
0,75	Upp hengji	1110,58
0,80	milli stykki	1111,33
12,60	1	1124,73
12,81	2	1137,54
12,51	3	1150,05
12,41	4	1162,46
12,80	5	1175,26
12,81	6	1188,07
11,18	7	1199,25
12,80	8	1212,05
12,48	9	1224,53
12,75	10	1237,28
12,81	11	1250,09
12,80	12	1262,89
12,30	13	1275,19
12,38	14	1287,57
12,76	15	1300,33
12,15	16	1312,48
12,81	17	1325,29
12,78	18	1338,07
12,80	19	1350,87
12,81	20	1363,68
12,80	21	1376,48
12,80	22	1389,28

05.82 20x30FDH

1) X=MIÐJUSTILLAR. ÁVALLT ER TALIÐ FRÁ FLANGSI EDA UPPHENGJU







Tafla 3. Hallamælingar í borun.

Dýpi (m)	Halli (°)lóðréttu (m)	Hámarksfrávik frá
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
1150	1.0	16.9
1250	1.7	19.9
1350	1.9	23.2
1450	1.7	26.2
1550	1.0	27.9
1650	3.5	34.0
1690	3.5	36.5
1750	2.6	41.0
1850	3.2	46.6
1950	4.0	53.6

Meðalhalli holunnar er innan við 2°, sem verður að teljast harla gott. Ef gert er ráð fyrir að hallin fari út í ákveðna stefnu þá er hámarksfrávik holubotns miðað við holutopp um 65 metrar.

Þriðji áfangi var unninn á tímabilinu frá þriðjudeginum 14. ágúst fram á sunnudaginn 2. september en þá var mastrið á bornum fellt nánar tiltekið á 57. verkdegi. Áfangi 3 tók samtals 20 verkdaga. Bordæla var notuð í tvo daga eftir að mastur var fellt til að halda holunni kaldri, þ.e.a.s meðan á flutningi borsins stóð.

#### 4. Mælingar

Í áætlun um borun holu KG-25 var gert ráð fyrir hita-, víddar- og jarðlagamælingum eftir að lokadýpi væri náð. Auk þessa komu til hitamælingar vegna upptektar þegar dýpið var 1794 m. Listi yfir mælingar er í töflu 4.

Tafla 4. Mælingar í borun.

Dagsetning	Klukkan	Mæling	Holudýpi (m)	Mæltlýpi (m)	Aths.
12-08-90		Hiti G	1149	900	Fóðringardýpi
13-08-90		Hiti A	1149	1148	Fóðringardýpi
24-08-90	23:05	Hiti G	1794	1778	Upphitun
25-08-90	01:05	Hiti G	1794	1778	Upphitun
25-08-90	01:55	Hiti G	1794	1260	Upphitun
25-08-90	12:20	Hiti G	1794	1625	Upphitun
30-08-90	14:45	Hiti G	2105	2085	Upphitun
30-08-90	17:08	Hiti G	2105	2082	Upphitun
31-08-90	09:35	Hiti G	2105	2078	Upphitun
31-08-90	11:30	Vidd C	2105	2075	Útvöskun
31-08-90	14:40	NN N	2105	2075	Póruhluti
31-08-90	14:40	Gamma G	2105	2075	Nátt. útg.
31-08-31	18:20	Viðnám L	2105	2075	Viðnám
31-08-90	18:20	Viðnám S	2105	2075	Viðnám
01-08-90	21:24	Þrýst P	2105	1900	Þrepaðæling
01-09-90	22:40	Hiti G	2105	2000	Þrepaðæling
01-09-90	23:10	Þrýst P	2105	1800	Þrepaðæling
02-09-90	00:55	Hiti G	2105	1800	Þrepaðæling
02-09-90	01:16	Þrýst P	2105	1300	Þrepaðæling
02-09-90	08:48	Hiti G	2105	1300	Þrepaðæling
02-09-90	09:07	Þrýst P	2105	800	Þrepaðæling
04-09-90	17:00	Hiti G	2105	2088	Upphitun
04-09-90	18:38	Hiti G	2105	2088	Upphitun
05-09-90	10:30	Hiti G	2105	2088	Upphitun
05-09-90	11:30	Hiti G	2105	2088	Upphitun

Hallamælingum hefur verið gerð skil hér á undan. Síðustu fjórar mælingarnar tilheyra upphitunarmælingum þ.e. frá 4. og 5. september.

## 5. Þrepaðæling KG-25

Fyrir þrepaðælinguna var þrýstingur í holunni mældur niður á 1900 m (mynd 6). Dæling var þá 19.6 l/s og fannst vatnsborð á um 286 m dýpi, en það var falskt vatnsborð, þar sem því var lyft um nokkra metra af lofti sem var að fara úr skolvatninu. Rétt vatnsborð er á 300 m dýpi fyrir þessa dælingu. Í þrýstimælingu við lok þrepaðælingar þegar dæling var 30 l/s var rétt vatnsborð á 284 m dýpi. Eftir að þrýstingur hafði verið mældur í 1900 m var hiti mældur á dýptarbílinu 1800-2000 m (mynd 4). Mælirinn var síðan hafður á 1800 m dýpi í holunni við upphaf þrepaðælingar. Byrjað var á að auka dælinguna úr 19.6 l/s í 30.4 l/s. Nokkrar hitabreytingar urðu þá í holunni, þar sem við aukna dælingu dróg úr millirennslí í holunni frá æð á um 1420 m dýpi. Því var hiti mældur upp í 1300 m dýpi og mælir hafður þar til loka þrepaðælingarinnar. Framgangur þrepaðælingarinnar er birtur í töflu 5, en mynd 7 sýnir eingöngu mælingarnar af 1300 m dýpi.

Við túlkun þrepaðælingarinnar er aðallega notast við mælingar úr öðru og þriðja dæluþrepi (dæling 36.5 l/s og 25.0 l/s). Síðustu tvö þrepin er hins vegar ekki hægt að nota með



venjulegum túlkunaraðferðum vegna mikilla hitabreytinga í þeim. Tölulegar niðurstöður túlkunar eru að nokkru háðar því líkani sem notað er við túlkunina. Hér var valið líkan sem gerir ráð fyrir ótakmörkuðu einsleitu jarðhitakerfi. Mynd 8 sýnir samanburð á mældri og reiknaðri þrýstingsbreytingu með því líkani. Samsvörunin milli líkansins og mælinganna er mjög góð og áætla líkanið vatnsleiðnina  $3.2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pas}$ , vatnsrýmdina  $8.8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}$  og tregðustuðullinn +0.2. Álíka góðri nálgun við mælingarnar er hægt að ná með líkani sem gerir ráð fyrir náttúrulegum sprungum í jarðlögum. Það líkan gefur svipaða vatnsrýmd, en vatnsleiðnin og tregðustuðullinn verða lægri. Vatnsleiðnin og tregðustuðullinn eru að nokkru leiti háðar stærðir í reiknilíkaninu og eru því niðurstöður beggja líkananna sambærilegar. Með samanburði við aðrar holur á Kröflu svæðinu verður vatnsleiðni holu KG-25 nokkru fyrir ofan meðallag.

Þá má einnig reyna að áætla vatnsborðsstöðuna í holunni við lok hvers dæluþreps og meta lagstreymisstuðul hennar (B-stuðul). Þannig fæst að þegar dælingu er hætt fellur vatnsborðið niður á rúmlega 354 m dýpi, en tekur síðan fljótlega að hækka vegna hitaþennslu í vatnssúlunni. Stöðugt vatnsborð holunnar við enga dælingu (þ.e. fastann þrýstingsstigul í vatnssúlunni) er því líklega mun dýpra eða á allt að 375 m dýpi. Lagstreymisstuðull holunnar er metinn um  $3.34 \text{ m}^3/(\text{l/s})$ .

## 6. 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 9 er sýnt einfaldað jarðlagsnið samhliða dreifingu ummyndunarsteinda. Ennfremur eru sýndar niðurstöður jarðlagamælinga og víddarmælingar á myndum 10, 11, 12 og 13. Á mynd 10 er vídd holunnar sýnd og er holan lítið útvöskuð. Mynd 11 sýnir viðnámsdreifingu í holuveggjum frá neðri enda vinnslufóðringar og niður á 2075 m dýpi. Mynd 12 og 13 sýna póruhluta og náttúrulega útgeislun í bergi frá um 1000 m dýpi niður á 2075 m dýpi.

Hér á eftir er lausleg lýsing á þeim jarðlögum sem skorin voru frá neðri enda vinnslufóðringar, á 1149 m dýpi og niður í 2105 m dýpi, sem varð lokadýpi holunnar.

*1150-1270 m dýpi. Hraunlög og innskot.* Neðan vinnslufóðringar niður í 1270 m dýpi er aðallega upphleðsluberg. Kafllinn einkennist af meðalgrófum-grófkorna basalthraunlögum, en á neðstu 20 m eru glerjuð fínkorna basalthraunlög. Fínkorna ferskleg basaltinnskot eru á bilinu frá 1195-1225 m.

*1270-1525 m dýpi. Innskot.* Dólerítinnskot eru einráð niður á 1455 m dýpi, en þar koma 5 m af fíknóttu fersku basalti. Næstu 20 m samanstanda af dólerítinnskotum og síðan fíknótt basalt niður í 1525 m dýpi. Ummyndunarsteindir eru fyrst og fremst bundnar við sprungur.

*1525-1565 m dýpi. Hraunlög* Ummynduð meðalgróf-grófkorna basalthraunlög. Ummyndunarsteindir áberandi í berginu sem og í sprungum þess.

*1565-1855 m dýpi. Basaltinnskot* Allur þessi kafli er samsettur af fersklegum fíknóttum innskotum og dólerítinnskotum. Ummyndunarsteindir eru bundnar við sprungur en lítið bar á þeim.

*1855-1895 m dýpi. Innskot* Tvö granófyrrinnskot stingast þarna milli tveggja fíknótttra fersklegra basaltinnskota.

*1895-2013 m dýpi. Basaltinnskot.* Fíknótt ferskleg basaltinnskot og svo dólerítinnskot. Lítið um ummyndunarsteindir, en þær sem sjást eru tengdar sprungum.

*2013-2105 m dýpi. Granófyrr og dólerítinnskot* Súr innskot eru ráðandi á þessu dýpi líklega



skorin af basaltinnskotum. Ummyndun við fyrstu sýn virtist vera kvars, epidót og amfiból, en það þarf að öllu nánari athugun.

Samanburður var gerður við nærliggjandi holur þ.e.a.s. holur KG-4 og KG-10. Eins og eðlilegt er þá er alltaf einhver munur milli hola þegar bornir eru saman innskotakaflar enda ekki um lárétta lagskipan að ræða. Ekki var sjánlegur neinn umtalsverður mismunur þar á milli. Þykkt sambærilegra innskota getur verið mismunandi. Stefnt var að því að skera granófýrinnskot á um 1800-2100 m dýpi. Tvö þunn innskot af þessari gerð sáust á 1800-1900 m dýpi, en á rúmlega 2000 m dýpi var komið í þykkt granófýrinnskot sambærilegt við þau er sáust í holum KG-4 og 10. Gerð innskotana þar ofan við var samskonar og í nágrannaholunum.

Jafnframt því að greina jarðlög var skoðuð dreifing ummyndunarsteinda til glöggvunar á hitastigsbreytingum. Hér á eftir eru bráðabirgðaniðurstöður á greiningu ummyndunarsteinda og eingöngu stuðst við greiningar úr "svarfsmásjá". Til dæmis verður ekki notast við leirgreiningar fyrr en búið er að staðfesta þær með XRD-aðferð.

Magn kalsíts hafði minnkað mikið við neðri enda vinnslufóðringar, en neðan hennar kom það í magni öðru hvoru og hvarf að mestu þess á milli. Neðan 1300 m var kalsít lítið áberandi en þó til staðar þar til komið var niður í 1500-1600 m dýpi. Þegar kalsít var horfið þá var ljóst að hitastig bergsins var um eða yfir 300 °C. Allar algengustu háhitasteindir voru til staðar á 1500 m dýpi og flestar komnar nokkuð ofar.

Áður hefur komið fram í skýrslum og greinargerðum að efri hluti Leirbotnasvæðisins hefur kólnað eins og tilvist kalsíts gefur til kynna og hefur steindin myndast eftir að svæðið kólnaði.

## DÆLUPROFUN

Dagsetning	Timi	Timabreyting min	brystingur bar	Dæling l/s	Dypi a nema m	Hiti C	ATHUGASEMDIR
900901	2341	0.0	146.55	19.60	1800.00	63.90	NEMI A 1800 M DYPÍ
900901	2342	1.0	147.03	30.40	1800.00	63.90	DÆLING AUKIN
900901	2343	2.0	147.43	30.40	1800.00	63.90	
900901	2344	3.0	147.70	30.40	1800.00	63.90	
900901	2345	4.0	147.87	30.40	1800.00	63.90	
900901	2346	5.0	147.96	30.40	1800.00	63.90	
900901	2347	6.0	148.12	30.40	1800.00	63.90	
900901	2348	7.0	148.21	30.40	1800.00	63.90	
900901	2349	8.0	148.28	30.40	1800.00	63.90	
900901	2350	9.0	148.38	30.40	1800.00	63.90	
900901	2351	10.0	148.44	30.40	1800.00	63.90	
900901	2353	12.0	148.55	30.40	1800.00	63.90	
900901	2355	14.0	148.63	30.40	1800.00	63.90	
900901	2357	16.0	148.74	30.40	1800.00	63.90	
900901	2359	18.0	148.85	30.40	1800.00	63.90	
900902	0001	20.0	148.93	30.40	1800.00	63.90	
900902	0006	25.0	148.97	30.40	1800.00	63.90	
900902	0011	30.0	148.94	30.40	1800.00	56.20	
900902	0016	35.0	148.91	30.40	1800.00	56.20	
900902	0021	40.0	148.89	30.40	1800.00	56.20	
900902	0026	45.0	148.86	30.40	1800.00	56.20	
900902	0031	50.0	148.86	30.40	1800.00	52.70	
900902	0036	55.0	148.85	30.40	1800.00	52.70	
900902	0041	60.0	148.85	30.40	1800.00	51.90	DÆLINGU HÆTT A
900902	0046	65.0	148.85	30.40	1800.00	51.90	ÞESSU DYPÍ OG HITI
900902	0051	70.0	148.84	30.40	1800.00	51.90	MÆLDUR UPP I 1300m
900902	0053	72.0	148.84	30.40	1800.00	51.90	EN DÆLING OBREYTT
900902	0117	0.0	100.33	30.40	1300.00	36.60	NEMI A 1300 M DYPÍ
900902	0118	1.0	100.34	30.40	1300.00	36.60	FRAMHALD ÞREPS
900902	0119	2.0	100.33	30.40	1300.00	36.60	FRA 1800 M DYPÍ
900902	0120	3.0	100.33	30.40	1300.00	36.60	
900902	0121	4.0	100.29	30.40	1300.00	36.60	
900902	0122	5.0	100.28	30.40	1300.00	36.60	
900902	0123	6.0	100.25	30.40	1300.00	36.60	
900902	0124	7.0	100.25	30.40	1300.00	36.60	
900902	0125	8.0	100.23	30.40	1300.00	36.60	
900902	0126	9.0	100.24	30.40	1300.00	36.60	
900902	0127	10.0	100.21	30.40	1300.00	36.60	
900902	0129	12.0	100.20	30.40	1300.00	36.60	
900902	0131	14.0	100.17	30.40	1300.00	36.60	
900902	0133	16.0	100.16	30.40	1300.00	36.60	
900902	0135	18.0	100.14	30.40	1300.00	36.60	
900902	0137	20.0	100.15	30.40	1300.00	36.60	
900902	0142	25.0	100.11	30.40	1300.00	36.70	
900902	0147	30.0	100.11	30.40	1300.00	36.70	
900902	0152	35.0	100.10	30.40	1300.00	36.70	
900902	0157	40.0	100.10	30.40	1300.00	36.70	
900902	0202	45.0	100.10	30.40	1300.00	36.70	
900902	0206	49.0	100.11	30.40	1300.00	36.80	
900902	0207	50.0	100.14	30.40	1300.00	36.80	
900902	0208	51.0	100.13	30.40	1300.00	36.80	DÆLING AUKIN
900902	0209	1.0	100.17	36.50	1300.00	36.80	ANNAD ÞREP
900902	0210	2.0	100.82	36.50	1300.00	36.80	
900902	0211	3.0	101.27	36.50	1300.00	36.80	
900902	0212	4.0	101.48	36.50	1300.00	36.80	
900902	0213	5.0	101.35	36.50	1300.00	36.80	
900902	0214	6.0	101.37	36.50	1300.00	36.80	
900902	0215	7.0	101.40	36.50	1300.00	36.80	
900902	0216	8.0	101.44	36.50	1300.00	36.80	
900902	0217	9.0	101.47	36.50	1300.00	36.80	

## DÆLUPROFUN

Dagsetning	Timi	Timabreyting min	brystingur bar	Dæling l/s	Dypí a nema m	Hiti C	ATHUGASEMDIR
900902	0218	10.0	101.49	36.50	1300.00	36.80	
900902	0220	12.0	101.55	36.50	1300.00	36.80	
900902	0222	14.0	101.58	36.50	1300.00	36.80	
900902	0224	16.0	101.59	36.50	1300.00	36.80	
900902	0226	18.0	101.63	36.50	1300.00	36.80	
900902	0228	20.0	101.64	36.50	1300.00	36.80	
900902	0233	25.0	101.65	36.50	1300.00	36.80	
900902	0238	30.0	101.67	36.50	1300.00	32.90	
900902	0243	35.0	101.70	36.50	1300.00	32.90	
900902	0248	40.0	101.73	36.50	1300.00	32.90	
900902	0253	45.0	101.74	36.50	1300.00	32.90	
900902	0258	50.0	101.77	36.50	1300.00	32.90	
900902	0303	55.0	101.81	36.50	1300.00	32.90	
900902	0308	60.0	101.81	36.50	1300.00	32.60	
900902	0313	65.0	101.83	36.50	1300.00	32.60	
900902	0318	70.0	101.84	36.50	1300.00	32.60	
900902	0323	75.0	101.84	36.50	1300.00	32.60	
900902	0328	80.0	101.85	36.50	1300.00	32.60	
900902	0333	85.0	101.86	36.50	1300.00	32.60	
900902	0338	90.0	101.84	36.50	1300.00	32.60	
900902	0343	95.0	101.84	36.50	1300.00	32.60	
900902	0348	100.0	101.85	36.50	1300.00	32.50	
900902	0358	110.0	101.83	36.50	1300.00	32.50	
900902	0408	120.0	101.83	36.50	1300.00	32.50	
900902	0414	126.0	101.83	36.50	1300.00	32.50	DÆLING MINNKUD
900902	0415	1.0	100.95	25.00	1300.00	32.50	BRIDJA PREP
900902	0416	2.0	100.28	25.00	1300.00	32.50	
900902	0417	3.0	99.90	25.00	1300.00	32.50	
900902	0418	4.0	99.64	25.00	1300.00	32.50	
900902	0419	5.0	99.46	25.00	1300.00	32.50	
900902	0420	6.0	99.32	25.00	1300.00	32.50	
900902	0421	7.0	99.21	25.00	1300.00	32.50	
900902	0422	8.0	99.12	25.00	1300.00	32.50	
900902	0423	9.0	99.05	25.00	1300.00	32.50	
900902	0424	10.0	98.97	25.00	1300.00	32.50	
900902	0426	12.0	98.87	25.00	1300.00	32.50	
900902	0428	14.0	98.80	25.00	1300.00	32.50	
900902	0430	16.0	98.76	25.00	1300.00	32.50	
900902	0432	18.0	98.71	25.00	1300.00	32.50	
900902	0434	20.0	98.68	25.00	1300.00	32.50	
900902	0439	25.0	98.64	25.00	1300.00	32.50	
900902	0444	30.0	98.57	25.00	1300.00	32.50	
900902	0449	35.0	98.52	25.00	1300.00	32.50	
900902	0454	40.0	98.47	25.00	1300.00	32.50	
900902	0459	45.0	98.44	25.00	1300.00	32.50	
900902	0504	50.0	98.41	25.00	1300.00	32.50	
900902	0509	55.0	98.36	25.00	1300.00	32.50	
900902	0514	60.0	98.32	25.00	1300.00	42.20	
900902	0519	65.0	98.29	25.00	1300.00	42.20	
900902	0524	70.0	98.26	25.00	1300.00	42.20	
900902	0529	75.0	98.24	25.00	1300.00	42.20	
900902	0534	80.0	98.21	25.00	1300.00	42.20	
900902	0539	85.0	98.21	25.00	1300.00	42.20	
900902	0544	90.0	98.19	25.00	1300.00	42.20	
900902	0549	95.0	98.18	25.00	1300.00	42.20	
900902	0554	100.0	98.16	25.00	1300.00	43.50	
900902	0604	110.0	98.16	25.00	1300.00	43.50	
900902	0614	120.0	98.13	25.00	1300.00	43.50	
900902	0624	130.0	98.11	25.00	1300.00	43.50	
900902	0634	140.0	98.11	25.00	1300.00	43.70	



## DÆLUPROFUN

Dagsetning	Timi	Timabreyting min	brystingur bar	Dæling l/s	Dypí a nema m	Híti C	ATHUGASEMDIR
900902	0644	150.0	98.10	25.00	1300.00	43.70	
900902	0654	160.0	98.09	25.00	1300.00	43.70	
900902	0704	170.0	98.08	25.00	1300.00	43.70	
900902	0714	180.0	98.06	25.00	1300.00	43.70	
900902	0724	190.0	98.06	25.00	1300.00	43.70	
900902	0729	195.0	98.06	25.00	1300.00	43.70	DÆLING STÖDVUÐ
900902	0730	1.0	96.88	0.00	1300.00	43.70	FJORDA ÞREP
900902	0731	2.0	95.88	0.00	1300.00	43.70	
900902	0732	3.0	95.06	0.00	1300.00	43.70	
900902	0733	4.0	94.45	0.00	1300.00	43.70	
900902	0734	5.0	94.01	0.00	1300.00	43.70	
900902	0735	6.0	93.66	0.00	1300.00	43.70	
900902	0736	7.0	93.38	0.00	1300.00	43.70	
900902	0737	8.0	93.16	0.00	1300.00	43.70	
900902	0738	9.0	92.97	0.00	1300.00	43.70	
900902	0739	10.0	92.79	0.00	1300.00	43.70	
900902	0741	12.0	92.54	0.00	1300.00	43.70	
900902	0743	14.0	92.41	0.00	1300.00	43.70	
900902	0745	16.0	92.33	0.00	1300.00	43.70	
900902	0747	18.0	92.14	0.00	1300.00	43.70	
900902	0748	19.0	92.16	0.00	1300.00	43.70	
900902	0749	20.0	92.21	0.00	1300.00	43.70	
900902	0750	21.0	92.28	0.00	1300.00	43.70	
900902	0751	22.0	92.36	0.00	1300.00	43.70	
900902	0753	24.0	92.52	0.00	1300.00	43.70	
900902	0755	26.0	92.56	0.00	1300.00	43.70	
900902	0757	28.0	92.79	0.00	1300.00	43.70	
900902	0759	30.0	92.95	0.00	1300.00	43.70	
900902	0801	32.0	93.41	0.00	1300.00	43.70	DÆLT AFTUR
900902	0802	1.0	94.84	29.70	1300.00	43.70	FIMMTA ÞREP
900902	0803	2.0	95.69	29.70	1300.00	43.70	
900902	0804	3.0	96.28	29.70	1300.00	43.70	
900902	0805	4.0	96.95	29.70	1300.00	43.70	
900902	0806	5.0	98.03	29.70	1300.00	81.60	
900902	0807	6.0	98.70	29.70	1300.00	81.60	
900902	0808	7.0	99.10	29.70	1300.00	81.60	
900902	0809	8.0	99.46	29.70	1300.00	81.60	
900902	0810	9.0	99.73	29.70	1300.00	81.60	
900902	0811	10.0	99.89	29.70	1300.00	81.60	
900902	0813	12.0	100.11	29.70	1300.00	60.40	
900902	0815	14.0	100.17	29.70	1300.00	60.40	
900902	0817	16.0	100.05	29.70	1300.00	60.40	
900902	0819	18.0	99.84	29.70	1300.00	60.40	
900902	0821	20.0	99.69	29.70	1300.00	60.40	
900902	0823	22.0	99.59	29.70	1300.00	60.40	
900902	0825	24.0	99.49	29.70	1300.00	60.40	
900902	0827	26.0	99.33	29.70	1300.00	60.40	
900902	0829	28.0	99.28	29.70	1300.00	46.60	
900902	0831	30.0	99.25	29.70	1300.00	46.60	
900902	0833	32.0	99.29	29.70	1300.00	46.60	
900902	0835	34.0	99.34	29.70	1300.00	46.60	
900902	0837	36.0	99.35	29.70	1300.00	46.60	
900902	0839	38.0	99.33	29.70	1300.00	46.60	
900902	0841	40.0	99.30	29.70	1300.00	46.60	
900902	0843	42.0	99.25	29.70	1300.00	46.60	
900902	0845	44.0	99.21	29.70	1300.00	46.60	
900902	0847	46.0	99.19	29.70	1300.00	46.60	
900902	0848	47.0	99.18	29.70	1300.00	46.60	MÆLINGU HÆTT

# Þene hf

## Borun holu KG-25 í Kröflu

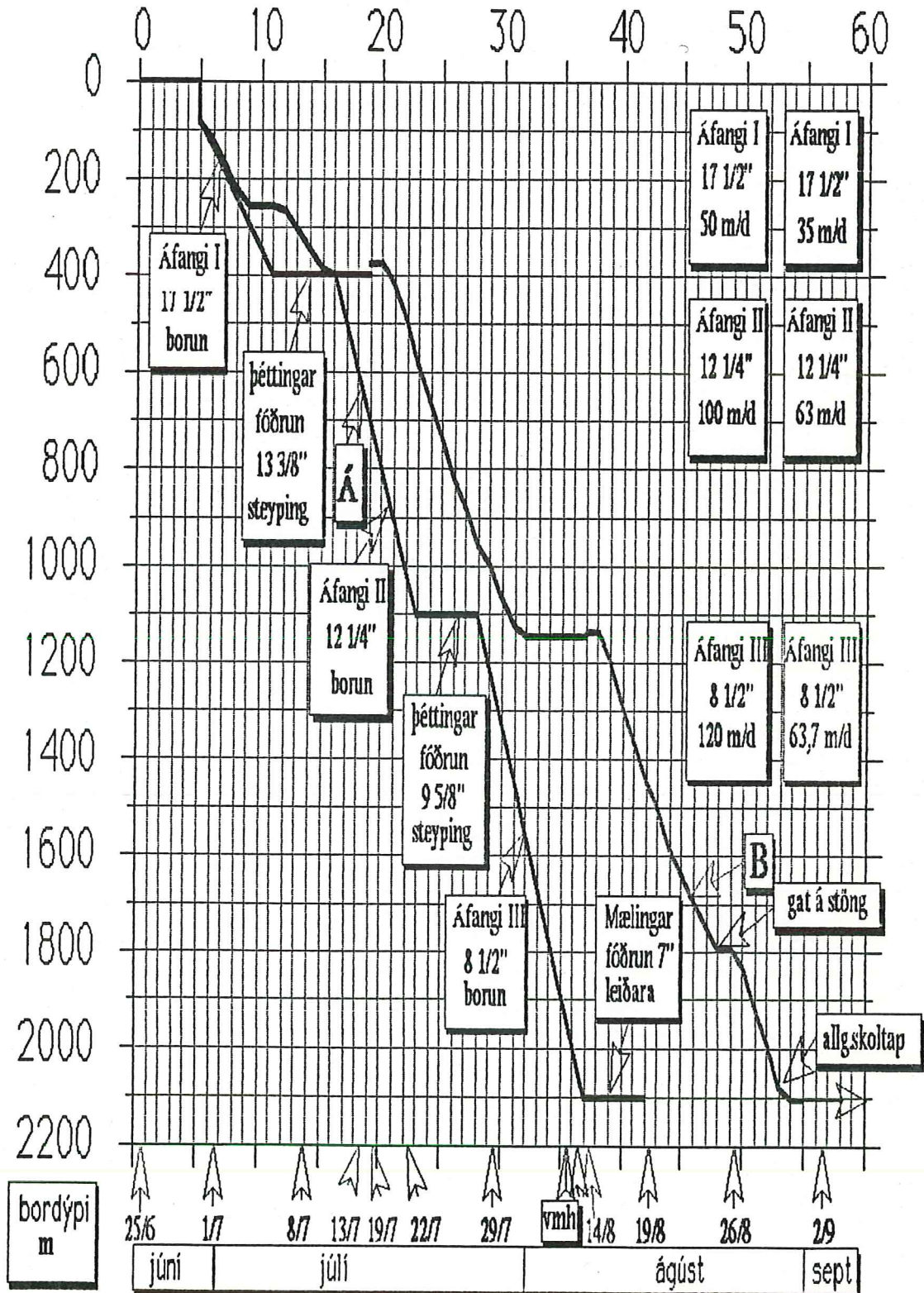
Sími 985-33301

Telefax 91-688452

### Á Boráætlun

### B Borun, áfangi III

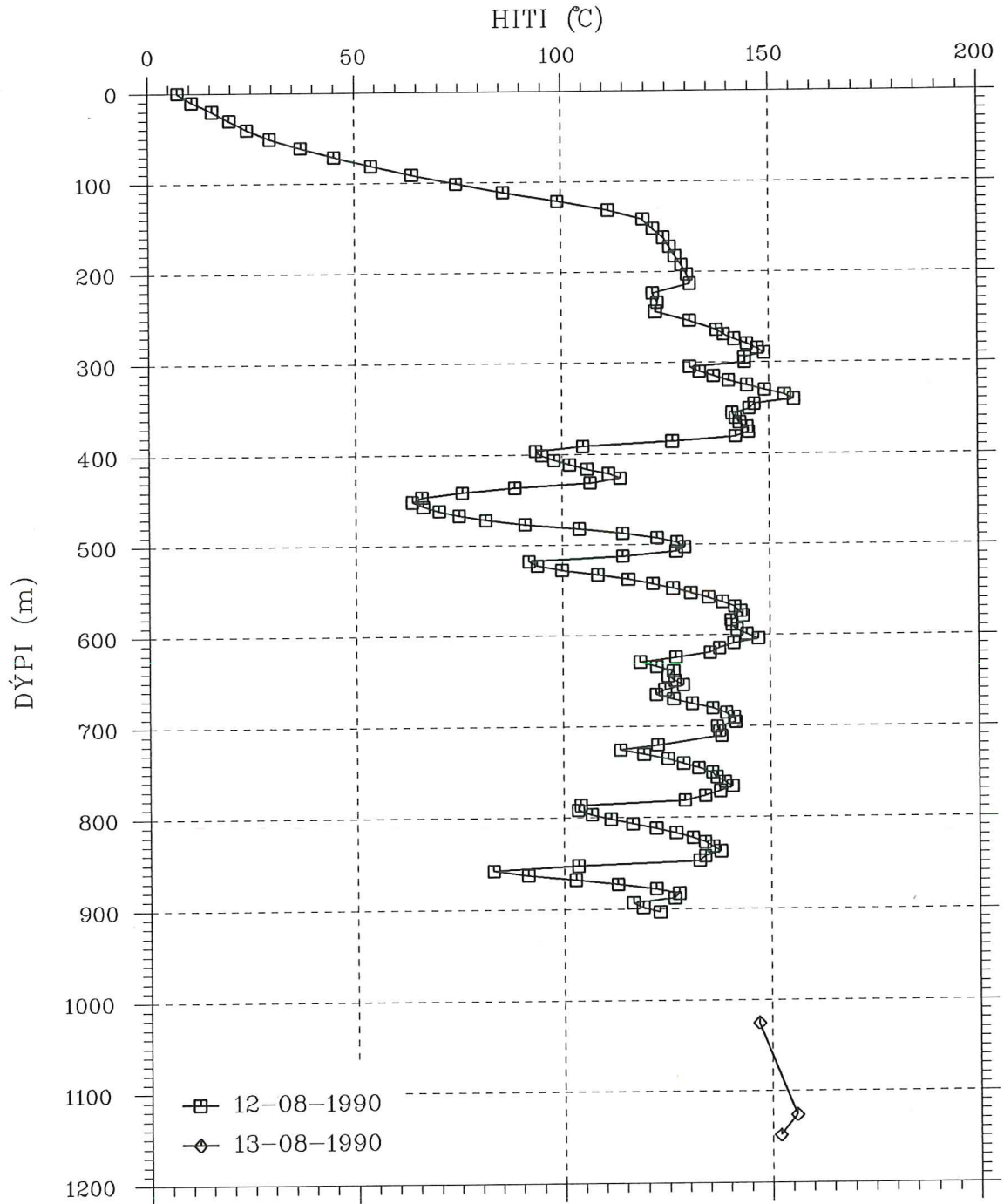
Verklagar



Margur veit sjaldan af því, að hann hefur fengið nógyrr en hann verður var við, að hafa fengið of mikið. Mynd 1

JHD-JFR-6607 ÁsG  
90.10.0402 T

### KRAFLA HOLA KG-25 Upphitun mæld eftir borhlé

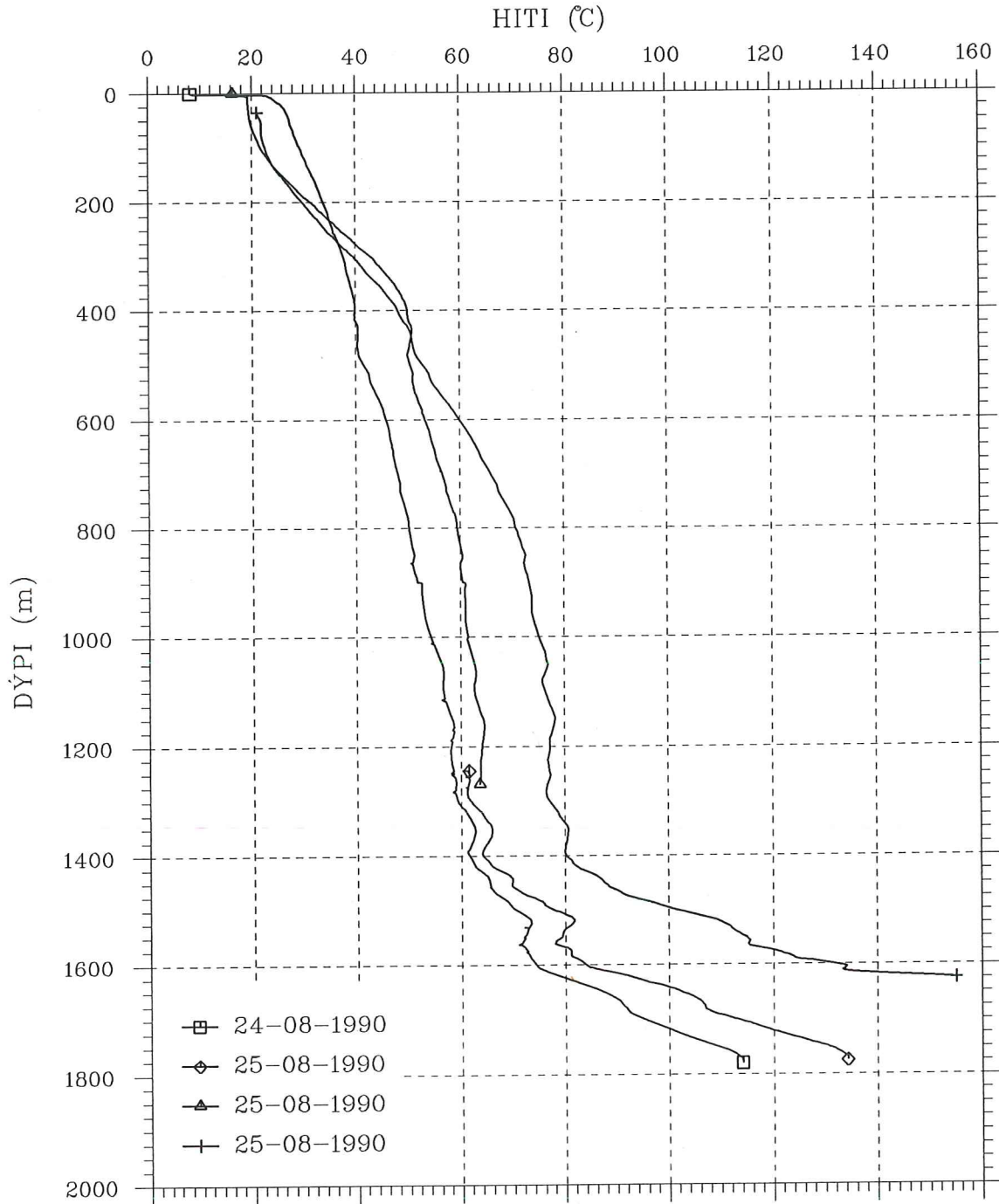




JHD-JFR-6607 ÁsG  
90.10.0407 T

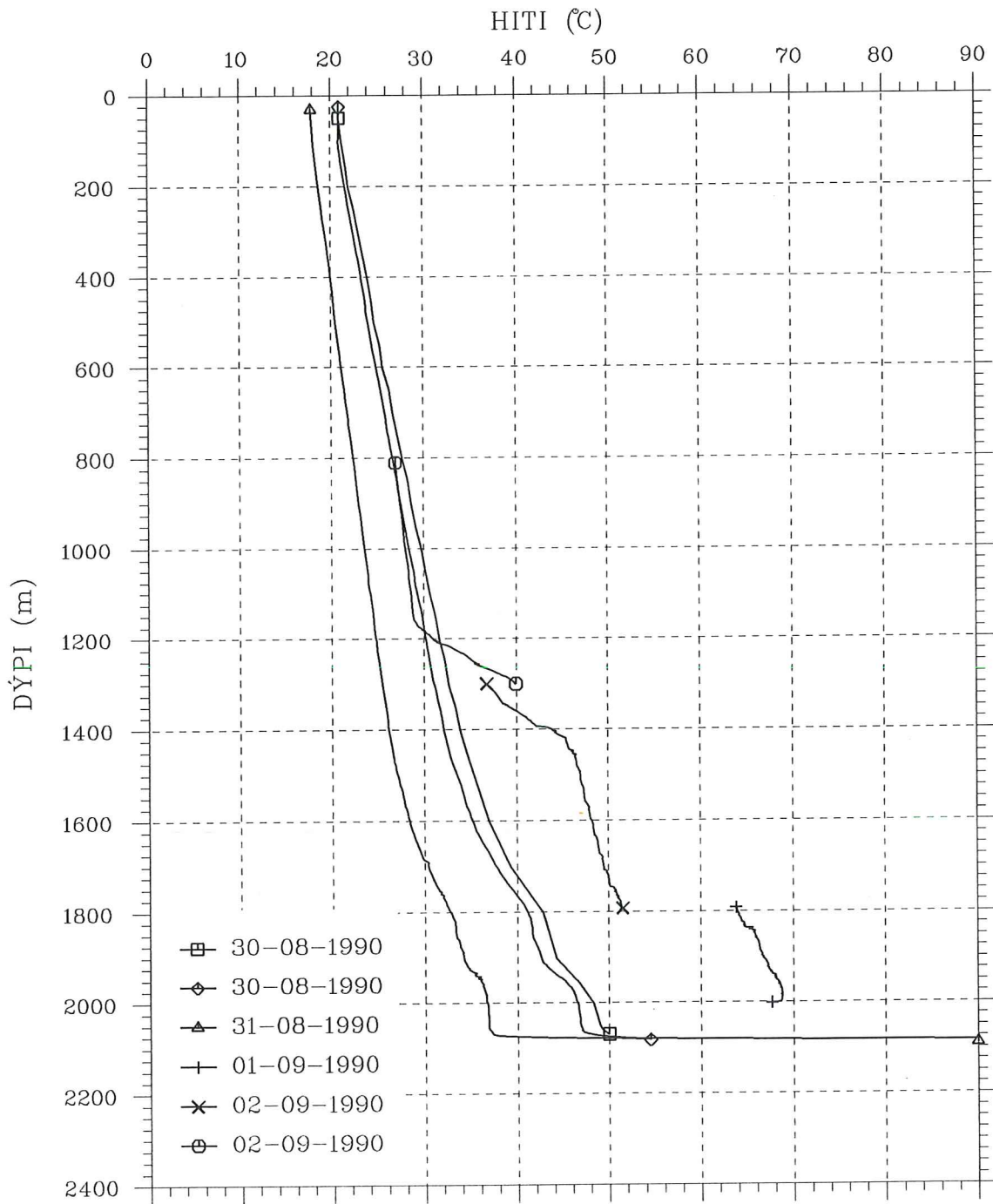
# KRAFLA HOLA KG-25

## Hitamælingar vegna krónuskipta



JHD-JFR-6607 ÁsG  
90.10.0404 T

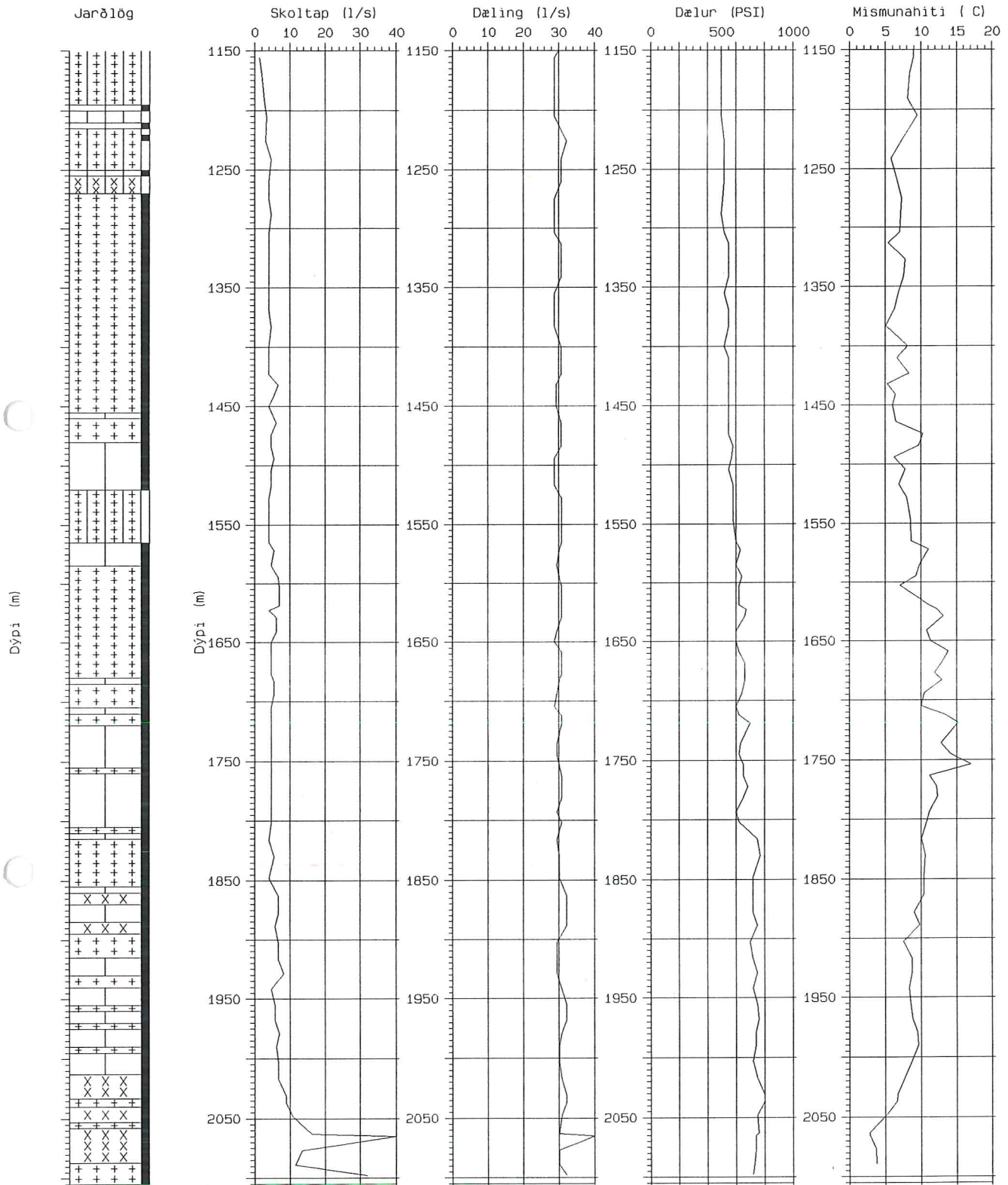
### KRAFLA HOLA KG-25 Upphitunarmælingar













KRAFLA HOLA KG-25

Einfaldað jarðlagnisnið og mælingar meðan á borun stóð

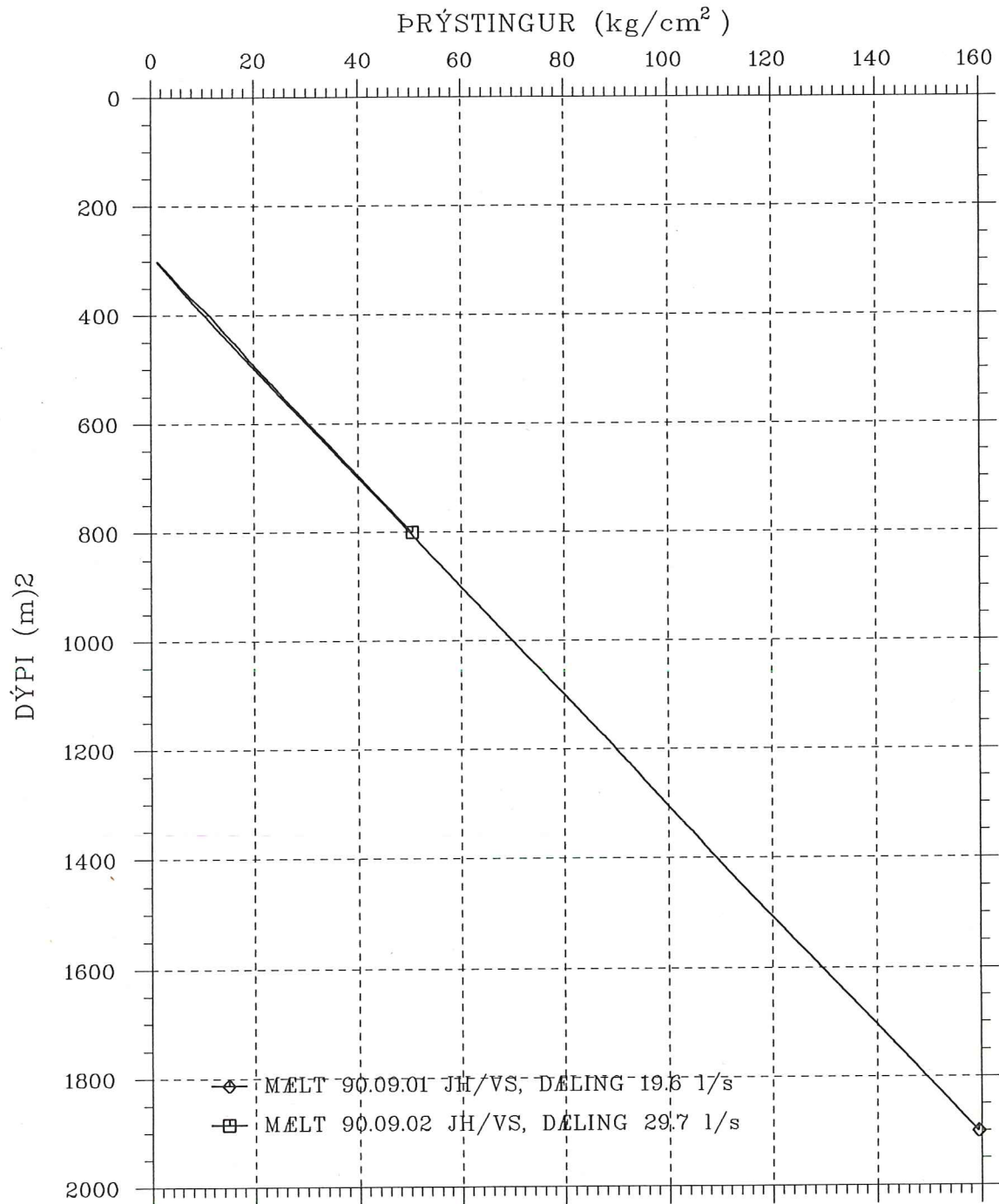


Skýringar við jarðlagasnið

- |   |                                 |   |                                 |   |                         |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------|---|-------------------------|
|  | Fersklegt fín-meðalkorna basalt |  | Ummyndað meðal-grófkorna basalt |  | Ummyndað glerjað basalt |
|  | Ummyndað fín-meðalkorna basalt  |  | Dólerit innskot                 |  | Súrt grófkornótt berg   |
|  | Innskot                         |  | Upphleðsluberg                  |   |                         |

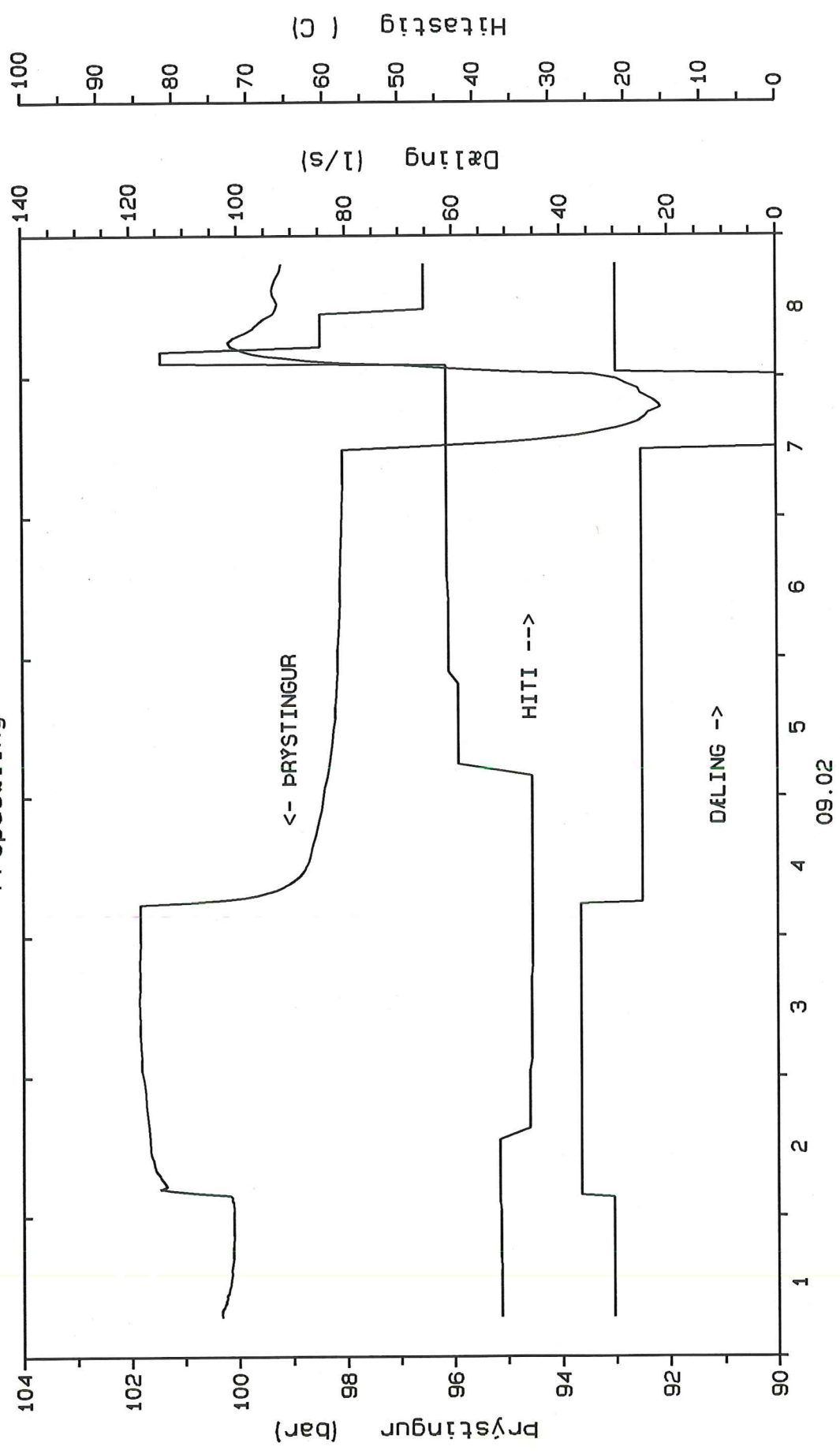
JHD-BM-6607-Ómar  
90.09.0395 T

# KRAFLA Hola KG-25 Þrýstingsmælingar



1- JHD-BM-6607-Omar  
90.09.0396 T

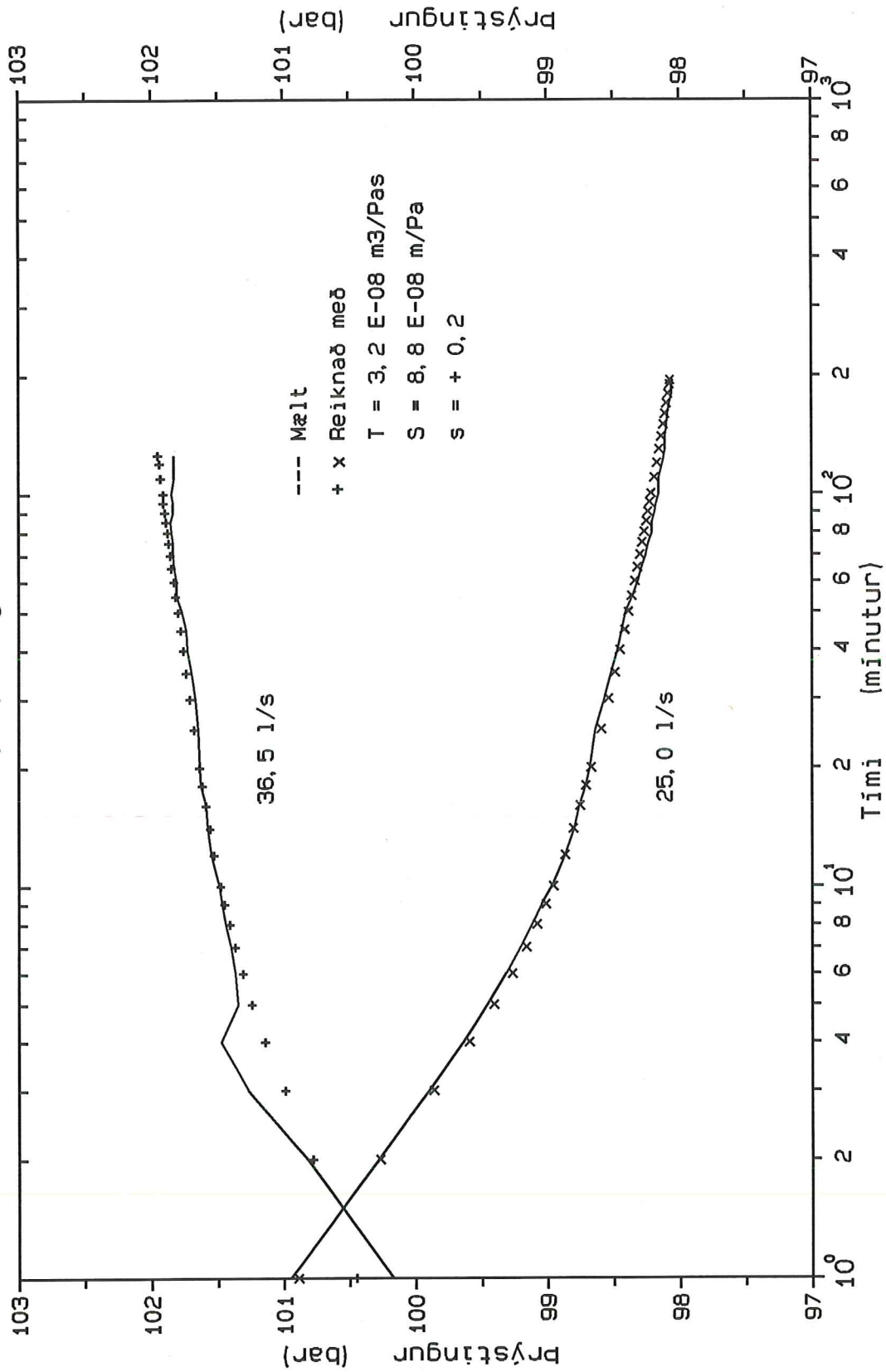
### KRAFLA HOla KG-25 prepaðaling





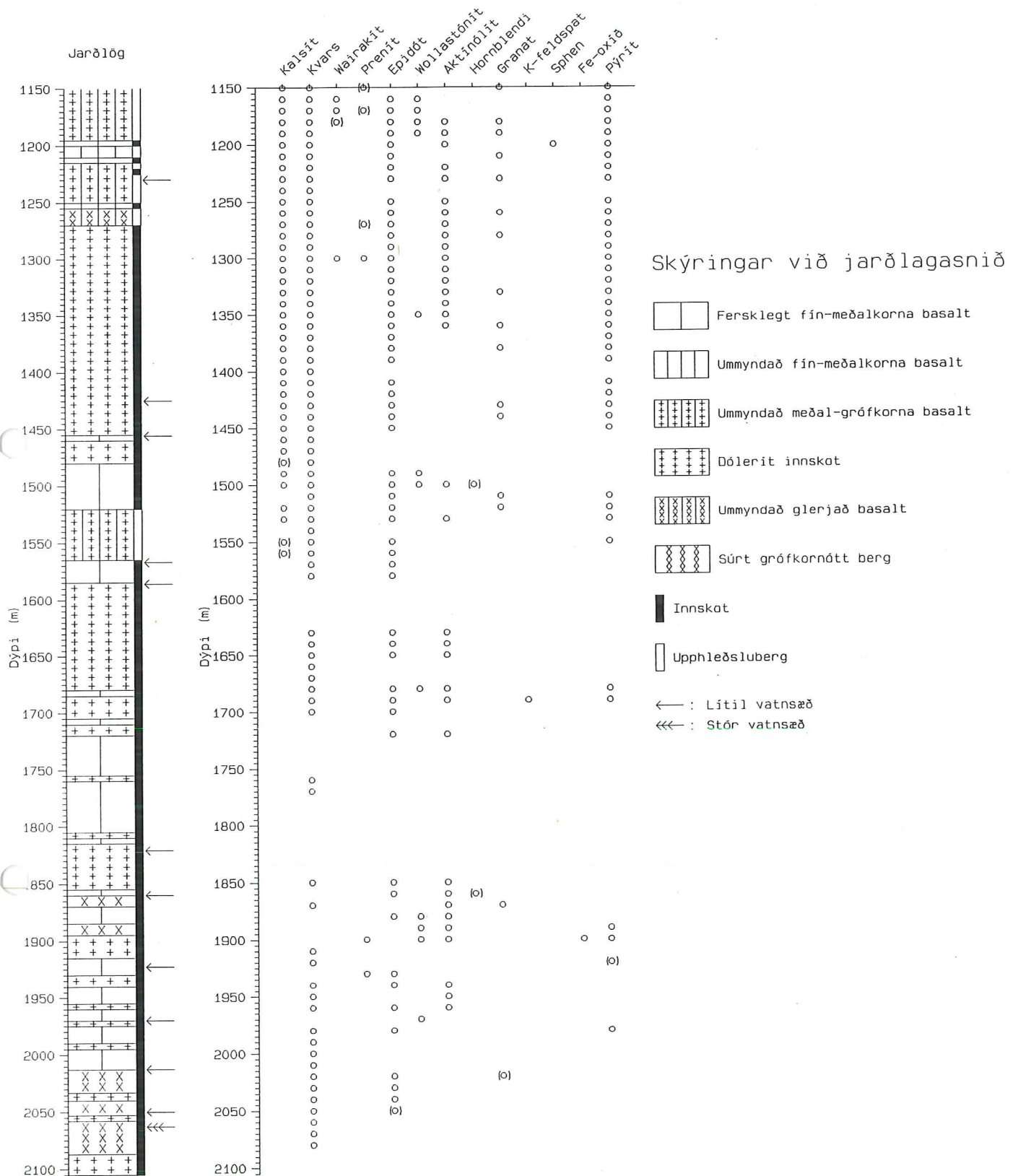
JHD-BM-6607-Omar  
90.09.0397 T

### KRAFLA HOLA KG-25 Dæluprep 2 og 3



# KRAFLA HOLA KG-25

Einfaldað jarðlagasnið og dreifing ummyndunarsteinda

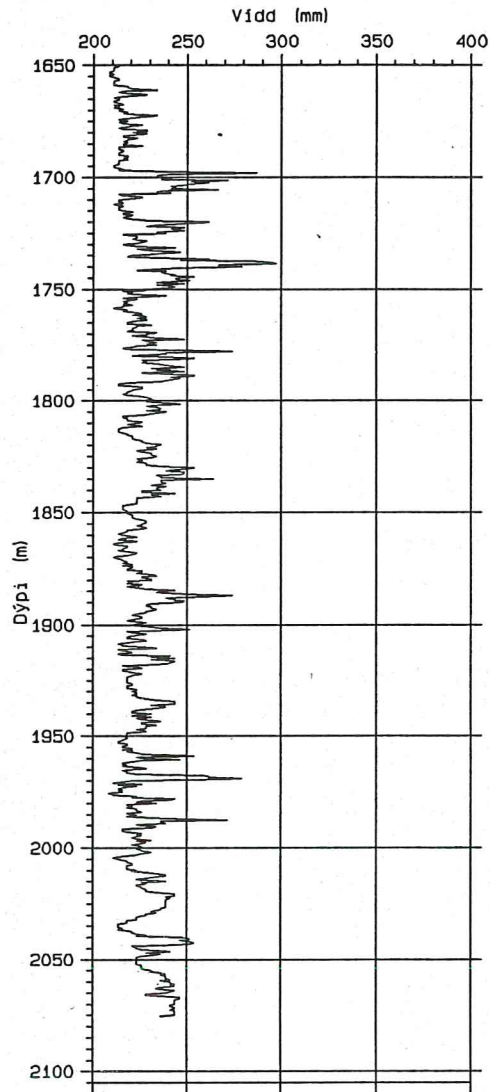
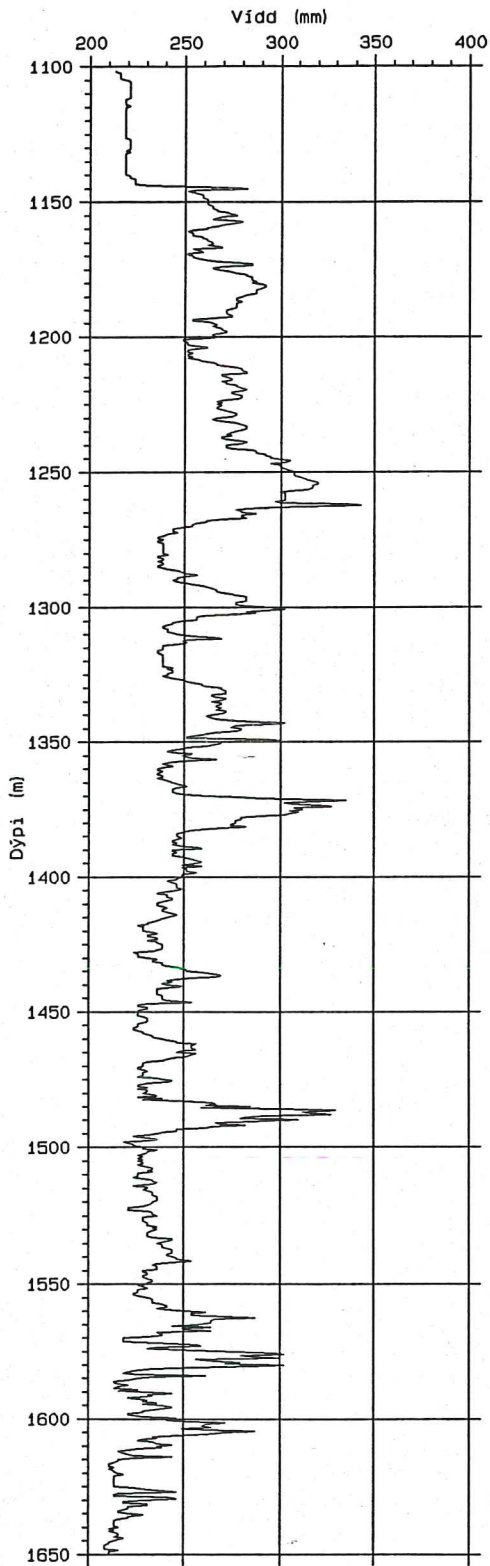




JHD-JFR 6607 ASG  
90.10.0508 T

# KRAFLA HOLA KG-25

## Viddarmæling



Mynd 10

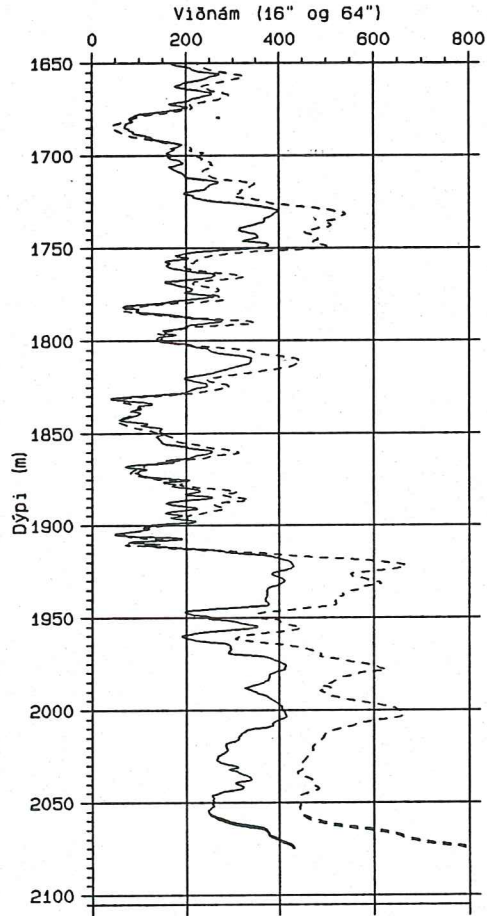
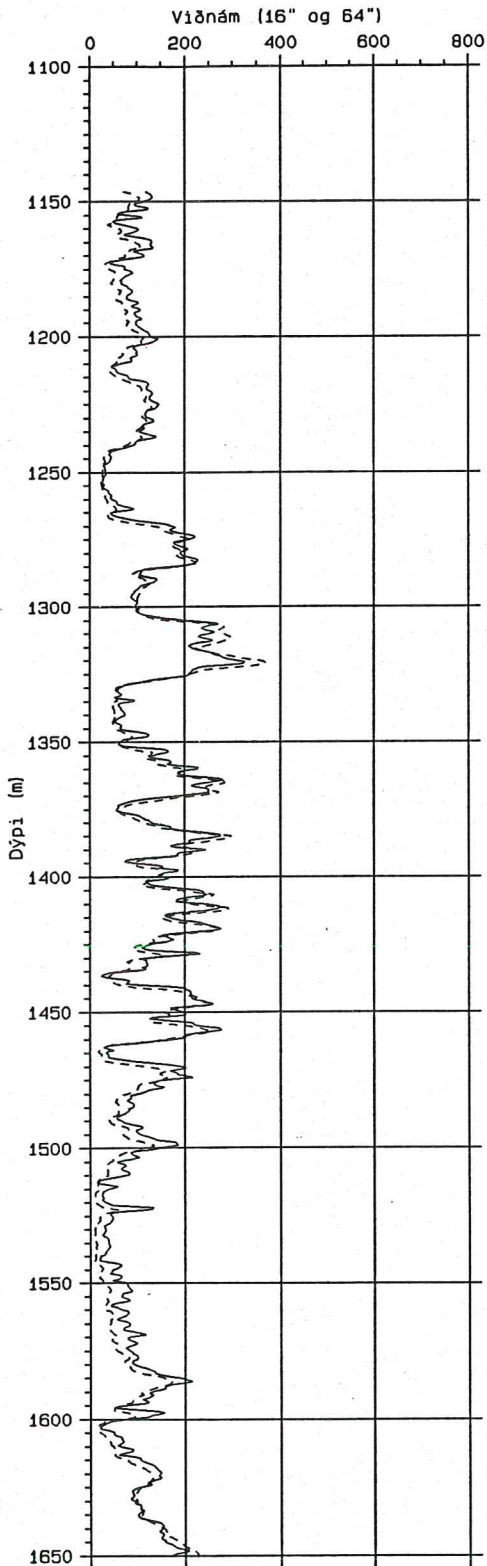




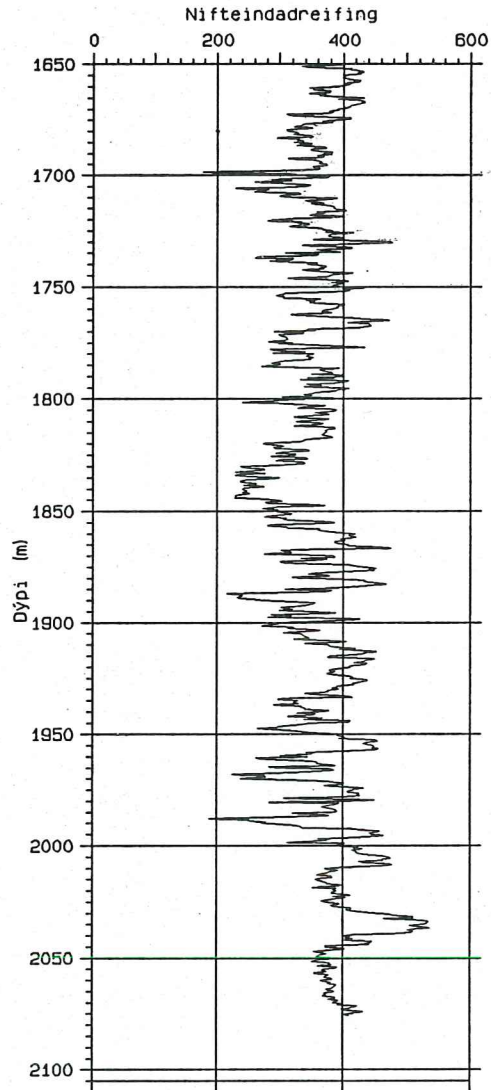
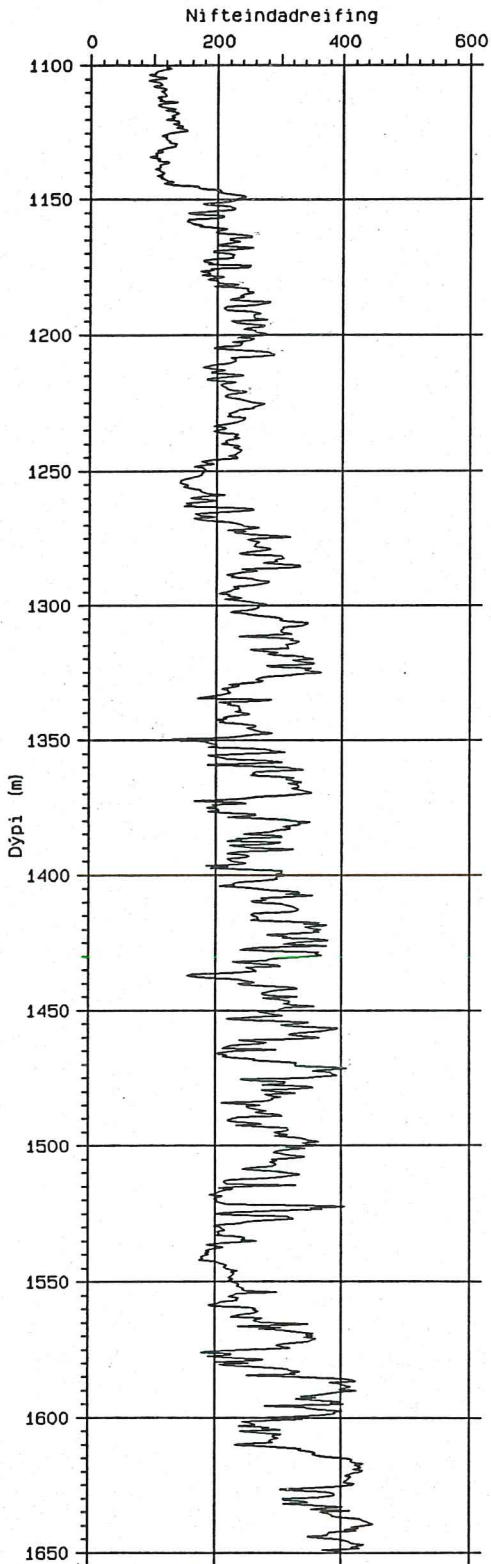
JHD-JFR 6607 AsG  
90.10.0509 T

# KRAFLA HOALA KG-25

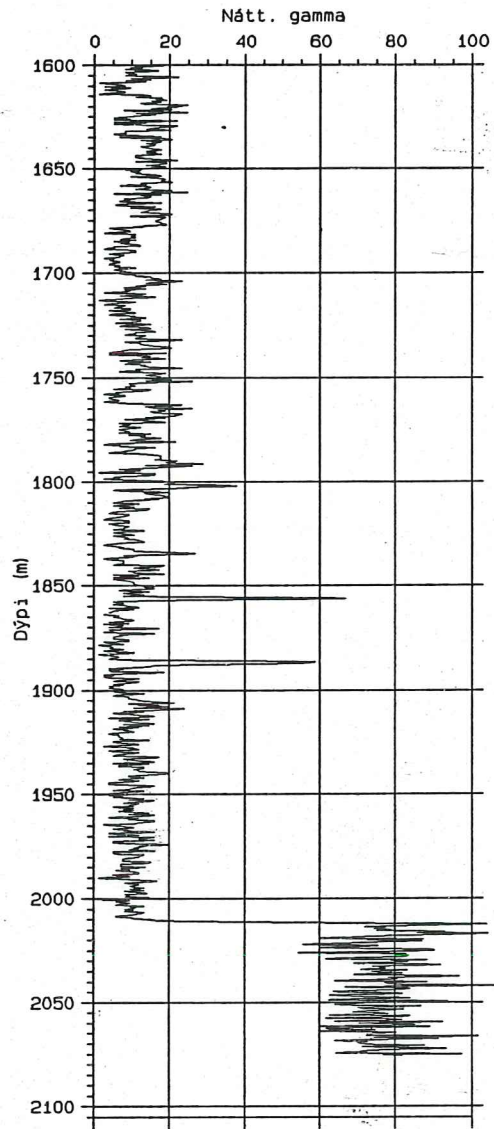
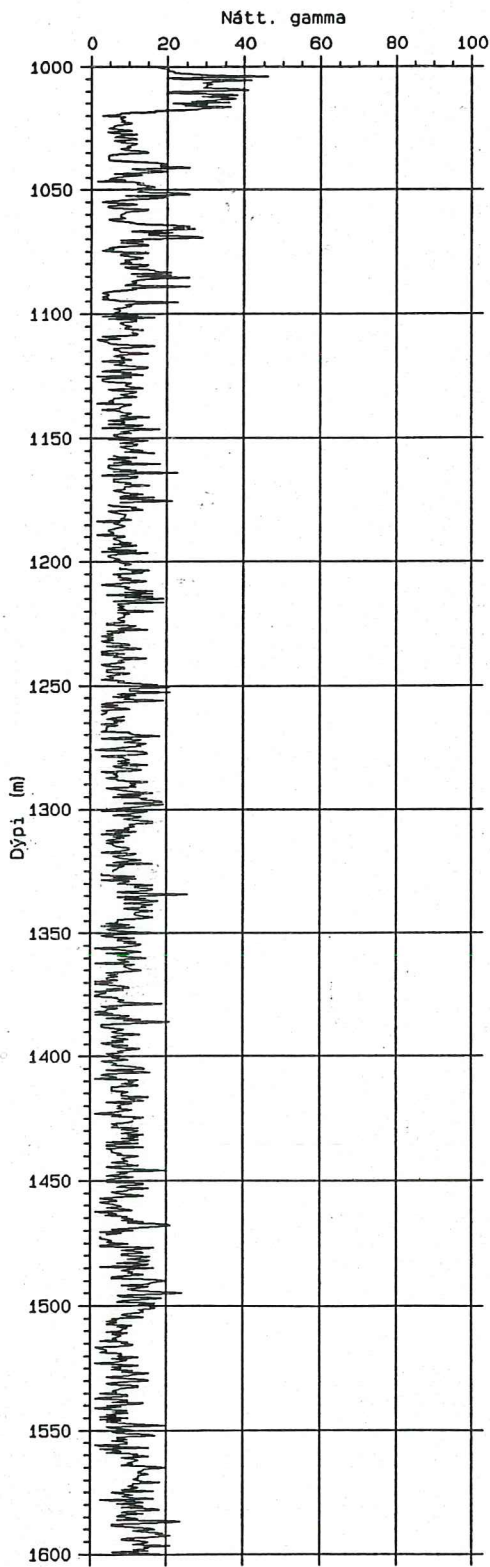
## Viðnámsmælingar



Mynd 11



Mynd 12



Mynd 13



1- JHD-JFR-6607 ASG  
80.05.0192 T

# KRAFLA - AFSTÖÐUMYND AF HOLU KG-25

- SPRENGIGÍGUR
- MISGENGI
- GOSSPRUNGA
- VEGUR
- ⊕ BORHOLA

