



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

KRAFLA - VINNSLUEFTIRLIT

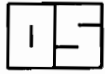
Borholumælingar 1992

Benedikt Steingrímsson
Ásgrímur Guðmundsson
Grímur Björnsson

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-93017/JHD-09 B

Mars 1993



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 612662
/os/pi/jhd.os/eftirlit/krafla92.t

KRAFLA - VINNSLUEFTIRLIT

Borholumælingar 1992

Benedikt Steingrímsson
Ásgrímur Guðmundsson
Grímur Björnsson

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-93017/JHD-09 B

Mars 1993

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	2
MYNDASKRÁ	3
TÖFLUSKRÁ	3
1. INNGANGUR	5
2. LÝSING MÆLINGA Í EINSTÖKUM HOLUM	9
2.1 Hola KG-5	9
2.2 Hola KJ-6	9
2.3 Hola KJ-9	12
2.4 Hola KG-10	13
2.5 Hola KJ-16	17
2.6 Hola KJ-18	20
2.7 Hola KJ-21	23
2.8 Hola KJ-23	26
2.9 Hola KG-24	27
3. SAMANTEKT UM HITA- OG ÞRÝSTIBREYTINGAR Á VINNSLUSVÆÐUM KRÖFLUVIRKJUNAR	30
3.1 Efri hluti Leirbotna	30
3.2 Neðri hluti Leirbotna	31
3.3 Suðurhlíðar Kröflu	32
3.4 Hvíthólasvæðið	32
4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR	34
5. HEIMILDASKRÁ	35

MYNDASKRÁ

Mynd	bls.
1 Hitamælingar í holu KJ-6	9
2 Þrýstimælingar í holu KJ-6	10
3 Hiti á 600 og 1000 m dýpi í holu KJ-6	11
4 Þrýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-6	11
5 Þrýstimælingar í holu KJ-9	12
6 Þrýstingur á 1200 m dýpi í holu KJ-9	13
7 Hitamælingar í holu KG-10	14
8 Hiti á 800 m dýpi í holu KG-10	15
9 Þrýstingur á 800 m dýpi í holu KG-10	15
10 Þrýstimælingar í holu KG-10	16
11 Hitamælingar í holu KJ-16	17
12 Þrýstimælingar í holu KJ-16	18
13 Hiti á 1000 og 1600 m dýpi í holu KJ-16	19
14 Þrýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-16	19
15 Hitamælingar í holu KJ-18	20
16 Þrýstimælingar í holu KJ-18	21
17 Hiti á 900 og 2000 m dýpi í holu KJ-18	22
18 Þrýstingur á 900 m dýpi í holu KJ-18	22
19 Hitamælingar í holu KJ-21	23
20 Þrýstimælingar í holu KJ-21	24
21 Hiti á 700 og 1000 m dýpi í holu KJ-21	25
22 Þrýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-21	26
23 Hitamælingar í holu KG-24	27
24 Þrýstimælingar í holu KG-24	28
25 Hiti á 600 m dýpi í holu KG-24	29
26 Þrýstingur á 600 m dýpi í holu KG-24	29
27 Vatnsborðsmælingar 1990-93 í holum KJ-6, KJ-3A og KG-10	31

TÖFLUSKRÁ

Tafla	bls.
1 Yfirlit um eftirlitsmælingar í Kröflu 1992	5
2 GO-Hitamælingar í holum KJ-6, KG-10 og KJ-18	6
3 Mæliniðurstöður Amerada hitamælinga í Kröfluholum 1992	7
4 Mæliniðurstöður Amerada þrýstimælinga í Kröfluholum 1992	8

1. INNGANGUR

Hér á eftir er fjallað um niðurstöður eftirlitsmælinga, sem gerðar voru í Kröfluholum, haustið 1992. Rekstrarhlé Kröfluvirkjunar sumarið 1992 var um sex mánuðir, eða frá byrjun apríl til septemberloka, í stað fjögurrar mánaða undanfarin ár (maí-ágúst). Flestar eftirlitsmælingarnar voru gerðar í einu úthaldi á tímabilinu 20. til 24. september, sem er um 1½ til 2 mánuðum síðar en undanfarin sumur. Mælingarnar eru þáttur í reglubundnu vinnslueftirliti með Kröflusvæðinu, sem Orkustofnun annast fyrir Kröfluvirkjun. Einnig verður fjallað hér um mælingar virkjunarmanna á vatnsborði í nokkrum holum.

Yfirlit um eftirlitsmælingarnar 1992 er að finna í töflu 1. Um er að ræða 18 hita- og þrýstimælingar í holum: KJ-6, KJ-9, KG-10, KJ-16, KJ-18, KJ-21 og KG-24. Þá voru holur KG-5, KJ-23 og KG-26 lóðaðar til að kanna fyrirstöður. Nær allar mælingarnar voru gerðar síðari hluta septembermánaðar, en í lok júní voru holur KG-10 og KG-24 mældar. Þá var verið að hleypa holu KG-26 í blástur og tíminn m.a. nýttur til að nokkurra eftirlitsmælinga. Alls eru þetta 21.517 mældir metrar, sem er nokkur minnkun frá fyrri árum. Skýrist það m.a. af því að holur KG-5 og KJ-23 hafa stíflast og nýtast því ekki til eftirlits. Í töflu 2 er að finna hitagildi, sem fengust með rafeindamæli í holum KJ-6, KG-10 og KJ-18, en efri hluti þessara holna er það kaldur að hægt er að koma við rafeindamæli. Þeir rafeindamælur (Go-mælur) sem JHD notar duga upp í um 160 °C hita. Tafla 3 geymir öll Amerada hitagildi í umræddum holum, og að lokum sýnir tafla 4 þrýstigildi sem safnað var í eftirlitsholunum sumarið 1992.

Tafla 1. Yfirlit um eftirlitsmælingar í Kröfluholum sumarið 1992.

HOLA	Dags.	Hiti		Þrýstingur		Vatnsb. (m)	Toppþr. (bar-y)
		Metrar	Nemi	Metrar	Nemi		
KJ-6	20 september	0-330	Go-6			39.00	
KJ-6	21 september	0-1200	79484	0-1200	74370	39.00	
KJ-9	23 september			0-1256	74370		0.9
KG-10	30 júní	0-800	79485	0-800	77539	96.00	
KG-10	20 september	0-180	Go-6			96.50	
KG-10	23 september	0-800	79484			96.50	
KJ-16	22 september	0-1922	79484	0-1921	74370		28-32
KJ-18	20 september	0-1600	Go-6			208.60	
KJ-18	22 september	1000-2185	79484	0-2185	74370	208.60	
KJ-21	23 september	0-996	79484	0-995	74370		45.5
KG-24	30 júní	0-1382	79485	0-1382	77539	51.30	
KG-24	21 september	0-1383	79484			52.90	
Alls		11.778		9.739			

Undanfarin ár hefur hiti og þrýstingur í Kröfluholum verið mældur 2-3 mánuðum eftir að virkjunin var stöðvuð á vorin. Að þessu sinni var brugðið frá þeirri venju og mælt skömmu fyrir gangsetningu orkuversins. Með því er brugðist á einfaldan hátt við breyttu rekstrarfyrirkomulagi virkjunarinnar. Eins réði miklu að hinar árlegu þrýstimælingarnar nýttust ekki sem skyldi í nýlegu reiknilskani af Hvíthólasvæðinu (Helga Tulínfus og Ómar Sigurðsson, 1991). Þar kom í ljós að hentugast er að hafa tvo þrýstipunkta, mæla skömmu eftir stöðvun á vorin og síðan rétt fyrir upphleypingu að hausti. Haustmælingar nú og í framtíðinni munu því treysta áreiðanleika reiknilskana af jarðhitakerfunum í Kröflu.

Sá háttur er hafður á við uppröðun skýrslunnar, að sérhverri holu er tileinkaður sérkafli þar sem lýst er mælingum ársins og þær bornar saman við eldri mæligögn. Þá eru í lokin dregnar saman helstu breytingar sem fram koma í hita og þrýstingi á hverju vinnslusvæði Kröfluvirkjunar.

Tafla 2: GO-Hitamælingar í holum KJ-6, KG-10 og KJ-18 í september 1992.

KJ-6		KG-10		KJ-18		KJ-6		KG-10		KJ-18	
Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)
39.0	25.8	98.0	98.3	209.5	67.6	144.0	24.2	138.0	141.6	728.0	104.0
40.0	27.1	99.5	99.2	211.0	83.5	150.5	27.9	140.5	143.4	735.5	106.2
40.5	34.4	103.0	103.3	220.0	85.7	158.5	34.8	143.0	145.9	762.5	107.8
41.0	52.5	105.0	106.2	249.0	89.5	164.5	41.2	147.0	149.2	766.5	114.9
42.0	60.3	106.5	108.3	278.0	92.5	173.0	52.1	150.0	151.4	770.0	118.6
46.0	61.9	109.0	112.8	296.0	96.6	183.5	66.8	156.0	154.9	822.0	120.9
51.0	58.6	110.0	113.9	357.5	116.3	194.5	81.8	161.0	157.4	849.5	122.8
57.5	53.5	111.0	115.8	382.5	122.6	205.5	95.2	164.5	159.3	860.5	125.1
63.0	53.6	112.5	118.1	405.0	126.2	225.0	116.3	167.0	160.2	891.0	126.8
76.0	57.7	114.5	121.5	430.5	127.5	236.5	130.6	171.5	162.2	919.0	135.7
83.0	58.4	116.5	124.7	454.5	124.5	244.5	139.1	174.0	163.1	941.5	139.8
86.0	54.9	118.5	127.3	484.5	120.2	252.5	145.4	176.5	164.3	960.0	142.1
91.0	47.4	120.5	129.5	513.5	117.8	261.0	150.3	179.0	165.2	1085.0	145.6
107.5	30.0	125.5	133.4	570.0	116.7	273.5	154.4	183.0	166.8	1220.5	149.4
113.0	22.9	127.0	134.9	609.5	115.1	289.0	157.1	184.5	167.2	1343.5	153.4
120.0	20.5	130.0	136.9	675.0	111.5	313.0	158.4	189.0	169.0	1446.0	157.7
126.0	20.2	133.5	138.6	695.5	108.3	333.5	161.3	191.5	169.8	1607.0	165.4
135.0	21.3	136.0	140.4	711.0	102.9						

Tafla 3: Mæliniðurstöður Amerada hitamælinga í Kröfluholum 1992.

Hola Mældagur	KJ-6 21-09	KG-10 30-06	KG-10 23-09	KJ-16 22-09	KJ-18 22-09	KJ-21 23-09	KG-24 30-06	KG-24 21-09
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
.0				207.9		227.2		
100.0	38.0	100.0					132.4	
200.0	88.0	162.0	162.2	226.2		241.1	173.2	178.4
300.0	157.0	186.7	185.4				176.8	176.5
400.0	163.1	180.8	180.3	231.1		242.5	187.0	183.2
500.0	192.5	180.5	183.2				188.3	183.4
600.0	209.9	181.2	186.3	246.8		243.3	190.1	186.9
650.0						246.2		
700.0	219.1	184.7	190.6	253.3		249.1	190.6	189.4
800.0	231.1	184.1	191.1	261.4		251.7	192.0	191.7
900.0	247.7			269.3		252.7	201.4	196.0
950.0						253.3		
996.0						249.9		
1000.0	271.1			277.1	142.2		216.1	210.1
1100.0	278.5			284.2	144.7		224.0	221.0
1200.0	274.2			289.6	148.9		238.1	236.6
1300.0				281.0	152.2		269.0	269.7
1382.0							300.6	
1383.0								302.9
1400.0				272.4	155.7			
1500.0				264.7	161.4			
1600.0				257.3	166.4			
1700.0				253.4	170.6			
1800.0				250.2	174.7			
1900.0					180.7			
1922.0				252.0				
2000.0					186.7			
2100.0					192.5			
2185.0					193.6			

Tafla 4: Mæliniðurstöður Amerada þrýstimælinga í Kröfluholum 1992.

Hola Mældagur	KJ-6 21-09	KJ-9 23-09	KG-10 30-06	KJ-16 22-09	KJ-18 22-09	KJ-21 23-09	KG-24 30-06
Dýpi (m)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)
.0		.9		27.8		33.8	
100.0	5.5		.6				4.5
170.0		6.9					
200.0	15.3	9.8	9.6	28.0			13.1
300.0	24.7		18.1		9.0		21.7
400.0	33.3	26.5	26.7	31.0		34.9	30.5
500.0	41.5	34.6	35.3		27.7		39.1
600.0	50.1	42.7	44.0	40.6			47.8
604.0						35.4	
650.0						38.7	
700.0	58.9	50.7	52.4	45.7	46.4	42.8	56.5
800.0	67.0	58.6	61.0	50.4	55.5	50.7	65.1
900.0	75.0	66.8		56.7	64.3	58.5	73.8
996.0						66.0	
1000.0	82.8	74.5		63.7	73.5		82.1
1100.0	90.6	82.0		71.0	82.4		90.4
1200.0	97.9	89.3		78.2	91.3		98.7
1256.0		93.5					
1300.0				85.8	100.2		105.3
1382.0							112.1
1400.0				93.2	109.2		
1500.0				100.4	117.9		
1600.0				108.2	127.1		
1700.0				116.4	136.0		
1800.0				123.3	144.7		
1900.0					153.5		
1922.0				131.2			
2000.0					162.4		
2100.0					171.3		
2185.0					178.9		

Tafla 4: Mæliniðurstöður Amerada þrýstimælinga í Kröfluholum 1992.

Hola Mældagur	KJ-6 21-09	KJ-9 23-09	KG-10 30-06	KJ-16 22-09	KJ-18 22-09	KJ-21 23-09	KG-24 30-06
Dýpi (m)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)
.0		.9		27.8		33.8	
100.0	5.5		.6				4.5
170.0		6.9					
200.0	15.3	9.8	9.6	28.0			13.1
300.0	24.7		18.1		9.0		21.7
400.0	33.3	26.5	26.7	31.0		34.9	30.5
500.0	41.5	34.6	35.3		27.7		39.1
600.0	50.1	42.7	44.0	40.6			47.8
604.0						35.4	
650.0						38.7	
700.0	58.9	50.7	52.4	45.7	46.4	42.8	56.5
800.0	67.0	58.6	61.0	50.4	55.5	50.7	65.1
900.0	75.0	66.8		56.7	64.3	58.5	73.8
996.0						66.0	
1000.0	82.8	74.5		63.7	73.5		82.1
1100.0	90.6	82.0		71.0	82.4		90.4
1200.0	97.9	89.3		78.2	91.3		98.7
1256.0		93.5					
1300.0				85.8	100.2		105.3
1382.0							112.1
1400.0				93.2	109.2		
1500.0				100.4	117.9		
1600.0				108.2	127.1		
1700.0				116.4	136.0		
1800.0				123.3	144.7		
1900.0					153.5		
1922.0				131.2			
2000.0					162.4		
2100.0					171.3		
2185.0					178.9		

2. LÝSING MÆLINGA Í EINSTÖKUM HOLUM

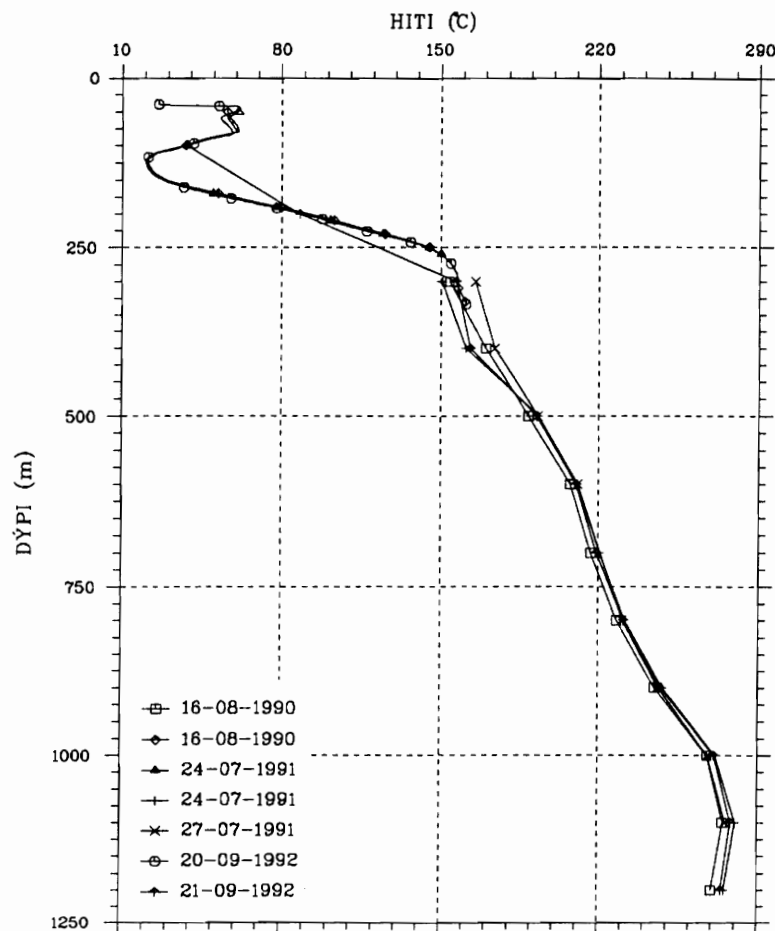
2.1 Hola KG-5

Hola KG-5 er tengd lágþrýstiprepi Kröfluvirkjunar og hefur holan verið nýtt yfir vetrartímann síðan haustið 1984, en staðið lokað á sumrin. Í eftirlitsmælingum sumarið 1991 stoppuðu mælar uppi í vinnslufóðringu eða á tæplega 510 m dýpi og komust ekki neðar (Benedikt Steingrímsson o.fl., 1992). Reynt var að komast í gegnum fyrirstöðuna með lóði og körfum en hvorugt gekk. Haustið 1992 var enn reynt að koma lóði framhjá fyrirstöðunni en án árangurs. Stoppaði lóðið á 508 m dýpi.

Hola KG-5 var nýtt veturinn 91/92 og hefur afl hennar lítið breyst undanfarin ár. Fyrirstaðan á 510 m dýpi þrengdi því ekki að rennsli holunnar á þeim tíma. Hins vegar datt holan úr rekstri um áramótin 1992/1993 og er líklegt að kalkútfellingar stífla nú holuna. Skemmd á fóðringunni gæti þó einnig átt hlut að máli, eins og leiddar voru líkur að í síðustu eftirlitsskýrslu (Benedikt Steingrímsson o.fl., 1992).

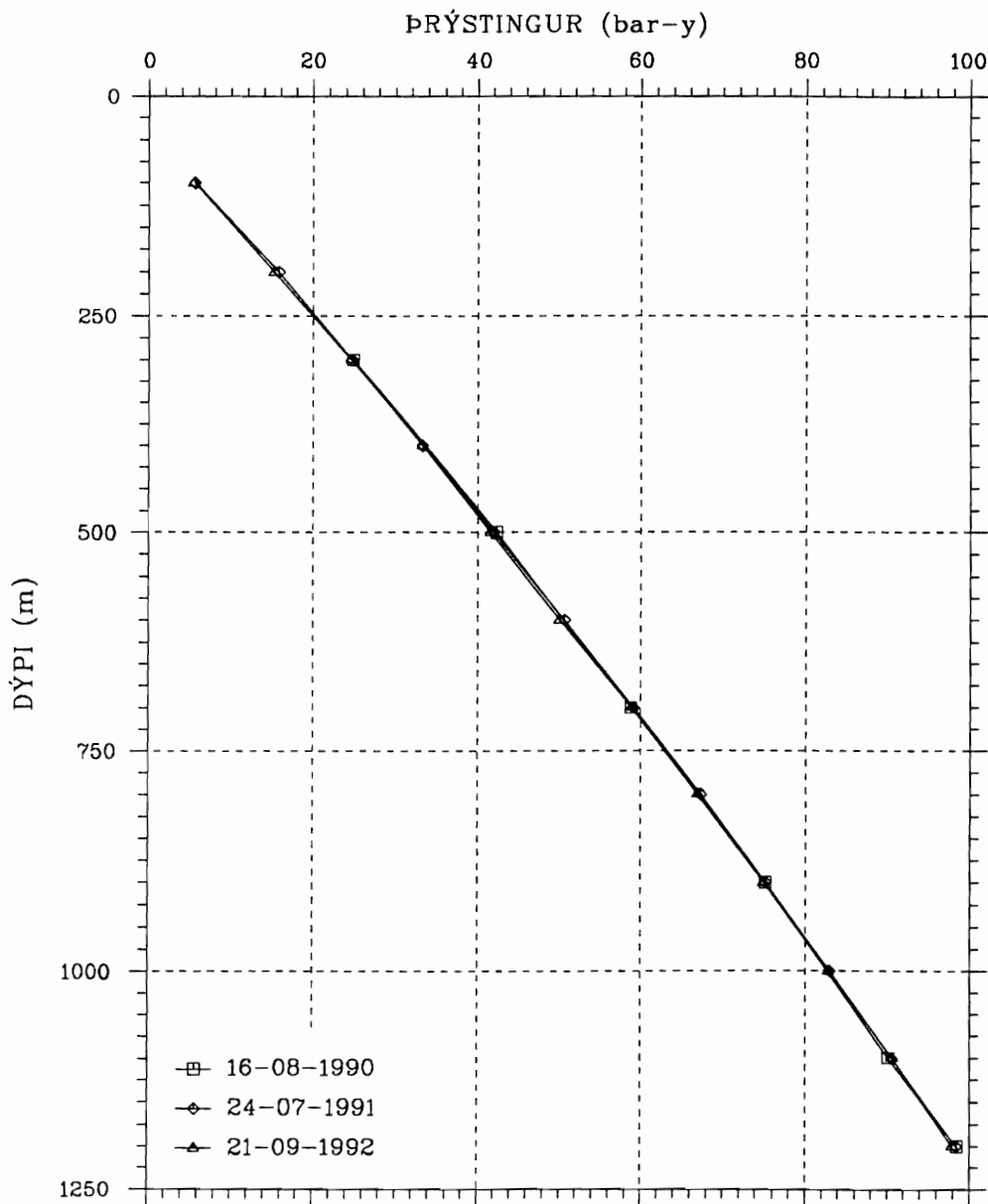
2.2 Hola KJ-6

Hola KJ-6 var hita- og þrýstimæld dagana 20. og 21. september 1992. Vatnsborð mældist á 39,0 m (frá kjallarabrún), sem er um 6 m hærra en sumarið 1991.

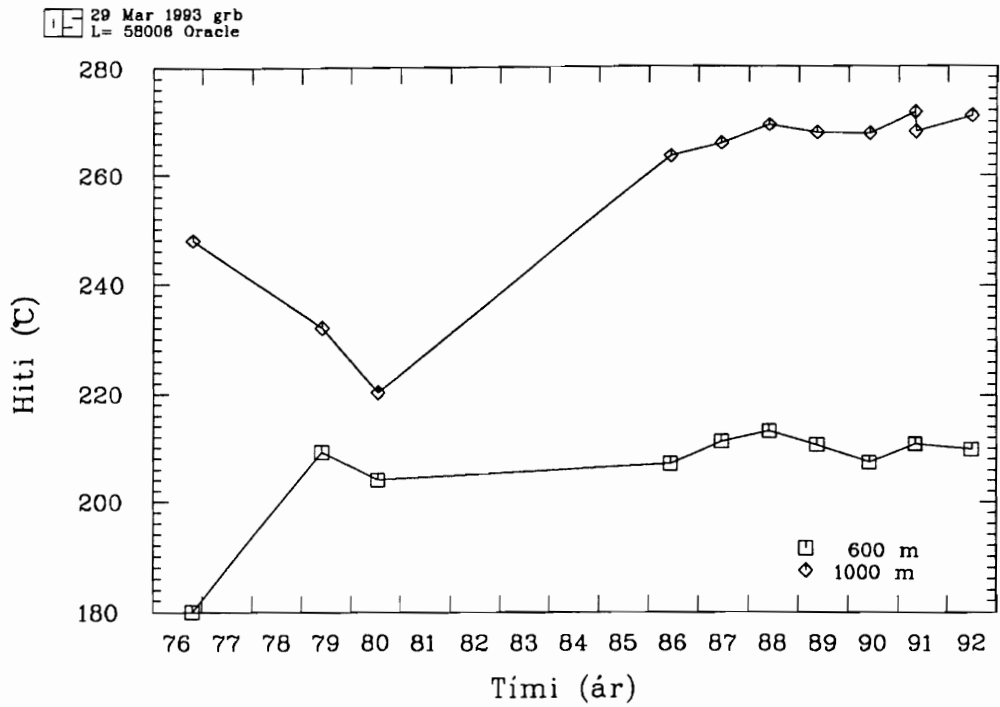


Mynd 1: Hitamælingar í holu KJ-6.

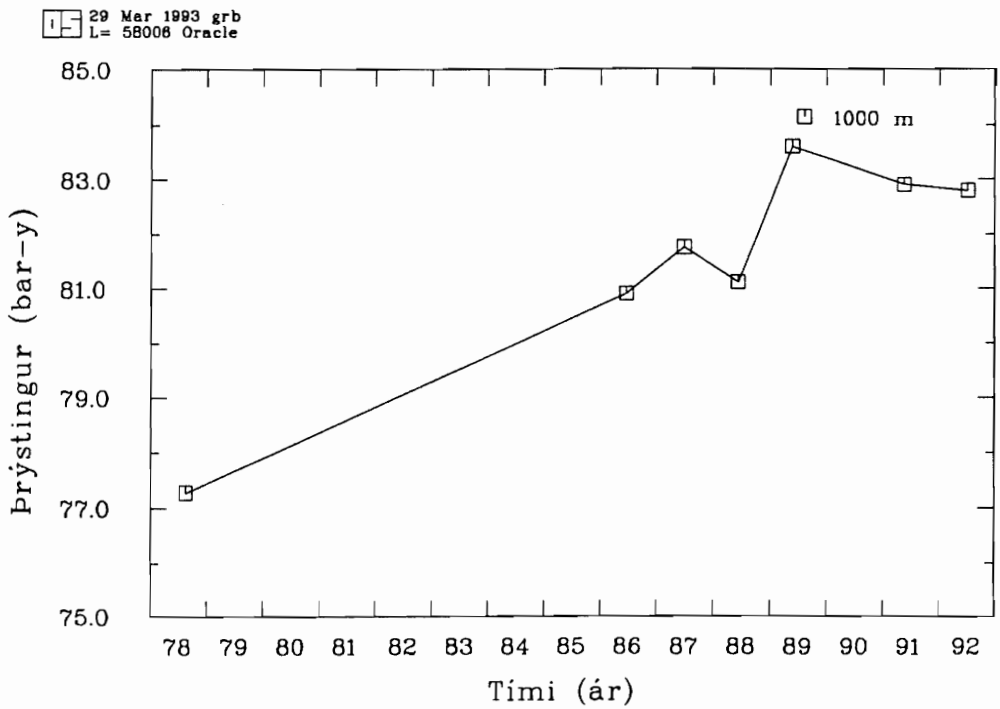
Myndir 1 og 2 sýna niðurstöður hita- og þrýstimælinga í holu KJ-6, en myndir 3 og 4, sýna hita og þrýsting með tíma á 600 og 1000 m dýpi í holunni. Mælingarnar sýna litlar sem engar hitabreytingar milli ára síðan vinnsla var hætt úr holunni 1984. Þrýstingur hækkaði hins vegar ár frá ári í holunni eftir að blæstri hennar lauk 1984 og fram til 1988. Síðustu árin hefur þrýstingur verið að breytast um 1-2 bör milli ára og hafa vatnsborðsmælingar sýnt að þrýstingur sveiflast yfir árið í takt við vinnslu úr Leirbotnasvæðinu. Verður vikið að því síðar í skýrslunni, þegar fjallað verður um vinnsluáhrif í efra Leirbotnakerfinu.



Mynd 2: Þrýstimælingar í holu KJ-6.



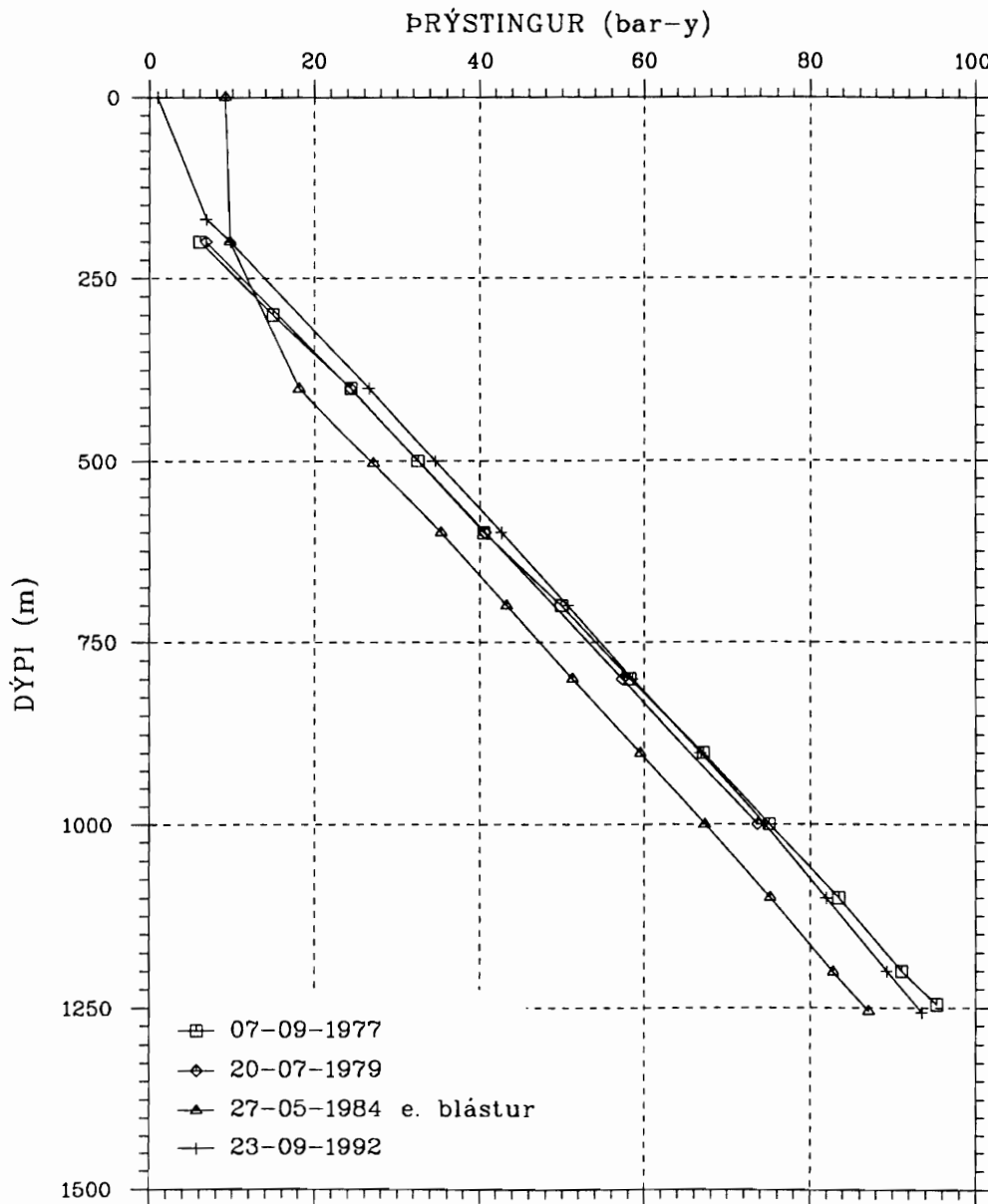
Mynd 3. Hiti á 600 og 1000 m dýpi í holu KJ-6.



Mynd 4. Prýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-6.

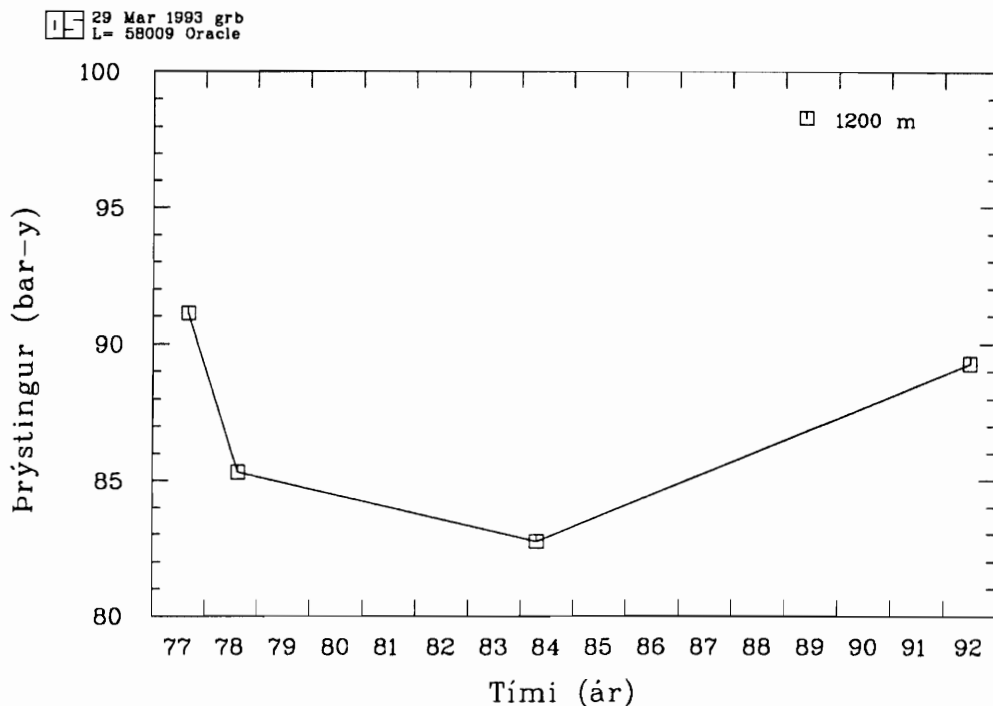
2.3 HOLA KJ-9

Hola KJ-9, sem verið hefur vinnsluhola frá upphafi rafmagnsframleiðslu í Kröflu, stóð lokuð veturinn 1991-1992. Holan hefur því ekki fallið undir hið árlega mælingaefirlit fyrr en nú, þegar hægt var að mæla holuna eftir langvarandi hvíld. Þrýstimæling var gerð í holunni 23. september. Toppþrýstingur var þá einungis 0,9 bar. Í slökun varð vart við þekkta fódringarskemmd á 170 m dýpi, en mælirinn fór niður eftir skark. Hins vegar tókst ekki betur til í hífingu en að mælirinn festist í skemmdinni og losnaði ekki fyrr en holan var kæfð (kæld). Því var hætt við hitamælingu.



Mynd 5: Þrýstimælingar í holu KJ-9.

Á mynd 5 er þrýstingur sýndur ásamt nokkrum eldri mælingum og á mynd 6 eru tekin saman gögn um þrýsting á 1200 m dýpi frá 1977 til síðastliðins hausts. Þrýstingur hefur verið nokkuð breytilegur samkvæmt mælingunum og ræður blástur holunnar þar mestu um. Til dæmis voru mælingarnar frá 1978 og 1984 gerðar skömmu eftir að holan hafði blásið. Hins vegar er athyglivert að þrýstingur nú er nánast sá sami og mældist strax eftir dýpkun holunnar 1977. Virðist niðurdráttur yfir tímabilið vera um eða innan við 2 bar. Vinnsluæð holu KJ-9 er tengd neðra Leirbotnakerfinu. Erfiðlega hefur gengið að ákvarða niðurdrátt í því kerfi og hefur helst verið stuðst við stopular mælingar í holu KJ-13, þegar sú hola hefur verið hreinsuð. Þær mælingar hafa bent til lítils niðurdráttar í kerfinu eða um 1-2 bar, sem er nánast sami niðurdráttur og mælingin í KJ-9 nú í haust sýnir.

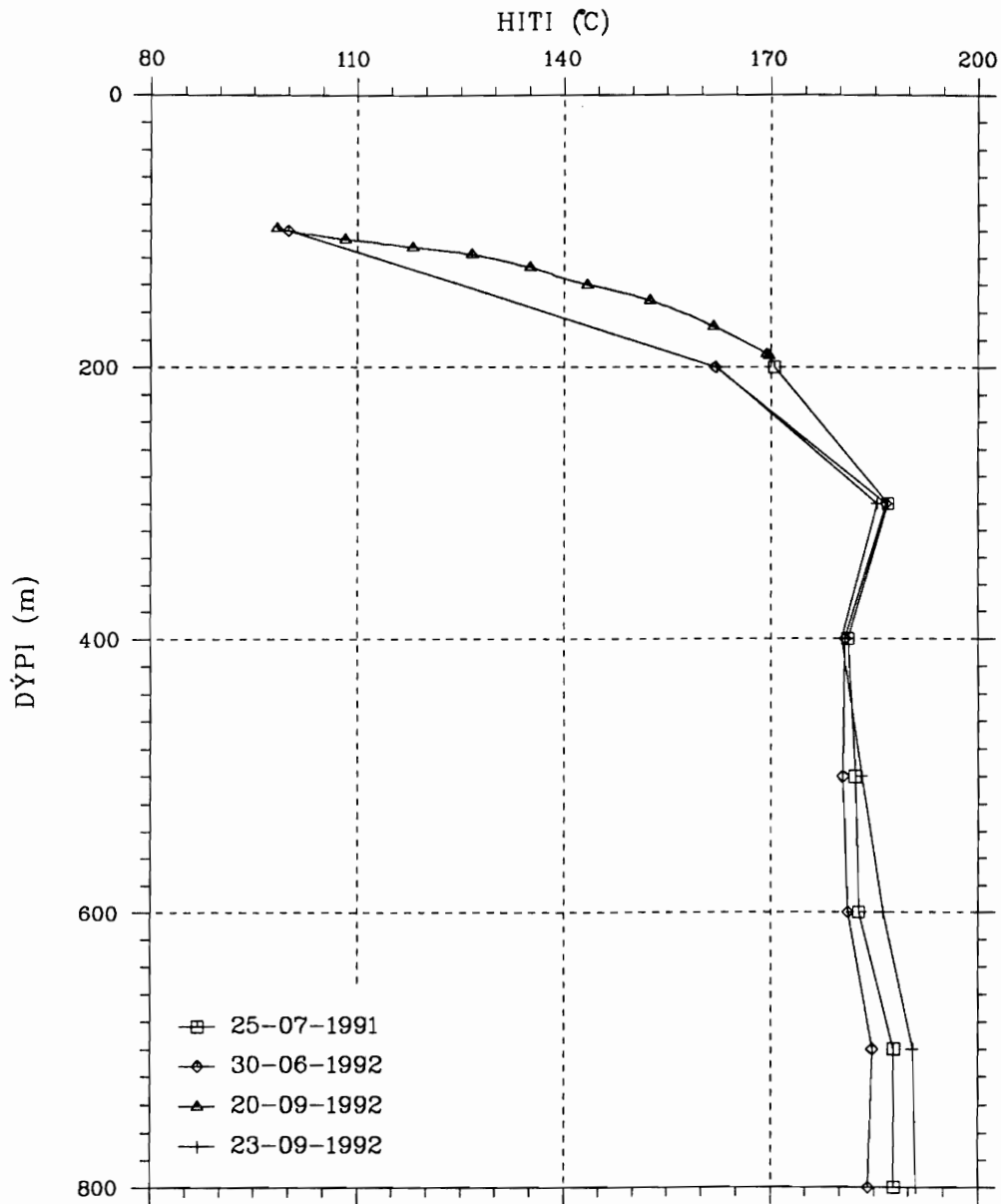


Mynd 6: Þrýstingur á 1200 m dýpi í holu KJ-9.

2.4 HOLA KG-10

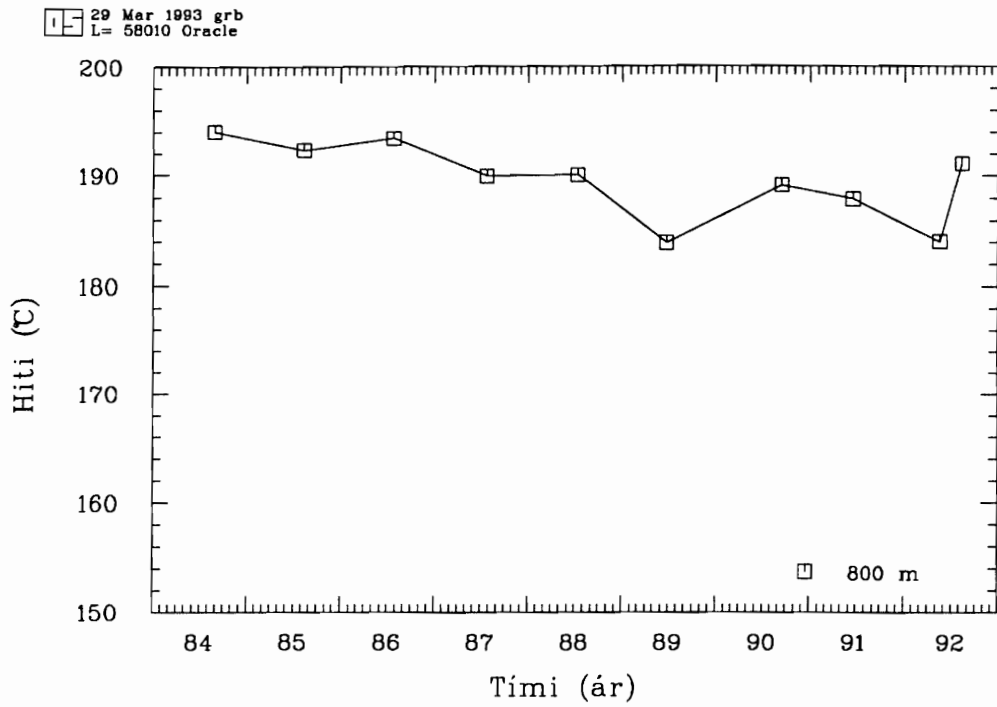
Hola KG-10 var hita- og þrýstingur mældur þann 30. júní 1992. Vatnsborð holunnar mældist á 96 m dýpi. Holan var síðan hitamæld aftur í september. Hafði vatnsborð þá lækkað í 96,5 m.

Mynd 7 sýnir hitamælingarnar í sumar ásamt nokkrum eldri mælingum, en mynd 8 sýnir hita á 800 m dýpi í holunni frá 1984. Á myndunum sést að hiti í holunni hefur verið lakkandi undanfarnin ár. Talið er að kælingin sé vegna þess að vetrarvinnslan úr efri hluta Leirbotna dragi kaldara vatn úr norðri inn á vinnslusvæðið. Það er því í samræmi við þessa skýringu, að hiti sé í lágmarki snemma sumars skömmu eftir að vinnsla er hætt, en hækki þegar líður að hausti. Líkt og mælingarnar í sumar og haust sýna.

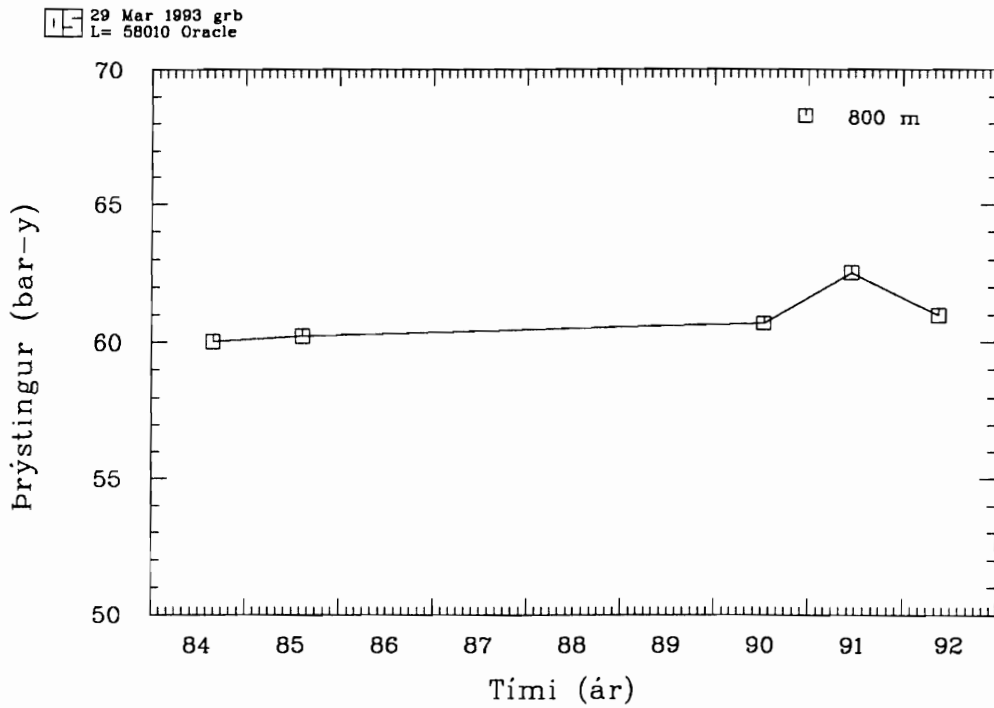


Mynd 7: Hitamælingar í holu KG-10.

Þrýstingur í holu KG-10 hefur tekið litlum breytingum milli ára (myndir 9 og 10). Það sem er mest áberandi á myndunum er hár þrýstingur sumarið 1991. Hann skýrist hins vegar af því, að þá stóð yfir dæling í holu KG-25 skammt norðan holu KG-10. Samanburður á mældum þrýstingi á 800 m dýpi milli árunna 1984 og 1992 sýnir um 1 bar þrýstihækkun. Svipuð breyting sést einnig í vatnsborðsmælingum. Fyrr á árum var vatnsborð yfirleitt á 105-110 m en mældist í sumar á um 96 m dýpi.

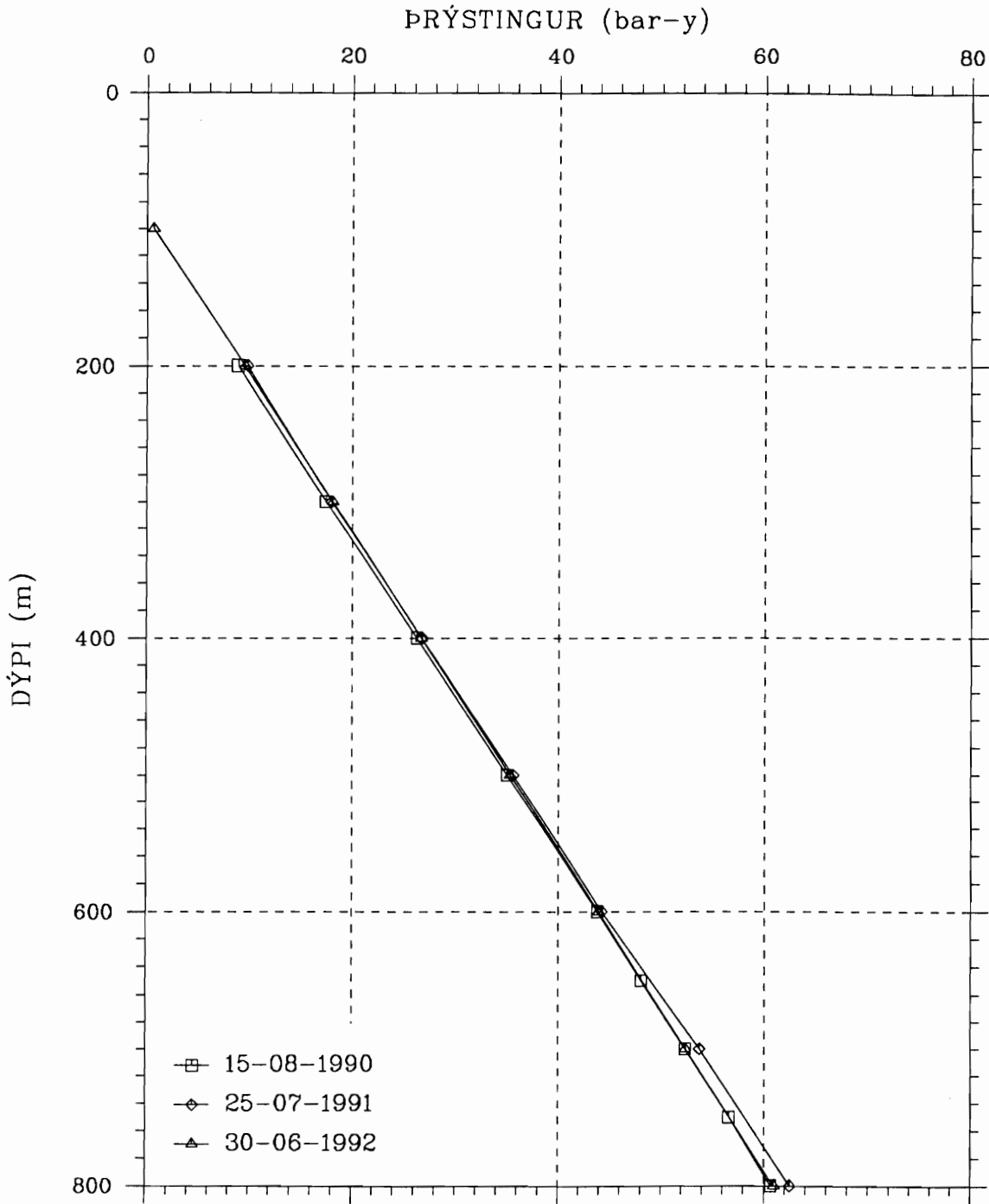


Mynd 8: Hiti á 800 m dýpi í holu KG-10.



Mynd 9: Prýstingur á 800 m dýpi í holu KG-10.

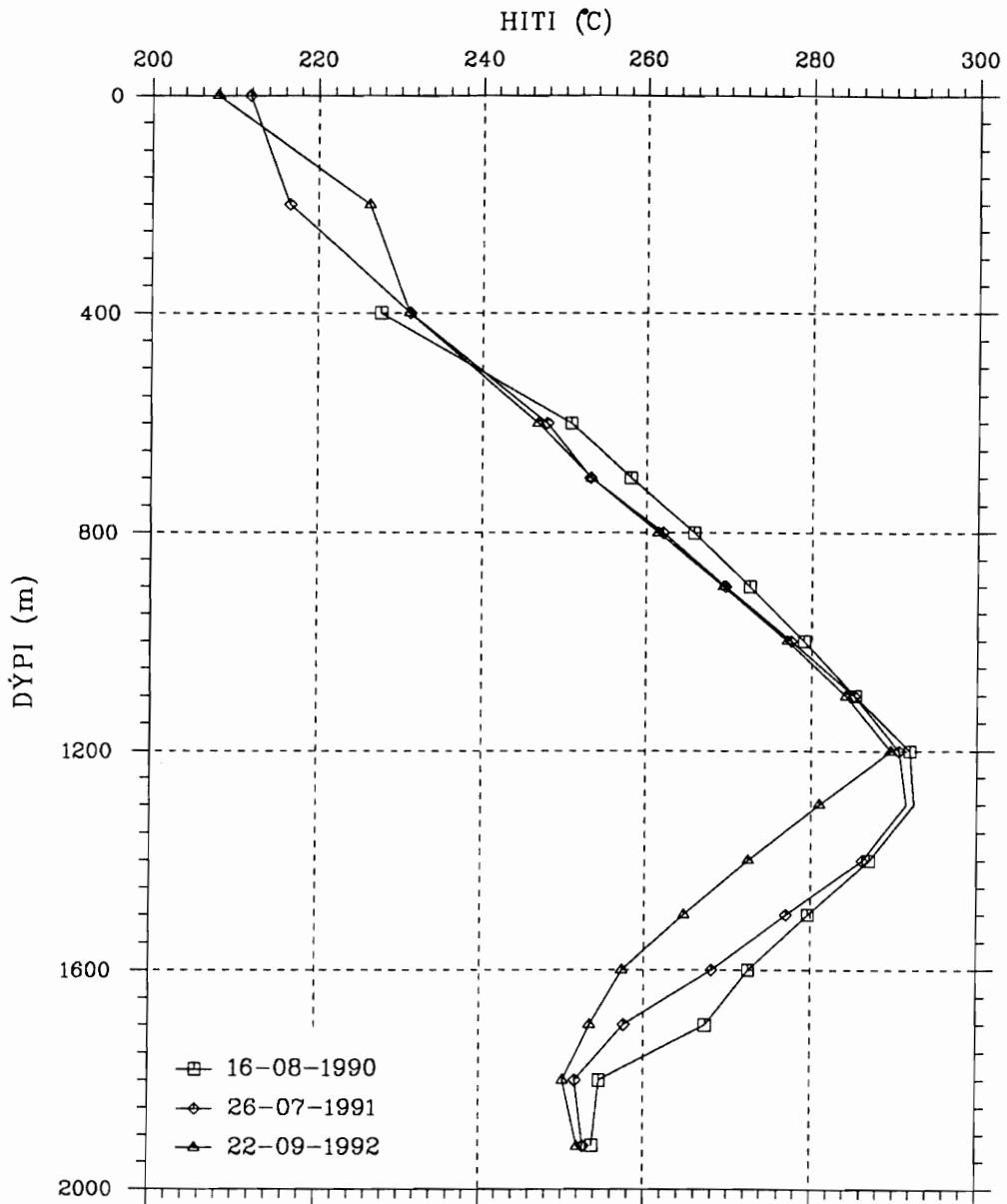
☐ 29 Mar 1993 grb
L= 58010 Oracle



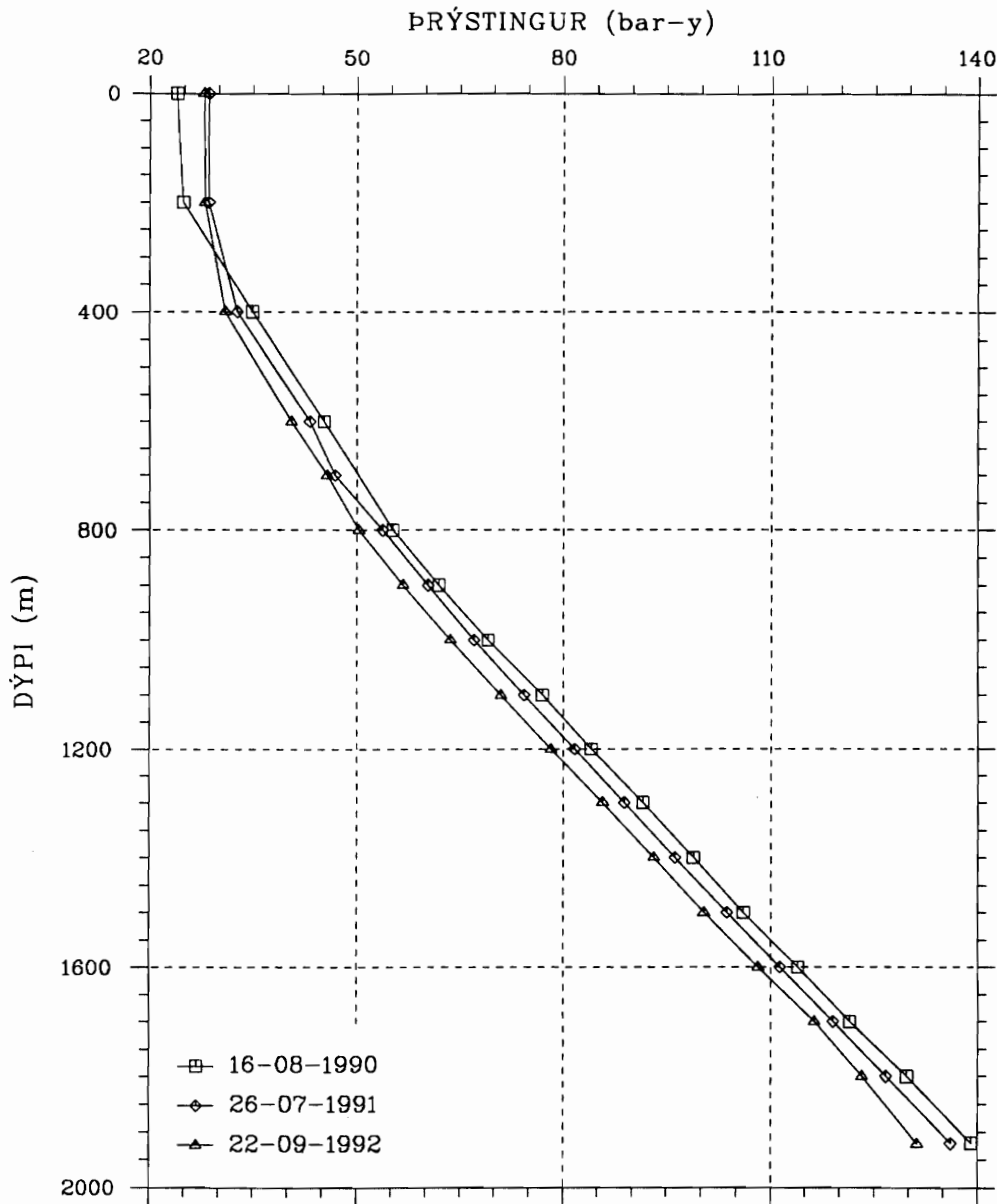
Mynd 10: Þrýstimælingar í holu KG-10.

2.5 HOLA KJ-16

Hola KJ-16 var hita- og þrýstimæld 22. september 1992. Holan hefur verið í blæðingu undanfarin ár og var toppþrýstingur um 30 bar áður en mælt var. Myndir 11 og 12 sýna mælingarnar með dýpi ásamt tveimur eldri mælingum. Hiti í holu KJ-16 hefur ekki breyst undanfarin ár, en nú kemur fram allt að 15°C kólnun á 1300-1700 m dýpi. Ofan 1200 m og sömuleiðis í botni holunnar er hiti hins vegar óbreyttur frá fyrri árum.



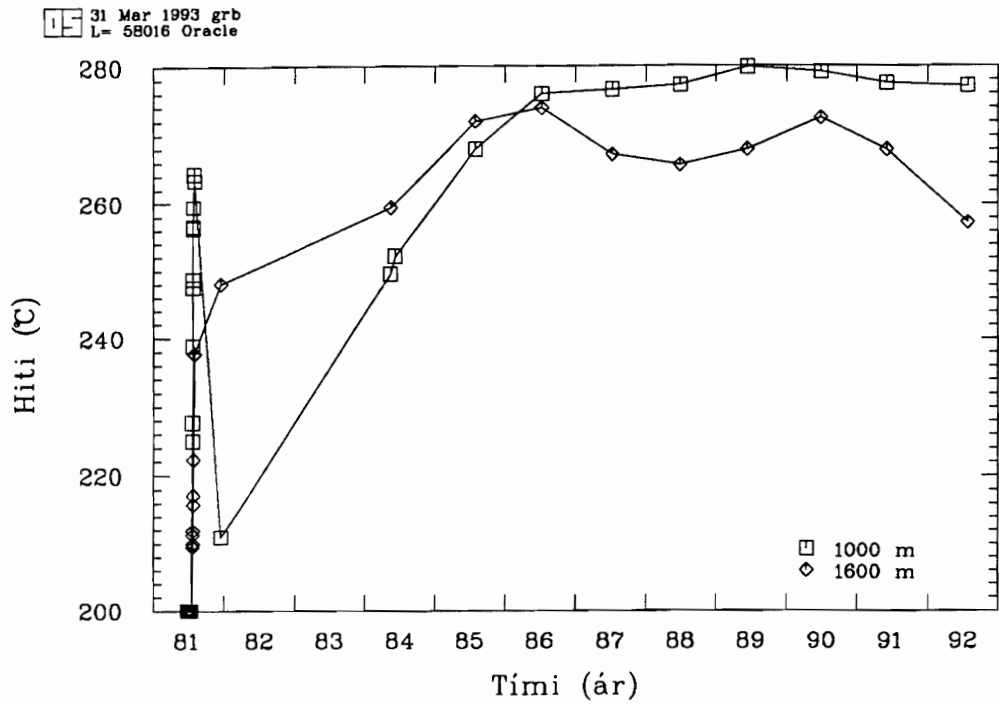
Mynd 11: Hitamælingar í holu KJ-16.



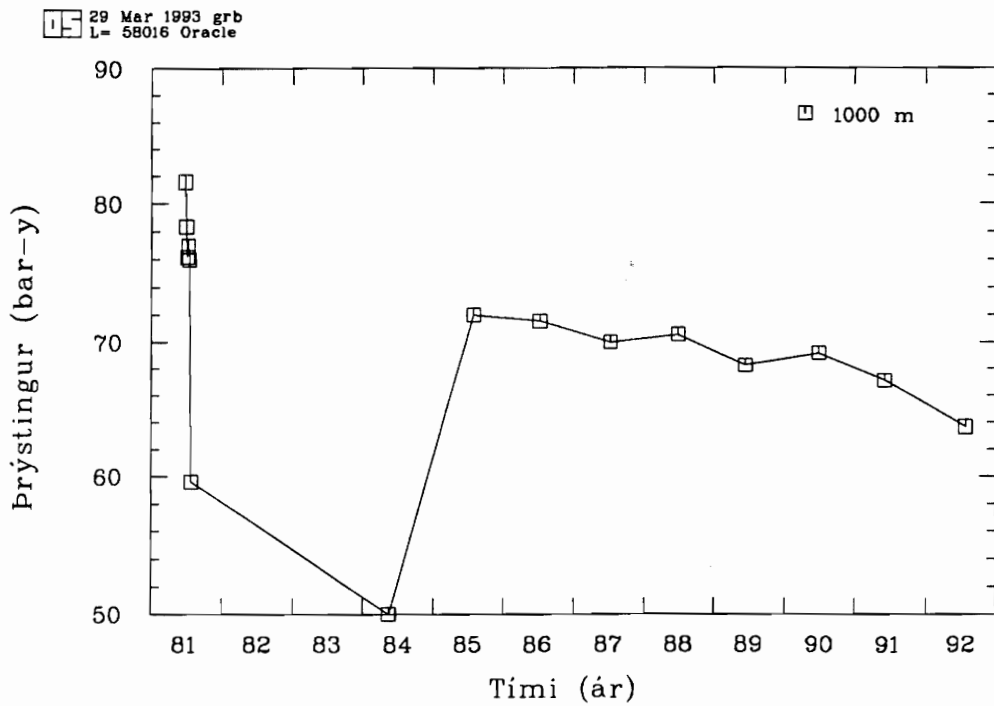
Mynd 12: Þrýstimælingar í holu KJ-16.

Hugsanlega má rekja kólnunina á 1300-1700 m dýpi í KJ-16 til breytinga í innbyrðis þrýstiástandi æða í holunni. Þannig hafi verið niðurrennsli á þessum kafla fyrr á árum sem nú hefur stöðvast vegna hraðari lækkunar þrýstings á 1200 m en í botnæðum. Standist þessi kenning er auðsýnt að hola KJ-16 sker vatnskerfi sem auðkennist af láréttu flæði um 1200 m dýpið. Veldur þá vinnslan í Suðurhlífum hraðari þrýstifalli á þessu bili en dýpra.

Mynd 14 sýnir þrýstisögu KJ-16 á 1000 m dýpi. Árleg þrýstilækkun undanfarin ár hefur verið um 0,6-0,7 bar, en breytingin milli árána 1991 og 92 er hins vegar um 3,5 bar. Er þrýstilækkunin milli ára því mun hraðari en veturinn 1990-1991, þrátt fyrir minni heildarvinnslu úr Suðurhlífum.



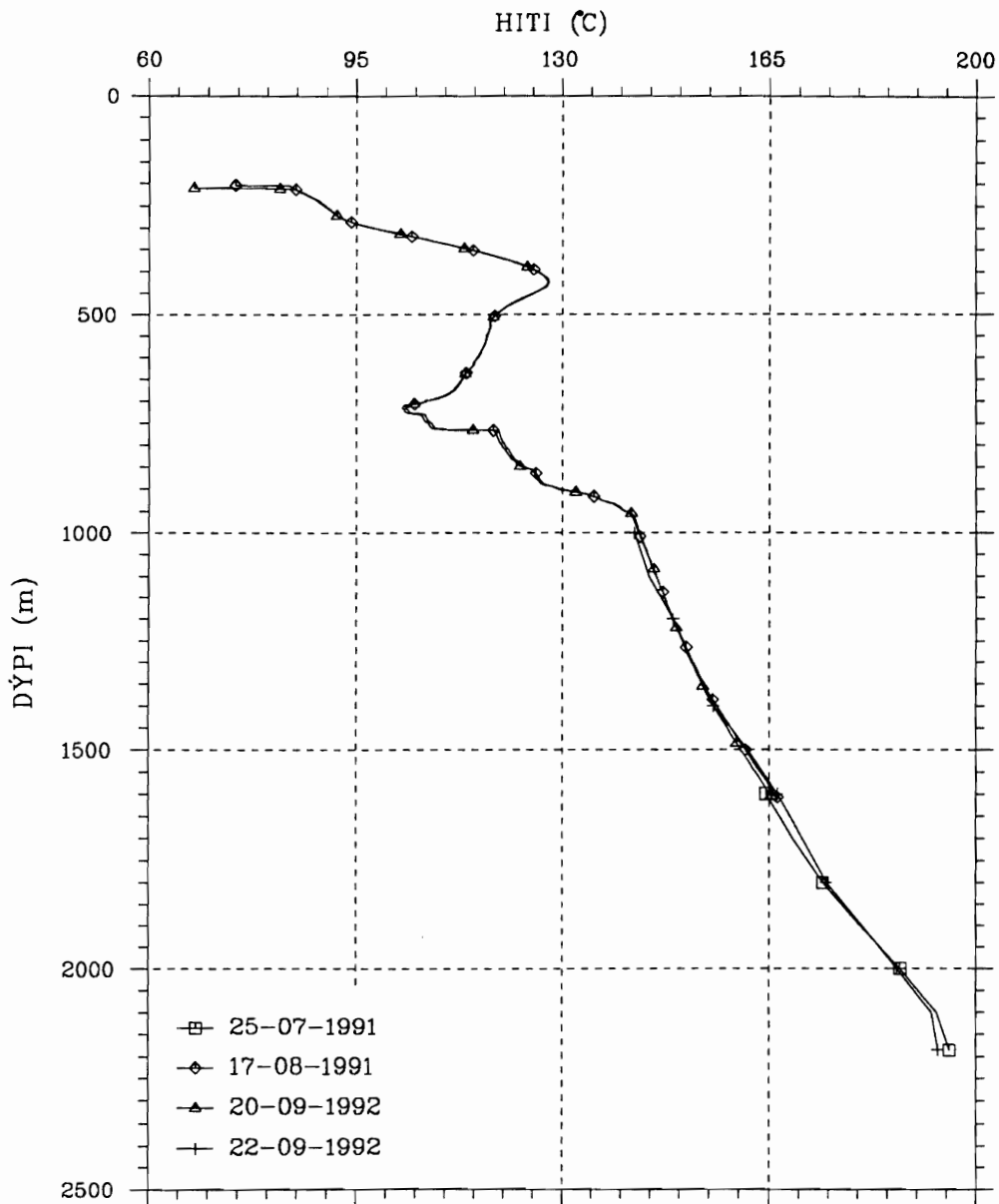
Mynd 13: Hiti á 1000 og 1600 m dýpi í holu KJ-16.



Mynd 14: Prýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-16.

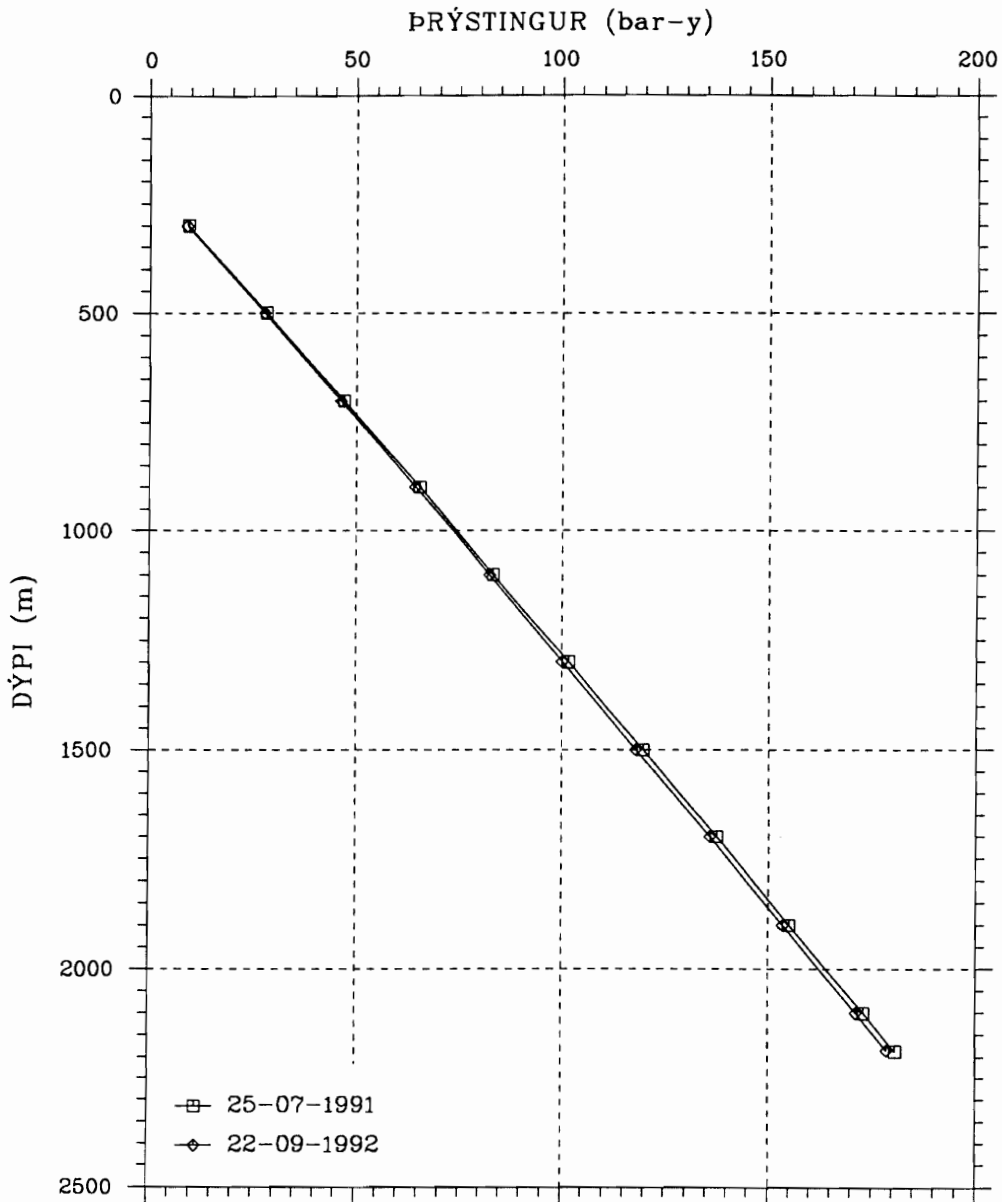
2.6 Hóla KJ-18

Hóla KJ-18 er austan í vinnslusvæði Suðurlíða. Berghiti við hóluna er innan við 150°C ofan 1200 m dýpis, sem er um 100°C lægri hiti en ríkir í vinnslusvæðinu á þessu dýptarbili. Hólan var hita- og þrýstimæld dagana 20. og 22. september 1992. Vatnsborð mældist á 208,6 m dýpi, sem er fimm metrum lægra en sumarið 1991. Mælingarnar eru sýndar á myndum 15 og 16 ásamt nokkrum eldri mælingum.

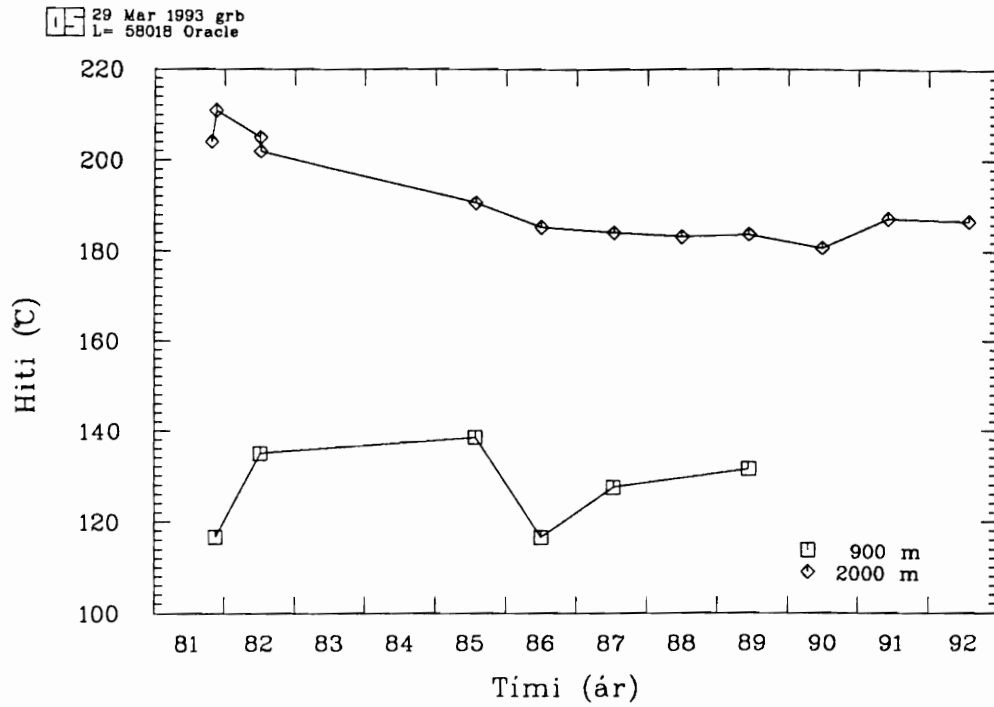


Mynd 15: Hitamælingar í hólú KJ-18.

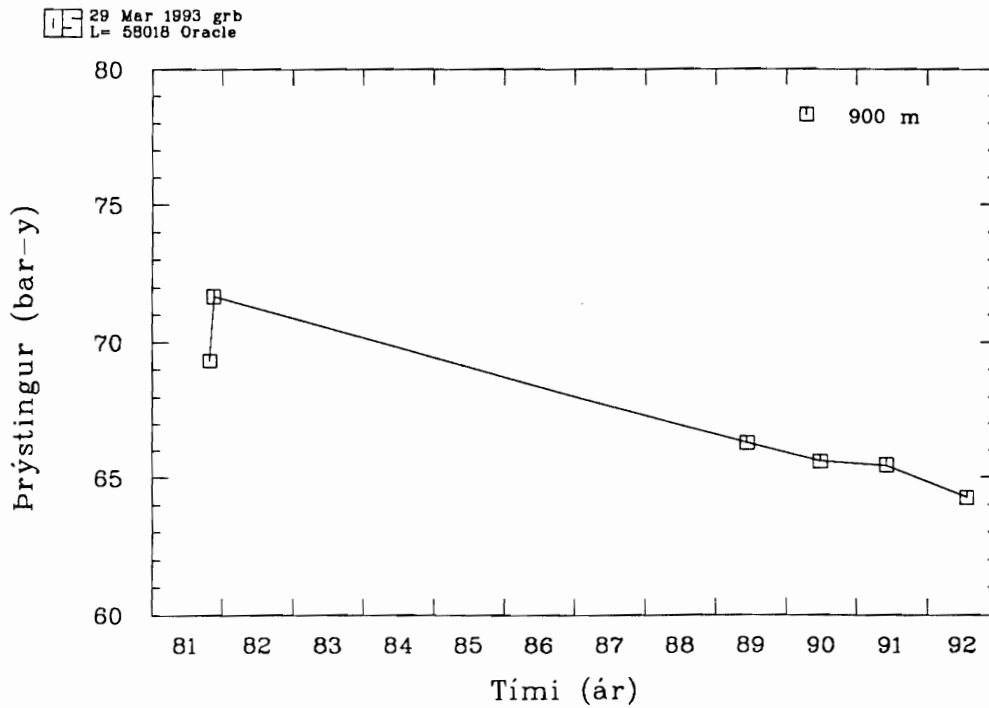
Hitamælingarnar sýna að niðurrennsli er í holunni úr tiltölulega köldum æðum ofan 1000 m niður í botn. Hiti breytist lítið ofan 1000 m, en hefur farið lækkanði djúpt í holunni sökum niðurrennslis (mynd 17). Kælingin var einkum áberandi á árunum fram til 1986. Mælingarnar í sumar sýna litlar breytingar frá fyrra ári. Þrýstingur fer lækkanði í holu KJ-18 (mynd 18), og hefur hann fallið að meðaltali um 0,4-0,5 bar á ári, ef miðað er við þrýstimælingar gerðar 1981 og 1991. Mælingin frá í september 1992 sýnir hins vegar meiri þrýstilækkun, eða um 1,2 bar.



Mynd 16: Þrýstimælingar í holu KJ-18.



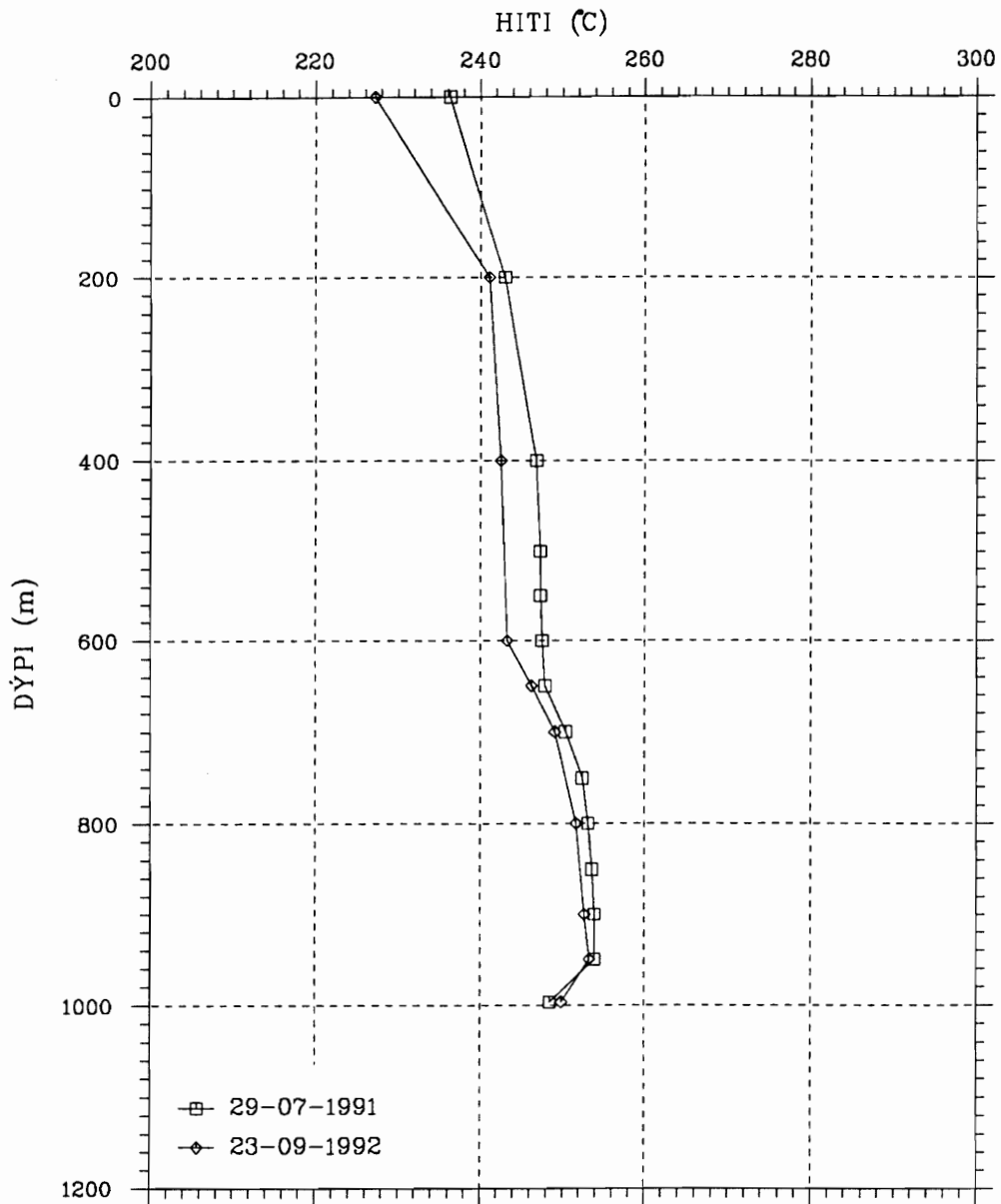
Mynd 17: Hiti á 900 og 2000 m dýpi í holu KJ-18.



Mynd 18: Prýstingur á 900 m dýpi í holu KJ-18.

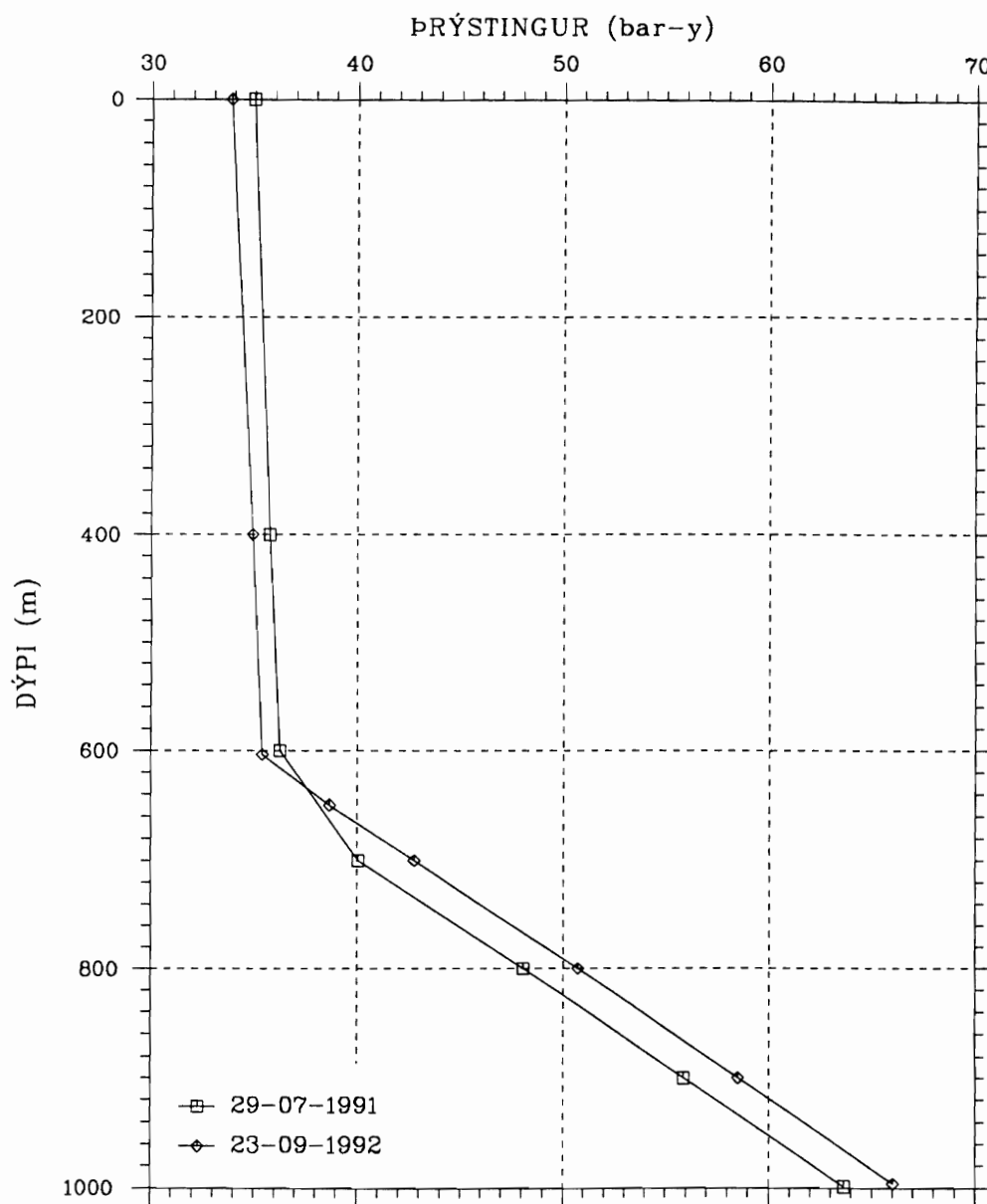
2.7 Hola KJ-21

Hola KJ-21 var hita- og þrýstimæld 23. júlí 1991. Holan var í blæðingu fyrir mælingarnar og var toppþrýstingur um 35 bar sem er svipað og undanfarin ár. Til dæmis var toppþrýstingur sumarið 1991 um 37 bar. Hitamælingin í haust er sýnd á mynd 19 ásamt mælingu frá 1991. Suðuborð er í holunni á rúmlega 600 m dýpi, og er hiti neðan þess áþekkur tvö síðustu árin.



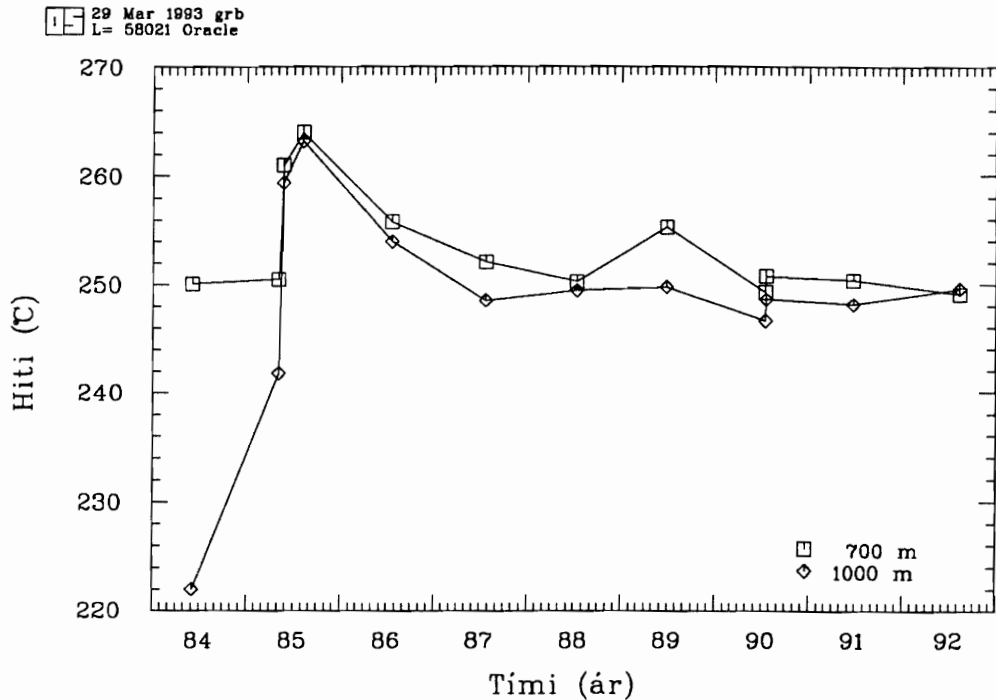
Mynd 19: Hitamælingar í holu KJ-21.

Þrýstimælingin frá 23. september er sýnd á mynd 20 ásamt eldri mælingum. Þrýstingur neðan 700 m er verulega hærri en fyrir ári, en hafa ber í huga að mælingar þessa árs eru gerðar eftir mun lengra vinnsluhlé en síðastliðið sumar.



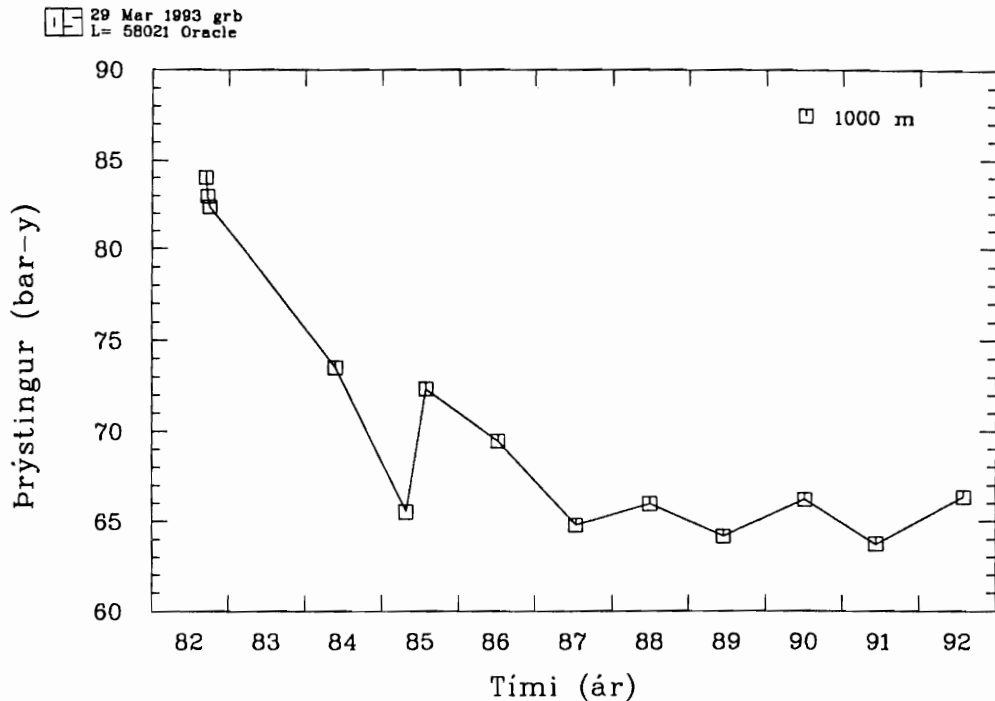
Mynd 20: Þrýstimælingar í holu KJ-21.

Myndir 21 og 22 sýna hita og þrýsting á 700 og 1000 m dýpi með tíma frá 1984. Fyrstu tveir punktarnir eru mældir eftir endurfóðrun holunnar vorið 1984 og vorið 1985 að loknum vetrarrekstri. Aðrir mælipunktur eru allir mældir síðla sumars eftir að holan hefur verið hvíld í nokkra mánuði. Hiti mældist hæstur í holu KJ-21 í ágúst 1985, en lækkaði um nærri 10°C fram til 1987. Hiti hefur síðan haldist nokkuð stöðugur, ef frá er talin óvenju hár hiti sumarið 1989. Þær breytingar sem sjást í hita í holunni síðustu árin eru taldar orsakast af mismikilli blæðingu.



Mynd 21: Hiti á 700 og 1000 m dýpi í holu KJ-21.

Þrýstingur KJ-21 (og þar með jarðhitakerfisins) hefur lækkað verulega frá því sem hann var áður en vinnsla hófst haustið 1982. Fyrstu fimm árin féll þrýstingur mjög hratt eða um 3 bar á ári, en eftir 1987 hefur þrýstingur á 1000 m dýpi haldist svipaður ár frá ári, ef tillit er tekið til þrýstijöfnunar í holunni eftir vinnslu. Lágur þrýstingur sumrin 1989 og 1991 ræðst því fyrst og fremst hversu snemma er mælt þessi sumur. Samanburður á hita og þrýstingi í holu KJ-21 sýnir að hita- og þrýstibreytingar fara saman. Þannig fellur hitinn fram til ársins 1987 á sama tíma og þrýstingur fer ört lakkandi. Slík fylgni hita og þrýstings er dæmigerð fyrir sjóðandi jarðhitakerfi.



Mynd 22: Þrýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-21.

2.8 Hóla KJ-23

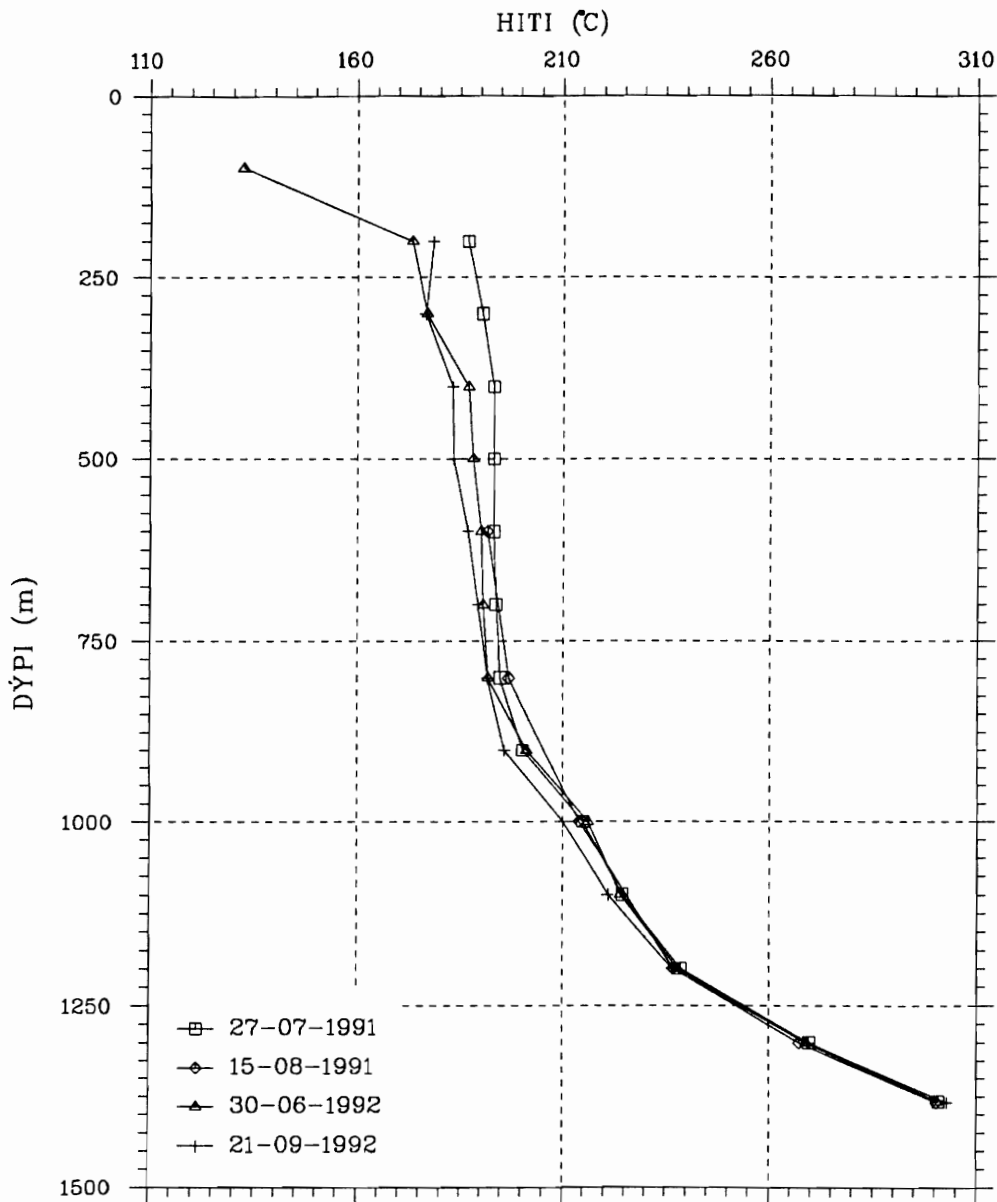
Hóla KJ-23 var boruð haustið 1983. Hún reyndist óvinnsluhæf fyrir virkjunina og stóð fulllokuð fram til 1990, en var þá sett á blæðingu. Hólan tengist jarðhitakerfi Hvíthóla um vatnsæðar á rúmlega 600 m dýpi. Hóla KJ-23 hefur nýst vel til eftirlits með Hvíthólum og hefur hún verið hita- og þrýstimæld árlega síðan 1983. Hún hefur sýnt greinileg viðbrögð við vinnslu KJ-21 úr svæðinu með bæði lækkandi hita og þrýstingi.

Hóla KJ-23 hefur alla jafnan verið mæld síðla sumars, þegar Hvíthólasvæðið hefur verið í hvíld um nokkurra mánaða skeið. Síðastliðið vor voru mælingamenn OS staddir í Kröflu við mælingar á holu KG-26. Var tækifærið gripið til mælinga á holu KJ-23 til að kanna hvernig hita og þrýstingi væri háttað í Hvíthólum eftir 6-7 mánaða vinnslu úr hólunni KJ-21. Menn fóru hins vegar erindisleysu. KJ-23 reyndist stífluð á aðeins 96 m dýpi og tókst ekki að koma mælitækjum og lóðum neðar. Virtust tækin setjast í eitthvað mjúkt líft og leðju. Er talið sennilegast að steypuleðja hefði runnið inn um skotgöt, sem eru á föðringunni á þessu dýpi, og hefði leðjan náð að stífla hóluna. Eitt dæmi er um það hérað að háhitahóla hafi stíflast á þennan hátt. Var það hólunni KhG-1 við Kolviðarhól. Síðastliðið haust var enn reynt að komast niður í hólunni KJ-23, en án árangurs. Var m.a. opnað fyrir hóluna í von um að hún myndi ryðja úr sér drullutappa. Þuðraði hólan úr sér lítils háttar gufu og vatni, en var jafnstífluð eftir sem áður.

Hóla KJ-23 er þar með úr sögunni að sinni, sem eftirlitshóla með jarðhitakerfinu við Hvíthóla, og verður að telja það mjög miður. Því er lagt til að reynt verði að opna hóluna t.d. með mikilli og skammri ádælingu kalds vatns eða með niðurstetningu borstrengs.

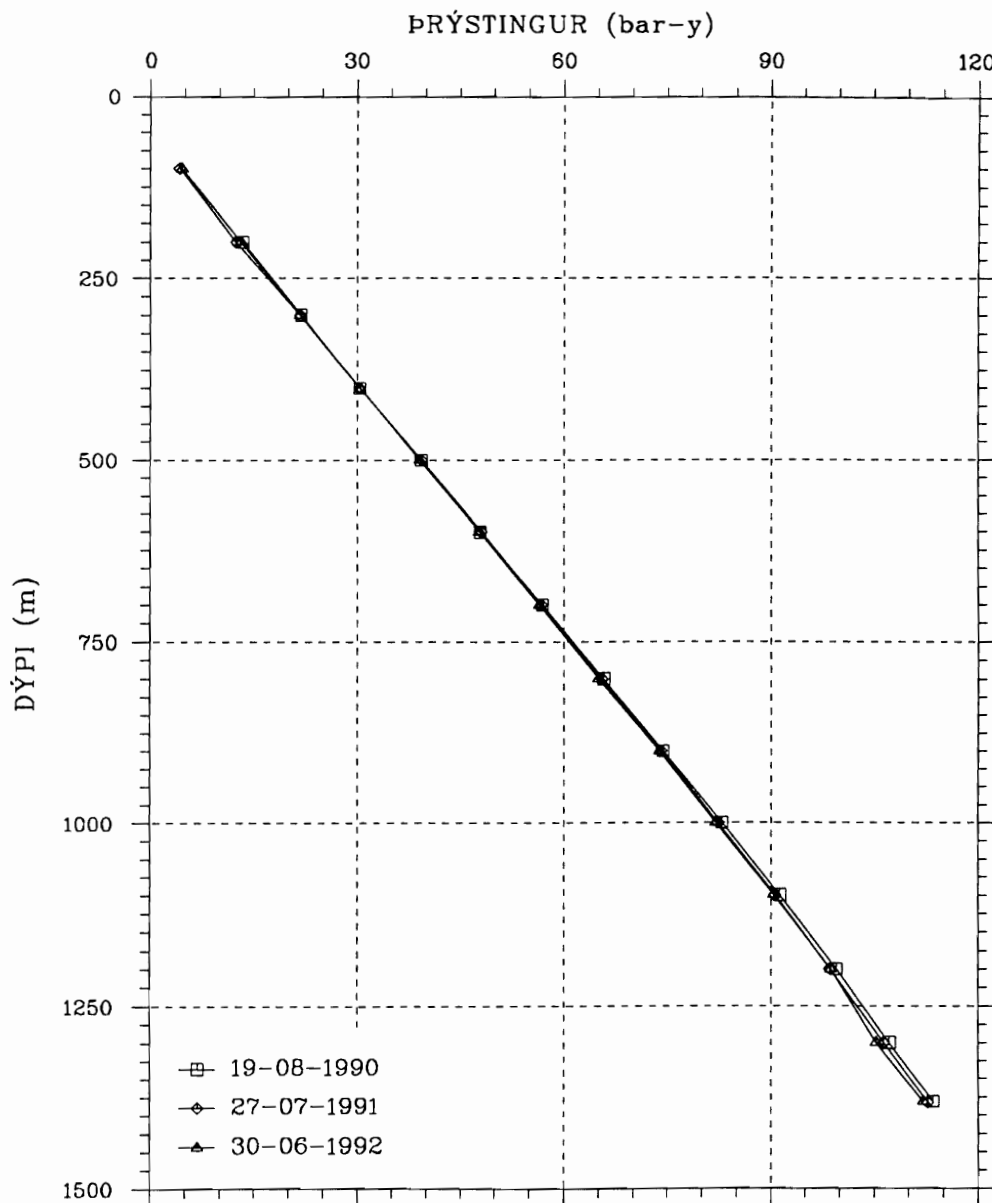
2.9 HOLA KG-24

Hola KG-24 var hita- og þrýstimæld þann 30. júní 1992 í tengslum við upphleypingu holu KG-26. Vatnsborð mældist þá á 51,3 m. Hola var síðan hitamæld að nýju 21. september. Hafði vatnsborð þá sigið í 52,9 m. Hita- og þrýstimælingarnar eru sýndar á myndum 23 og 24, en á myndum 25 og 26 er sýndur hiti og þrýstingur á 600 m dýpi með tíma.

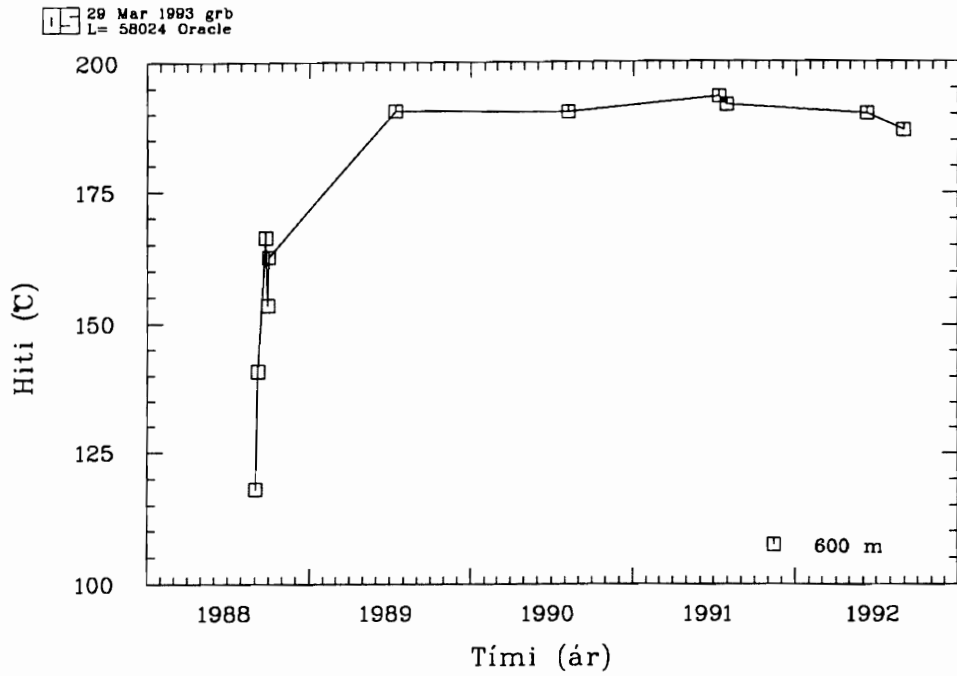


Mynd 23: Hitamælingar í holu KG-24.

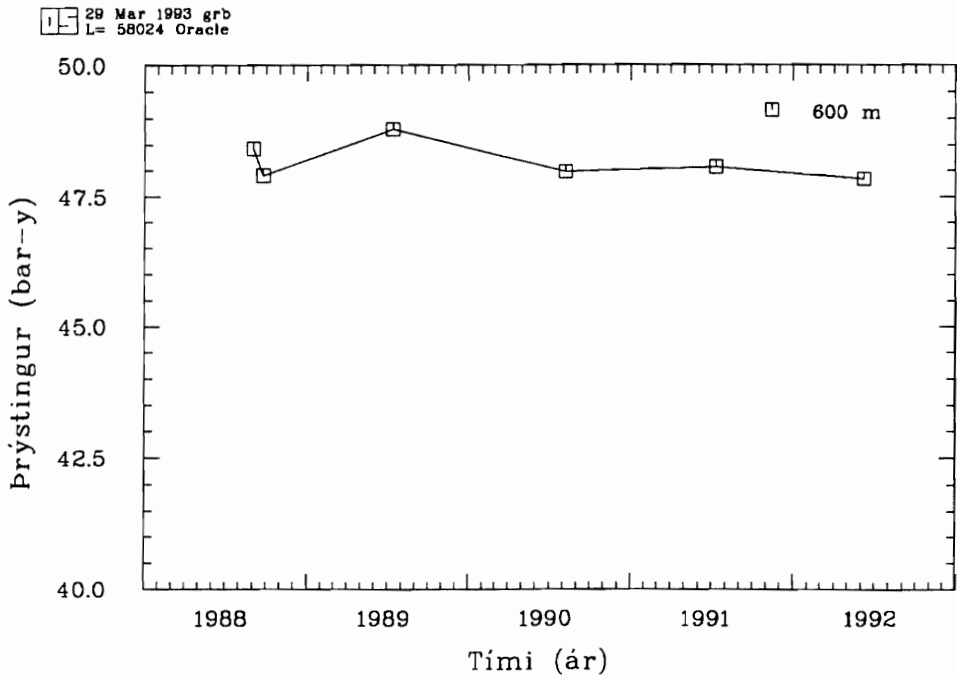
Botnhiti í holu KG-24 hefur ekki breyst undanfarin ár. Hins vegar hefur hiti ofan 1200 m dýpis rokkað til um fáeinar gráður á milli ára. Er það svipað og komið hefur fram í öðrum holum, sem vinna úr efri hluta Leirbotna. Þrýstingur er lítið eitt lægri sumarið '92 en '91 (mynd 26), en ekki er hægt að tala um marktækan niðurdrátt í holunni frá því hún var boruð sumarið 1988.



Mynd 24: Þrýstimælingar í holu KG-24.



Mynd 25: Hiti á 600 m dýpi í holu KG-24.



Mynd 26: Prýstingur á 600 m dýpi í holu KG-24.

3. SAMANTEKT UM HITA- OG ÞRÝSTIBREYTINGAR Á VINNSLUSVÆÐUM KRÖFLUVIRKJUNAR

3.1 Efri hluti Leirbotna

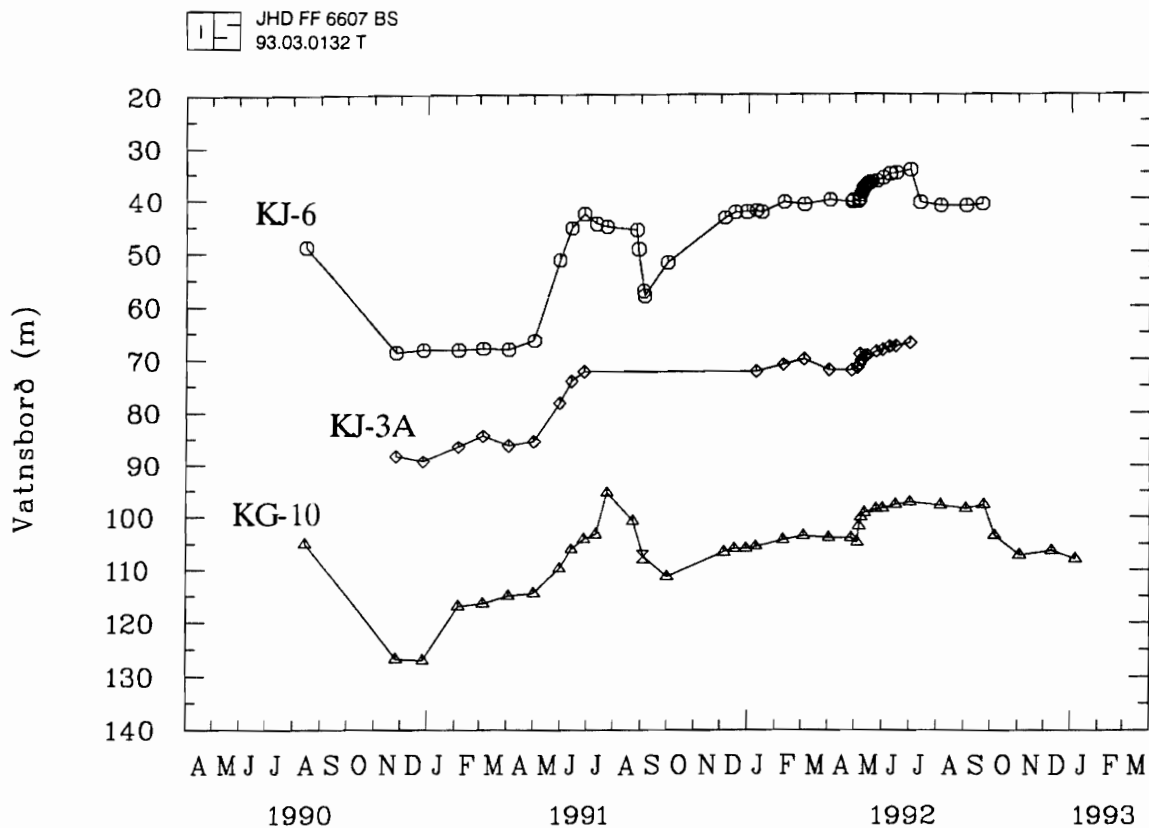
Efri hluti Leirbotna er nýttur til að afla lágþrýstigufu fyrir Kröfluvirkjun. Vinnsluholurnar KG-5 og KG-24 taka eingöngu vökva úr þessu kerfi. Einnig hefur vinnsla úr KJ-9 áhrif í efri hluta Leirbotna, enda þótt sú hola sé jafnframt tengd neðri hluta svæðisins. Vorið 1991 mældust afköst þessara holna um 56 kg/s (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1991). Vinnslan veturinn 1991-92 var hins vegar mun minni þar sem hola KJ-9 var hvíld og einungis holur KJ-5 og KG-24 í blæstri. Samkvæmt aflmælingum í maí 1992 var massatakan úr efri hluta Leirbotna um 36 kg/s veturinn 91/92 (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1992). Hefur vetrarvinnsla úr efri hluta Leirbotna ekki verið jafnlítil í a.m.k. tíu ár.

Vinnsla undanfarinna ára hefur ekki leitt til varanlegs niðurdráttar í efra Leirbotnakerfinu. Hefur þrýstingur (vatnsborð) undanfarin haust verið svipaður og mældist þegar boranir hófust í Kröflu haustið 1974. Þrýstingurinn svarar hins vegar fljótt vinnslubreytingum og eru því verulegar þrýstibreytingar innan hvers árs eftir því hvaða holur blása hverju sinni. Fylgst hefur verið með þessum breytingum frá 1990 og vatnsborð mælt u.þ.b. mánaðarlega í efrakerfisholunum KJ-6, KJ-3A og KG-10. Þessar mælingar eru sýndar á mynd 27. Sést þar m.a. árstíðabundin sveifla í vatnsborði, sem tengist rekstri svæðisins. Vatnsborð fellur á haustin þegar vinnsluholur efra kerfisins fara í blástur en hækkar að vori, þegar þeim er lokað. Athyglivert er að mun hærra vatnsborð mælist í holunum veturinn 91/92 en veturinn þar á undan og er munurinn mestur í holu KJ-6. Þetta stafar af lokun holu KJ-9 síðasta vetur.

Aðrar breytingar, sem sjást á mynd 27, má rekja til tímabundins blásturs (eða ádælingar) einstakra borholna, svo sem holu KG-25 og KJ-3A. Vatnsborðsbreytingar vegna holu KG-25 sjást best í holu KG-10 en eru einnig mælanlegar í KJ-3A. Var vatnsborð lágt í þessum holum síðustu mánuði ársins 1990 þegar KG-25 blés. Vatnsborð hækkaði síðan í ársbyrjun 1991, þegar lokað var fyrir KG-25. Sömuleiðis mælist hátt vatnsborð í holu KG-10 í lok júlí 1991, þegar stöðug dæling var í holu KG-25.

Vatnsborðsbreytingar vegna rennslis úr eða ádælingar í holu KG-25 greinast tæplega í holu KJ-6 syðst á borsvæðinu. Sú hola tekur hins vegar vel eftir því, þegar hola KJ-3A fer í blástur og skýrist lökkun í vatnsborði KJ-6 í júlí 1991 og júlí 1992 á því að opnað var fyrir KJ-3A.

Hiti hefur lengst af verið stöðugur í efrakerfinu enda þótt nokkrar hitabreytingar komi fram árlega í einstökum holum. Mestar hafa breytingarnar verið í holu KG-10. Hitadreifing í efri hluta Leirbotna bendir til aðstreymis "kaldara" vatns úr norðri inn á borsvæðið nærri holu KG-10. Sýna hitabreytingarnar, sem mælast í holunni, að þetta aðstreymi er breytilegt eftir því hve mikil massatakan er úr svæðinu.



Mynd 27: Vatnsborðsmælingar 1990-93 í holum KJ-6, KJ-3A og KG-10.

3.2 Neðri hluti Leirbotna

Leirbotnasvæðið er langstærsta jarðhitakerfið í Kröflu. Borholur ná einungis yfir hluta þess og fer vinnsla fram á enn takmarkaðra svæði. Neðrihluti Leirbotna gefur af sér háþrýstigufu og eru helstu vinnsluholur KJ-11, KG-12 og KJ-13. Einnig blæs hola KJ-15 stöðugt, enda þótt hún sé ekki nýtt af virkjuninni. Vinnsla úr þessum holum veturinn 91/92 var aðeins um 25 kg/s, sem er svipuð massataka og undanfarin ár. (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1989; 1990; 1991 og 1992). Auk þessara holna vinnur hola KJ-9 að hluta úr neðra kerfinu í Leirbotnum, þó ekki veturinn 1991/92 eins og komið hefur fram fyrr í þessari skýrslu.

Erfiðlega hefur gengið að fá marktækar mælingar á hita og þrýstingi í neðri hluta Leirbotna. Vinnsluholurnar blása yfir veturinn og ná ekki jafnvægi í hita og þrýstingi yfir sumarið. Er í raun engin dæmigerð eftirlitshola tiltæk fyrir neðri hluta Leirbotna og aðstæður til að fylgjast með árlegum breytingum því tæpast fyrir hendi. Hins vegar hefur einstaka sinnum fengist marktæk mæling á hita eða þrýstingi, þegar vinnsluholur hafa verið hreinsaðar eða endurboraðar. Flestar þessar mælingar eru úr holu KJ-13. Sumarið 1992 bætist við í þetta safn þrýstimæling úr holu KJ-9, en hola hafi þá staðið lokað í rúmt ár og því ótrufluð af blæstri. Samkvæmt þeirri

mælingu er niðurdráttur við KJ-9 frá upphafi vinnslu úr holunni haustið 1977 aðeins um 1-2 bar, sem er svipaður niðurdráttur og mælst hefur í holu KJ-13. Styður mælingin í KJ-9 þá skoðun að vinnsla síðustu ára hafi lítil sem engin áhrif á neðra Leirbotnakerfinu, hvorki í þrýstingi (niðurdráttur) né í hita (Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1990).

3.3 Suðurhlíðar Kröflu

Kröfluvirkjun nýtir fjórar holur á Suðurhlíðasvæði; holur KJ-14, 17, 19 og 20. Að auki er í Suðurhlíðum hola KJ-18, sem hefur staðið lokað frá því hún var boruð 1981 og KJ-16, sem blés á árunum 1981-84, en hefur síðan ýmist staðið fulllokuð eða verið í blæðingu.

Vinnsluholurnar í Suðurhlíðum hafa blásið yfir vetrarmánuðina, en verið á blæðingu yfir sumartímann, nema hola KJ-14, sem reyndar var í blæðingu sumarið 1991, en hefur annars blásið stöðugt frá 1980. Samkvæmt aflmælingum í apríl 1992 hefur vinnslan í Suðurhlíðum veturinn 91/92 verið um 35 kg/s sem er nánast sama vinnsla og veturinn áður (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1991 og 1992).

Suðurhlíðar eru sjóðandi jarðhitakerfi. Á vesturhluta svæðisins, við holur KJ-14, 19 og e.t.v 20, fylgir hitastig og þrýstingur suðumarki niður á meira en 2 km dýpi. Austar á svæðinu, við holur KJ-16 og 17, nær suðan hins vegar einungis niður á 1000-1200 m dýpi. Þar tekur við um 270 °C heitt vatnskerfi. Hola 18 stendur austan í vinnslusvæðinu. Hvergi gætir suðu í holunni, en æðar neðan 2000 m dýpis eru í þrýstisambandi við vinnsluholur í Suðurhlíðum.

Helsta eftirlitsholan í Suðurhlíðum er hola KJ-16. Samkvæmt mælingum undanfarin ár hefur hiti verið stöðugur við holu KJ-16, en þrýstingur lækkandi. Á tímabilinu 1981 til 1991 var þrýstilækkunin nærri 8 bar sem svarar til niðurdráttar upp á 0,7 bar á ári. Svipuð þrýstiviðbrögð hafa einnig mælst í holu KJ-18, þó breytingar þar séu hægari en í holu KJ-16, enda er hola KJ-18 fjær vinnslusvæðinu. Þrýstilækkun síðustu tíu ára í holu KJ-18 hefur verið að jafnaði um 0,5 bar á ári. Breytingin síðasta árið er hins vegar mun meiri í báðum holunum og lækkar þrýstingur í KJ-16 um 3,5 bar en 1,2 bar í KJ-18. Þennan aukna hraða í niðurdrætti í Suðurhlíðum er ekki hægt að skýra með aukinni vinnslu úr svæðinu. Þvert á móti voru mælingarnar í sumar gerðar eftir um tveggja mánaða lengra vinnsluhlé en mælingar fyrri ára og var því frekar búist við minni þrýstilækkun en verið hefur undanfarin ár. Aukinn hraði niðurdráttur við óbreytta vinnslu verður hins vegar í sjóðandi jarðhitakerfum, þegar gengið er á vatnsforða svæðanna. Hvort þetta sé að gerast í Suðurhlíðum er of snemmt að segja til um, en nauðsynlegt er að fylgjast áfram vel með þrýstingi í svæðinu.

Samkvæmt hitamælingu í holu KJ-16 haustið 1992 er um 15°C kæling frá fyrra ári á 1300-1700 m dýpi í holunni og er þetta í fyrsta sinn sem hitabreytingar mælast í Suðurhlíðum. Reyndar hefur hiti djúpt í holu KJ-18 lækkað með tímanum, en orsök þeirrar kælingar er niðurrennsli úr æðum ofan þúsund metra dýpis. Kælingin nú djúpt í holu KJ-16 getur bent til aukins aðstreymis djúpt í kerfið eða stöðvunar niðurrennslis í holunni frá æðinni í 1200 m.

3.4 Hvíthólasvæðið

Kröfluvirkjun nýtir holu KJ-21 á Hvíthólasvæði. Aðrar holur á þessu vinnslusvæði eru hola KJ-22, sem blés af og til fram til ársins 1987, og hola KJ-23, sem staðið hefur lokað síðan borun hennar lauk haustið 1983. Massataka úr svæðinu (KJ-21) yfir vetrarmánuðina hefur numið að jafnaði um 35-40 kg/s, en lokað er fyrir holuna yfir sumartímann.

Heppilegasta eftirlitsholan með Hvíthólakerfinu hefur verið hola KJ-23, enda hefur sú hola ávallt staðið lokuð. Hola KJ-21 hefur einnig dugað vel til eftirlits síðla sumars, þegar hún hefur jafnað sig eftir vetrarvinnsluna. Á síðasta ári kom í ljós fyrirstaða á tæplega 100 m dýpi í holu KJ-23 og nýtist hún því ekki lengur til eftirlits með Hvíthólasvæðinu. Verður nú eingöngu að treysta á mælingar í KJ-21 til að fylgjast með svæðinu og verður svo áfram, nema dælt verði hressilega á holu KJ-23 eða hún hreinsuð með bor.

Vinnsla úr Hvíthólasvæðinu hefur valdið verulegri þrýstilækkun í jarðhitakerfinu frá upphafi blásturs haustið 1982. Fram til 1987 féll þrýstingur í holu KJ-21 mjög hratt eða um 3 bar á ári. Síðustu árin hefur dregið mjög úr þrýstilækkuninni. Þær sveiflur sem mælast í KJ-21 á milli ára virðast ráðast fyrst og fremst af því hve langt er liðið frá vinnslu úr holunni, þegar mæling er gerð. Svipuð þrýstilækkun hefur einnig mælst í holu KJ-23. Þar féll þrýstingur um 2 bar á ári fram til 1987, en á árunum 1987-91 mældist áfranhaldandi niðurdráttur upp á um 0,5 bar á ári. Niðurdráttur kann því enn að hafa aukist í Hvíthólakerfinu síðasta árið enda þótt engin marktæk breyting mælist í holu KJ-21. Verður að teljast miður að hola KJ-23 er ekki lengur opin til mælinga.

Hitamælingar í Hvíthólaholum sýna kólnun í svæðinu ofan 1000 m dýpis. Í holu KJ-23 var þessi kæling um 1°C á ári fram til 1991 (Benedikt Steingrímsson o.fl., 1992). Kæling mælist einnig í holu KJ-21 og helst hún í hendur við þrýstilækkun í holunni. Þannig var kælingin mest fram til 1987, en lítil sem engin síðan. Er greinilegt að suða í nágrenni holu KJ-21 stjórna hitabreytingunum.

4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður af mælingaefirliti í Kröfluholum haustið 1992 og samanburði við eldri mælingar eru eftirfarandi:

1. Haustið 1992 var þrýstingur í efri hluta jarðhitakerfisins í Leirbotnum hærrí en undanfarin ár. Skýrist það af lokun holu KJ-9 og þar af leiðandi minni massatöku en áður. Mældist þrýstingur fullt eins hár og í upphafi vinnslu úr svæðinu fyrir tæpum 20 árum, þ.e. enginn langtíma niðurdráttur er í kerfinu þrátt fyrir vinnslu undanfarinna ára.
2. Reglulegar vatnsborðsmælingar í athugunarholum, sem tengjast efra Leirbotnakerfinu, sýna vel árstíðabundnar breytingar á þrýstingi í jarðhitakerfinu vegna vinnslunnar. Einnig koma skýrt fram tengsl milli holna. Eru vinnsluáhrifin mjög mismunandi í athugunarholunum, eftir því hvaða holur eru í notkun. Upplýsingar af þessu tagi eru mjög mikilvægar og bráðnaðsynlegar þegar farið verður í hermireikninga fyrir jarðhitakerfið.
3. Hiti í efrakerfis holum er nokkuð stöðugur milli ára. Helst hefur gætt kælingar við holu KG-10. Talið er að vetrarvinnslan dragi kaldara vatn inn í kerfið norðan frá. Hitamælingar 1992 sýna að hola KG-10 hitnar í sumarstoppinu. Er það í samræmi við kenninguna um kaldara aðstreymi vegna vinnslu.
4. Ástand efrakerfisholna er óbreytt frá fyrra ári og reyndist t.d. fyrirstaðan, sem fannst á um 510 m dýpi í holu KG-5 sumarið 1991, enn til staðar. Fyrirstaðan hafði ekki mælanleg áhrif á rennsli úr holunni veturinn 1991-1992. Talið er líklegast að útfellingar og/eða skemmd vinnslufóðring valdi fyrirstöðunni.
5. Mjög strjálur upplýsingar eru tiltækar um vinnsluáhrif í neðrihluta Leirbotna. Mæling á þrýstingi í holu KJ-9 haustið 1992 bendir til þess að vinnslan úr kerfinu hafi haft líftinn sem engan niðurdrátt í för með sér. Er það í samræmi við fyrri ályktanir, sem einkum byggðust á mælingum úr holu KJ-13, að neðra Leirbotnakerfið sé nánast óbreytt í hita og þrýstingi frá upphafi vinnslu.
6. Þrýstingur er áfram lækkandi í Suðurhlífðum og er hraði niðurdráttarins meiri síðasta árið, en áður hefur mælst. Undanfarin ár hefur breytingin til langs tíma verið talin 0,5-1,0 bar á ári, en breytingin milli 1991 og 1992 var hins vegar 3,5 bar í KJ-16 og 1,2 bar í KJ-18. Aukinn hraði niðurdráttar gæti bent til þess að nú sé farið að ganga á vatnsforða Suðurhlíða og þarf að fylgjast grant með svæðinu næstu árin.
7. Haustið 1992 mældust í fyrsta sinn hitabreytingar í holu KJ-16 í Suðurhlífðum. Kælingin (allt að 15°C), sem kom fram neðan 1300 m dýpis, bendir til aukins aðstreymis í kerfið eða breytts ástands millirennslis í holunni.
8. Upplýsingar um hita og þrýsting í Hvíthólasvæðinu fengust þetta árið eingöngu úr mælingum í holu KJ-21 þar sem hola KJ-23 hefur stíflast á tæplega 100 m dýpi. KJ-23 gefur áreiðanlegustu upplýsingarnar um Hvíthólakerfið og þarf að athuga vel með möguleika á að ná stíflunni úr holunni.
9. Hiti í Hvíthólum er samkvæmt holu KJ-21 áþekkur því sem verið hefur undanfarin ár, en þrýstingur hins vegar í hærra lagi. Hár þrýstingur skýrist væntanlega af því að nú var mælt eftir mun lengri hvíld frá blæstri en áður. Mælingar síðustu ára í KJ-21 benda til þess að Hvíthólakerfinu dugi nokkurn veginn sumarhvíldin til þess að ná upp þrýstingi eftir

vetrarrvinnsluna. Hins vegar benda mælingar í KJ-23, fram að árinu 1991, til niðurdráttar upp á 0,5 bar á ári og kælingar um 1°C ári.

5. HEIMILDASKRÁ

Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1990. Krafla-Vinnslueftirlit: Borholumælingar 1990. Orkustofnun, OS-90048/JHD-28 B, 48 s.

Benedikt Steingrímsson, Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason, 1992. Krafla-Vinnslueftirlit: Borholumælingar 1991. Orkustofnun, OS-92004/JHD-01 B, 41 s.

Helga Tulinius og Ómar Sigurðsson, 1991: KRAFLA. Þrívíð hermun fyrir vinnslusvæðið á Hvíthólum. Orkustofnun, OS-91046/JHD-07, 37 s.

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1989. Kröflustöð: Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1989. 51 s.

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1990. Kröflustöð: Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1990. 56 s.

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1991. Kröflustöð: Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í maí 1991. 54 s.

Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1992. Kröflustöð: Afköst og efnainnihald vatns og gufu í borholum og vinnslurás í apríl 1992. 50 s.