

Ben. S1



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

KRAFLA - VINNSLUEFTIRLIT

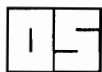
Borholumælingar 1991

Benedikt Steingrímsson
Grímur Björnsson
Hilmar Sigvaldason

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-92004/JHD-01 B

Janúar 1992



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 612662

KRAFLA - VINNSLUEFTIRLIT

Borholumælingar 1991

Benedikt Steingrímsson

Grímur Björnsson

Hilmar Sigvaldason

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-92004/JHD-01 B

Janúar 1992

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	2
TÖFLUSKRÁ	2
MYNDASKRÁ	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 KG-10	14
2.4 Hola KJ-16	16
2.5 Hola KJ-18	19
2.6 Hola KJ-21	23
2.7 Hola KJ-23	27
2.8 Hola KG-24	31
3. SAMANTEKT UM HITA- OG ÞRÝSTIBREYTINGAR Á VINNSLUSVÆÐUM KRÖFLUVIRKJUNAR	34
3.1 Efri hluti Leirbotna	34
3.2 Neðri hluti Leirbotna	36
3.3 Suðurhlíðar Kröflu	37
3.4 Hvíthólasvæðið	38
4. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	40
5. HEIMILDASKRÁ	41

TÖFLUSKRÁ

1. Yfirlit um eftirlitsmælingar í Kröflu 1991	5
2. Mæliniðurstöður Amerada hitamælinga í Kröfluholum 1991	6
3. GO-Hitamæling í holu KJ-6	6
4. GO-Hitamæling í holu KJ-18	7
5. Mæliniðurstöður Amerada þrýstimælinga í Kröfluholum 1991	8
6. Körfumælingar í holu KG-24	32

MYNDASKRÁ

1. Hitamælingar í holu KG-5	10
2. Hitamælingar í holu KJ-6	10
3. Þrýstimælingar í holu KJ-6	11
4. Hiti á 600 og 1000 m dýpi í holu KJ-6	12
5. Þrýstingur á 600 og 1000 m dýpi í holu KJ-6	13
6. Hitamælingar í holu KG-10	14
7. Hiti á 800 m dýpi í holu KG-10	15
8. Þrýstimælingar í holu KG-10	15
9. Þrýstingur á 800 m dýpi í holu KG-10	16
10. Hitamælingar í holu KJ-16	17
11. Þrýstimælingar í holu KJ-16	17
12. Hiti á 1000 og 1600 m dýpi í holu KJ-16	18
13. Þrýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-16	19
14. Hitamælingar í holu KJ-18	20
15. Þrýstimælingar í holu KJ-18	20
16. Hiti á 900 og 2000 m dýpi í holu KJ-18	21
17. Þrýstingur á 900 og 2000 m dýpi í holu KJ-18	22
18. Hitamælingar í holu KJ-21	23
19. Þrýstimælingar í holu KJ-21	24
20. Hiti á 700 og 1000 m dýpi í holu KJ-21	25
21. Þrýstingur á 700 og 1000 m dýpi í holu KJ-21	26
22. Hitamælingar í holu KJ-23	27
23. Þrýstimælingar í holu KJ-23	28
24. Hiti á 600 og 1000 m dýpi í holu KJ-23	29
25. Þrýstingur á 600 og 1000 m dýpi í holu KJ-23	30
26. Hitamælingar í holu KG-24	31
27. Þrýstimælingar í holu KG-24	32
28. Hiti á 600 m dýpi í holu KG-24	33
29. Þrýstingur á 600 m dýpi í holu KG-24	33
30. Vatnsborðsmælingar 1990-91 í holu KJ-3A	35
31. Vatnsborðsmælingar 1990-91 í holu KJ-6	35
32. Vatnsborðsmælingar 1990-91 í holu KG-10	36
33. Vatnsborðsmælingar 1990-91 í holu KJ-18	38

1. INNGANGUR

Nú liggja fyrir niðurstöður af eftirlitsmælingum, sem gerðar voru í Kröfluholum sumarið 1991. Flestar mælingarnar voru gerðar í einu úthaldi á tímabilinu 24. til 28. júlí, sem er um 2-3 vikum fyrir en undanfarin sumur. Ástæða þess að mælingunum var flýtt var sú að hola KG-26 var í upphitun eftir borun á þessum tíma og því hægt að nýta tæki og mannskap til eftirlitsmælinganna og upphitunarmælinga í holu KG-26. Fjallað hefur verið á öðrum vettvangi um mælingar á holu KG-26 (Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1991) og eru hér eingöngu teknar fyrir mælingar sem eru þáttur í reglubundnu vinnslueftirliti með Kröflusvæðinu, sem Orkustofnun annast fyrir Landsvirkjun.

Um er að ræða 19 hita- og þrýstingarmælingar í eftirfarandi holum: KG-5, KJ-6, KG-10, KJ-16, KJ-18, KJ-21, KJ-22, KJ-23 og KG-24. Þá voru holur KG-5 og KG-24 körfumældar til að kanna útfellingar. Nær allar mælingarnar voru gerðar síðari hluta júlímánaðar, en í ágúst var hola KJ-18 mæld með rafeindamæli í 1600 m dýpi og þá var einnig hola KG-24 hitamæld að nýju vegna skekkju í úrvinnslu fyrri mælingar. Alls eru þetta 24.486 mældir metrar. Yfirlit um mælingarnar er að finna í töflu 1, en tafla 2 geymir öll Amerada hitagildi í umræddum holum. Í töflum 3 og 4 er hins vegar að finna hitagildi, sem fengust með rafeindamæli í holum KJ-6 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. Að lokum sýnir tafla 5 þrýstigildi sem mæld voru í eftirlitsholunum sumarið 1991.

Tafla 1. Yfirlit um eftirlitsmælingar í Kröfluholum sumarið 1991.

Hola	Dags.	Hiti		Þrýstingur		Vatnsb. (m)	Toppþr. (bar-y)
		Metrar	Nemi	Metrar	Nemi		
KG-5*	26 júlí	0-510	58109			89.65	
KJ-6	24 júlí	0-1200	58109	0-1200	74370	45.10	
KJ-6	24 júlí	0-260	Go-5			45.10	
KJ-6	27 júlí	0-1100	58109				
KG-10	25 júlí	0-800	69436	0-800	74370	95.40	
KJ-16	26 júlí	0-1921	58109	0-1921	74370		22-30
KJ-18	25 júlí	1600-2186	69436	0-2186	74370	203.40	
KJ-18	17 ágúst	0-1600	Go-6				
KJ-21	29 júlí	0-997	58109	0-999	74370		37-38
KJ-23	28 júlí	0-1929	58109	0-1929	74370		7-8
KG-24*	27 júlí	0-1382	58109	0-1383	74370	51.1	
KG-24	15 ágúst	0-1383	58109			51.1	
Alls		14.068		10.418			

* Holan var einnig körfumæld, sjá kafla um holur KG-5 og KG-24.

Sá háttur er hafður á við uppröðun skýrslunnar, að sérhverri holu er tileinkaður sérkaflí 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 fyrir sig.

Tafla 2: Mæliniðurstöður Amerada hitamælinga í Kröfluholum 1991

Hola Mældagur	KG-5 26/7	KJ-6 24/7	KJ-6 27/7	KG-10 25/7	KJ-16 26/7	KJ-18 25/7	KJ-21 29/7	KJ-23 28/7	KG-24 27/7	KG-24 15/8
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
0.0					211.8		236.3			
200.0	187.5			170.5	216.6		243.0	179.5	186.9	
300.0	190.7	150.5	165.4	187.0					190.5	
400.0	192.6	161.3	173.7	181.2	231.2		246.8	215.6	193.3	
500.0	197.0	193.5	193.0	182.3			247.3	231.2	193.3	
550.0							247.3			
600.0		210.9	210.8	182.8	247.9		247.5	239.1	193.3	191.7
650.0							247.9			
700.0		220.5		187.9	253.2		250.4	240.4	193.9	
750.0							252.4			
800.0		231.6	230.6	187.9	262.0		253.1	239.1	194.9	197.0
850.0							253.6			
900.0		248.3	246.4		269.5		253.9	238.3	200.4	
950.0							253.9			
997.0							248.5			
1000.0		271.7	268.2		277.5			236.8	215.0	214.0
1100.0		280.3	276.1		285.2			232.2	224.5	
1200.0		275.5			290.6	139.9		225.4	238.8	236.9
1300.0					291.5	143.9		212.4	269.8	267.4
1382.0									300.9	
1383.0										300.4
1400.0					286.2	148.3		192.1		
1500.0					277.0	154.0		192.8		
1600.0					268.0	164.5		200.0		
1700.0					257.6	169.0		210.3		
1800.0					251.7	174.1		221.7		
1900.0						180.3				
1921.0					252.7					
1929.0								235.6		
2000.0						187.3				
2100.0						193.4				
2186.0						195.6				

Tafla 3: GO-Hitamæling í holu KJ-6 í júlí 1991

Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)
50.0	61.0	110.0	25.3	160.0	37.6	220.0	113.1
60.0	56.0	120.0	20.9	170.0	49.8	230.0	124.4
70.0	58.7	122.0	20.5	180.0	63.9	240.0	136.1
80.0	60.4	130.0	21.1	190.0	77.5	250.0	144.8
90.0	48.4	140.0	23.3	200.0	90.4	260.0	150.1
100.0	38.6	150.0	28.6	210.0	101.4		

Tafla 4: GO-Hitamæling í holu KJ-18 í ágúst 1991

Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)	Dýpi (m)	Hiti (°C)
203.5	74.5	372.0	120.4	687.0	110.4	834.0	122.3	1104.5	146.1
204.0	80.7	380.0	122.3	693.5	109.1	843.0	122.8	1126.0	146.8
204.5	83.4	388.0	123.9	697.0	108.2	849.0	123.4	1138.0	147.1
205.5	83.9	395.5	125.2	699.0	107.1	852.0	124.2	1156.5	147.6
212.0	84.7	403.0	126.3	704.0	106.7	856.5	125.2	1166.5	147.9
218.5	85.7	411.5	127.1	705.0	105.9	864.5	125.7	1180.0	148.3
221.5	86.2	418.5	127.6	706.0	105.2	880.5	126.4	1193.5	148.7
225.5	86.8	425.0	127.8	707.0	104.9	888.5	126.8	1203.0	149.0
232.5	87.9	430.0	127.7	708.0	103.8	892.5	127.6	1229.0	149.9
238.5	88.7	436.0	127.3	710.0	103.5	895.0	128.6	1250.0	150.6
242.5	89.2	442.0	126.6	715.0	103.5	899.5	129.5	1264.5	151.0
251.0	90.0	449.0	125.5	717.5	103.5	902.5	130.5	1279.5	151.5
255.0	90.4	465.5	122.9	720.0	103.8	905.5	131.8	1290.0	151.9
261.0	90.9	475.0	121.6	724.5	104.0	907.5	132.6	1303.5	152.4
266.5	91.5	482.0	120.7	727.0	104.6	908.5	132.9	1321.0	153.0
270.5	91.8	494.0	119.4	728.5	105.2	909.5	133.7	1327.0	153.3
275.0	92.4	504.5	118.6	730.0	106.3	912.0	134.2	1345.5	153.9
280.5	93.2	512.5	118.1	731.0	106.7	915.0	134.9	1361.5	154.6
285.5	94.2	515.0	117.9	734.5	106.8	917.0	135.3	1372.0	155.0
288.5	94.9	520.0	117.9	741.0	107.1	920.5	136.1	1385.5	155.6
289.0	94.6	530.0	117.9	745.0	107.3	926.0	136.8	1402.0	156.3
290.0	95.2	535.0	117.8	748.5	107.7	930.0	137.7	1409.5	156.6
299.0	97.7	543.5	117.5	758.5	108.2	932.0	138.5	1418.0	157.0
303.0	99.0	550.0	117.3	762.0	108.4	937.5	139.2	1431.5	157.7
304.5	99.4	560.0	117.1	763.5	109.4	940.5	139.5	1439.0	158.0
307.0	100.3	570.0	116.9	764.5	111.2	942.5	139.7	1452.0	158.6
311.5	101.7	581.0	116.5	765.0	112.5	946.5	140.0	1461.5	159.1
315.5	103.1	595.0	116.1	766.5	118.3	951.5	140.7	1480.0	160.0
319.5	104.4	601.5	115.7	767.5	119.2	952.0	141.0	1492.5	160.6
323.5	105.8	605.5	115.4	769.5	119.1	954.5	141.3	1501.0	161.1
326.5	106.8	609.0	115.2	771.5	119.4	958.0	141.6	1515.0	161.8
329.0	107.7	610.0	115.1	774.5	119.3	963.0	141.9	1522.0	162.1
335.0	109.6	617.5	115.0	779.0	119.5	982.5	142.5	1530.0	162.5
338.0	110.7	625.0	114.6	792.0	119.9	1009.0	143.3	1550.5	163.6
343.5	112.3	636.5	113.7	798.5	120.3	1023.0	143.6	1568.0	164.5
346.5	113.3	652.0	113.0	805.5	120.5	1039.5	144.1	1578.0	164.9
351.5	114.8	661.5	112.5	810.0	120.8	1060.0	144.7	1585.0	165.3
356.5	116.3	674.0	111.8	824.5	121.5	1073.0	145.1	1600.0	166.0
363.5	118.2	680.5	111.2	832.0	122.0	1090.0	145.6	1608.0	166.4

Tafla 5: Mæliniðurstöður Amerada þrýstimælinga í Kröfluholum 1991

Hola Mældagur	KJ-6 24/7	KG-10 25/7	KJ-16 26/7	KJ-18 25/7	KJ-21 29/7	KJ-23 28/7	KG-24 27/7
Dýpi (m)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)	(bar-y)
0.0			28.6		34.9	8.0	
100.0	5.6						4.2
200.0	15.8	9.8	28.6			8.2	12.4
300.0	24.8	18.0		9.4			21.8
400.0	33.3	26.8	32.7	18.9	35.8	21.7	30.4
500.0	42.0	35.6		28.2			39.3
600.0	50.7	44.3	43.2	37.7	36.3	38.4	48.1
700.0	59.1	53.8	46.8	47.1	40.1	46.3	56.8
800.0	67.4	62.5	53.8	56.3	48.1	54.6	65.5
900.0	75.2		60.4	65.4	55.9	62.4	74.1
999.0					63.7		
1000.0	82.9		67.1	74.4		70.5	82.3
1100.0	90.6		74.3	83.2		78.5	90.6
1200.0	98.4		81.7	92.4		86.9	98.6
1300.0			88.9	101.7		95.3	106.4
1383.0							112.8
1400.0			96.3	110.7		104.1	
1500.0			103.7	119.7		112.4	
1600.0			111.3	128.7		120.7	
1700.0			119.1	137.6		129.0	
1800.0			126.8	146.4		137.1	
1900.0				155.1			
1921.0			136.1				
1929.0						147.7	
2000.0				164.1			
2100.0				173.2			
2187.0				180.9			

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 lokuð á sumrin. Hiti og þrýstingur hefur verið mældur u.þ.b. árlega í holunni til að fylgjast með efrakerfi Leirbotnasvæðisins. Hola KG-5 var boruð haustið 1975 í 1299 m dýpi, en steipt vinnslufóðring nær niður á um 640 m dýpi. Undanfarin ár hafa mælar stöðvast á fyrirstöðu á 1152 m dýpi, en í hitamælingu 26. júlí 1991 brá svo við að mælirinn komst aðeins í um 510 m dýpi. Fyrirstaðan var könnuð með 4 1/2"-kørfu og eins var rennt niður 1"-lóði, en það fór á sömu leið bæði karfan og lóðið stoppuðu á 509 m dýpi og gengu engan veginn lengra niður. Holan var ekki þrýstimæld í sumar, en vatnsborð mældist á 89.65 m dýpi, sem er um 4 m hærra vatnsborð en undanfarin ár.

Mynd 1 sýnir hitamælinguna frá því í sumar ásamt mælingu síðasta sumars. Hiti ofan 500 m er nú nokkru hærri en þá. Ræðst það væntanlega af því að nú var mælt í júlí í stað ágúst 1990 og því skemmri tími liðinn frá því holunni var lokað þetta árið.

Fyrirstaðan, sem mælist nú í holunni á 509-510 m dýpi, vekur upp þá spurningu hvort holan sé að stíflast af kalkútfellingum. Fyrst eftir að holan var tekin í notkun bentu efnagreiningar til hættu á útfellingum, og sýndi víddarmæling sumarið 1985 að um 1/2" útfellingaskán var komin í holuna á tveimur dýptarbilum þ.e. 330-390 m og 580-645 m (Benedikt Steingrímsson og Guðjón Guðmundsson, 1985). Eftir 1985 hefur kalkstyrkur djúpvatns lækkað og hefur vökvinn úr holu KG-5 verið ámóta yfirmettaður og í holu KG-24 (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1990), en hingað til hefur ekki mælst nein útfelling í þeirri holu. Útfelling sem þrengir að holu niður í um 1 tommu hefur veruleg áhrif á rennsli úr holunni. Samkvæmt aflmælingum frá því í maí 1991 (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1991) hefur rennsli úr holu KG-5 minnkað um 3.5 kg/s frá fyrra ári, en holan gefur samt enn um 15 kg/s. Þetta mikið rennsli bendir ekki til 1 tommu þrengingar í holunni. Telja verður því líklegast að mælar og lóð hafi stoppað á skemmd á fóðringunni og tengist slík skemmd hugsanlega því að sumarið 1983 voru skotin göt á fóðringuna nærri þessu dýpi til að vekja upp vatnsæðar sem fóðraðar voru af í borun. Rétt er hins vegar að fylgjast vel með afli holu KG-5 áfram til að meta hugsanleg áhrif útfellinga á rennsli holunnar.

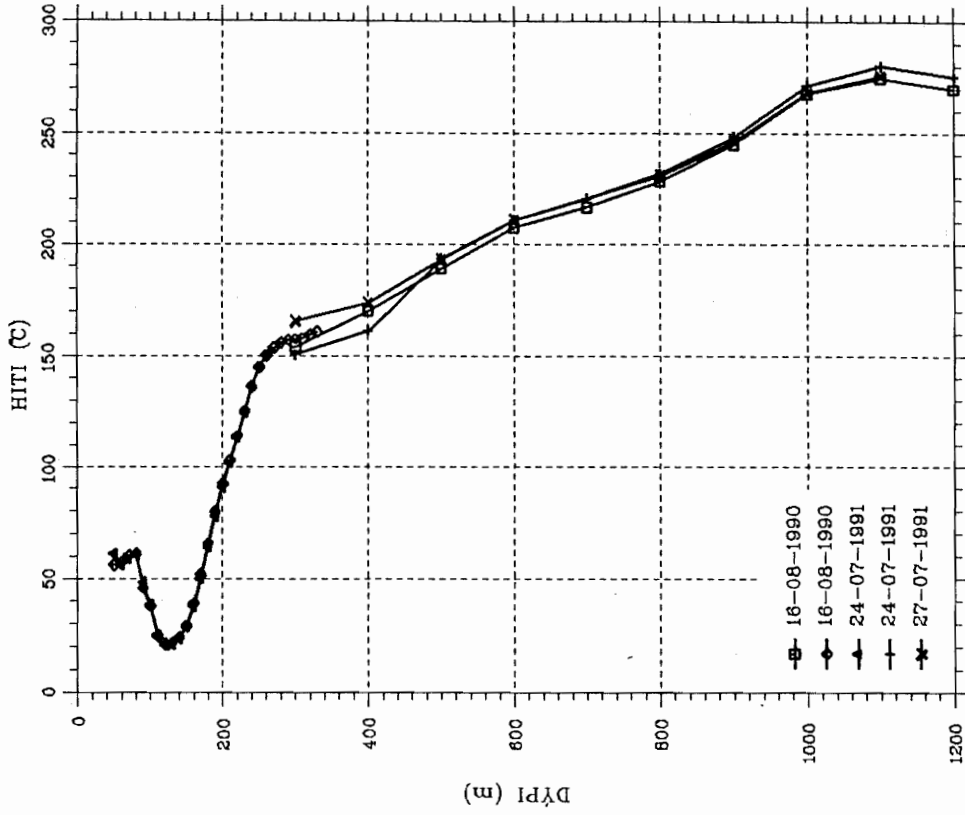
2.2 Hola KJ-6

Hola KJ-6 var hita- og þrýstimæld þann 24. júlí 1991. Vatnsborð mældist á 45.10 m (frá kjallara-brún), sem er um 4 m hærra en 1990. Nokkur vafi lék á því hvort kvörðun Ameradahitamælis væri rétt og var hitamælt að nýju 27. júlí og kvörðun mælisins endurskoðuð.

Myndir 2 og 3 sýna niðurstöður hita- og þrýstimælinga í holu KJ-6, en myndir 4 og 5 sýna hita og þrýsting með tíma á 600 og 1000 m dýpi í holunni. Hiti í holunni var lítið eitt hærri í sumar, en fyrir ári, en ef lítið er lengra aftur sést að hiti hefur í raun lítið breyst í holu KJ-6 síðan vinnslu úr holunni var hætt 1984. Þrýstingur hækkaði ár frá ári í holunni eftir að blæstri hennar lauk 1984 og fram til 1988, en hefur mælst svipaður á hverju sumri síðan. Vitað er að þrýstingur sveiflast yfir árið í takt við vinnslu úr Leirbotnasvæðinu og verður vikið að því síðar í skýrslunni, þegar fjallað verður um vinnsluáhrif í efra Leirbotnakerfinu.

7 Aug 1991 bs
L= 58006 Oracle

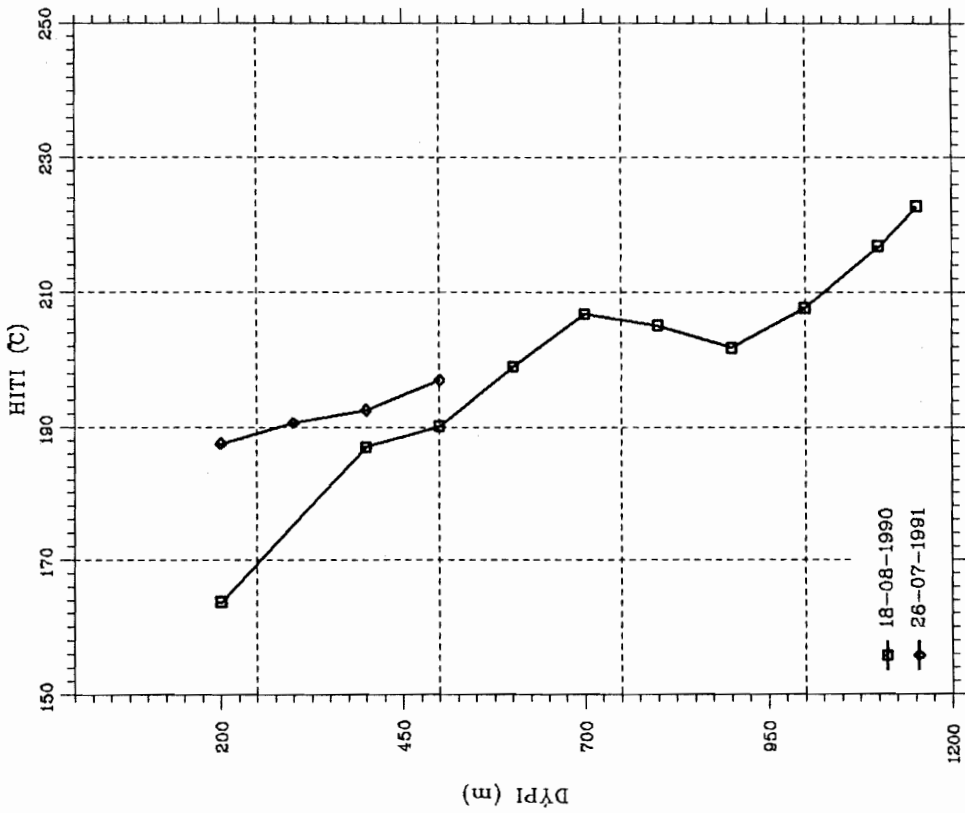
KRAFLA HOLA KJ-6 Hitamælingar



Mynd 2: Hitamælingar í holu KJ-6

8 Aug 1991 bs
L= 58005 Oracle

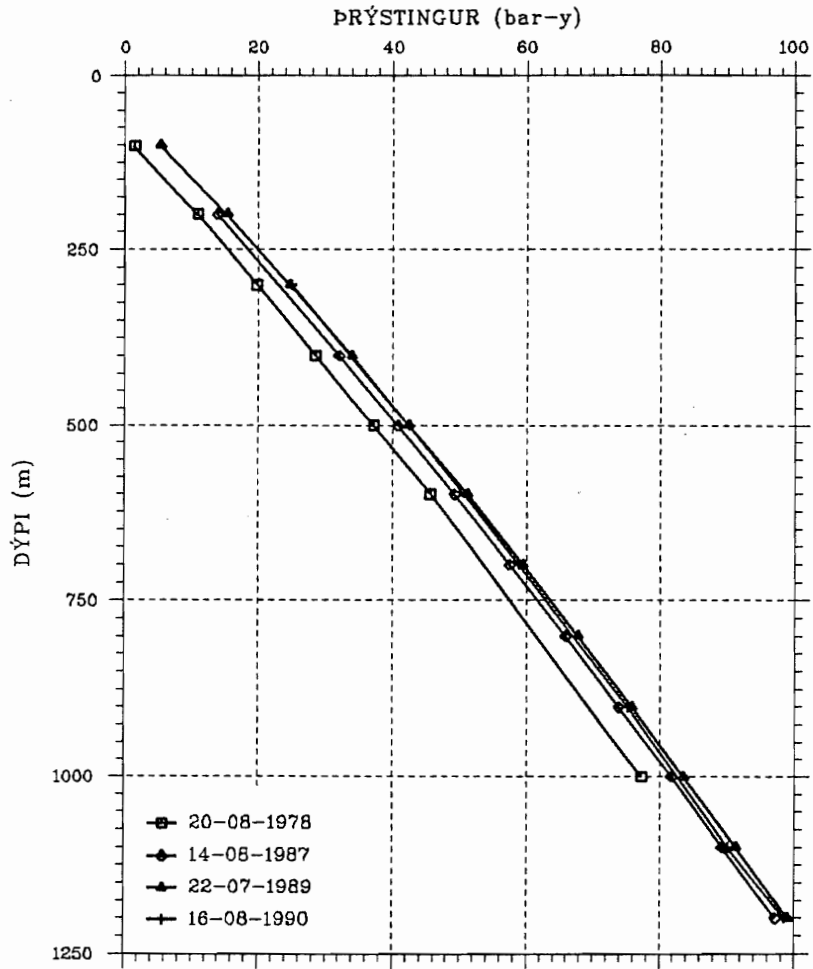
KRAFLA HOLA KG-5 Hitamælingar



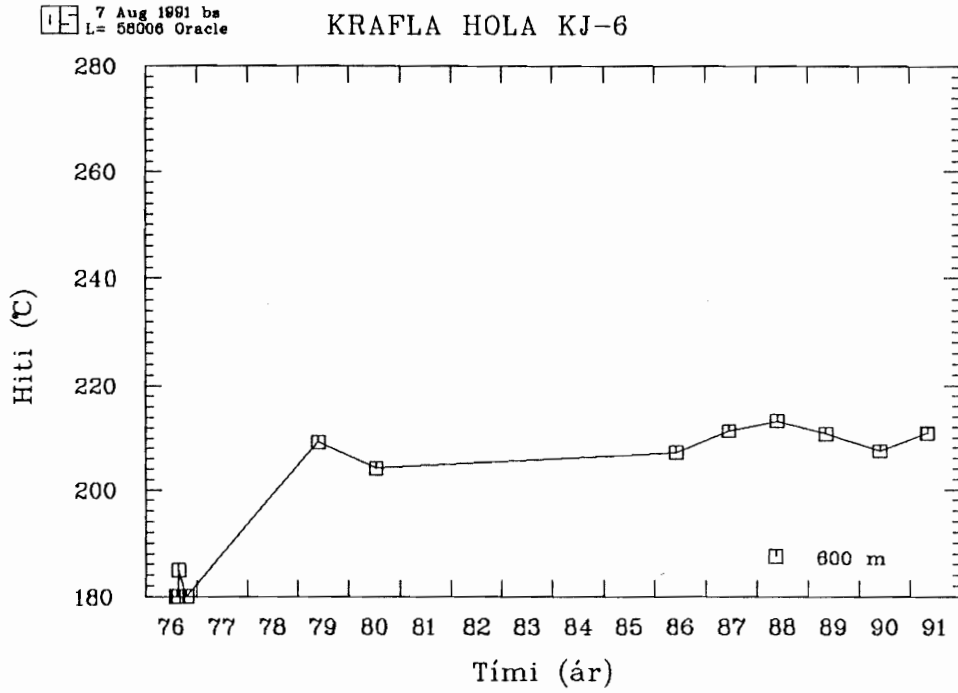
Mynd 1: Hitamælingar í holu KG-5

7 Aug 1991 bs
L= 58008 Oracle

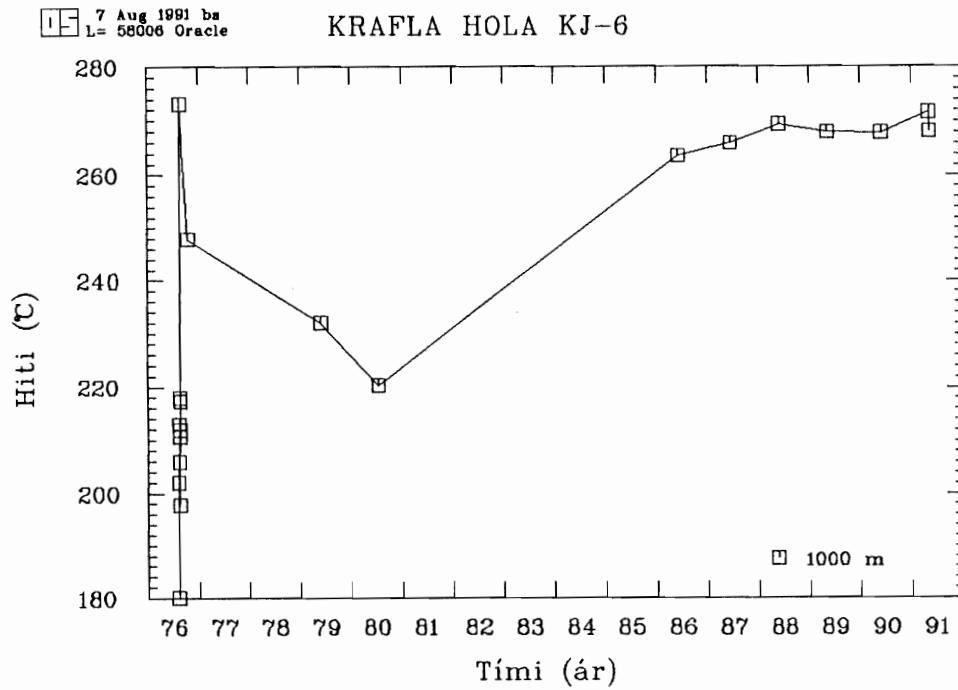
KRAFLA HOLA KJ-8 Þrýstimælingar



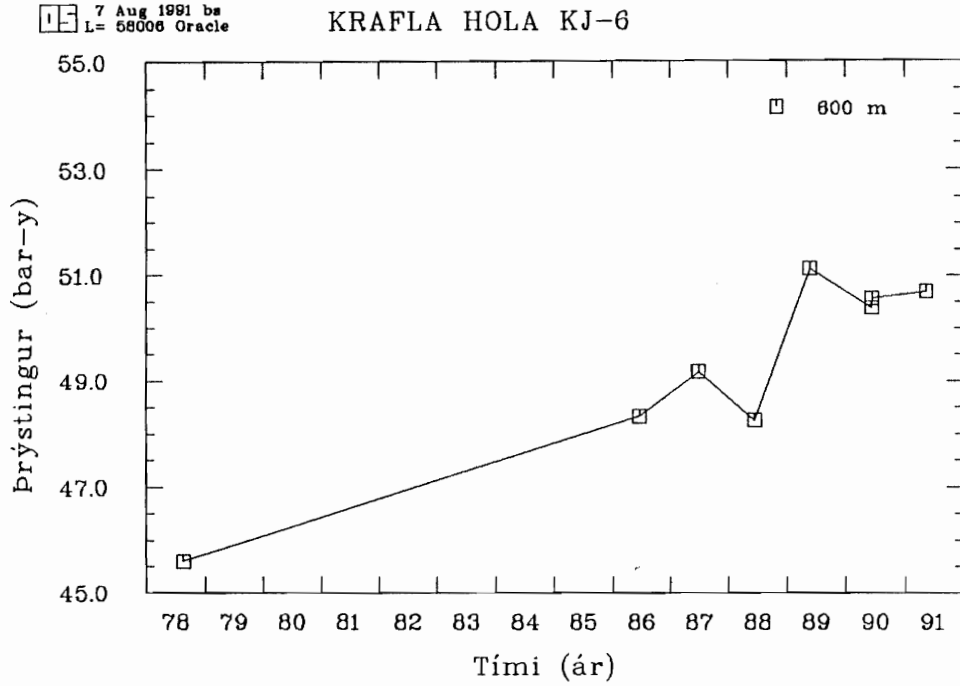
Mynd 3: Þrýstimælingar í holu KJ-6



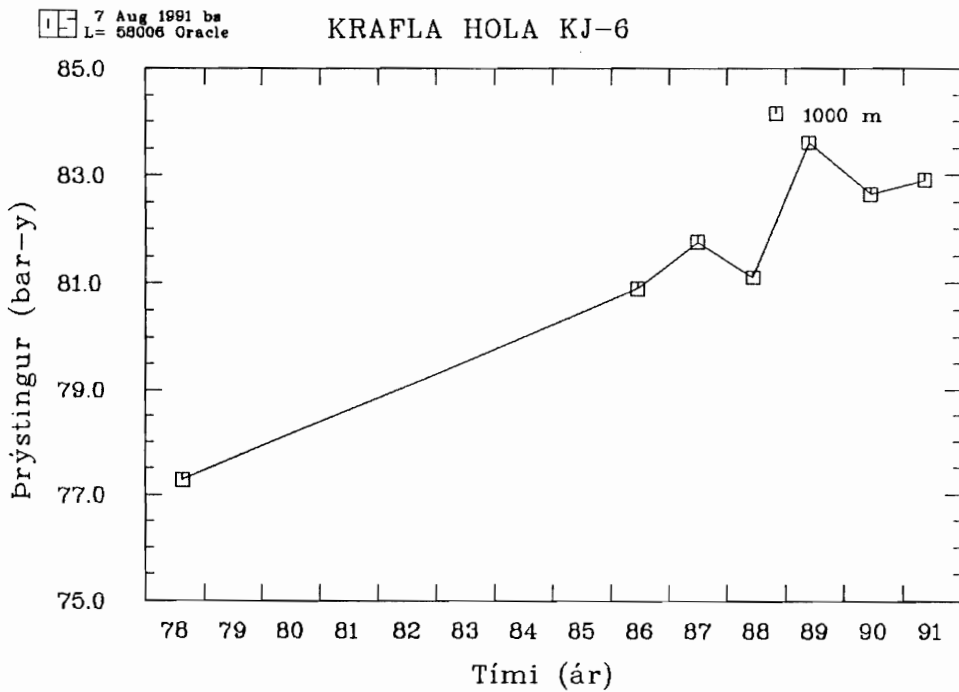
Mynd 4a. Hiti á 600 m dýpi í holu KJ-6



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



Mynd 5a. Prýstingur á 600 m dýpi í holu KJ-6



Mynd 5b. Prýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-6

2.3 HOLA KG-10

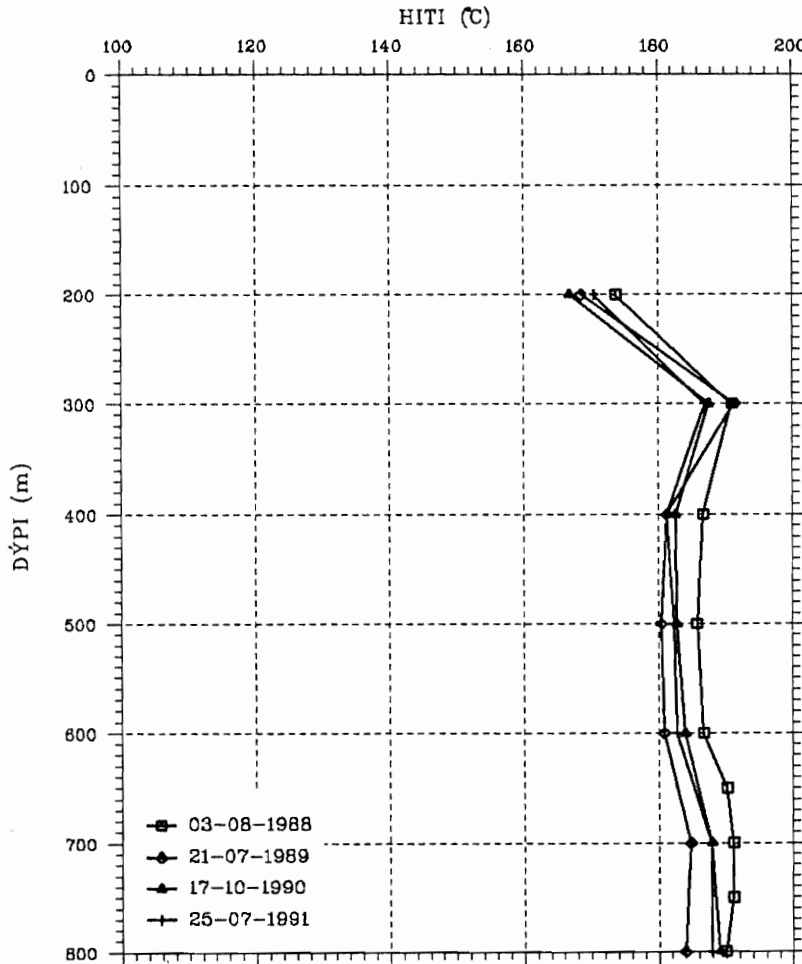
Hola KG-10 var hita- og þrýstimæld þann 25. júl 1991. Vatnsborð holunnar mældist á 95.4 m dýpi í stað 105 m í fyrra. Hátt vatnsborð nú er vegna niðurdælingar í holu KG-25, en sú hola var kæfð skömmu áður en hola KG-10 var mæld. Fyrr í júl mældist vatnsborð á um 103 m dýpi.

Mynd 6 sýnir hitamælinguna í sumar ásamt nokkrum eldri mælingum. Sést þar að hiti í holunni hefur verið að breytast undanfarin ár. Á mynd 7 sést hvernig hiti hefur verið á 800 m dýpi í holunni frá árinu 1984. Samkvæmt myndinni er hiti við holu KG-10 lækkandi og nemur lækkunin frá 1984 um 6°C eða um 1°C/ári.

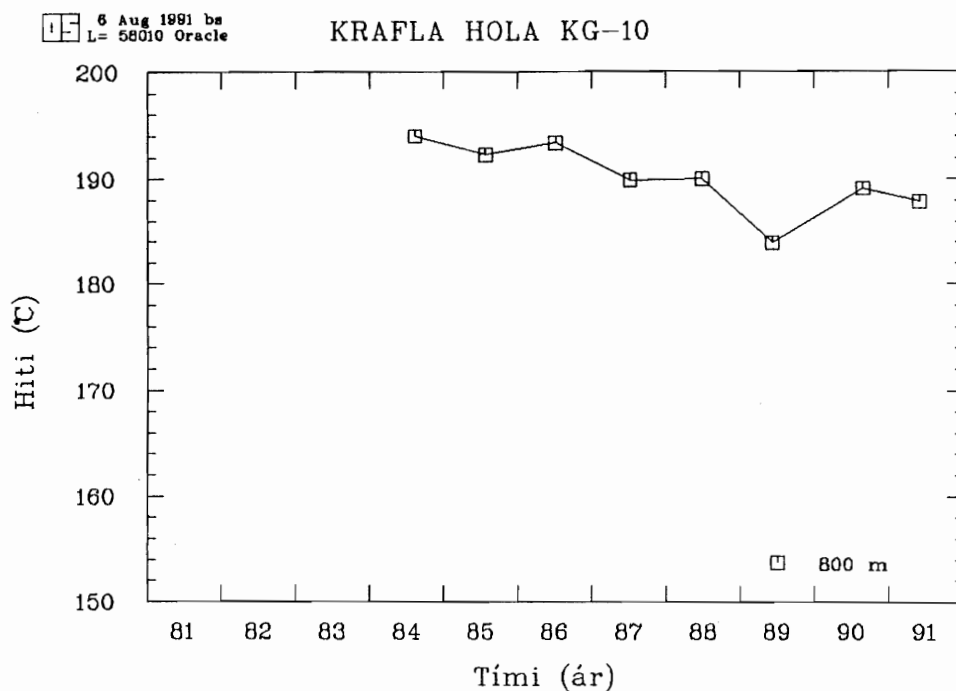
Eftirlitsmælingarnar hafa sýnt sáralitlar þrýstibreytingar í holu KG-10 frá einu ári til annars, og mælist vatnsborð síðla sumars ávalt á 105-110 m. Í júlflök í sumar reyndist vatnsborð og þrýstingur hins vegar um 10 m eða 1 bar hærri en undanfarin ár (myndir 8 og 9). Þessi hækkun er tilkomin vegna dælingar kalds vatns í holu KG-25 skammt norðan holu KG-10.

6 Aug 1991 ba
L= 58010 Oracle

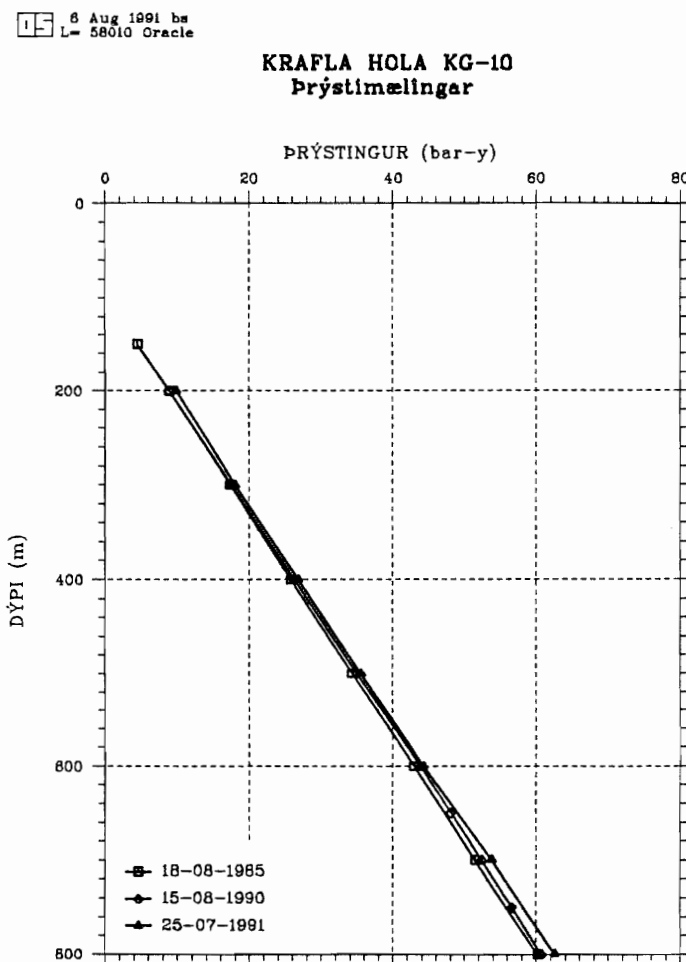
KRAFLA HOLA KG-10 Hitamælingar



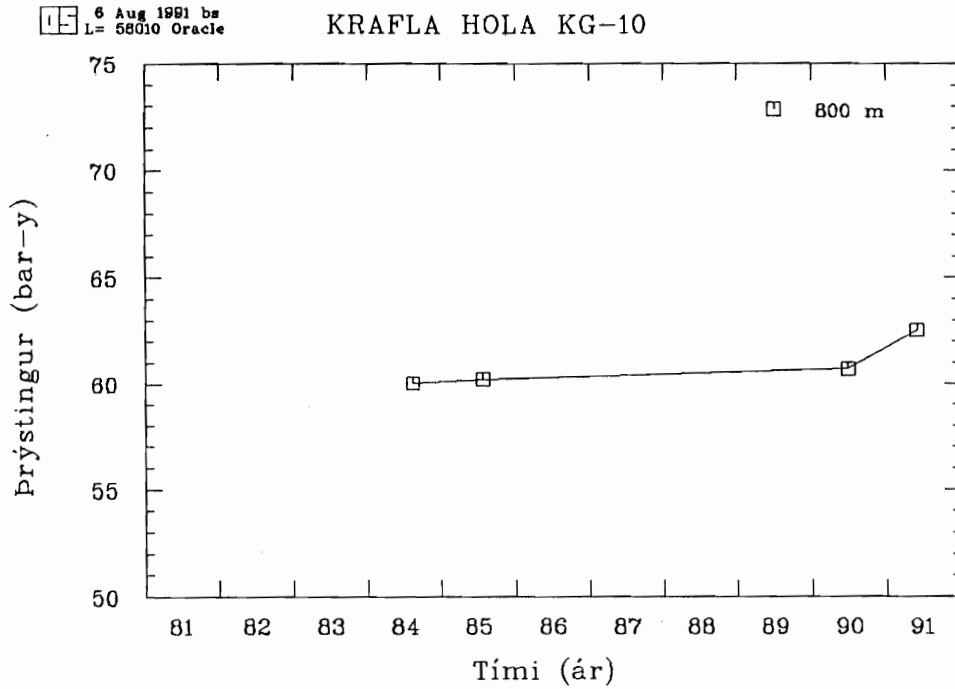
Mynd 6: Hitamælingar í holu KG-10.



Mynd 7: Hiti á 800 m dýpi í holu KG-10.



Mynd 8: Þrýstingur í holu KG-10



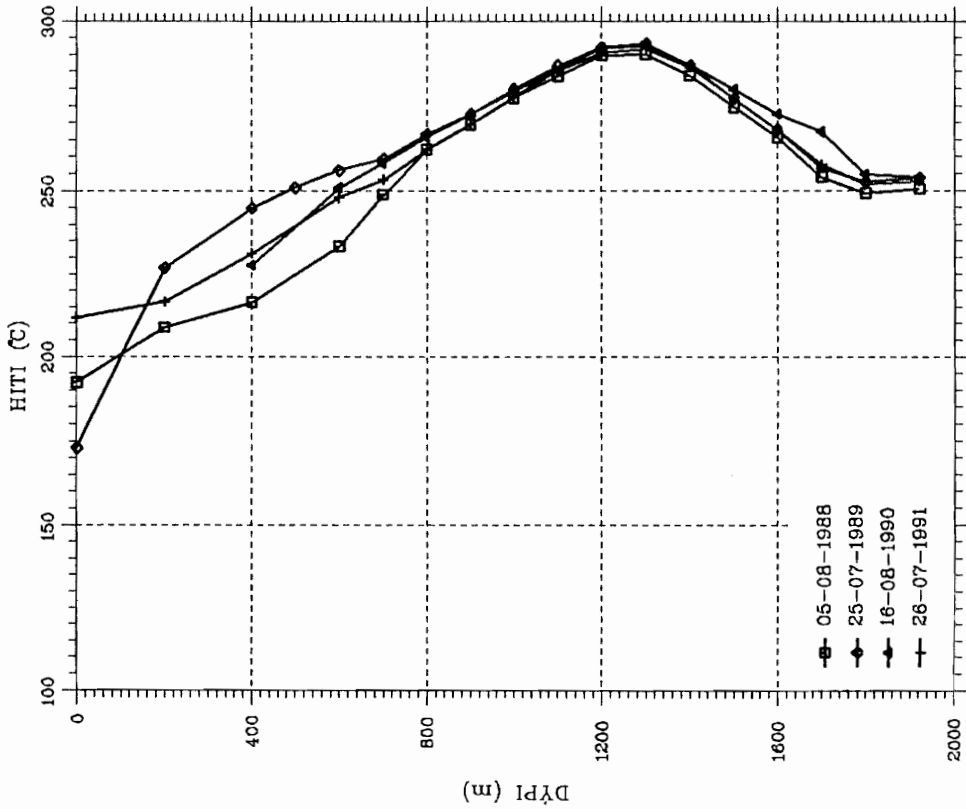
Mynd 9: Prýstingur á 800 m dýpi í holu KG-10

2.4 Hola KJ-16

Hola KJ-16 var hita- og þrýstimæld 26. júlí 1991. Holan hefur verið í blæðingu undanfarin ár, og var toppþrýstingur um 20 bar áður en mælt var. Myndir 10 og 11 sýna mælingarnar með dýpi, ásamt nokkrum eldri mælingum. Hiti í holu KJ-16 hefur ekki breyst undanfarin ár eins og reyndar sést best af mynd 12, sem sýnir hita með tíma á 1000 og 1600 m í holunni. Þrýstingur mældist í sumar heldur lægri en fyrir ári. Ræðst það að einhverju leyti af því að nú var mælt um mánuði fyrr en 1990, en ef lítið er lengra aftur (mynd 13) sést að þrýstingur er lækkandi í holunni. Árleg þrýstilækkun miðað við síðastliðin 10 ár er að meðaltali um 0.6-0.7 bar á ári.

6 Aug 1991 bs
L= 58016 Oracle

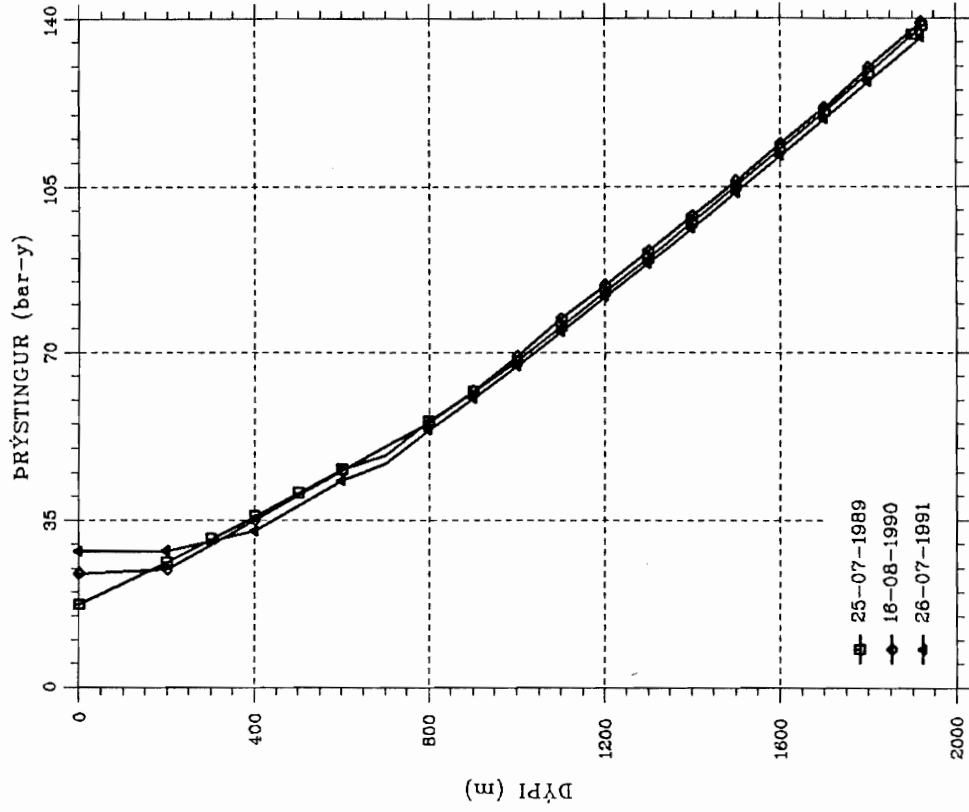
KRAFLA HOLA KJ-16 Hitamælingar



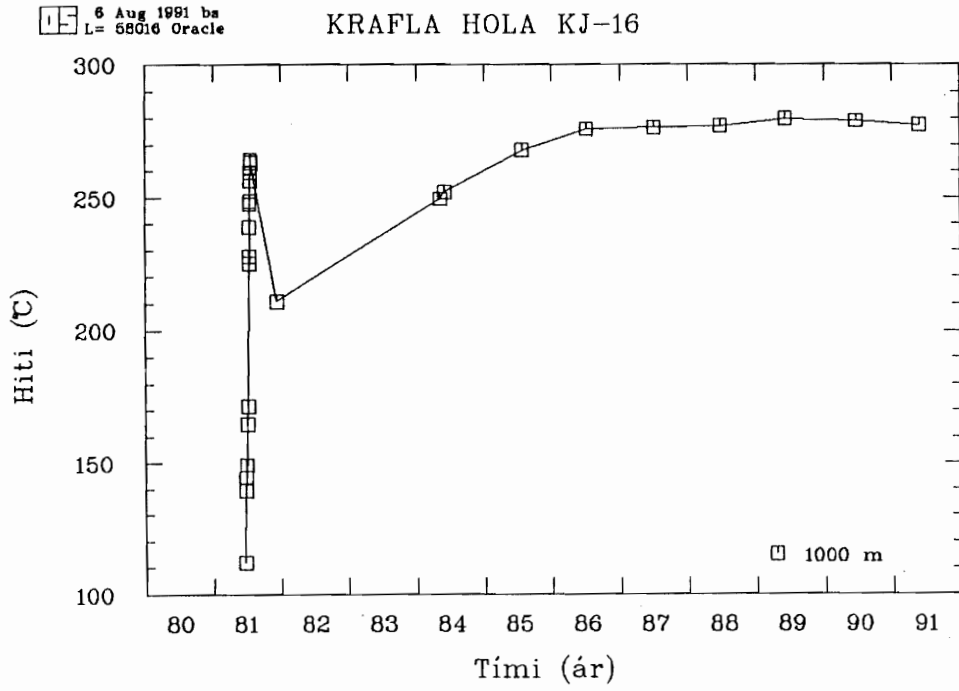
Mynd 10: Hitamælingar í holu KJ-16

6 Aug 1991 bs
L= 58016 Oracle

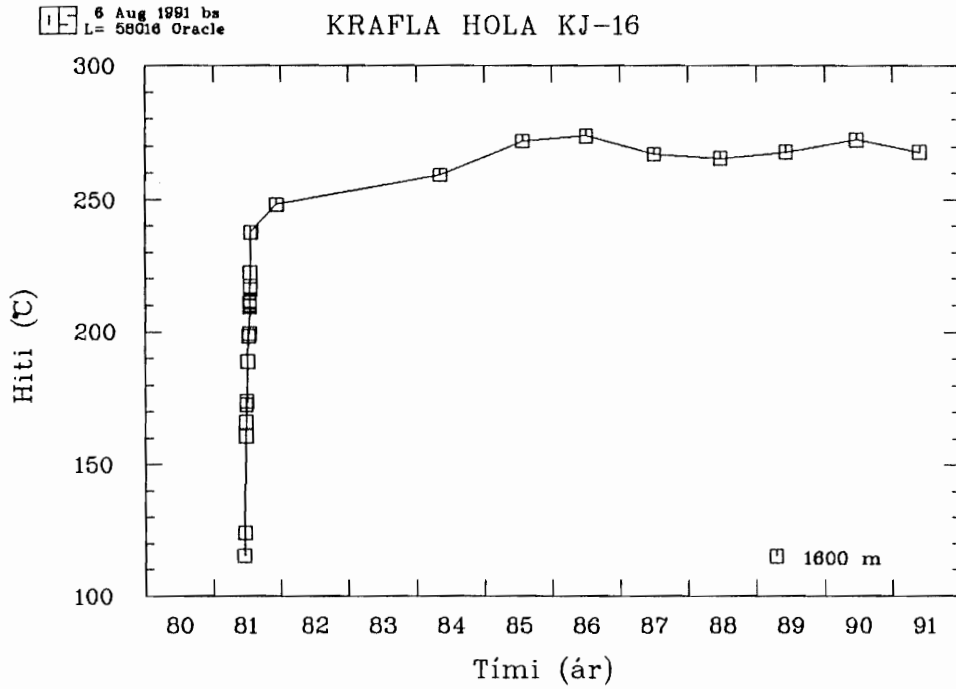
KRAFLA HOLA KJ-16 Prýstímælingar



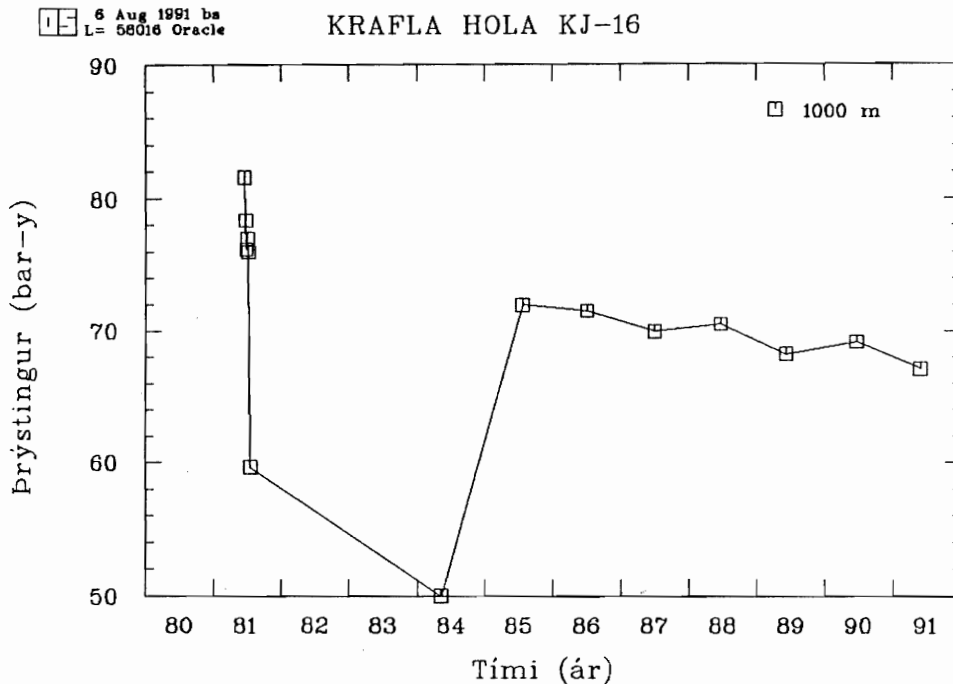
Mynd 11: Prýstímælingar í holu KJ-16



Mynd 12a. Hiti á 1000 m dýpi í holu KJ-16



Mynd 12b. Hiti á 1600 m dýpi í holu KJ-16



Mynd 13: Prýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-16

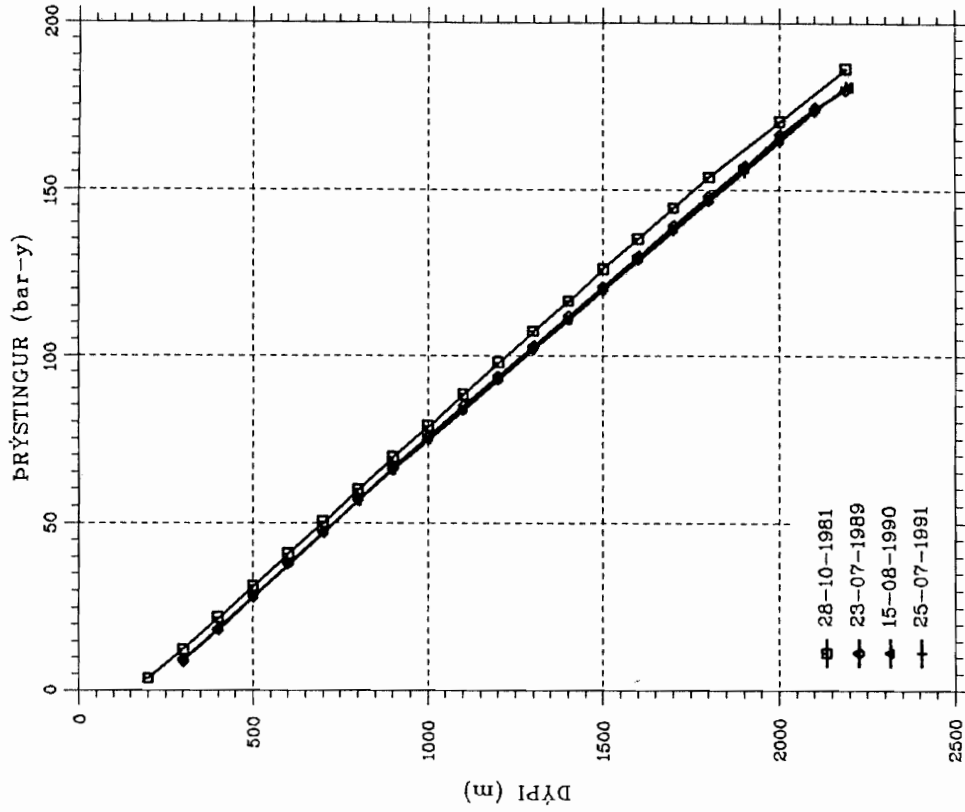
2.5 HOLA KJ-18

Hola KJ-18 er staðsett austan vinnslusvæðisins í Suðurhlífum. Berghiti við holuna er innan við 150°C ofan 1200 m dýpis, sem er um 100°C lægri hiti en ríkir í vinnslusvæðinu á þessu dýptarbili. Holan var þrýstimæld þann 25. júlí 1991, og sama dag var neðri hluti holunnar hitamældur með Ameradamæli. Ekki voru tók á því að beita rafstýrðum hitamæli neðan 900 m dýpis með þeim mælingabíl, sem notaður var við eftirlitsmælingarnar og var efri hluti holunnar því ekki hitamældur fyrr en 17. ágúst, þegar annar mælingabíll var í Kröflu vegna borverks við holu KG-25. Vatnsborð þann 25. júlí mældist á 203.4 m dýpi, sem er um einum metra hærra en síðastliðið sumar. Mælingarnar eru sýndar á myndum 14 og 15, ásamt nokkrum eldri mælingum.

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 lakkandi djúpt í holunni sökum niðurrennslis kalda vatnsins (mynd 16). Kælingin var einkum áberandi á árunum fram til 1986. Mælingarnar í sumar sýna litlar breytingar frá fyrra ári og hefur hiti í 2000 m jafnvel hækkað ef eitthvað er. Prýstingur fer lakkandi í holu KJ-18 (mynd 17), og hefur hann fallið að meðaltali um 0.4-0.5 bar á ári, ef miðað er við þrýstimælingar gerðar 1981 og 1991. Samkvæmt mælingum 1990 og '91 er þrýstilækkunin á 900 m dýpi síðastliðið ár aðeins 0.2 bar.

7 Aug. 1991. bs
L= 560.8 Oracle

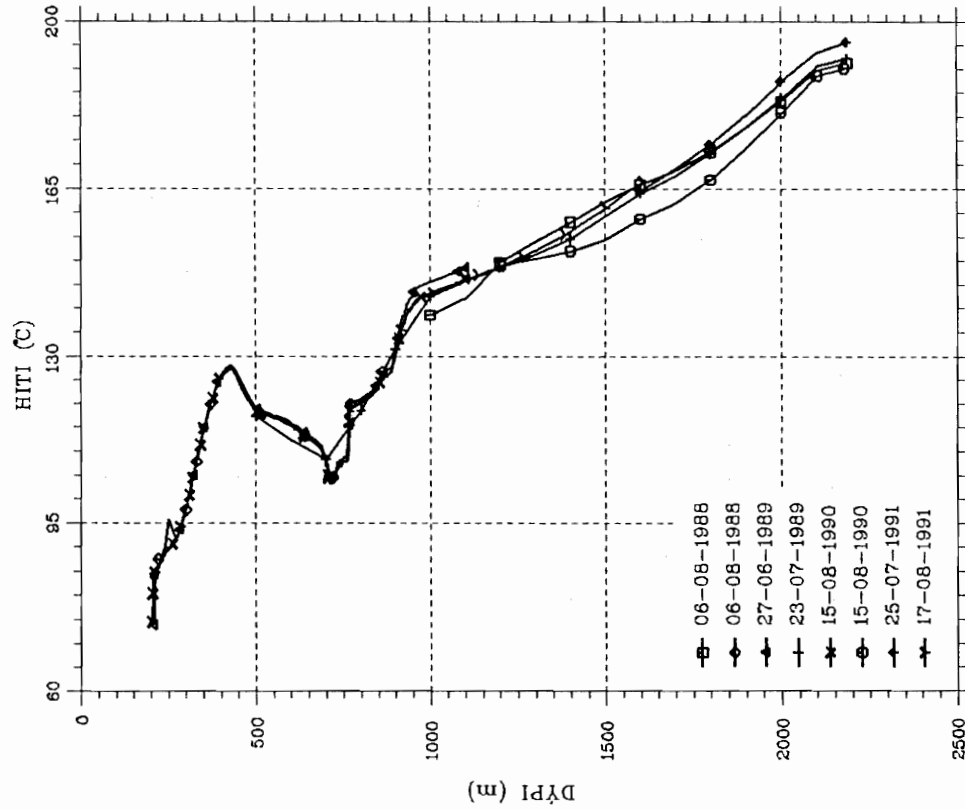
KRAFLA HOLA KJ-18 Prýstimælingar



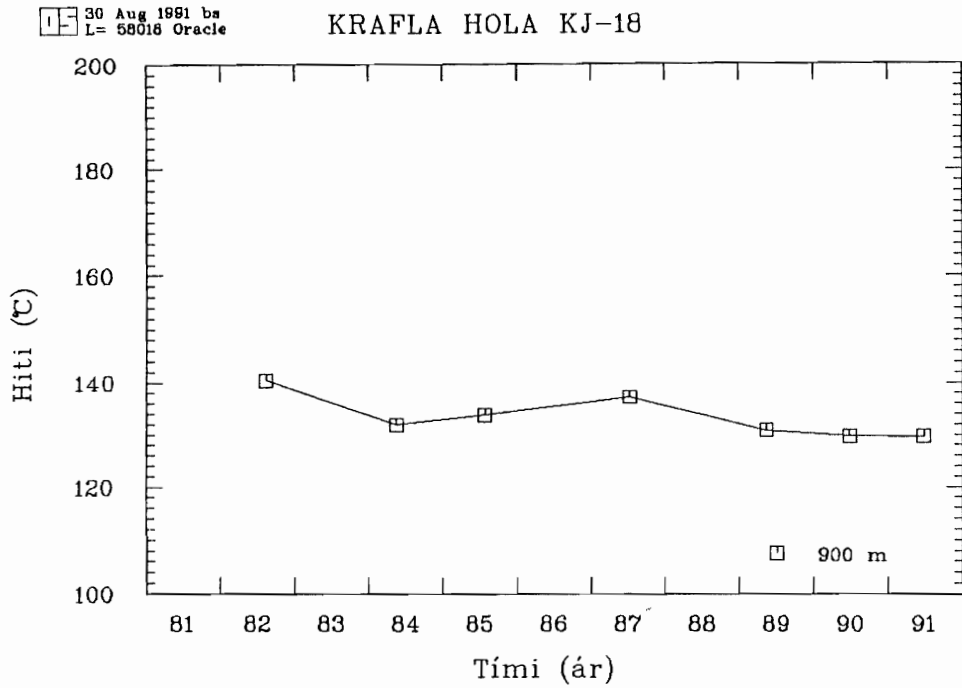
Mynd 15: Prýstimælingar í holu KJ-18

31. Jan. 1982. bs
L= 560.8 Oracle

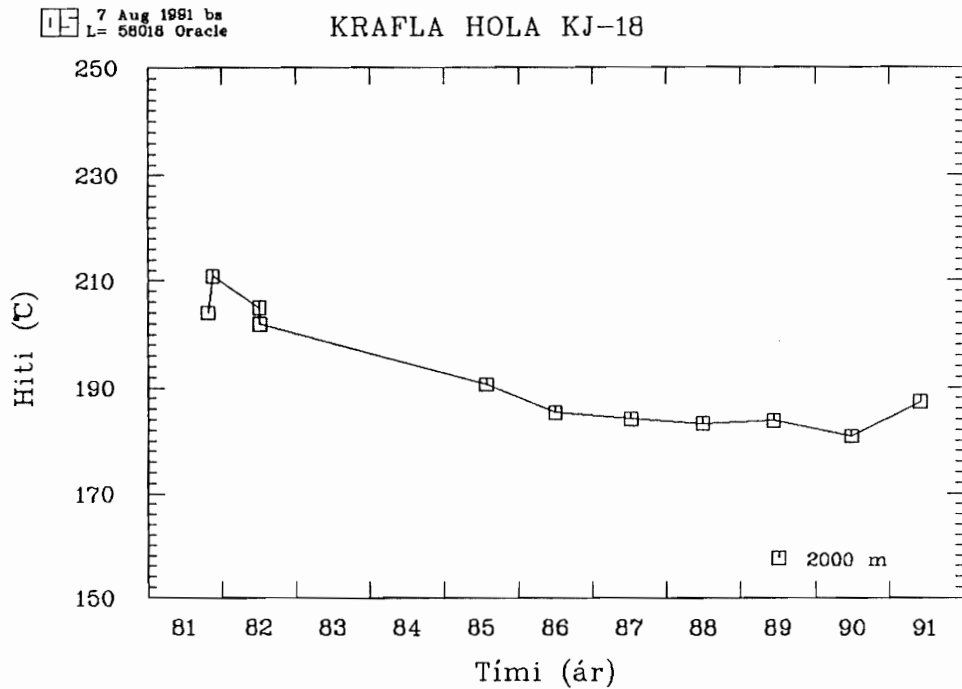
KRAFLA HOLA KJ-18 Hitamælingar



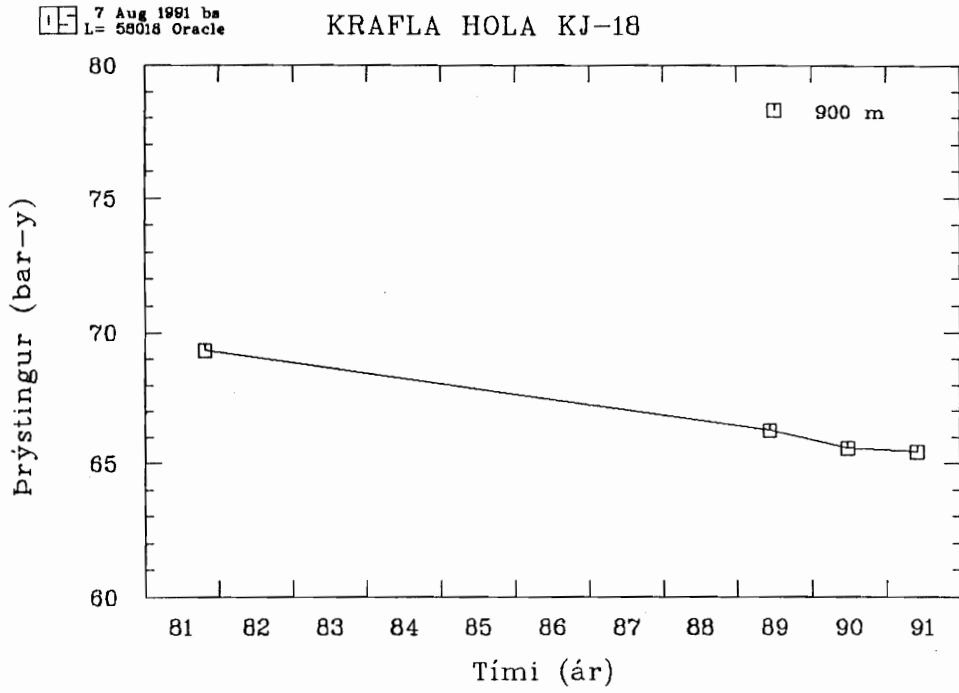
Mynd 14: Hitamælingar í holu KJ-18



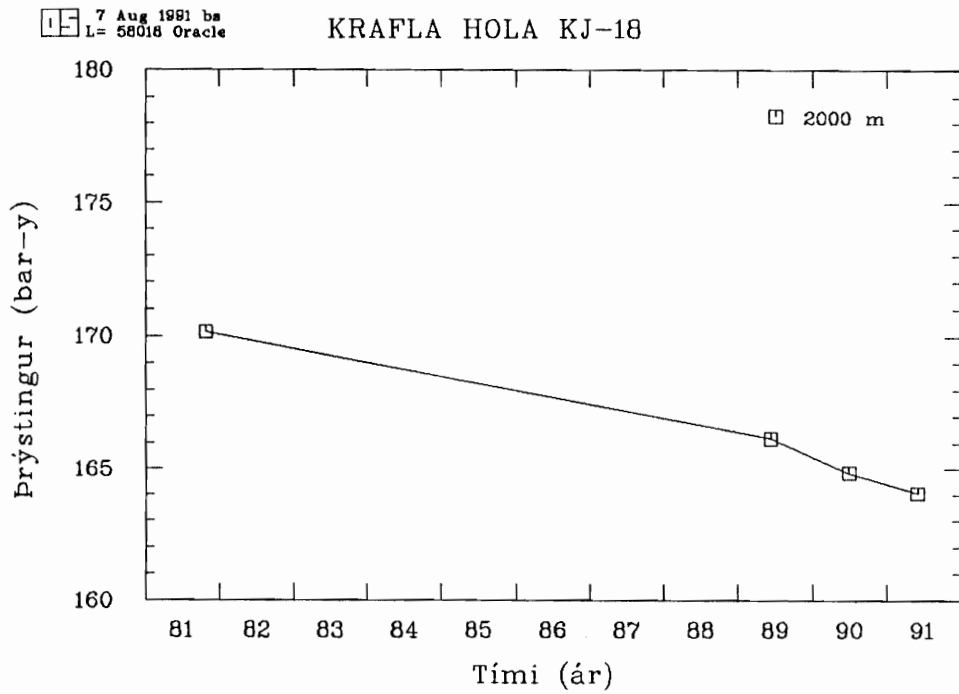
Mynd 16a: Hití á 900 m dýpi í holu KJ-18



Mynd 16b: Hití á 2000 m dýpi í holu KJ-18



Mynd 17a: Prýstingur á 900 m dýpi í holu KJ-18



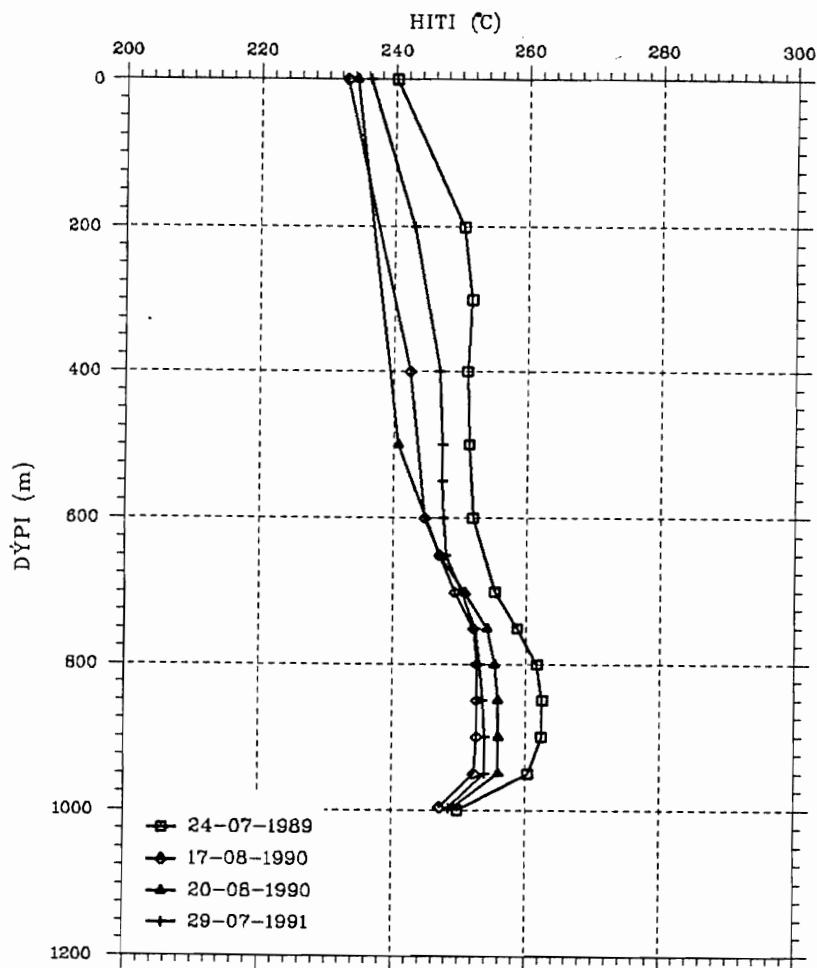
Mynd 17b: Prýstingur á 2000 m dýpi í holu KJ-18

2.6 HOLA KJ-21

Hola KJ-21 var hita- og þrýstimæld 29. júlí 1991. Holan var í blæðingu fyrir mælingarnar og var toppþrýstingur um 37 bar, sem er svipað og undanfarin ár. Hitamælingin í sumar er sýnd á mynd 18 ásamt mælingum síðustu ára. Suðuborð er í holunni á um 600 m dýpi, og er hiti neðan þess áþekkur tvö síðustu árin. Sumarið 1989 var holan hins vegar mun heitari en nú, nema í blábotni.

8 Aug 1991 bs
L= 58021 Oracle

KRAFLA HOLA KJ-21 Hitamælingar

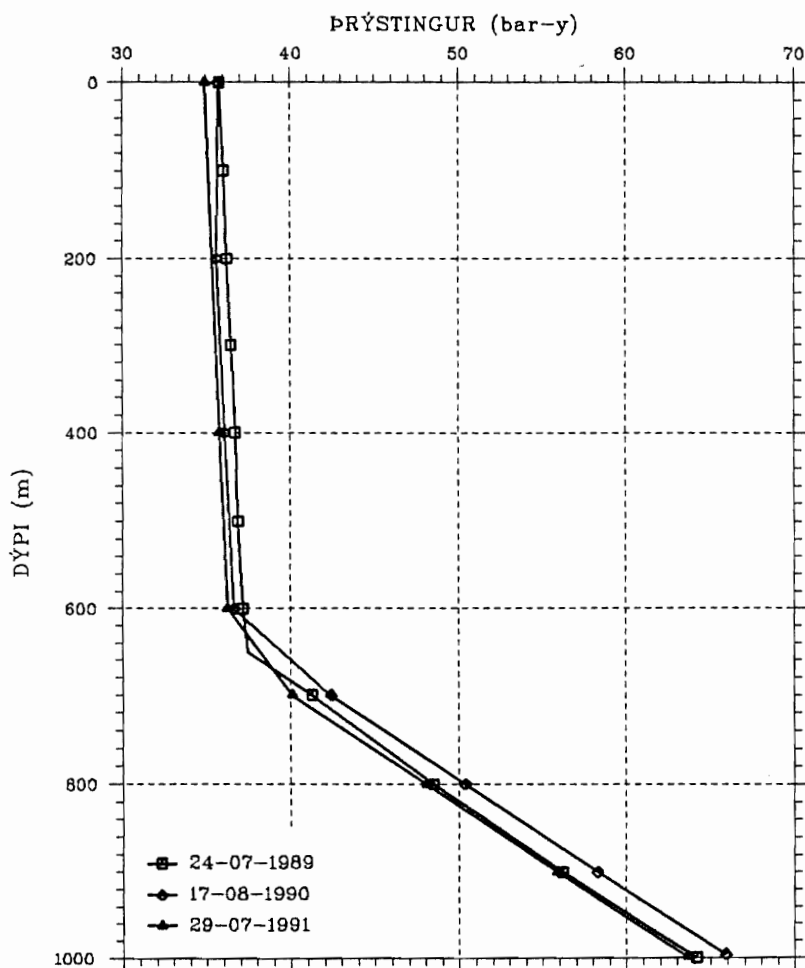


Mynd 18: Hitamælingar í holu KJ-21.

Þrýstimælingin frá 29. júlí er sýnd á mynd 19 ásamt mælingum frá 1989 og 90. Þrýstingur mælist nú verulega lægri en fyrir ári, en hafa ber í huga að mælingar þessa árs eru gerðar 3 vikum fyrr á sumrinu en 1990. Þrýstijöfnun eftir vinnslu undangengins vetrar var því skemur á veg komin þetta árið, en sumarið 1990. Sést þetta m.a. á því að þrýstiferlar holu KJ-21 eru áþekkir 1989 og 1991, enda holan mæld í báðum tilvikum í lok júlí.

8 Aug 1991 bs
L= 58021 Oracle

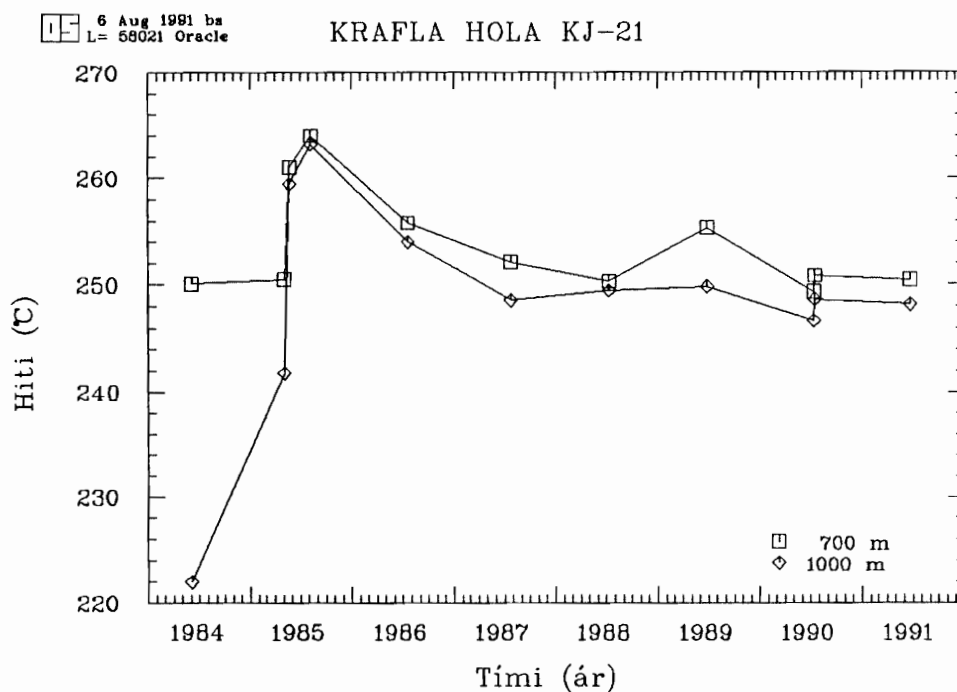
KRAFLA HOLA KJ-21 Þrýstimælingar



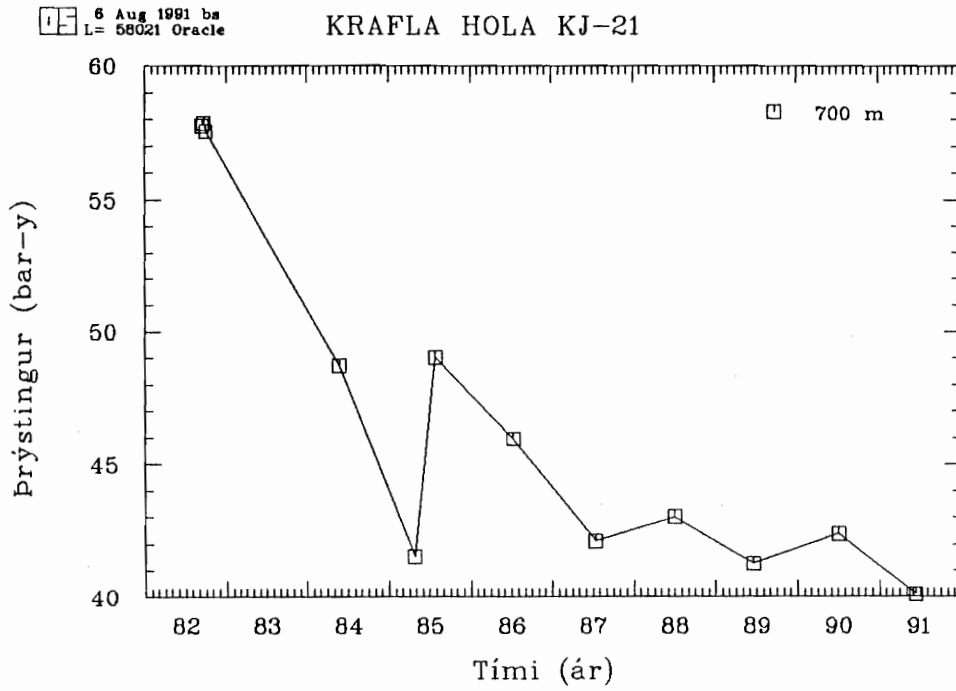
Mynd 19: Þrýstimælingar í holu KJ-21

Myndir 20 og 21 sýna hita og þrýsting á 700 og 1000 m dýpi með tíma frá 1984. Fyrstu tveir mælipunktarnir eru eftir endurfóðrun holunnar vorið 1984 og strax eftir að vinnsla holunnar lauk vorið 1985. Aðrir mælipunktar 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 úr holunni. Þrýstingur í holunni (og þar með jarðhitakerfinu) 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. Lágur þrýstingur í sumar og reyndar sumarið 1989 virðist fyrst og fremst ráðast af því hversu snemma er mælt þessi sumar. Samanburður á hita- og þrýstibreytingum í holu KJ-21 sýnir að hita- og þrýstibreytingar í holunni fara saman. Þannig fellur hitinn fram til ársins 1987 á sama tíma og þrýstingur fer ört lakkandi. Þessi fylgni milli hita og þrýstings er dæmigerð fyrir sjóðandi jarðhitakerfi.

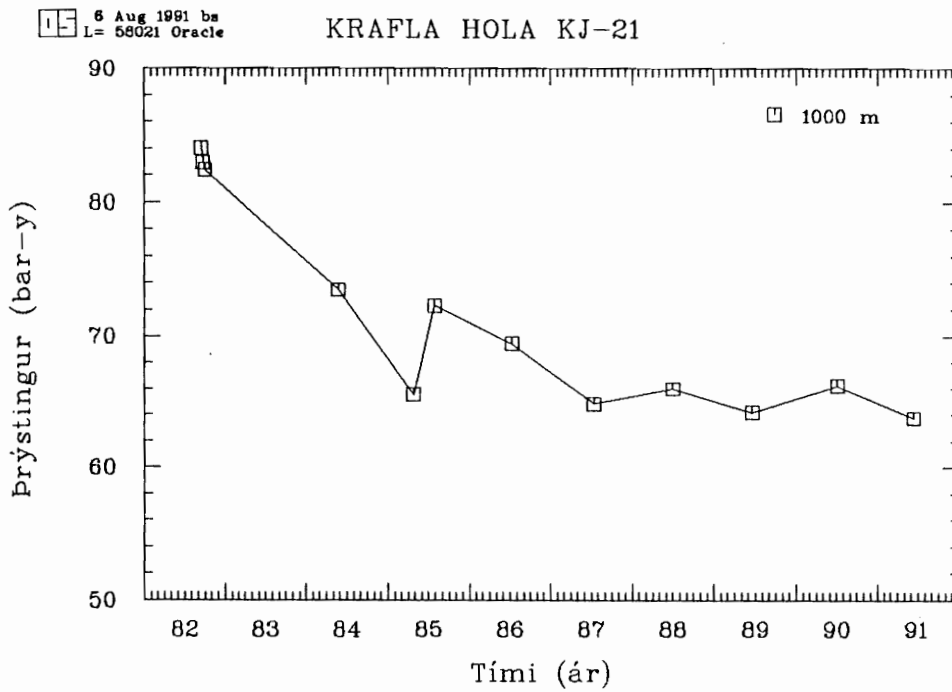
Vinnslan úr holu KJ-21 yfir vetrarmánuðina veldur verulegri þrýstilækkun (og þar með hitalækkun) í næsta nágrenni holunnar eins og jöfnunarmælingar sumarið 1985 sýndu. Til að hægt verði framvegis að greina betur þrýsti- og hitabreytingar í holunni frá einu ári til annars er æskilegt að mæla holuna ávalt á svipuðum tíma, eftir að vinnsla er hætt að vori, t.d. í ágúst. Þá ættu áhrif þrýstijöfnunar í holunni að hafa minnst áhrif á samanburð mæligilda.



Mynd 20: Hiti á 700 og 1000 m dýpi í holu KJ-21



Mynd 21a: Prýstingur á 700 m dýpi í holu KJ-21



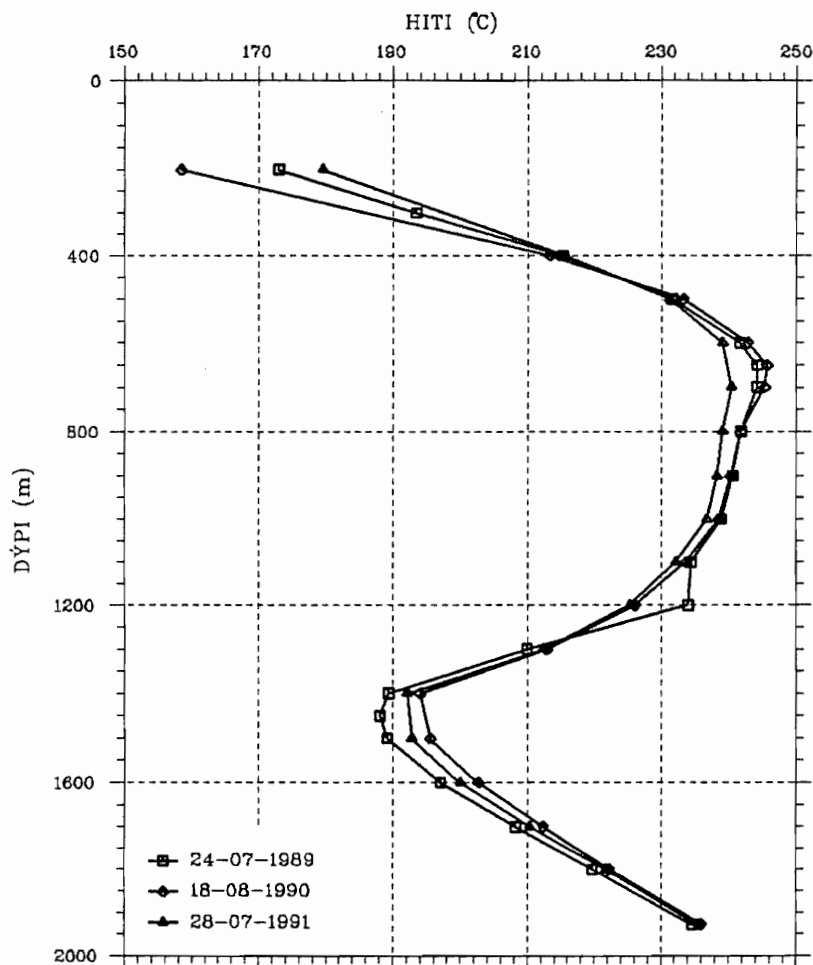
Mynd 21b: Prýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-21

2.7 HOLA KJ-23

Hola KJ-23 var sett í blæðingu þegar eftirlitsmælingum lauk sumarið 1990 og hefur holunni blætt síðan. Toppþrýstingur hefur verið tæp 8 bar. Holan var hita- og þrýstimæld 28. júlí 1991. Mælingarnar eru sýndar á myndum 22-25, en þær sýna hita og þrýsting með dýpi, og eins með tíma á 600 og 1000 m dýpi. Hiti er svipaður í holunni og undanfarin ár. Helsti munur er á 600-900 m dýpi, en þar er holan nú heldur kaldari en áður. Má vera að kælingin sé að einhverju leyti tilkomin vegna gasblæðingar úr holunni, en ef hiti á 600 m dýpi er skoðaður frá árinu 1983 (mynd 24) má sjá merki um kælingu, allt að 1°C á ári. Dýpra í holunni (1000 m) hefur hiti hins vegar verið stöðugur síðustu 8 árin.

8 Aug 1991 bs
L= 58023 Oracle

KRAFLA HOLA KJ-23 Hitamælingar

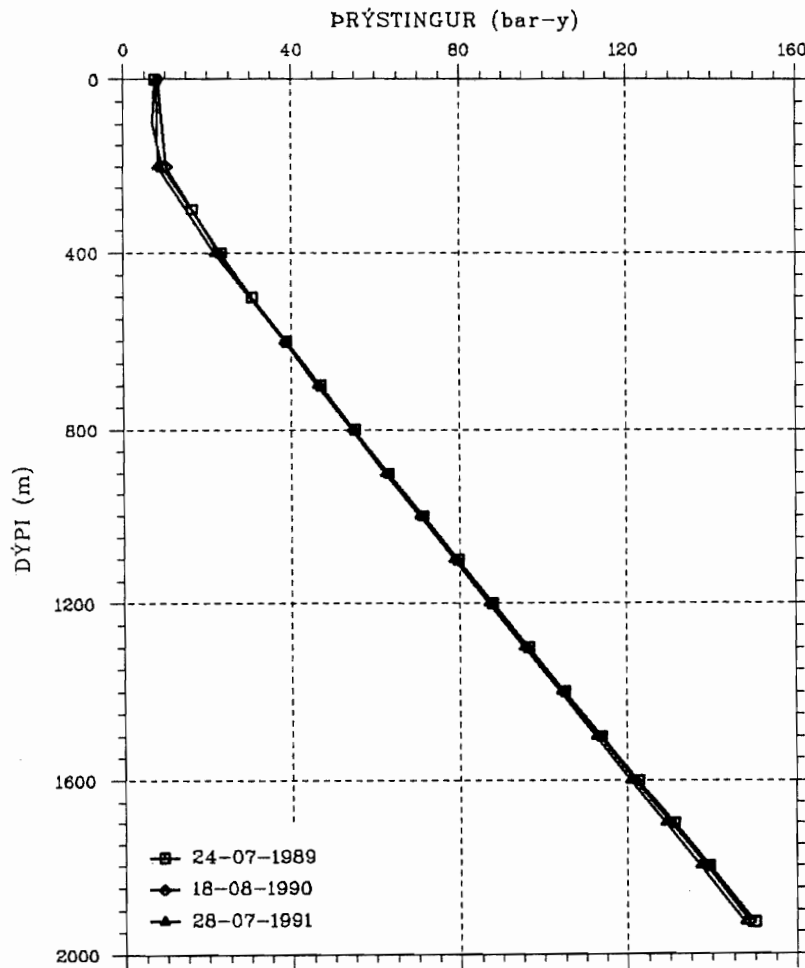


Mynd 22: Hitamælingar í holu KJ-23

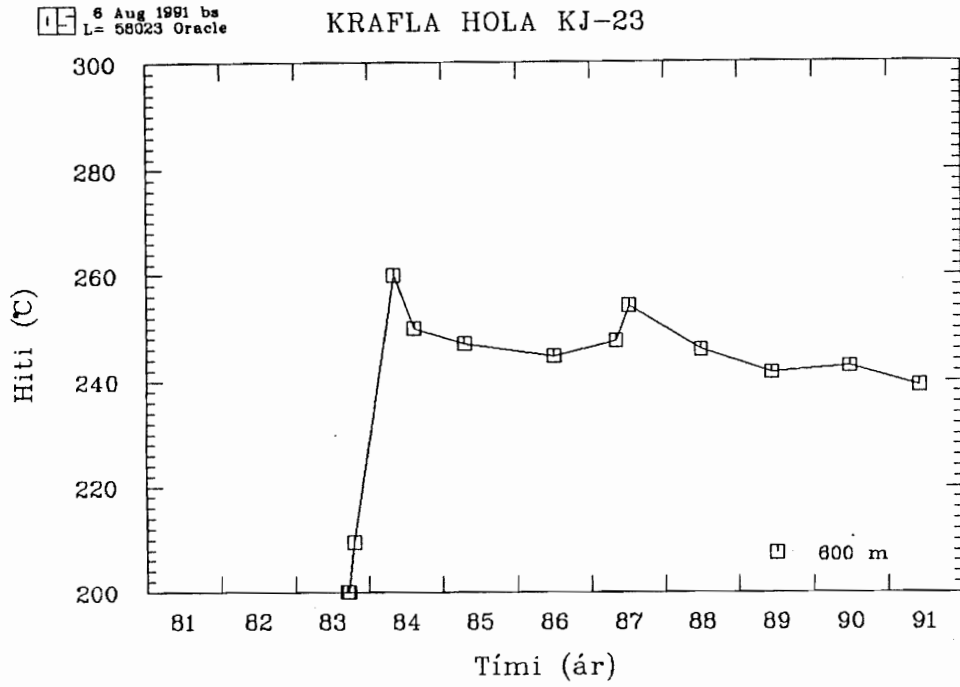
Dregið hefur úr hraða niðurdráttar í holu KJ-23 líkt og í holu KJ-21. Fram til 1987 féll þrýstingur að meðaltali um 2 bar á ári, en síðustu árin er árlegur niðurdráttur um eða innan við 0.5 bar. Breytingin milli árana 1990 og 1991 er enn minni eða aðeins um 0.2 bar.

8 Aug 1991 bs
L= 58023 Oracle

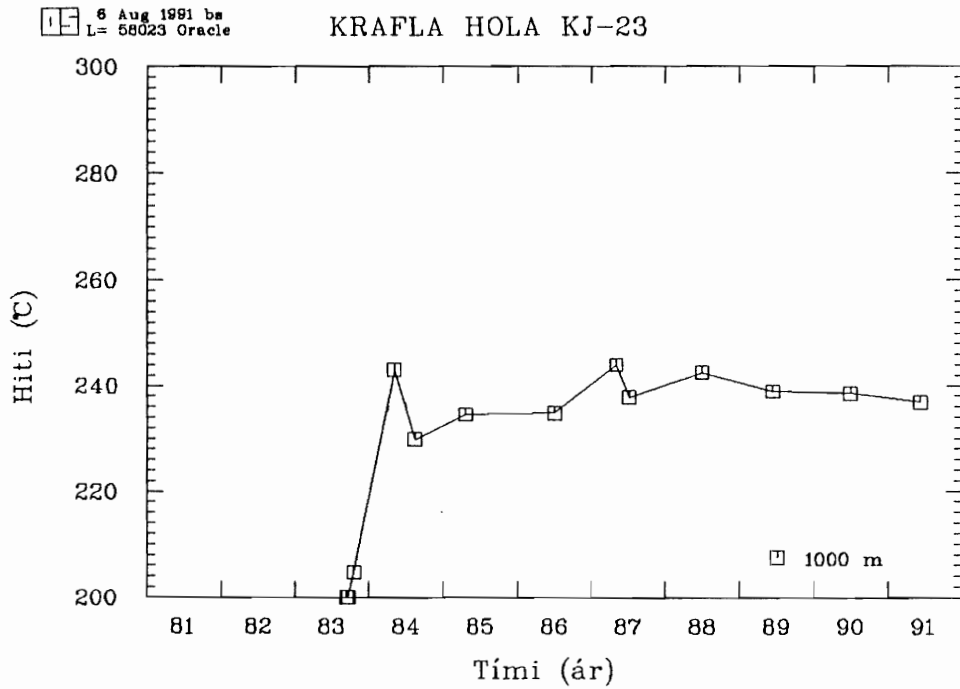
KRAFLA HOLA KJ-23 Þrýstimælingar



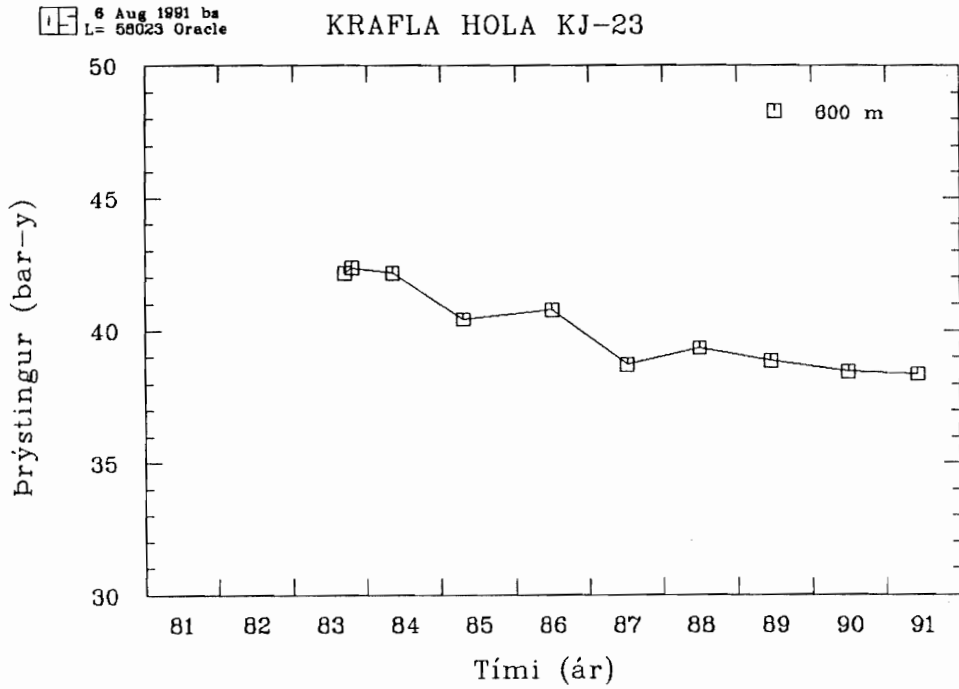
Mynd 23: Þrýstimælingar í holu KJ-23



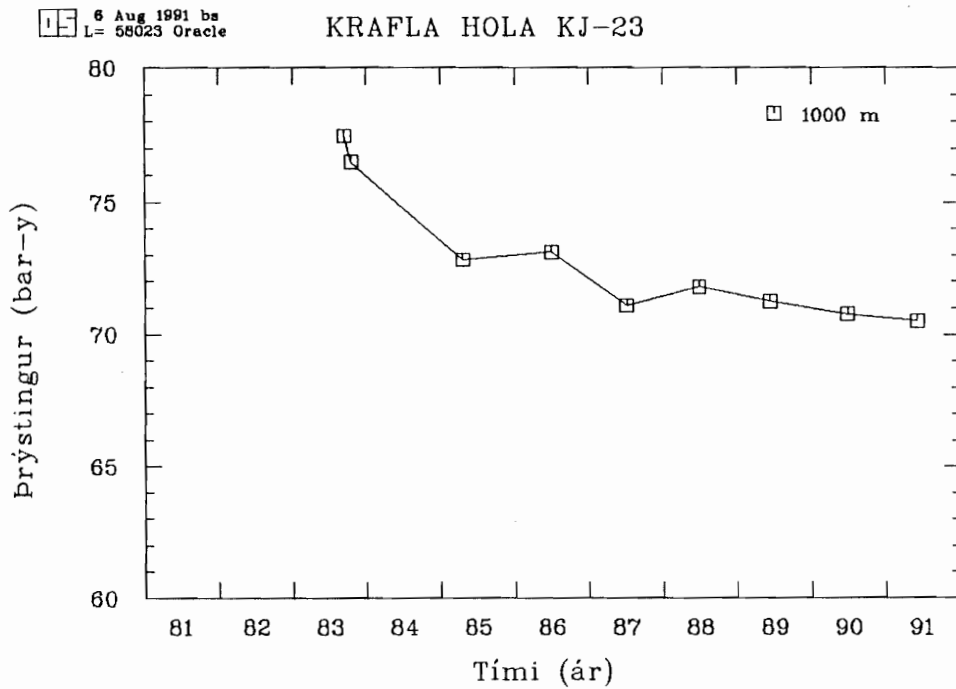
Mynd 24a: Hiti á 600 m dýpi í holu KJ-23



Mynd 24b: Hiti á 1000 m dýpi í holu KJ-23



Mynd 25a: Prýstingur á 600 m dýpi í holu KJ-23



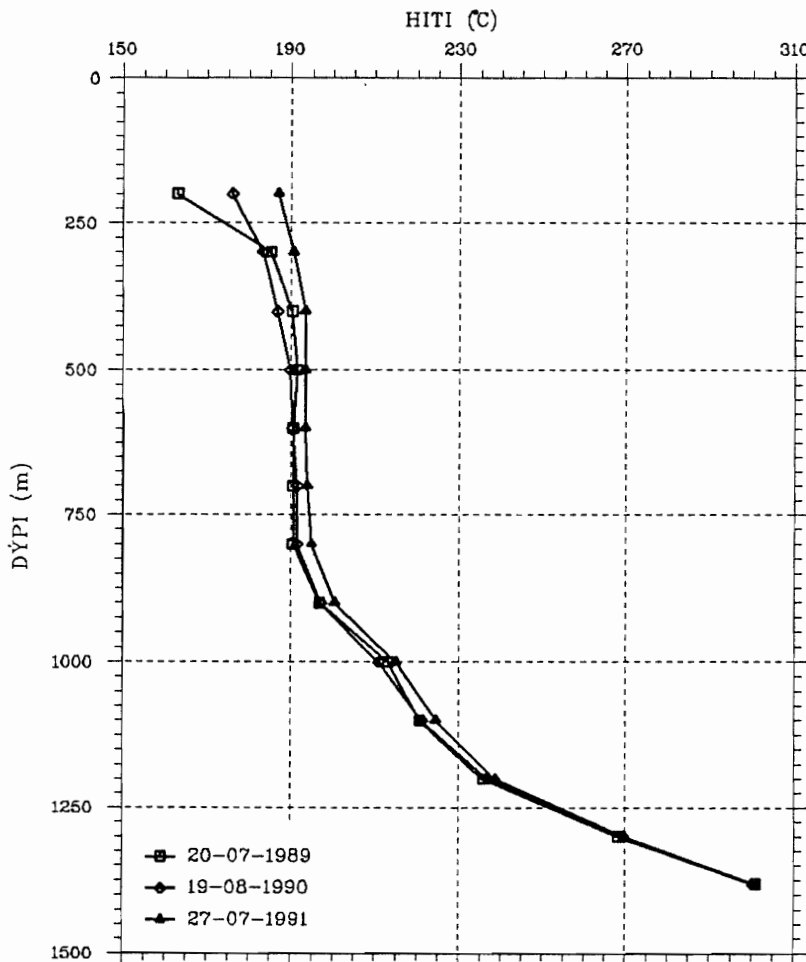
Mynd 25b: Prýstingur á 1000 m dýpi í holu KJ-23

2.8 Hola KG-24

Hola KG-24 var hita- og þrýstimæld þann 27. júlí 1991 og tveimur dögum síðar var hola körfu- mæld. Hitamælingin sýndi grunsamlega kælingu í holubotni frá fyrra ári og var hola hitamæld að nýju þann 15. ágúst. Kom í ljós að mælingamenn höfðu mislesið mæliútslag botnpunktsins og er botnhiti nákvæmlega sá sami þetta árið og í fyrra. Hita- og þrýstimælingarnar eru sýndar á myndum 26 og 27, en niðurstöður körfumælingarinnar er að finna í töflu 6. Botnhiti í holu KG-24 er óbreyttur frá 1990 eins og áður hefur komið fram. Hins vegar er hiti ofan 1200 m dýpis um 3°C hærri í sumar en undanfarin ár (mynd 28). Þrýstingur er lítið eitt hærri sumarið '91 en 1990 (mynd 29) og var vatnsborð í holunni um 3 m hærra en síðastliðið ár. Er það trúlega vegna þeirrar truflunar sem ádæling í holu KG-25 hafði á efra Leirbotnakerfið, þegar mælt var í sumar.

☐ 27 Nov 1991 bs
L= 58024 Oracle

KRAFLA HOLA KG-24 Hitamælingar



Mynd 26: Hitamælingar í holu KG-24

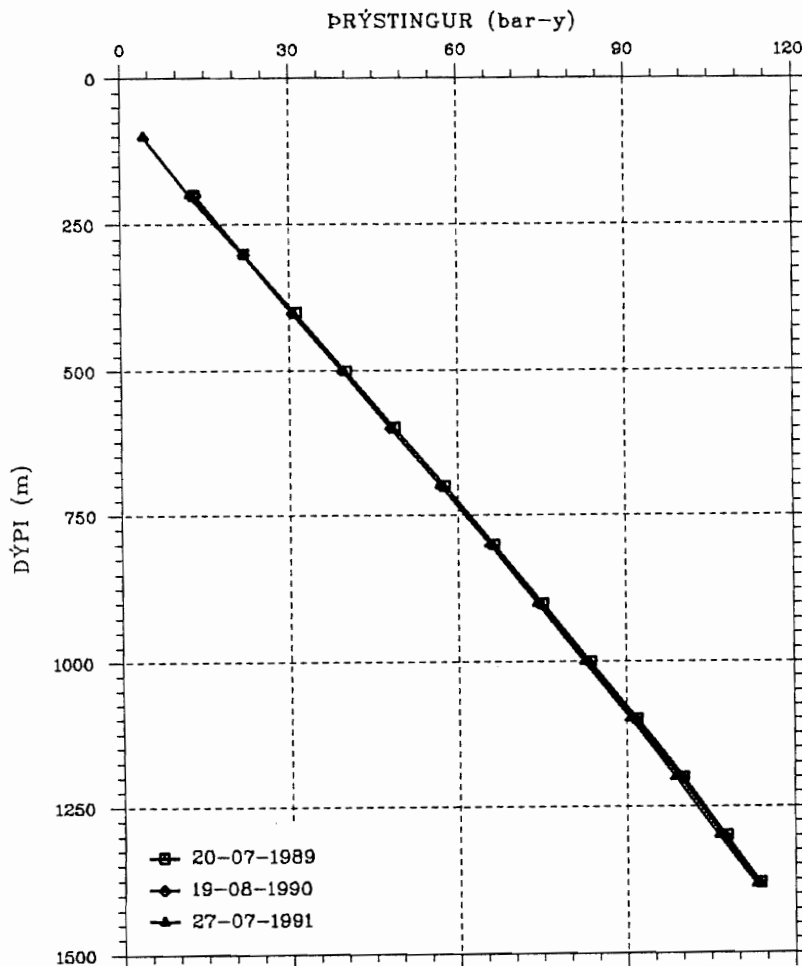
Annar þáttur mælinga í KG-24 sumarið 1991 var að körfumæla holuna til að kanna útfellingar. Var það gert með 5 1/2 og 8" körfum. Niðurstöður körfumælinganna voru á sömu lund og undanfarin sumur. Víðari karfan stöðvaðist við hengistykkið í 392 m, en sú grennri fór niður leiðarann viðstöðulaust. Samkvæmt þessu eru því engar kalkútfellingar mælanlegar í holunni.

Tafla 6. Körfumælingar í holu KG-24

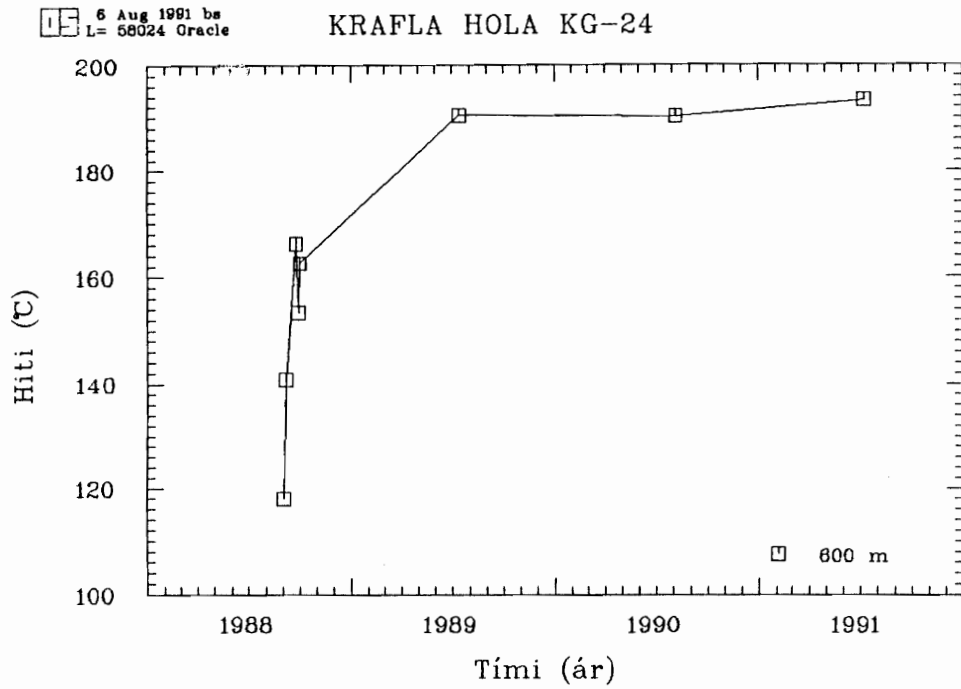
Karfa (")	Dýpi (m)	
8	392	Stoppar
5 1/2	700	Mælt án fyrirstöðu
Alls	1092	

8 Aug 1991 bs
L= 58024 Oracle

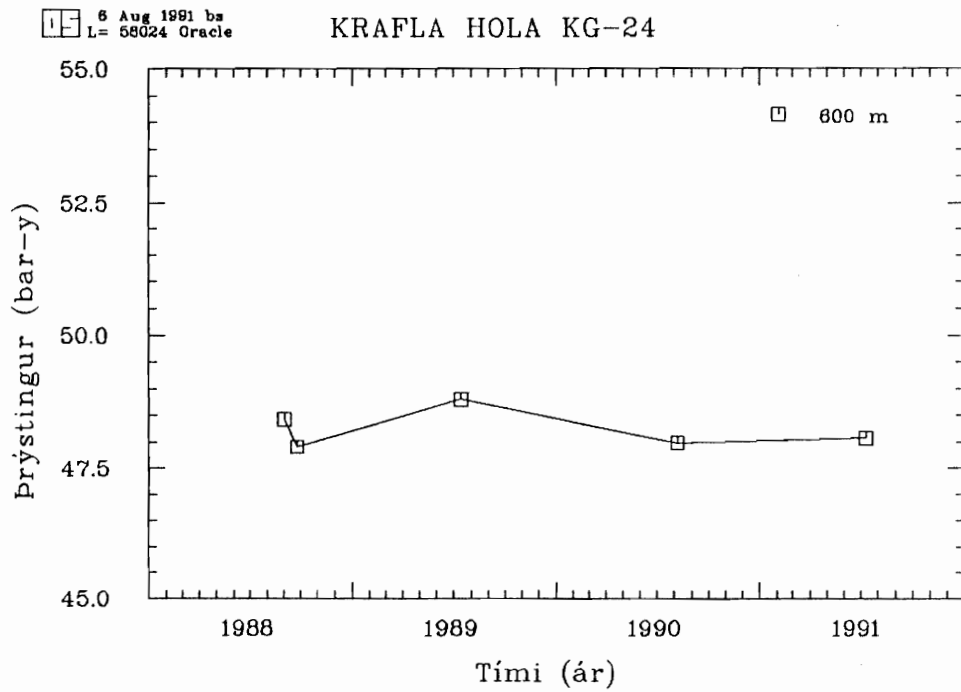
KRAFLA HOLA KG-24
Þrýstimælingar



Mynd 27: Þrýstimælingar í holu KG-24



Mynd 28: Hiti á 600 m dýpi í holu KG-24



Mynd 29: Prýstingur á 600 m dýpi í holu KG-24

3. SAMANTEKT UM HITA- OG PRÝSTIBREYTINGAR Á VINNSLUSVÆÐUM KRÖFLUVIRKJUNAR

Kröfluvirkjun nýtir fjögur vinnslusvæði þ.e. efri og neðri hluta Leirbotna, Suðurhlíðar Kröflu og Hvíthólasvæðið. Svæðin eru um margt ólík, og bregðast þau mismunandi við vinnslu. Hér að framan hefur verið fjallað um hita- og þrýstibreytingar í einstökum borholum Kröfluvirkjunar. Ekki er síður áhugavert að bera saman breytingar innan vinnslusvæðanna.

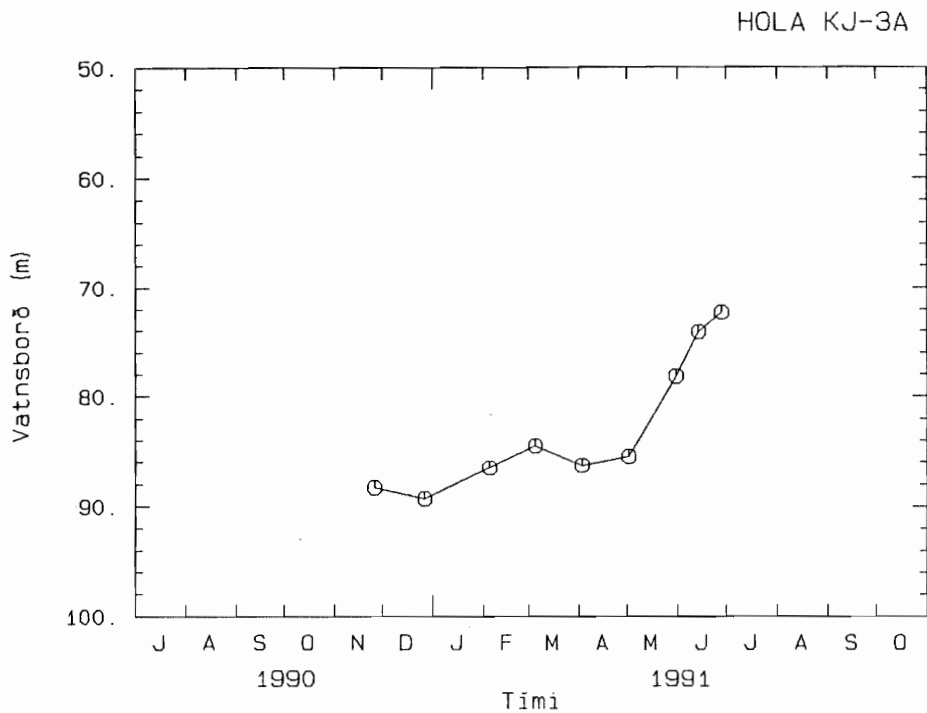
3.1 Efri hluti Leirbotna

Efri hluti Leirbotna er nýttur til að afla lágþrýstigufu fyrir Kröfluvirkjun. Vinnsluholurnar KG-5 og KG-24 taka eingöngu vökva úr þessu kerfi, en vinnsla úr KJ-9 er einnig talin hafa áhrif í efri hluta Leirbotna. Samkvæmt aflmælingum vorið 1991 gáfu þessar holur samtals um 56 kg/s, sem er um 10 kg/s minna rennsli en vorið 1990. Dreifist minnkunin á allar holurnar eða um 3-4 kg/s á hverja (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1990 og 1991). Auk þessarar vinnslu úr efri hluta Leirbotnakerfisins kemur blástursprófun holu KG-25 fyrri part síðstliðins vetrar, en um helmingur rennslisins úr holunni var efrakerfisvökvi.

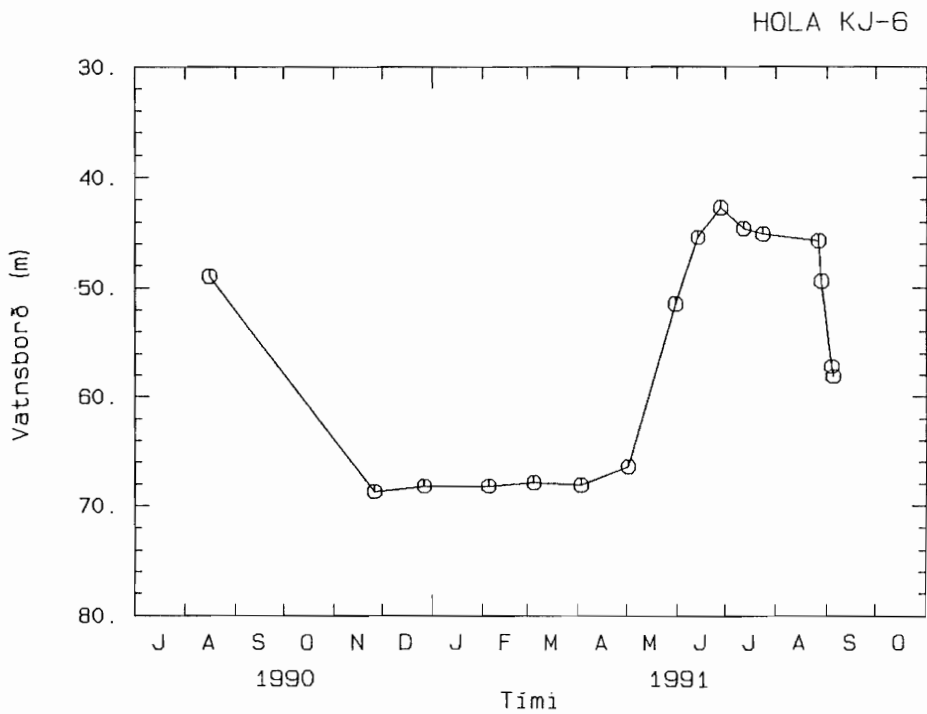
Þrýstingur í efra Leirbotnakerfinu svarar fljótt vinnslubreytingum. Undanfarna vetur hefur vatnsborð í holum lækkað um 30 m (þrýstilækkun um 3 bar). Vatnsborðslækkunin hefur síðan gengið til baka yfir sumartímann, þegar vinnsluholurnar eru hvíldar. Að venju stóðu vinnsluholur efra kerfisins lokaðar sumarið 1991. Efra kerfið varð engu að síður fyrir verulegum þrýstitruflunum vegna borframkvæmda. Í júlíbyrjun var hola KJ-3A, sem gefur eingöngu efrakerfis vökva, sett í blástur til að fá nægjanlegt skolvatn fyrir borverkin við holur KG-26 og KG-25. Blés hola KJ-3A fram í september, og er giskað á að heildarrennsli úr holunni hafi verið um 30 kg/s. Hola KG-25 var kæfð um 20. júlí og var dælt stöðugt 15 l/s af köldu vatni á holuna út ágústmánuð. Tapaðist þetta vatn út í efrakerfisæðar holunnar. Loks má geta þess að hola KG-26 var efrakerfis-hola fyrir dýpkun og fór skolvatn, sem tapaðist í borun, því beint út í efrakerfið.

Vinnsla undanfarinna ára hefur ekki leitt til varanlegs niðurdráttar í efra Leirbotnakerfinu, og er þrýstingur (vatnsborð) undanfarin haust svipaður og mældist, þegar boranir hófust í Kröflu haustið 1974.

Síðastliðið ár hefur vatnsborð verið mælt u.þ.b. mánaðarlega í efrakerfisholunum, KJ-3A, KJ-6 og KG-10. Þessar mælingar eru sýndar á myndum 30, 31 og 32. Vatnsborð í holunum féll hratt haustið 1990, þegar vinnsluholur fóru í blástur og síðar hola KG-25. Þrýstibreytingar vegna holu KG-25 sjást best á því að vatnsborð í holum KJ-3A og KG-10 hækkar í ársbyrjun 1991, þegar lokað var fyrir KG-25 og sömuleiðis mælist hátt vatnsborð í holu KG-10 í lok júlí 1991, þegar dælt var í holu KG-25. Vatnsborðsbreytingar vegna rennslis eða ádælingar í holu KG-25 greinast tæplega í holu KJ-6 syðst á borsvæðinu. Sú hola tók hins vegar eftir því þegar hola KJ-3A fór í blástur í byrjun júlí. Af myndum 30 til 32 má ráða að vatnsborð í efrakerfinu hafi stigið heldur hærra nú í sumar en það gerði sumarið 1990.

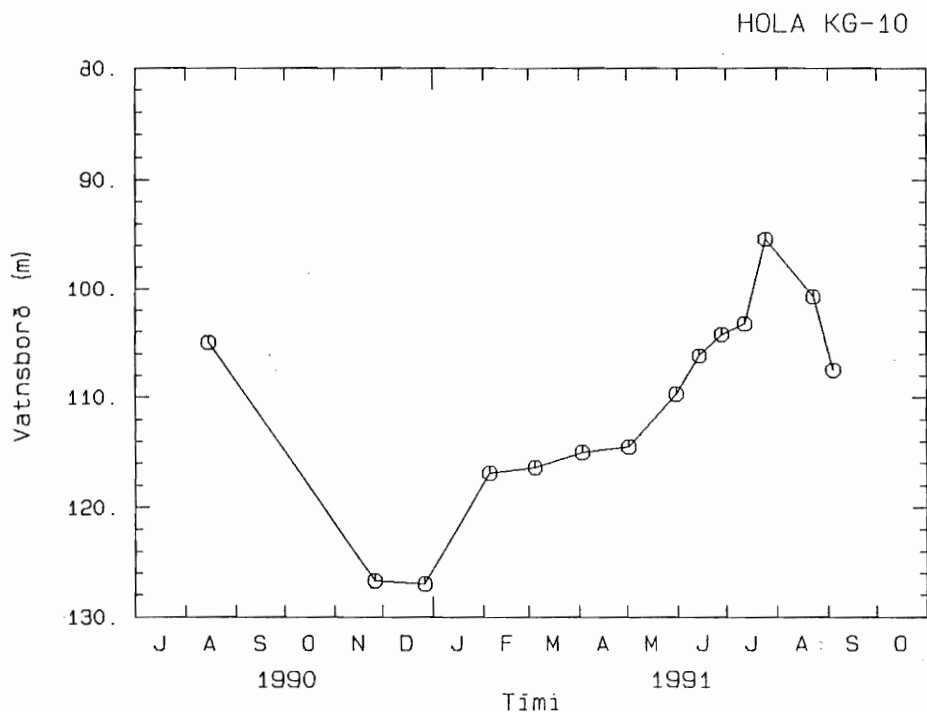


Mynd 30: Vatnsborðsmælingar 1990-91 í holu KJ-3A



Mynd 31: Vatnsborðsmælingar 1990-91 í holu KJ-6

Hiti hefur lengst af verið talinn stöðugur í efrakerfinu enda þótt nokkrar hitabreytingar hafi komið fram árlega í einstökum holum. Þetta árið var t.d. hiti í efri hluta holu KG-24 um 3°C hærri en undanfarin ár. Skoðun á hitamælingum margra ára leiða hins vegar ekki í ljós neinar varanlegar hitabreytingar, nema í holu KG-10. Þar hefur hiti ofan 800 m dýpis farið lækkandi síðan 1984 og er lækkunin orðin um 6°C eða sem samsvarar 1°C kælingu á ári. Hitakort af efri hluta Leirbotna benda til aðstreymis "kaldara" vatns inn á borsvæðið nærri holu KG-10. Bendir kælingin í holunni til þess að þetta aðstreymi fari vaxandi vegna vinnslunnar úr svæðinu.



Mynd 32: Vatnsborðsmælingar 1990-91 í holu KG-10

3.2 Neðri hluti Leirbotna

Leirbotnasvæðið er langstærsta jarðhitakerfið í Kröflu. Borholur ná einungis yfir hluta þess og vinnsla fer fram á enn takmarkaðra svæði. Neðri hluti Leirbotna gefur af sér háþrýstigufu og eru helstu vinnsluholur KJ-11, KG-12 og KJ-13. Einnig blæs hola KJ-15 stöðugt, þó hún sé ekki nýtt af virkjuninni. Vinnsla úr þessum holum síðastliðinn vetur var um 25 kg/s sem er svipað og veturinn 89/90 þrátt fyrir að hola KJ-7 hafi verið lokað síðastliðinn vetur (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1990 og 1990). Auk þessara holna vinnur hola KJ-9 að hluta úr neðra kerfinu í Leirbotnum. Rennsli hennar síðastliðið vor mældist 23.5 kg/s.

Erfitt er að fylgjast með hita- og þrýstibreytingum í sjóðandi jarðhitakerfum og er neðri hluti Leirbotna þar engin undantekning. Vinnsluholur sjóða í botn í blæstri og þurfa þær að standa lokaðar í fleiri mánuði til að ná hita- og þrýstijafnvægi við jarðhitakerfið. Besta leiðin til að fylgjast með breytingum, er að mæla hita og þrýsting í holum sem ekki eru nýttar og standa lokaðar langtíðum saman. Engin neðrakerfishola uppfyllir þetta skilyrði. Holur KJ-6 og KJ-7 standa

reyndar lokaðar, en í hvorugri holunni er efrakerfið lokað úti með steiptum fóðringum og virðist, samkvæmt vatnsborðsmælingum síðasta árs, efrakerfið stjórna þrýstingi a.m.k. í holu KJ-6 (sbr. mynd 32). Hóla KJ-7 nýtist ekki til eftirlitsmælinga þar sem mælar ganga ekki neðar en í 800 m dýpi.

Aðstæður til að fylgjast árlega með þrýstingi í neðri hluta Leirbotna eru því tæpast fyrir hendi. Hins vegar hafa fengist nokkrar marktækar þrýstimælingar, þegar neðrakerfisholur hafa verið hreinsaðar eða endurboraðar. Flestar þessar mælingar eru úr holu KJ-13. Samkvæmt þeim mælingum er niðurdráttur í neðra kerfinu við holu KJ-13 óverulegur eða um 1-2 bar á tímabilinu 1983-1990 (Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1990). Hins vegar er ekkert vitað um skammtfma niðurdrátt í holunni vegna vinnslu úr kerfinu yfir vetrarmánuðina. Framvegis væri æskilegt að hita- og þrýstimæla holu KJ-13 árlega til að meta breytingar vegna vinnslu úr neðri hluta Leirbotna. Holan var "opin" í 1065 m dýpi síðast þegar hún var mæld sumarið 1990.

Upplýsingar um hitabreytingar vegna vinnslu úr neðrakerfinu eru af skornum skammti. Af eftirlitsholunum ná holar KJ-6 og KG-24 niður í neðrakerfishita. Hiti hefur ekki breyst djúpt í þessum holum undanfarin ár. Hitamælingar síðustu ára í neðrakerfisholum eftir borun (KG-25) eða eftir hreinsun og endurborun (KJ-13) benda sömuleiðis ekki til hitabreytinga í neðra kerfinu (Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1990; Grímur Björnsson o. fl. 1990)

Þar sem hita- og þrýstibreytingar haldast í hendur í sjóðandi vatnskerfum, benda þau takmörkuðu eftirlitsgögn um hita og þrýsting ekki til þess að núverandi vinnsla hafi nein varanleg áhrif á neðra Leirbotnakerfið.

3.3 Suðurhlíðar Kröflu

Kröfluvirkjun nýtir fjórar holar á Suðurhlíðasvæði; holar 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 lokað eða verið í blæðingu.

Vinnsluholurnar í Suðurhlíðum hafa blásið yfir vetrarmánuðina, en verið á blæðingu yfir sumar tímamann, nema hola KJ-14, sem hefur verið í stöðugum blæstri frá upphafi fram til þessa vors. Sumarið 1991 var hola KJ-14 einnig haldið lokaðri og var henni blætt um 2 mm blendu. Heildarvinnsla þessa árs er því heldur minni en áður eða sem nemur sumurvinnslu holu KJ-14. Í eftirlitsskýrslum undanfarinna ára hefur verið gert ráð fyrir því að vetrarvinnslan í Suðurhlíðum væri um 45 kg/s. Þetta er rétt. Samkvæmt aflmælingum vorin '89, '90 og '91 var samanlagt rennsli úr holunum um 35, 40 og 34 kg/s þessi vor. Hóla KJ-14 hefur dalað jafnt og þétt í rennsli um sem nemur 1 kg/s á ári, en nokkrar sveiflur hafa verið í rennsli holu KJ-20, sem skýrir hve heildarrennslið mælist hátt vorið 1990 (Trausti Hauksson og Jón Benjamínsson, 1989, 1990 og 1991).

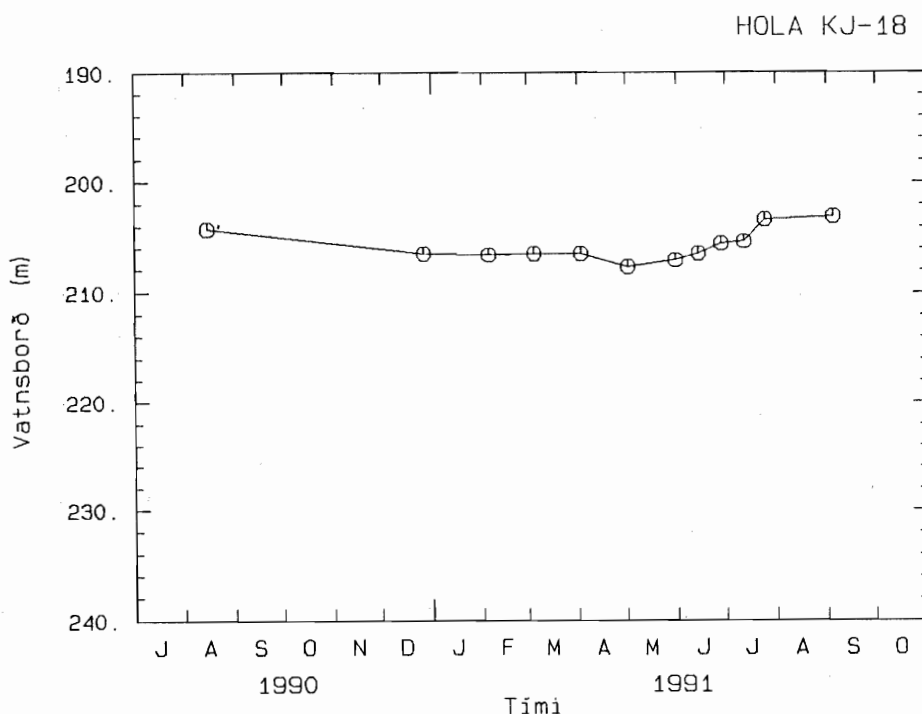
Suðurhlíðar eru sjóðandi jarðhitakerfi. Á vesturhluta svæðisins, við holar KJ-14, 19 og e.t.v 20, fylgja hitastig og þrýstingur suðumarki niður á meira en 2 km dýpi. Austar á svæðinu, við holar KJ-16 og 17, nær suðan hins vegar einungis niður á 1000-1200 m dýpi. Þar tekur við um 270 °C heitt vatnskerfi.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

Síðustu ár hefur hola KJ-16 ýmist verið lokað eða í blæðingu. Hún hefur því nýst vel sem eftirlitshola í Suðurhlíðum. Samkvæmt mælingum í holunni vex niðurdráttur við holuna að meðaltali um 0.7 bar á ári, og er heildarþrýstilækkunin um 8 bar síðan holan var boruð 1981. Breytingin síðasta árið er að vísu heldur meiri, en það skýrist væntanlega af því að nú var mælt mánuði fyrr á

sumrinu en 1990. Vinnsla í Suðurhlíðum hefur einnig áhrif á þrýsting í holu KJ-18. Hefur þrýstingur lækkað að meðaltali um 0.5 bar á ári frá 1981, sem er nokkru hægari þrýstilækkun en í holu KJ-16, enda hola KJ-18 fjær vinnslusvæðinu í Suðurhlíðum.

Ekkert hefur verið fylgst með skammtíma breytingum í þrýstingi í Suðurhlíðum fram til þessa. Í eftirlitsskýrslu síðasta árs var lagt til að hola KJ-18 yrði vatnsborðsmæld reglulega til að kanna skammtíma breytingar. Mælingarnar eru sýndar á mynd 33. Þar sést að vatnsborð holunnar lækkar einungis um 4-5 m yfir vetrarmánuðina.

Ekki hafa mælst hitabreytingar í Suðurhlíðum (holur KJ-16 og 18), sem rekja má til vinnslu. Reyndar hefur hiti djúpt í holu KJ-18 lækkað með tímanum, en orsök þeirrar kælingar er niðurrennsli úr "köldum" æðum ofan þúsund metra dýpis. Hins vegar er fullvíst að sá hluti Suðurhlíða, sem er við suðumark, hefur kólnað í samræmi við þrýstilækkun svæðisins. Miðað við 10 bar niðrdrátt er kæling sjóðandi kerfis á 1-2 km dýpi 5-10 °C.



Mynd 33: Vatnsborðsmælingar 1990-91 í holu KJ-18

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) hefur numið að jafnaði um 35-40 kg/s í nfu mánuði á ári, en lokað er fyrir holuna yfir sumartímann.

Vinnsla úr Hvíthólasvæðinu hefur valdið verulegri þrýstilækkun í jarðhitakerfinu frá því vinnslan hófst haustið 1982. Fram til 1987 féll þrýstingur í holu KJ-21 mjög hratt eða um 3 bar á ári, en síðustu árin hefur dregið mjög úr þrýstilækkuninni, og er ekki lengur marktækur munur á milli ára á þrýstingi í holu KJ-21. Svipuð hegðun kemur einnig fram í holu KJ-23. Þar féll þrýstingur um 2 bar á ári fram til 1987, en síðan mun hæggar eða um 0.5 bar á ári. Samkvæmt mælingunum í holu KJ-23 er því enn lækkandi þrýstingur í Hvíthólakerfinu þótt hann lækki mun hæggar en áður.

Hingað til hefur ekki verið talið að hiti hafi breyst í Hvíthólakerfinu frá því vinnsla hófst. Mælingarnar þetta árið sýna hins vegar að hola KJ-23 hefur kólnað ofan 1000 m dýpis. Skoðun eldri mælinga á t.d. 600 m dýpi sýnir jafnfram að hægbara kæling hefur verið í gangi undanfarin ár. Kælingin gæti numið allt að 1°C á ári. Þessi kæling kemur ekki fram djúpt í holunni. Kæling hefur einnig mælst í holu KJ-21 og helst hún í hendur við þrýstilækkun í holunni. Þar er það því greinilega suða í nágrenni holunnar, sem stjórnar hitabreytingunum, þegar þrýstingur fellur vegna vinnslu.

4. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

Helstu niðurstöður af mælingaefirliti í Kröfluholum sumarið 1991 og samanburði mælinganna við eldri gögn eru eftirfarandi:

1. Fyrirstaða hefur myndast í holu KG-5 á 510 m dýpi. Líklegt þykir að fyrirstöðunni valdi fódoringarskemmd fremur en útfelling á þessu dýpi.
2. Óverulegar breytingar hafa orðið í hita og þrýstingi holu KJ-6 milli 1990 og 1991.
3. Hóla KG-10 er enn kólnandi á 800 m dýpi og er núverandi kólnunarhraði um 1°C á ári eða um 6°C alls frá 1984. Vatnsborð holunnar er nokkru hærra en venjulega á þessum árstíma og tengist það ádælingu á holu KG-25. Hugsanlegt er að vinnslan úr efra Leirbotnakerfinu leiði til aukins innstreymis kaldara vatns nærri holu KG-10. Það skýrir þá kólnun holunnar.
4. Hiti holu KG-24 er um 3°C hærri ofan 1200 m dýpis en undanfarin ár. Eins var þrýstingur holunnar yfir meðallagi vegna ádælingar á holu KG-25.
5. Reglulegar vatnsborðsmælingar í holum, sem tengjast efra Leirbotnakerfinu, sýna að töluverður samgangur er milli þeirra. Ná vatnsborðsbreytingar allt til holu KJ-6.
6. Vetrarvinnsla úr efra Leirbotnakerfinu veldur um 30 m vatnsborðssveiflu yfir árið. Samt er ekki sjáanlegur varanlegur niðurdráttur í kerfinu, allt frá fyrstu Kröfluborunum haustið 1974.
7. Hóla KJ-16 er stöðug í hita en þrýstingur er lækkandi sem undanfarin ár. Meðallækkun síðustu ára er 0,6-0,7 bar/ári.
8. Niðurrennsli, sem hefur verið í gangi í holu KJ-18 undanfarin ár, hefur rénað. Þrýstilækkun í holunni er um 0,2 bar milli 1990 og 1991, en til lengri tíma litið er þrýstifall í holunni um 0,4-0,5 bar/ári.
9. Þrýstingur er lækkandi í Suðurhlíðum og er hraði lækkunarinnar milli 0,5 og 1 bar/ári til langs tíma litið. Lítil sveifla verður í vatnsborði holu KJ-18 yfir vetrarmánuðina, trúlega vegna þess að jarðhitakerfið er sjóðandi við vinnsluholur Suðurhlíða. Á þeim slóðum gæti berg hafa kólnað um $5-10^{\circ}\text{C}$ vegna þrýstilækkunar í kerfinu.
10. Hiti holu KJ-21 er áþekkur við mælingu ársins 1990 en þrýstingur var mun lægri nú en þá. Lækkun þrýstings skýrist aðallega af mælideginum en nú var holan mæld 2-3 vikum fyrr en 1990. Ef þrýstingur er skoðaður til lengri tíma, og tekið tillit til mismundandi mældinga á sumri, virðist sem jafnvægi sé komið á þrýsting við holuna eftir árið 1987.
11. Hóla KJ-23 er á móta heit og sumarið 1990 ef undan er skilið dýptarbilið 600-900 m. Þar gætir kólnunar. Má skýra hana með samverkun blæðingar úr holunni og suðu í jarðhitakerfinu sökum vinnslunnar úr KJ-21. Árlegur niðurdráttur í holunni frá 1987 er um eða innan við 0,5 bar/ári, og aðeins 0,2 bar milli 1990 og 1991.
12. Svo virðist sem mikil þrýstilækkun á Hvíthólasvæði leiði til myndunar suðusvæðis í jarðhitakerfinu, sem nær nú allt til holu KJ-23. Skýrir það kólnun sem orðið hefur í holum upp á síðkastið. Þrýstisveiflan milli vetrarvinnslu og sumarhvíldar virðist nú orðin stöðug milli ára, hvort sem það stafar af suðu í jarðhitakerfinu eða að innstreymi í svæðið hefur náð jafnvægi við vinnsluna.

13. Litlar breytingar hafa orðið á hita og þrýstingi í neðra Leirbotnakerfinu allt frá upphafi vinnslu úr því.

Í heild má segja að árlegt sumareftirlit með hita og þrýstingi í Kröfluholum nái að veita viðunandi mynd af viðbrögðum efra Leirbotnakerfisins, Suðurhlíða og Hvíthóla við vinnslu. Enn gleggri upplýsingar um árssveiflur í efra Leirbotnakerfinu og í Suðurhlíðum, hafa síðan fengist með reglulegum mælingum á vatnsborði holna. Hins vegar eru upplýsingar um ástand neðra Leirbotnakerfisins af skornum skammti og erfitt að meta hita og þrýsting í því nema með óbeinum hætti, sökum þess að ekki eru tiltækar ótruflaðar holur að mæla í. Undantekning er þó hola KJ-13 og mætti hyggja að því hvort ekki beri að taka holuna inn í árlegt mælingaefirlit á Kröflusvæði.

5. HEIMILDASKRÁ

- Benedikt Steingrímsson og Guðjón Guðmundsson, 1986: *Krafla: Borholumælingar árið 1985*. Orkustofnun, OS-86062/JHD-24 B, 39 s.
- Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1990: *Krafla-Vinnslueftirlit: Borholumælingar 1990*. Orkustofnun, OS-90048/JHD-28 B, 48 s.
- Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1991: *Krafla-Hola KG-26: Mat á upphafsástandi, afköstum og gæfni æða*. Orkustofnun Greinargerð GrB/BS-91/07, 10 s.
- Grímur Björnsson, Benedikt Steingrímsson og Ásgrímur Guðmundsson, 1990: *Krafla-Hola KG-25: Upphitun og upphafsástand*. Orkustofnun OS-90052/JHD-30 B, 16 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.

