

**Borun holu KG-24. 2. áfangi - borun fyrir 9  
5/8" vinnslufóðringu**

**Ásgrímur Guðmundsson, Sigurður Benediktsson, Dagbjartur  
Sigursteinsson**

**Greinargerð ÁsG-SBen-DS-88-08**

**BORUN HOLU KG-24.**  
**2. ÁFANGI - BORUN FYRIR 9 5/8" VINNSLUFÓÐRINGU**

**INNGANGUR**

Áfangaskýrslum við borunina hefur verið skipt á þá leið, að nýr áfangi miðast við þegar breytt er stærð borkrónu. Þannig lauk fyrsta áfanga þegar lokið var við að steypa 13 3/8" fóðringuna. Þessi áfangi fjallar um borun fyrir vinnslufóðringu og steypingu hennar.

**BORSAGA**

Á mánudagsmorgun hófst 2. áfangi holu KG-24. Byrjað var að setja niður 12 1/4" borkrónu af gerðinni FP-62 til borunar fyrir vinnslufóðringu. Komið var niður á steypu á 52 m dýpi, en það hafði verið reiknað með að 10 m af steypu væru innan fóðringar en í ljós kom að það voru 7.5 m og var það í góðu lagi. Steypan sýndist vera góð. Um kl. 10:30 var komið niður í berg. Borunin gekk vel eins og fram kemur í töflu 1. Vatn var notað allan tímann við borunina og hélst holan hrein af svarfi að undanskyldum nookrum metrum eftir að allt skolvatn tapaðist um stundarsakir.

Tafla 1. Gangur borunar

	Borun (m)	Bortími (klst.)	Borhraði (m/klst.)	Tími á krónu (klst.)	Dýpi (m)
9. ágúst	0	0	0	60	
8. - " -	77	6.5	11.8	6.5	137
9. - " -108	10.5	10.3	17.0	245	
10. - " -	66	12.0	5.5	29.0	311
11. - " -	99	18.0	5.4	47.5	410
12. - " -	0	0	0	0	410
13. - " -	0	0	0	0	410
14. - " -	0	0	0	0	410

Mánudag og þriðjudag var aðeins borað á dagvakt en frá og með miðvikudag var unnið allan sólarhringinn. Fylgst var reglulega með halla holunnar með því að mæla hana á hverju hundraði og eru niðurstöður sýndar í töflu 2.

Tafla 2. Hallamælingar

Dýpi (m)	Halli (gráður)	Frávik frá lóðréttu (m)
100	0.1	0.2
200	0.9	1.8
300	1.0	3.5
400	0.9	5.1

Holan telst vera bein og var einmitt reynt að haga álagi á krónu þannig við borunina að engin skekkja kæmi á hana. Einnig var borstrengur byggður þannig upp að hann leitaði beint niður. Borstrengurinn var samansettur sem hér segir þegar borun lauk: 12 1/4" króna, krónutengi-stykki, stýring, tengistykki, álagsstöng, tengistykki, stýring, tengistykki, 9 álagsstengur og borsköft. Álag var á bilinu 4-7 tonn. Reynt var að bora þannig að holan skekkist ekki og var því dregið úr álagi í línunum köflum en bætt við það þegar harnaði. Snúningur á krónu var 40-50 sn/mín.

Meðan á borun stóð var einnig fylgst reglulega með skolmagni, breytingum á skolvökva og svo þrýsting á dælum og er það sýnt á mynd 1. Holan var nánast þétt niður á 272 m dýpi, en þar tapaðist allt skolvatn um stundarsakir og var það yfir 30 l/s. Ákveðið var að bora eina eða tvær stengur niður áður en ákveðið væri hvort steypa ætti í lekann. Við áframhaldandi borun þéttist holan alveg og ekki séð að lekinn mundi verða vandamál við sjálfa borunina. Á rúmlega 320 m dýpi kom aftur allmikill leki eða um 11 l/s. Ekki var hægt að fullyrða um hvort hér væri nýtt lekasvæði eða það fyrir ofan hefði opnast á ný. Þó bentu skolvatnsbreytingar til þess að raunverulegur leki væri þar. Síðar kom það skýrt fram í hitamælingum.

Í verklýsingu var þess getið að fódoringin skyldi ná niður 350-500 m. Fódoringardýpi var síðan ákveðið í 410 m og var talið að vinna mætti allt sem neðar kæmi og einnig það að kalsítútfellingar, sem væntanlega falla út í holunni við blástur, myndist innan þessarar fódoringar. Komið var í fódoringardýpi skömmu fyrir miðnætti föstudagsins 12. ágúst. Skolað var í eina klukkustund síðan var hallamælt og svo hitamælt inn í borstreng og fylgst með upphitun. Með því að láta renna á holuna kólnaði hún niður á 350 m dýpi og þurfti því engar áhyggjur að hafa af of örri upphitun (mynd 2). Mælingum var lokið skömmu eftir kl. 3. Búist var við sementi snemma um morguninn og þurfti þá að blanda það á bornum. Þess vegna var frestað að taka upp borstrenginn, en sementið kom ekki fyrir en á hádegi þann 12. ágúst. Undir kvöld var búíð að blanda það og taka upp úr holunni. Þá var hita- og víddarmælt. Á hitamælingunni sést að holan kólnar niður á 350 m dýpi með ádælingu og vatnsborð er á 80 m dýpi þrátt fyrir um 20 l/s dælingu. Víddarmælingin sýnir nokkuð góða holu lítið útvaskaða.

Eftir að mælingum var lokið skömmu fyrir kl. 23 var hafist handa við undirbúning að fódrun holunnar og skömmu fyrir miðnætti fóru fyrstu rörin niður í hana. Fódrunin gekk vel og voru öll rörin komin niður fyrir vaktaskipti morguninn eftir. Fyrir hádegi voru stangir settar niður og tengdar stungustykkinu, sem var milli 2. og 3. fódurrörs. Steyping hófst kl. 14 laugardaginn 13. ágúst og var lokið 49 mínútum síðar þá var eftirdæling, sem stóð yfir í 5 mínútur. Ekki tókst að steypa fódringuna upp í einum áfanga, en alls fóru niður um 34 tonn af sementsblöndu. Um kvöldið þegar steypan hafði náð að stírðna þá var kannað hvort holan tæki við vatni, sem látið var renna niður milli fódringa og var áætlað að það væru tæpir tveir sekúndulítrar. Næst var að CBL-mæla og finna steypuborð í holunni. Það var ekki unnt að gera fyrir en steypan hafði harðnað í að minnsta kosti 10 tíma. Byrjað var á mælingunni kl. 3:20 aðfaranótt sunnudagsins 15. ágúst og var mælt frá 325 m dýpi upp í topp. Steypuborð fannst



á tæpum 200 metrum. Líklega þurfti að skjóta göt á fóðringuna til þess að geta steypst hana sómasamlega alla leið upp.

Áður en ákveðið var að skjóta þótti rétt að kanna hvort einhver leki væri við efra borð á steypu, en holan tók við um 2 l/s og fór mest allt út rétt neðan öryggisfóðringar á um 60 m dýpi. Ef lekinn hefði verið við steypuborðið þá hefði hugsanlega verið hægt að komast hjá því að gata fóðringuna. Ekkert lá á þar sem sement var ekki væntanlegt fyrr en um kl. 12 á hádegi. Látið var renna á holuna fram til kl. 9 um morguninn, en þá var hitamælt og staðfesti sú mæling að megin lekinn væri rétt neðan fóðringar (mynd 3). Eftir hitamælingu var CBL-mælt á ný til þess að fá fulla vissu fyrir því að mælingin um nóttina hafi verið rétt og reyndist svo vera.

Á hádegi sunnudaginn 13. ágúst voru skotin göt á fóðringuna á 1.5 m kafla. Alls voru götin 6, frá 195.5 m og niður í 197 m. Fyrst í stað leit út fyrir að götin hefðu ekki opnað hringrás innan og utan með fóðringunni, en þegar dælan var komin upp í 1200 PSI þá lét undan einhver steypuhroði undan á móts við götin, en all mikið þrýstifall var við þau.

Steypuhaus var settur ofan á fóðringuna og byrjað var að steypa kl. 13:50 á sunnudeginum. Steypu var dælt niður í fóðringuna og þrýst út um skotgötin og utan með fóðrinunni til yfirborðs. Um kl. 14:30 var eftridælingu til þess að rekka steypuna út úr fóðringunni hætt að sinni en lokið við hana um þrjúleytið. Eðlisþyngd steypunnar var um 1.79 g/sm<sup>3</sup> og voru notuð um 17 tonn af portland sementi.

Morguninn eftir eða mánudaginn 14. ágúst þegar losað var um ventlana á holutoppi kom í ljós að steypan hafði sigið eitthvað niður og skrölti fóðringin því eins og laus væri. Einu sinni enn var því CBL-mælt og fannst efra borð steypu á 20 m dýpi. Fenginn var þá steypubíll neðan úr sveit með sandsteypu og var henni dælt niður og þar með var endanlega búið að steypa fóðringuna fasta. Frekari upplýsingar þar um er að finna í fóðrunarskýrslu í töflu 3 og á mynd 4.

Bormenn fóru í frí seinnipart mánudagsins 14. ágúst og hafði þá þessi áfangi staðið yfir frá 8. ágúst eða í 7 verkdaga, þar af var aðeins unnið hálfan sólarhringinn fyrstu tvo daganna og var holunni þá haldið kaldri yfir nóttina með dælingu.

## MÆLINGAR

Meðan á borun stóð var mælingabíll til taks. Ekki kom til neinna mælinga fyrr en borun fyrir 9 5/8" fóðringu var lokið. Í töflu 4 eru allar mælingarnar taldar upp:

Tafla 4. Mælingar vegna 9 5/8" vinnslufóðringar.

Dags.	Klukkan	Tegund mælingar	Dýpi (m)	Athugasemdir
12/8	01:35-02:50	Hiti	394	Mælt í stöngum
"	19:30-20:15	Hiti	410	Eftir upptekt
"	20:20-22:45	Vidd	407	Fyrir fóðringu
14/8	01:30-02:15	Hiti	384	Fyrir CBL-mælingu
"	03:20-04:10	CBL	375	Finna efra borð steypu
"	04:15-05:45	Hiti	300	Upphitun
"	09:30-09:50	Hiti	205	Upphitun
"	10:00-10:30	CBL	255	Fyrir skot
"	11:45-12:00	Skot	197	Fóðring götuð
15/8	10:00-11:00	CBL	194	Finna efra borð steypu
18/8	23:00-23:30	CBL	275	Gæði steypu mæld

Nokkru meira var mælt en fyrirhugað var í áætlun. Stafar það af erfiðleikum við steypingu fóðringar. Síðasta mæling sem rétt er að flokka til þessa áfanga er mæling á steypugæðum eftir að fóðringin hafði verið steyppt upp í topp, en hún var gerð eftir að bormenn voru komnir úr fríi. CBL-mælingarnar eru sýndar á mynd 5. Þar eru sýndar allar mælingarnar og sést vel á fyrstu mælingu að steypan er góð neðan við 200 m dýpi. Á þriðju mælingunni sést að engin steypa er ofan við 20 m dýpi og síðasta mælingin sýnir steypugæði eftir að holan hafði fengið að hitna upp meðan bormenn voru í fríi. Mælingar gefa til kynna að steypan sé góð, en það getur verið smá vatnspoki á 20-25 m dýpi.

## JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Á mynd 1 er sýnt einfaldað jarðlagasnið. Jarðlög, sem þar sjást, eru í góðu samræmi við það sem búist var við útfra holu KJ-11. Í megin dráttum eru jarðlög eins og hér segir:

60-120 m dýpi. Ljósgrænt til grænt ummyndað túff einkennir móbergið. Plagióklasdílar eru nookuð áberandi í efri hlutanum. Bergið er mjög útfellingaríkt. Algengustu steindirnar eru kalsít og pýrít, en stöðug aukning er í zeólítunum stílbít og analím.

120-134 m dýpi. Fínkornótt basalt. Efst og neðst eru ummynduð hraunlög, en milli þeirra eru tvö fersk fínkornótt svört basaltlög aðskilin af þunnu túfflagi. Sambærileg ummyndun og fyrir ofan, nema hvað lámontít sést í fyrsta skipti í holunni.

134-177 m dýpi. Grænleitt túff, sem er öðru hvoru rauðleitt vegna oxunar. Bergið er útfellingaríkt. Helstu útfellingasteindir eru: kalsít, pýrít og zeólítar, en á 160 m dýpi sést kvars og er það fyrsta háhitasteindin fram til þessa. Á 148-149 m dýpi er ferskt basaltlag og tveimur metrum neðar er komið niður í 7 m þykkt ummyndað basalhraunlag.

177-410 m dýpi. Samfelldur kafli af ummynduðum basalhraunlögum. Niður á 255 m dýpi er bergið að jafnaði fínkornótt og blöðrótt. Kristöllunarstig er mjög mismunandi á þessum kafla. Frá 255 m niður á 327 m dýpi er meðalgróft til grófkornótt basalhraunlög áberandi. Þunn breksíulög skilja á milli laganna. Niður á 405 m dýpi eru eru fínkornótt blöðrótt og breksíuleg basaltlög ráðandi. Neðst í þessum áfanga frá 405-410 m dýpi er meðalgróft til grófkornótt basaltlag og var fóðringarenda valinn staður í því. Einkennandi ummyndunarsteindir eru: Kalsít, pýrít, kvars og zeólítar. Líklega sést steindin wairakít á um 350 m dýpi og niður holuna.

Þær ummyndunarsteindir, sem sjást hér og voru ekki í efstu 60 m eru: Lámontít, kvars og wairakít, og þær sást í þessari röð. Það merkir stigvaxandi hita frá 100-120 gráðum í 200 gráður C á um 350 m dýpi. Sennilega eru allar þessar steindir í jafnvægi við ríkjandi hita.



VERK NR.	HOLA NR.	BORSTAÐUR		VERKKAUPI
	KG-24	Krafla		Landsvirkjun
VÍÐD HOLU	DÝPT HOLU	FÓÐRING NR.	FÓÐRUN FRAMKV. DAGS.	ÚTFYLLT
12 1/4"	410 m.	2	1988.08.12. - 19.	1988.08.19. D.S.

FJARLÆGD KJALLARABRÚN—KRAGI		1.11 m		
FÓÐRING	PVERM. UTAN 9 5/8"	INNAN 222,4 m.m.		
	GERÐ N-80	ÞYNGD 43,5	lbs/ft	
	TENGI Skrúfuð	Buttress		
	NOTAÐ 404,89 m	FRÁ KRAGA 404,53 m		
	KRAGI(FLANGS) 10"	Ser. 900		
	SKÓR Float Shoe & Float Collar			
MÍÐJUST.	10 stk.	STEYPUT.	0 stk.	
STEYPIG	SEMENT	26.400	kg	
	ÍBL.EFNI Kísilsalli	8.000	kg	
	ÍBL.EFNI Perlusteinn	725	kg	
	ÍBL.EFNI Bentónite	450	kg	
	TAFAEFNI 0 kg	EÐLISP.STEYPU 1,60		
	STEYPUTÆKI Jet Mixer			
	STEYPIGARTÍMI	40	mín	
	EFTIRDÆLING.MAGN 3290	I TÍMI 5	mín	
	STEYPA KOM UPP	<input type="checkbox"/> JÁ <input checked="" type="checkbox"/> NEI		
DÝPI Á STEYPU UTAN RÖRA	200	m		
FRÁGANGUR	STEYPT UTAN MEÐ EFTIR (um skotgöt)	21	h	
	SEMENT 17.000 kg	ÍBL.EFNI 0	kg	
	SKORIÐ OFAN AF EFTIR	41	h	
	STEYPA BORUD EFTIR	133	h	
	DÝPI Á STEYPU Í RÖRI (196-203)	378	m	
VERKTÍMI RÖR	STEYPA	TOPPUR	TAFIR	ALLS
h 9,5	1,0	5,0		93,5
ATH. Fyrsta steypa náði upp í 200 m. Þar var skotið götum á rörið og steyppt. Steypa kom vel upp en seig síðar niður á 22 m. dýpi. Steyppt var síðan upp með sandsteypu og plaströr sett niður að næsta steypuborði áður og það skilið eftir. Steyputappi var í rörum frá 196 m. til 203 m. og frá Float Collar til botns ( 25 m. )				

RÖRATALNING		
LENGD	NR <sup>1)</sup>	ALLS m
10,96	1	10,96
12,41	2 <input checked="" type="checkbox"/>	23,37
12,46	3	35,83
12,51	4	48,34
12,51	5 <input checked="" type="checkbox"/>	60,85
5,06	6	65,91
11,75	7	77,66
12,27	8	89,93
12,66	9 <input checked="" type="checkbox"/>	102,59
12,40	10	114,99
12,62	11	127,61
12,43	12	140,04
12,47	13 <input checked="" type="checkbox"/>	152,51
12,53	14	165,04
12,75	15	177,79
12,41	16	190,20
12,57	17 <input checked="" type="checkbox"/>	202,77
12,66	18	215,43
12,66	19	228,09
11,78	20	239,87
12,74	21 <input checked="" type="checkbox"/>	252,61
12,75	22	265,36
12,34	23	277,70
12,61	24 <input checked="" type="checkbox"/>	290,31

05.82 20x30FDH

1) X=MÍÐJUSTILLAR. ÁVALLT ER TALID FRÁ FLANGSI EÐA UPPHENGJU

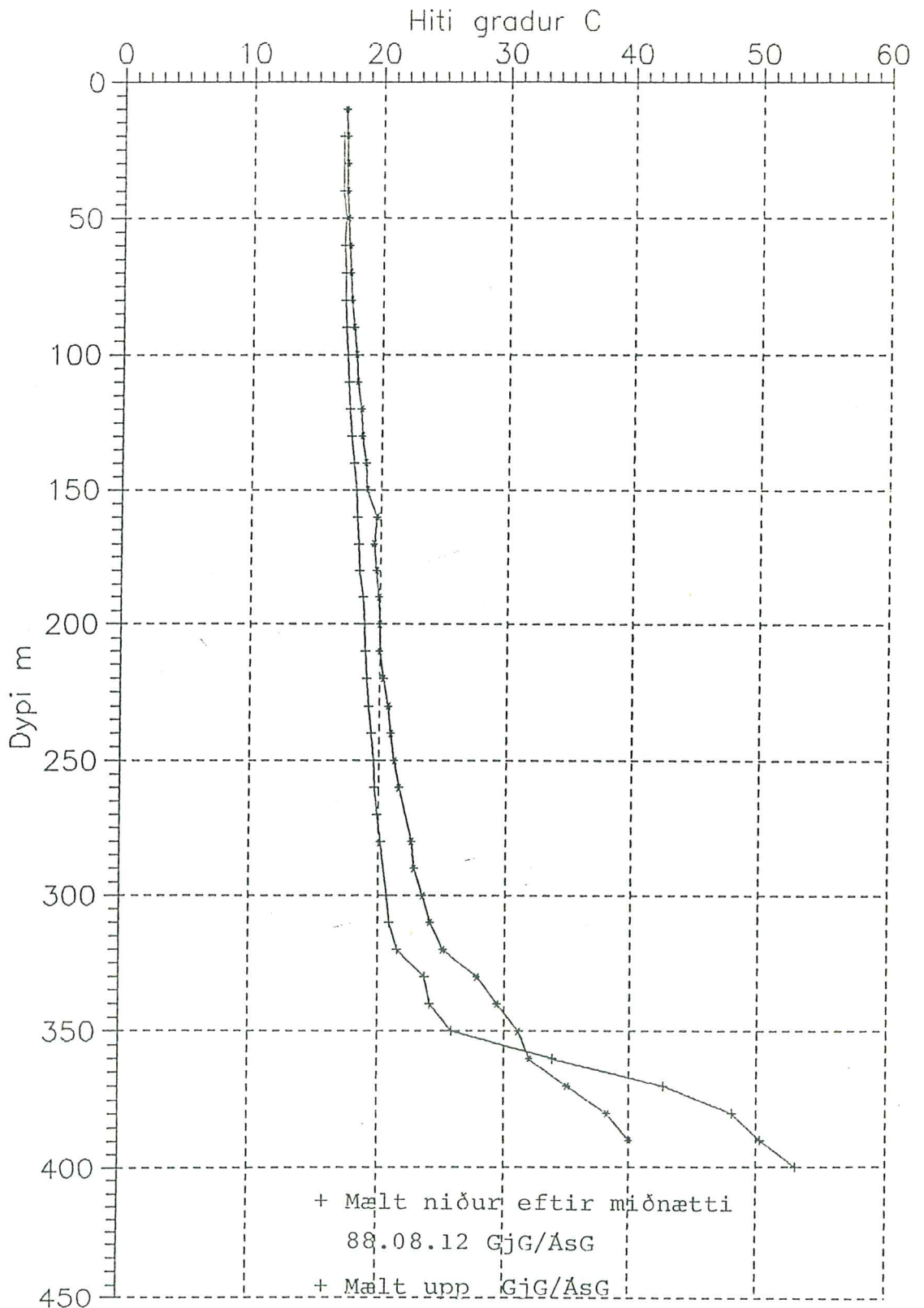


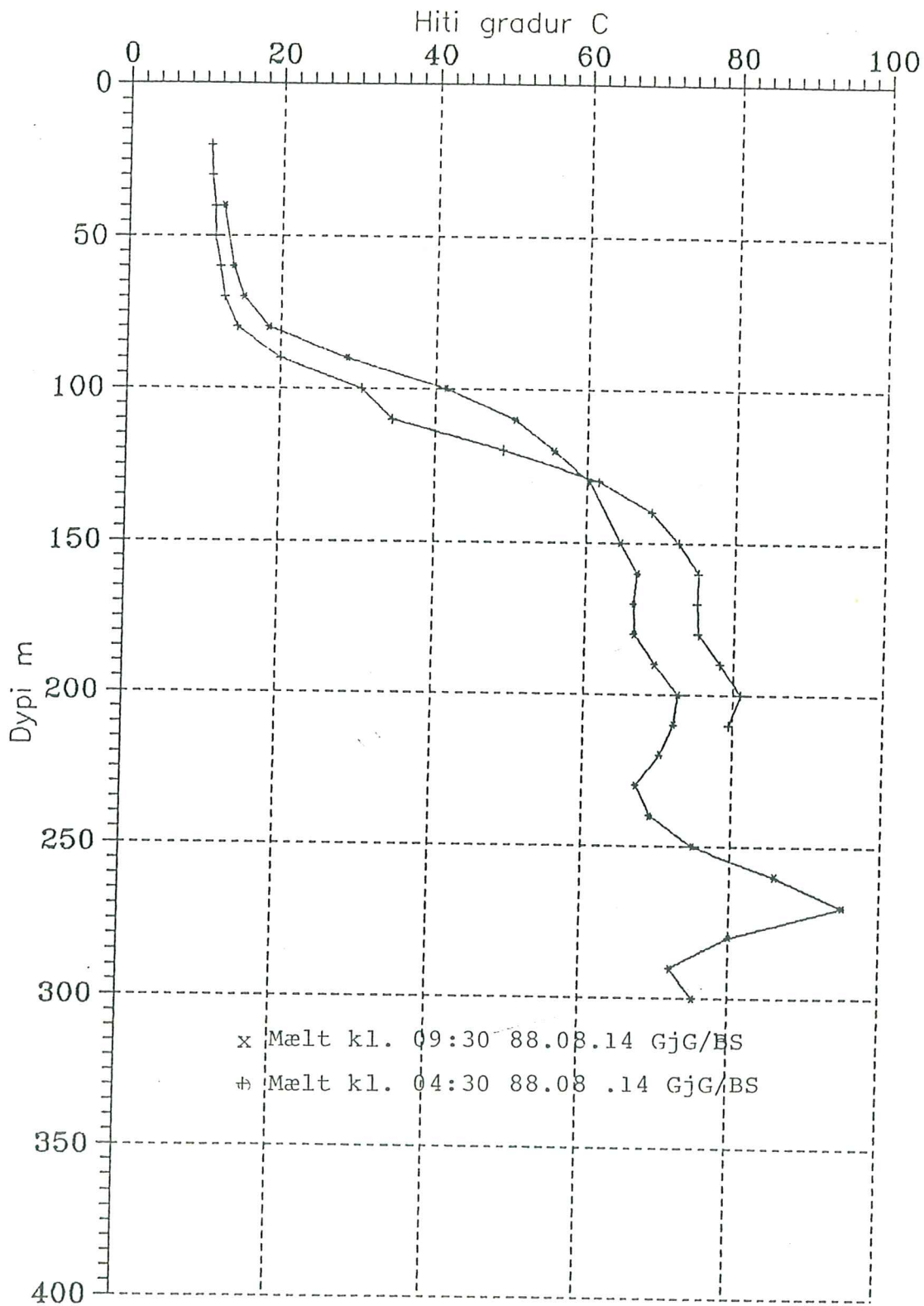




ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

KRAFLA HOLA KG-24  
HITAMAELINGAR



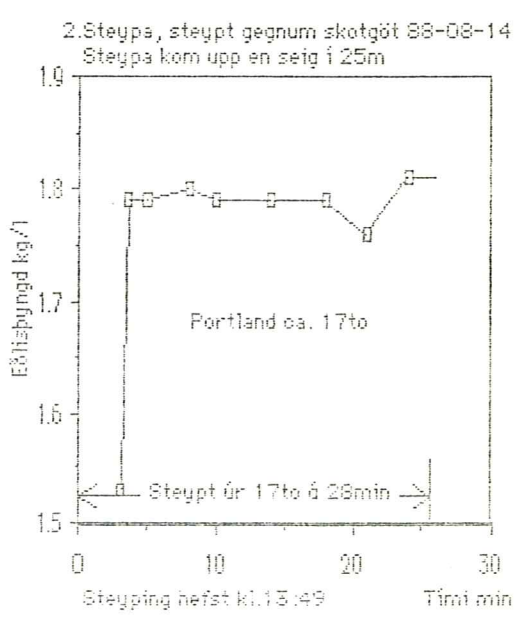
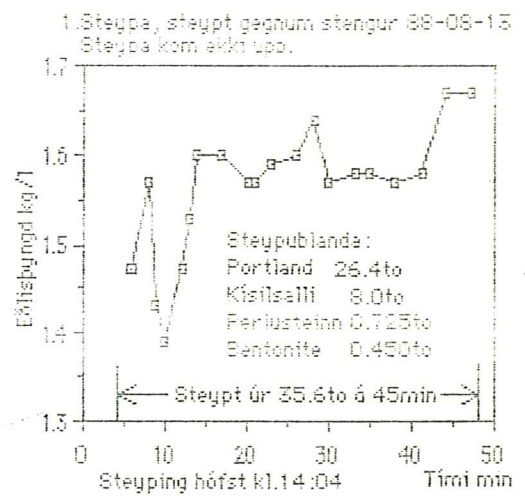
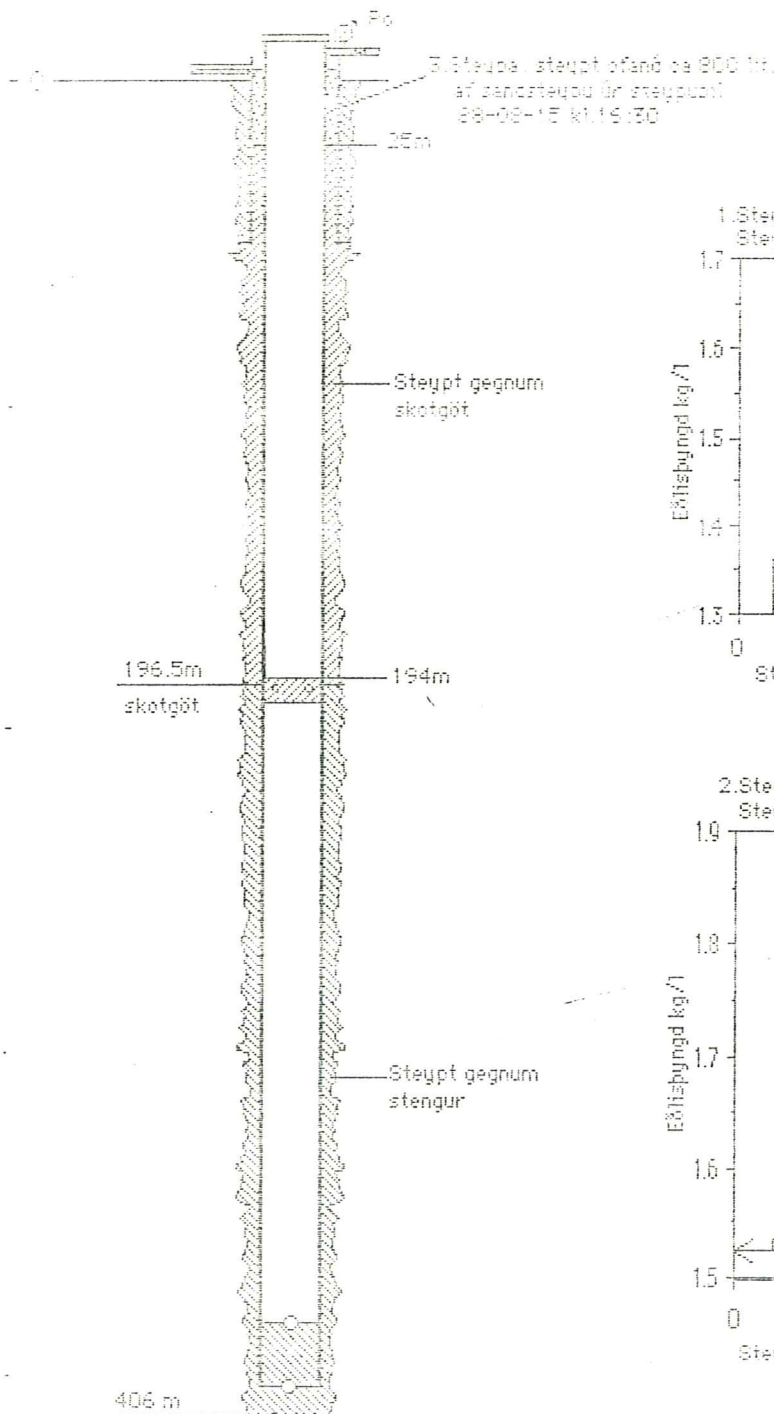




# Steyping 9 5/8" fóðringar í KG-24

88-08-15 kl. 15:30

88-05-15 28en  
307s/33



KRAFLA HOLA KG-24  
Steypumælingar 14-18 ágúst 1988

