





**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer 610 875

**Hrefna Kristmannsdóttir**  
**Sigvaldi Thordarson**

**Hitaveita Þorlákshafnar**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 1996-1997**

**Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar**

**OS – 97075**

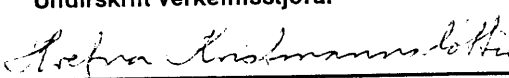
**Desember 1997**

ORKUSTOFNUN: Kennitala 500269-5379 - Sími 569-6000 - Fax 5688896  
Netfang [os@os.is](mailto:os@os.is) - Heimasíða <http://www.os.is>

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-97075	<b>Dags.:</b> Desember 1997	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> HITAVEITA ÞORLÁKSHAFNAR Eftirlit með jarðhitavinnslu 1996-1997	<b>Upplag:</b> 25	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 16	
<b>Höfundar:</b> Hrefna Kristmannsdóttir og Sigvaldi Thordarson	<b>Verkefnisstjóri:</b> Hrefna Kristmannsdóttir	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Árlegt vinnslueftirlit	<b>Verknúmer:</b> 610 875	
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Þorlákshafnar		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Í skýrslunni er gerð grein fyrir efnagreiningum og hitamælingum á vatni úr vinnsluholum Hitaveitu Þorlákshafnar 1996-1997, og eftirliti með vatnstöku úr vinnsluholum veitunnar, BA-01 á Bakka og HJ-01. Híti vatns og vinnsla á Bakka hefur verið skráð samfellt frá því síðari hluta árs 1989. Starfsmenn Orkustofnunar tóku einu sinni sýni úr báðum vinnsluholum á árinu og á vegum hitaveitunnar voru tekin nokkur sýni til greiningar á ákveðnum þáttum. Báðar holurnar voru hitamældar af OS nú í desember. Helstu niðurstöður eru þær að hola HJ-01 hefur kólnað verulega frá því 1992 og er botnhitastig nú um 10°C lægra en þá. Ekki eru marktækar breytingar á kalsedónhita. Snögg breyting hefur orðið á súrefnissamsætu hlutfalli vatns úr holu HJ-01 á þessu ári, en það hefur verið stöðugt mörg undanfarin ár. Allt vatnskerfið hefur greinilega orðið fyrir áhrifum frá innrennsli kalds grunnvatns. Ekki er talið að árangur náist með því að steypa í botn holunnar. Lagt er til að settur verði upp sem fyrst búnaður til að fylgjast betur með hita- og þrýstiástandi í jarðhitakerfinu, og að HJ-01 verði hita- og rennismæld næsta vor við mismikla vinnslu. Til langs tíma litið kemur til álitá að bora nýja vinnsluholu eða hefja dælingu úr annarri eða báðum vinnsluholum.		
<b>Lykilorð:</b> Lághitasvæði, vinnsla, eftirlit, holuþrýstingur, hiti, efnastyrkur	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirfarið af:</b>	

## Efnisyfirlit

1. Inngangur.....	3
2. Vatnsvinnsla og hitastig.....	3
3. Efnasamsetning vatns.....	4
4. Hitamælingar með dýpi.....	7
5. Tillögur vegna breytinga í HJ-01.....	8
6. Niðurstöður.....	8
7. Heimildir.....	10
Viðauki.....	19

## Myndaskrá

Mynd 1. Heildarvinnsla úr jarðhitasvæðinu 1992-1997 .....	11
Mynd 2. Rennsli og hitastig vinnsluvatns úr holu BA-01 .....	11
Mynd 3. Rennsli og hitastig vinnsluvatns úr holu HJ-01 .....	12
Mynd 4.a Klóríðstyrkur í heilsýnum úr holum BA-01 og HJ-01.....	12
Mynd 4.b Klóríðstyrkur í öllum greindum sýnum úr holu BA-01.....	13
Mynd 4.c Klóríðstyrkur í öllum greindum sýnum úr holu HJ-01.....	13
Mynd 5. Breytingar á hlutfalli stöðugra ísótópa með tíma 1987-1994.....	14
Mynd 6. Breytingar á kalsedónhitastigi með tíma 1987-1994.....	14
Mynd 7. Breytingar á kalkmettun vinnsluvatns úr BA-01 og HJ-01 með tíma 1987-1994.....	15
Mynd 8. Hitamælingar í holu BA-01 .....	16
Mynd 9. Hitamælingar í holu HJ-01.....	17

## Tölur

Tafla 1. Efnagreiningar heilsýna 1993-1996.....	6
Tafla 2. Efnagreiningar hlutsýna 1996 og 1997.....	7

## 1. INNGANGUR

Í eftirfarandi skýrslu er gerð grein fyrir niðurstöðum efnagreininga á vatni úr vinnsluholum Hitaveitu Þorlákshafnar 1996-1997. Reglulega hefur verið fylgst með efnasamsetningu vinnsluvatns frá jarðhitasvæðinu á Bakka, og samfelld skráning hefur verið á vatnsvinnslu og hita vatnsins sem upp kemur síðan seinni hluta ársins 1989 (Hrefna Kristmannsdóttir, 1982, 1987, Auður Ingimarsdóttir, 1989, Hrefna Kristmannsdóttir o. fl., 1988, 1990, 1993, 1995, 1996, Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1991, Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1992, 1994).

Starfsmenn Orkustofnunar tóku sýni úr báðum vinnsluholum veitunnar einu sinni á árinu, en auk þess tóku starfsmenn hitaveitunnar nokkur sýni til greininga á ákveðnum þáttum. Einnig eru teknar saman niðurstöður um vatnsvinnslu í samræmi við samning aðilanna. Einnig voru báðar vinnsluholurnar hitamældar nú í desember og er skýrt frá niðurstöðum mælinganna í skýrslunni.

Samantekt og úrvinnsla gagna er gerð samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar nr. 687171-1988. Einnig voru báðar vinnsluholur hitaveitunnar hitamældar nú í haust. Þar sem mælingabíll Orkustofnunar var upptekinn í Kröflu var ekki unnt að mæla holurnar fyrr en í byrjun desember og var beðið með að ganga frá vinnslueftirlitsskýrslu þar til því var lokið.

## 2. VATNSVINNSLA OG HITASTIG

Samfelld skráning hefur verið á vatnsvinnslu og hita vatnsins sem upp kemur síðan seinni hluta ársins 1989. Gögnum safnað með gagnasöfnunarbúnaði Orkustofnunar hefur verið komið í gagnagrunn Orkustofnunar og eru þau birt með eldri gögnum á myndum 1, 2 og 3 frá miðju ári 1992 til nóvembers 1997. Á þessum myndum er sýnd heildarvatnsvinnslan á svæðinu (mynd 1), hiti og rennsli úr holu BA-01 (mynd 2), og hiti og rennsli úr holu HJ-01 (mynd 3).

Heildarvinnslan úr svæðinu hefur verið nokkuð jöfn undanfarin ár, en virðist þó örlítið meiri árið 1997 en undanfarin ár, eða um 24 l/s, miðað við 21-23 l/s þar á undan. Vinnslu úr holu HJ-01 er haldið nokkuð jafri, en vinnsla úr holu BA-01 er breytilegri og fer eftir þörf notenda.

Ljóst er að sjálfvirku hitamælingunum verður að taka með nokkrum fyrirvara. Sérstaklega á þetta við um hitamælingar í BA-01, en eins og sjá má á mynd 2 þá eru verulegar truflanir í þeim í lok 1996 og byrjun 1997. Samkvæmt mynd 2 virðist hafa orðið hægfara kólnun síðastliðin ár, en það er hins vegar mjög varasamt að fara út í slíkar túlkningar á þessum gögnum, þar sem áreiðanleiki þeirra er ekki mikill. Til dæmis var mælirinn settur í yfirhalningu um mánuði eftir að mælitímabilinu sem sýnt er á mynd 2 lauk, og hækkaði þá hitinn um 2½ gráðu (úr 114°C í 116,5°C), en mæling með

öðrum hitamæli sýndi þá um 119°C. Þeim mæli bar hins vegar ágætlega saman við hitamælingarnar í HJ-01, enda virðast hitamælingar þar vera stöðugri.

Það er einnig ljóst að mjög erfitt, ef ekki ómögulegt, er að nota núverandi hitamælingar til að segja eitthvað um ástand vinnslusvæðisins og áhrif vinnslunnar á það (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1996). Því er mjög brýnt að annars konar mælibúnaði verði komið fyrir þarna, eins og lagt hefur verið til í vinnslueftirlitsskýrslum undanfarinna ára, en helst hefur verið lagt til að hiti og/eða þrýstingur verði mældur neðan vatnsborðs í báðum holunum. Teknar hafa verið saman tillögur um framkvæmd og kostnað við uppsetningu slíks búnaðar í fyrri vinnslueftirlitsskýrslum (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1995).

Hola HJ-01 hefur verið hitamæld með dýpi nokkrum sinnum á vinnslutímanum, en það er nokkuð dýr aðgerð. Vegna gruns um hitalækkun í holu HJ-01 voru báðar vinnsluholurnar hitamældar nú í haust eins og greint er frá í kafla 4.

### 3. EFNASAMSETNING VATNS

Reglulega hefur verið fylgst með efnasamsetningu vinnsluvatns frá jarðhitasvæðinu á Bakka, bæði vinnluholu BA-01 og HJ-01 og breytingum samfara vinnslu. Á síðari árum hafa breytingar verið litlar, en þrátt fyrir það er full ástæða til að fylgjast áfram vel með þessum þætti, þar sem efnabreytingar geta oft verið fyrirboði um kólnun vatns og innstreymi kaldara grunnvatns.

Árið 1995 var settur upp búnaður til að fylgjast með hugsanlegum útfellingum eða tæringu í leiðslukerfinu. Fyrstu plöturnar voru teknar út eftir um eitt og hálf ár, en í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu fórst fyrir að segja frá niðurstöðunum. Eins og fram kemur í töflu í viðauka reyndist hvorki vera tæring né útfelling á þessu tímabili. Æskilegt er að starfsmenn hitaveitunnar skoði plöturnar reglulega, en það má gera án þess að stöðva rennsli. Verði þeir varir við eitthvað óeðlilegt þarf að taka plöturnar úr til nánari athugunar.

Tekin voru heilsýni til efnagreiningar 14. janúar 1997 úr báðum vinnsluholum og eitt sýni úr dreifikerfinu. Niðurstöður greininganna eru sýndar í töflu 1, en til samanburðar eru teknar með efnagreiningar frá undanförunum árum úr báðum vinnsluholum.

Auk þess voru að þessu sinni tekin 5 sýni úr hvorri holu af starfsmönnum hitaveitunnar til greininga á einstökum efnum og eru niðurstöður þeirra greininga sýndar í töflu 2. Í þeirri töflu er einnig sýnd hlutgreining á vinnslusýni úr dreifikerfi, sem tekið var samhliða heilsýnatöku úr holunum.

Einstakir þættir og breytingar á þeim eru sýndir á myndum 4-8. Mynd 4 sýnir styrk klóríðs með tíma í vinnsluvatninu, mynd 5 sýnir breytingar í hlutfalli stöðugra ísótópa með tíma og mynd 6 sýnir útreiknað kalsedónhitastig með tíma. Þetta eru allt gildi mæld í svokölluðum heilsýnum þar sem mæld eru öll aðalefni. Á myndum 7 og 8 er sýndur styrkur klóríðs úr öllum sýnum sem til eru úr holunni, en hann er það efni sem mælt er í öllum sýnum sem starfsmenn Hitaveitunnar taka til hlutgreininga.

Þrátt fyrir lækkað hitastig á fyrra ári sáust ekki miklar breytingar þá á efnastyrk vatnsins. Nú eru hins vegar farnar að sjást nokkrar breytingar. Klóríð breyttist ekki að marki og fer ekki sjáanlega lækkandi í holu HJ-01. Styrkur þess virðist sveiflast í takt við vinnslu en hefur ekki breyst marktækt á síðustu árum (mynd 4). Á mynd 4a er sýndur styrkur klóríðs í þeim sýnum þar sem greind hafa verið öll aðalefni. Á myndum 4b og 4c er sýndur styrkur í öllum mældum sýnum, úr holum BA-01 og HJ-01, þ.e. líka sýnum sem starfsmenn hitaveitunnar hafa tekið til hlutgreininga. Á þessum myndum sjást vel skammtímabreytingar eins og árstíðasveiflur sem tengdar eru vinnslunni, en á mynd 4a koma langtímabreytingar betur fram. Sveiflur í seltu (klóríðstyrk) eru þannig taldar tengdar massatöku og stafa af því að við breytingar á vinnslu breyttist innbyrðis hlutfall einstakra vatnsæða, en þær eru missaltar. Fyrst eftir að gert var við holu HJ-01 árið 1990 hækkaði klóríðstyrkur vinnsluvatns úr henni talsvert en stóð síðan í stað. Styrkur klóríðs náði aldrei fyrra gildi, sem sýnir að vatnskerfið sem holuna fæðir hefur allt orðið fyrir áhrifum af innrennsli ferskara vatns. Í holu BA-01 hefur selta ekki lækkað á vinnslutímabilinu.

Á síðustu árum virðast ekki hafa orðið varanlegar breytingar á seltu í holunum, þar sem sýni tekin á mismunandi tímum við sama dælingarmagn eru nánast eins að samsetningu.

Hlutfall súrefnissamsæta (mynd 5) hefur verið nokkuð stöðugt síðustu ár en nú sést veruleg breyting á því í holu HJ-01. Súrefnissamsætuhlutfall vatns í holu HJ-01 breyttist snögglega þegar vinnsla hófst í henni, og síðan hægfaða uns gert var við hana. Eftir að gert var við holuna breyttist súrefnissamsætuhlutfallið nær ekkert, þar til nú í síðasta sýni að það snöggglækkaði. Í holu BA-01 hafa ekki orðið marktækar breytingar á súrefnissamsætuhlutfallinu, þótt svo virðist að um hægfaða lækkun þess gæti verið að ræða. Hegðun súrefnissamsætuhlutfalls í HJ-01 bendir til hins sama og breytingar á klóríðstyrk. Ljóst er að vatnið í vatnskerfinu er þyngra en í upphafi, þ.e. að inn í vatnskerfið allt hefur streymt vatn með lægra súrefnissamsætuhlutfall en var í upphafi. Staðbundið kalt grunnvatn á svæðinu er þyngra en jarðhitavatnið, og að sjálfsögðu einnig ferskara.

Útreiknaður kalsedonhiti sýnir ekki marktækar breytingar milli ára, en á tímabilinu 1994-1997 má merkja smávægilega lækkun. Þessi lækkun er svo hægfaða að hún hefur ekki verið túlkuð sem yfirvofandi kæling í jarðhitakerfinu.

Þær breytingar sem fram komu 1990 í holu HJ-01 (Hrefna Kristmannsdóttir o. fl., 1990) voru aðallega vegna mikils innstreymis af kaldara og ferskara vatni inn um botnæð holunnar. Af efnabreytingum vinnsluvatnsins er ljóst að mikið af köldu staðbundnu grunnvatni hefur runnið inn í allt jarðhitakerfið sem fæðir holuna. Þetta almenna innrennsli gerir erfiðara um vik að sjá fyrir hitabreytingar í djúpkerfinu útfrá efnabreytingum á vatninu, og hefur ekki komið fram eins skýr fyrirboði um þá kælingu sem nú er orðin og þá sem varð 1987-1990. Kælingin virðist einnig hafa verið hægari að þessu sinni.

Tafla 1. Efnagreiningar heilsýna úr holum BA-01 og HJ-01, 1993-1996 (mg/l).

Staður	BA-01	BA-01	BA-01	BA-01	BA-01	BA-01	BA-01	BA-01	HJ-01	HJ-01	HJ-01	HJ-01	HJ-01
Dagsetning Númer	93-01-14 93-0002	94-01-18 94-0002	94-09-05 94-0167	95-01-31 95-0006	96-02-12 96-0037	97-01-14 97-0004	93-01-14 93-0003	93-02-10 93-0015	94-01-18 94-0001	95-01-31 95-0007	96-02-12 96-0038	97-01-14 97-0003	
Hiti (°C)	116,0	118,0	119,0	120,0	118,0	117,3	104,0	99,0	98,0	98,0	99,0	98,6	
Sýrustig (pH/°C)	8,90/22	8,78/24	8,66/24	8,88/23	8,92/22	8,93/22	8,98/24	8,98/23	8,93/23	9,01/23	9,08/22	9,10/21	
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	131	131	138	130	130	130	110	113	110	110	108	105	
Natríum (Na)	397	389	398	390	387	397	281	281	276	279	268	279	
Kalíum (K)	17,8	17,1	17,8	19,2	17,2	17,2	10,5	10,3	10,0	11,0	9,8	9,9	
Kalsíum (Ca)	78,4	71,4	73,2	72,0	68,0	71,5	41,0	42,3	38,9	40,4	34,6	39,8	
Magnesium (Mg)	0,010	0,008	0,021	0,004	0,012	0,009	0,009	0,011	0,008	0,008	0,009	0,009	
Karbonsát (CO <sub>2</sub> )	3,6	6,2	9,9	5,3	6,0	9,5	5,8	6,3	6,8	6,8	8,5	10,3	
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	122	119	121	116	118	111	83	83	82	79	79	75	
Brennist.v. (H <sub>2</sub> S)	0,48	0,46	0,20	0,49	0,66	0,64	0,22	0,15	0,14	0,16	0,21	0,20	
Klóríð (Cl)	676	658	743	626	655	634	451	452	441	419	424	453	
Flúoríð (F)	0,52	0,51	0,51	0,52	0,50	0,49	0,52	0,53	0,53	0,53	0,54	0,50	
Uþpl. efni (TDS)	1432	1412	1422	1310	1415	1476	832	926	980	950	952	984	
Járn (Fe)	0,007	0,016	-	-	0,007	0,0148	0,013	0,029	0,006	-	0,002	0,003	
Mangan (Mn)	-	0,003	-	-	0,001	-	-	0,001	0,0012	-	0,0005	0,0006	
Al (Al)	0,07	0,064	-	-	0,065	-	0,09	0,093	0,095	-	0,085	-	
Brómíð (Br)	-	2,0	-	2,2	-	-	-	-	1,4	-	-	-	
Bór (B)	0,28	0,25	0,49	-	0,27	0,27	0,18	0,19	0,18	-	0,19	0,18	
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,003	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-9,23	-9,19	-9,17	-9,21	-9,13	-9,14	-8,81	-8,7	-8,68	-8,67	-8,71	-8,04	
δD (‰ SMOW)	-	-	-73,8	-	-74,9	-	-	-	-	-	-66,8	-	

- Ekki mælt



**Tafla 2. Efnagreiningar hlutsýna hjá Hitaveitu Þorlákshafnar 1996 og 1997 (mg/l).**

	Dagsetning	Númer (°C)	Hiti (°C)	pH/°C (°C)	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)
Bakki Hola BA-01	96-06-03	96-0272	100,5	-	140	-	682	-
	96-08-22	96-0274	100,4	-	136	-	702	-
	96-11-05	96-0570	100,1	-	134	115	633	-
	97-04-01	97-0126	100,0	-	134	118	688	-
	97-06-02	97-0412	-	-	135	117	677	-
Hjallakrókur HJ-01	96-06-03	96-0273	100,5	-	109	-	455	-
	96-08-22	96-0275	100,9	-	109	-	468	-
	96-11-05	96-0569	99,8	-	105	76,2	429	-
	97-04-01	97-0125	100,1	-	103	72,0	428	-
	97-06-02	97-0411	100,9	-	108	80,5	462	-
Knarrarberg 5	96-02-12	96-0039	-	9,01/22	124,6	107	585	0
	97-01-14	97-0005	-	9,02/21	120,3	96	541	0

- Ekki mælt

#### 4. HITAMÆLINGAR MEÐ DÝPI

Á síðasta ári varð vart við talsverða hitalækkun vinnsluvatns úr holu HJ-01 og var því lagt til að báðar holurnar yrðu hitamældar sem fyrst. Eins og bent var á hér að framan segja vinnslugögn, sem nú er safnað á jarðhitasvæðinu á Bakka, lítið til um áhrif vinnslunnar á svæðið, þar sem ekki er mældur hiti eða þrýstingur niðri í holunum. Hiti hefur verið mældur af og til í holu HJ-01, en vegna kostnaðar hefur slíkum mælingum verið haldið í lágmarki.

Báðar holurnar, BA-01 og HJ-01, voru hitamældar þann 3. desember 1997, en þá voru liðin fimm ár frá því síðast var mælt í holu HJ-01, og hola BA-01 hefur ekki verið hitamæld síðan rétt eftir borun. Hola BA-01 er stífluð mjög ofarlega þannig að hitamælingar í henni segja ekki mikið.

Niðurstöður þessara mælinga, ásamt nokkrum eldri mælingum, eru sýndar á mynd 4 fyrir holu BA-01 og mynd 5 fyrir HJ-01. Hola BA-01 var nú hitamæld í blæstri en í viðmiðunarmælingunni frá 1978 var ekkert rennsli úr holunni. Mælingarnar eru því ekki sambærilegar og þar sem holan er stífluð í tæpum 240 m er ekki hægt út frá mælingunni að segja neitt um hugsanlegar hitabreytingar.

Í holu HJ-01 eru hins vegar verulegar breytingar frá síðustu mælingu. Á mynd 5 eru til samanburðar sýndar síðasta mæling úr holu HJ-01 frá 1992 og einnig mæling frá 1990 áður en gert var við holuna. Botnhitastig holunnar er nú rúmlega 10 °C lægra en 1992 og hitastig á blönduðu rennsli aðalæðar og hinna upp holuna er um 3 °C lægra en þá. Varðandi síðastnefnda atriðið ber þess þó að gæta að rennsli var 13,5 l/s í mælingunni nú en aðeins 9,5 l/s í mælingunni frá 1992. Hitastig rennslisblöndunnar er mjög háð heildarrennsli og er því kaldara sem rennslið er meira. Hitastig í botni holunnar er enn lægra en hitastig á þessu dýpi var fyrir viðgerð holunnar 1990 og hitastig rennslis

svipað og þá var. Í þeirri mælingu var rennslið 15 l/s og ætti því að hafa verið enn meiri kæling á blöndunni en við mælinguna nú.

## 5. TILLÖGUR VEGNA BREYTINGA Í HJ-01

Þegar fram kom innrennsli staðbundins grunnvatns um botnæð holu HJ-01 árið 1990 var bent á að það gæti ekki einskorðast við botnæð holunnar þótt þar kæmi það beinast inn í hana. Var því talið að með því að steypa í botnæðina væri aðeins um bráðabirgðaaðgerð að ræða sem óvíst væri hvort og þá hversu lengi dygði. Sú aðgerð stöðvaði strax kælingu holunnar og þegar síðast var hitamælt, 1992, hafði holan ekki kólnað aftur. Hins vegar var ljóst útfrá þeim breytingum sem urðu á efnainnihaldi vatnsins að allt vatnskerfið hafði orðið fyrir áhrifum innrennslis og því viðbúið að kæling kæmi síðar fram í hinum vatnsæðunum. Það hefur nú orðið, þótt reyndar virðist holan mest kæld í botni. Þessar breytingar eru mjög hægfara og er því ekki talin þörf á neinum bráðum aðgerðum, en það þarf að fylgjast mjög vel með framvindunni á næstu mánuðum og árum.

Lagt er til að komið verði fyrir sem fyrst búnaði til að mæla hita og/eða þrýsting neðan vatnsborðs í holunni í samræmi við fyrri tillögur. (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1995).

Þar sem allt kerfið hefur greinilega orðið fyrir áhrifum frá innrennsli kalds grunnvatns er ekki talið að það skili miklum árangri að steypa aftur í botn holunnar. Einnig er orðið stutt í aðalvatnsæð holunnar og því fylgir nokkur áhætta slíkri aðgerð.

Aukið eftirlit með kælingu á næstu mánuðum ætti að geta sagt fyrir hversu lengi má búast við að holan dugi til sams konar vinnslu og nú er. Hins vegar þarf að ákveða sem fyrst hvaða langtímalausn er hentugust. Þar kemur bæði til álita að bora nýja vinnsluholu og að hefja dælingu úr annarri vinnsluholunni eða báðum.

## 6. NIÐURSTÖÐUR

Hola HJ-01 hefur kólnað verulega frá 1992 og er botnhitastig holunnar nú rúmlega 10°C lægra og hitastig á blönduðu rennsli aðalæðar og hinna um 3 °C lægra en þá.

Lagt er til að settur verði upp sem fyrst búnaður til að fylgjast betur með hita- og þrýstiástandi í jarðhitakerfinu.

Kalsedónefnahiti sýnir ekki marktækar breytingar frá fyrra ári, en örlítil lækkun virðist hafa orðið frá 1992.

Snögg breyting hefur orðið á súrefnissamsætu hlutfalli vatns úr holu HJ-01 á þessu ári eftir að það hefur verið stöðugt í mörg undanfarin ár.

Allt vatnskerfið hefur greinilega orðið fyrir áhrifum frá innrennsli kalds grunnvatns og því ekki eins einfalt að sjá fyrirboða um kælingu frá efnainnihaldi og var 1987-1990.

Ekki er talið líklegt að það skili miklum árangri nú að steypa í botn holunnar, og það er auk þess talið áhættusamt vegna þess hversu stutt er orðið í aðalvatnsæð.

Lagt er til að fylgst verði mjög náið með framvindu mála á næstu mánuðum en ekki er talið nauðsynlegt að grípa til bráðra aðgerða.

Lagt er til að hita- og rennismæla HJ-01 næsta vor við mismikla vinnslu.

Sem langtímalausn kemur bæði til álita að bora nýja vinnsluhölu og að hefja dælingu úr annarri vinnsluhölnni eða báðum.

## 7. HEIMILDIR

Auður Ingimarsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir, Helga Tulínus, Hrefna Kristmannsdóttir og Sæþór L. Jónsson. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1988-1989. Orkustofnun, OS-89029/JHD-13 B. 12 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1987. Hitaveita Þorlákshafnar-Efnaeftirlit með hitaveituvatni 1987. Greinargerð HK-87/14. 2s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir, Guðjón Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason, 1988. Hitaveita Þorlákshafnar. Efnasamsetning jarðhitavatns í holu 1 á Bakka og holu 2 í Hjallakróki, og hitamæling holu 2. Orkustofnun, OS-88043/JHD-22 B. 8s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Ólafsson, Hilmar Sigvaldason, Helga Tulínus, Sverrir Þórhallsson og Kristján Sæmundsson, 1990. Hitaveita Þorlákshafnar. Áhrif vinnslu á jarðhitasvæðið og tillögur til úrbóta. Orkustofnun, OS-90021/JHD-09 B. 40 s.

Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulínus, 1991. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991. Orkustofnun, OS-91030/JHD-16 B. 13 s.

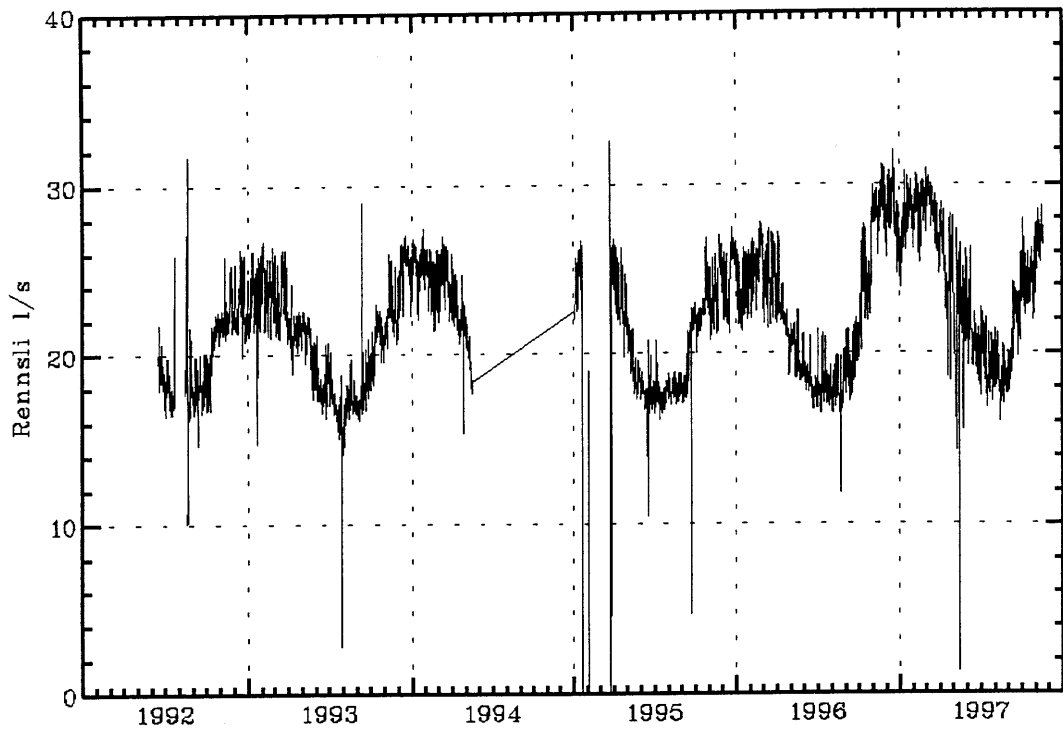
Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1992. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991-1992. Orkustofnun, OS-92029/JHD-13 B. 13 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1993. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1992-1993. Orkustofnun, OS-93040/JHD-20 B. 10 s.

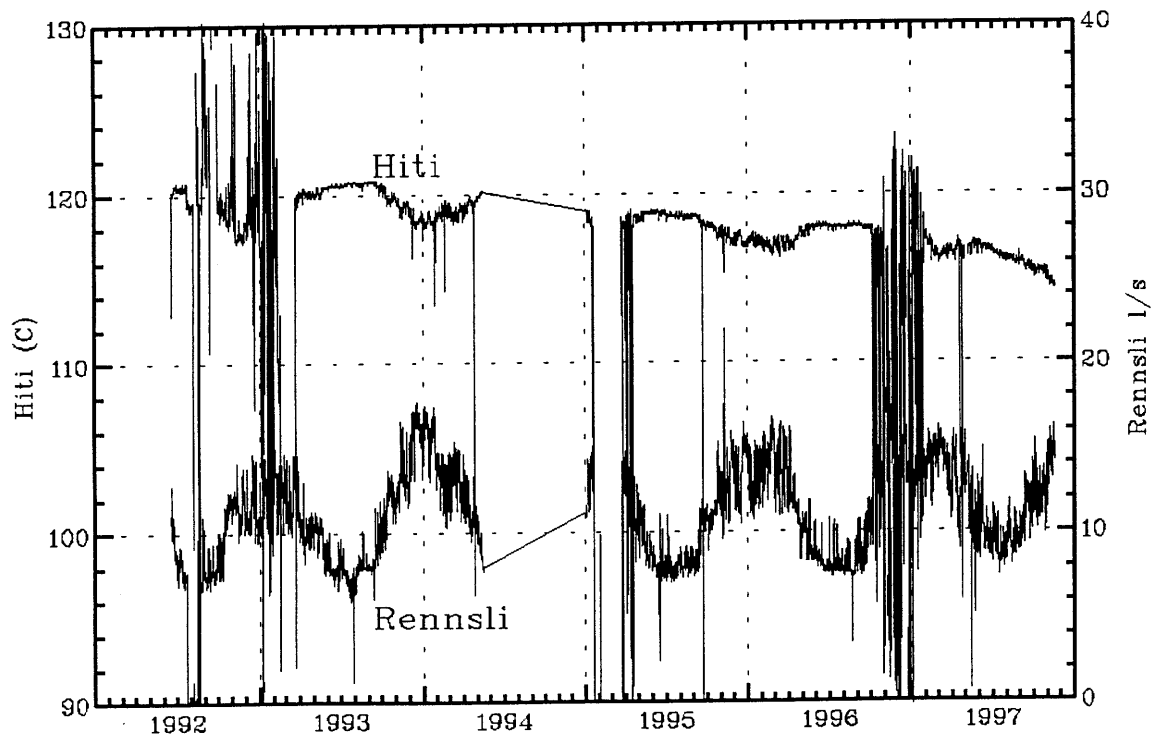
Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1994. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994. Orkustofnun, OS-94029/JHD-16 B. 10 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulínus og Hilmar Sigvaldason, 1995. Hitaveita Þorlákshafnar Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. Orkustofnun, OS-95035/JHD-22 B. 14 s.

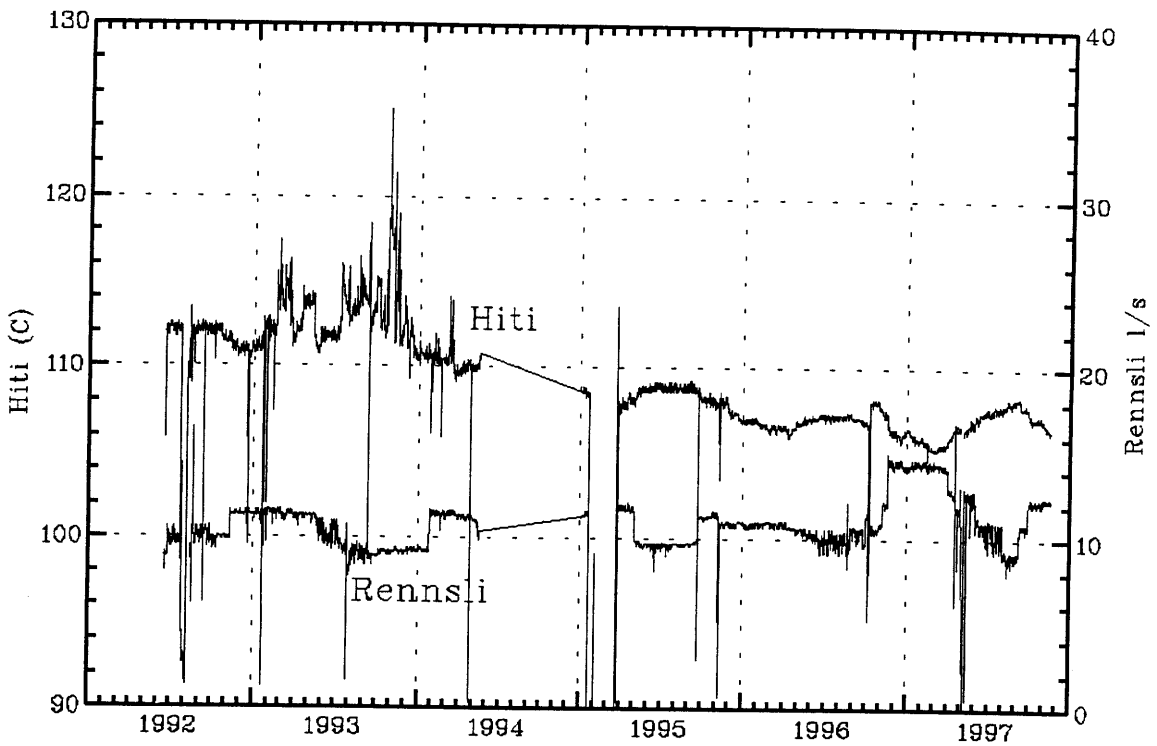
Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1996. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995-1996. Orkustofnun, OS-96049/JHD-21 B. 11 s.



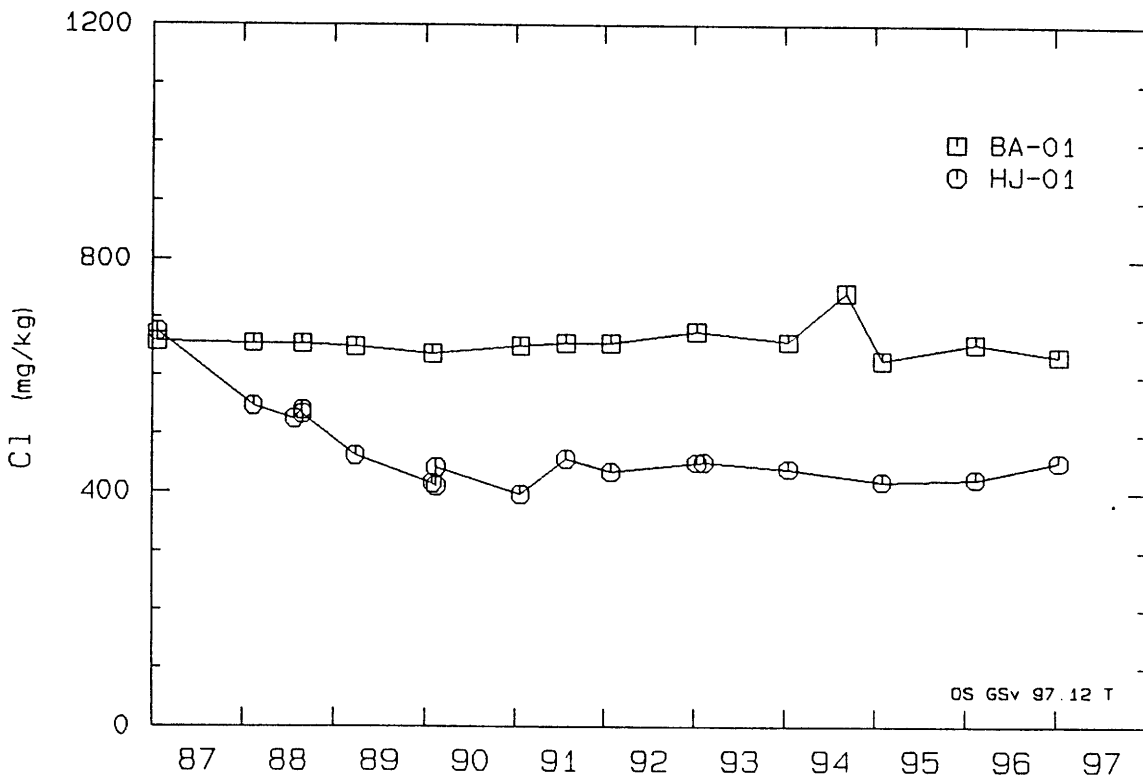
Mynd 1. Heildarvinnsla úr jarðhitasvæðinu 1992-1997.



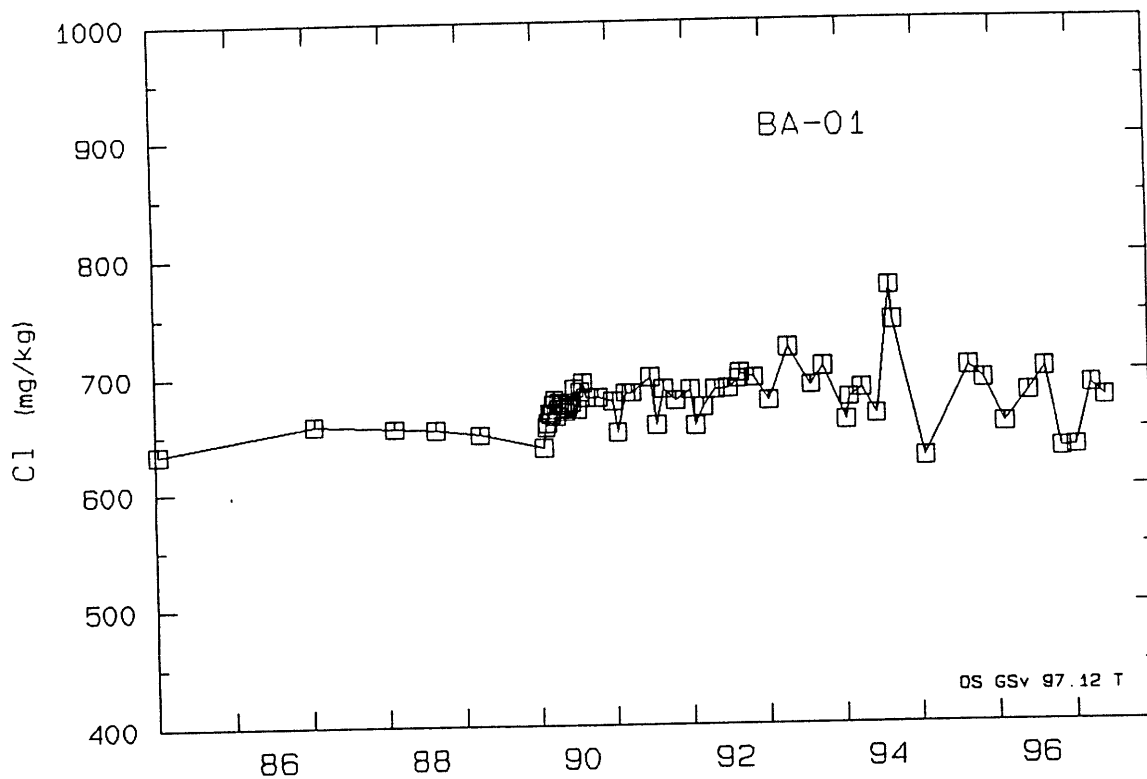
Mynd 2. Rennsli og hitastig vinnsluvatns úr holu BA-01.



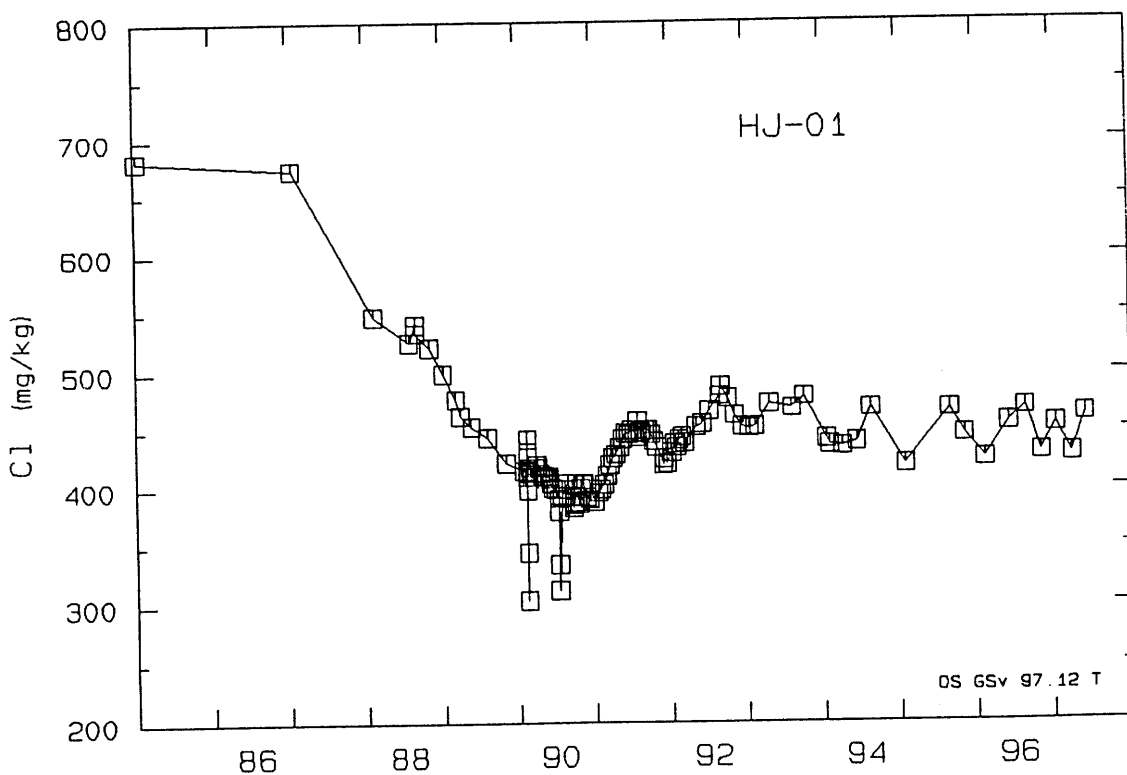
Mynd 3. Rennslí og hitastig vinnsluvatns úr holu HJ-01.



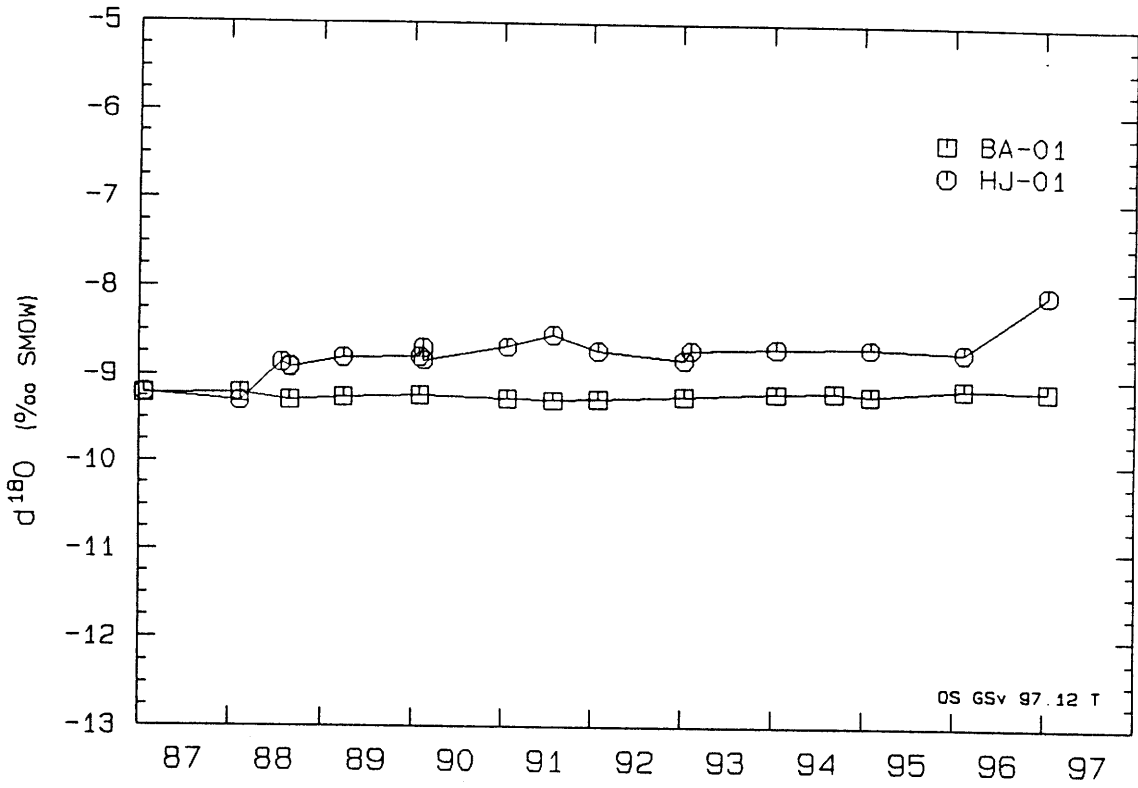
Mynd 4a. Klóríðstyrkur í heilsýnum úr holum BA-01 og HJ-01.



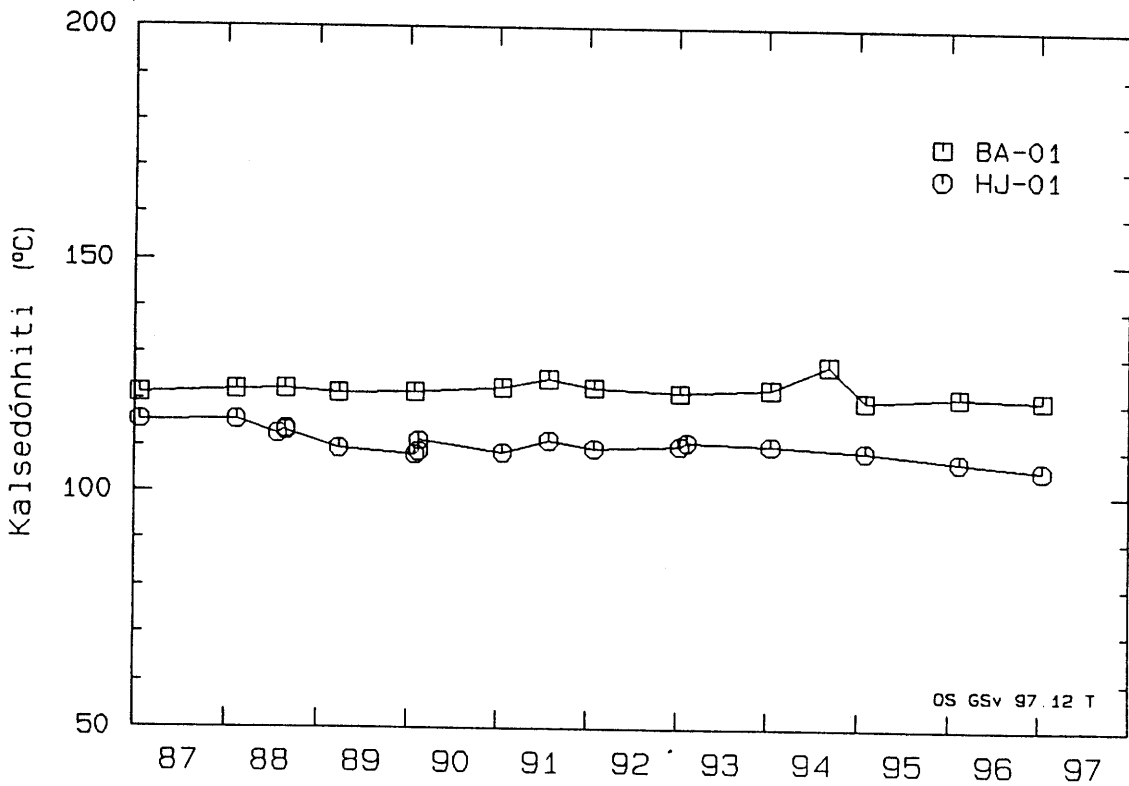
Mynd 4b. Klóríðstyrkur í öllum greindum sýnum úr holu BA-01.



Mynd 4c. Klóríðstyrkur í öllum greindum sýnum úr holu HJ-01.

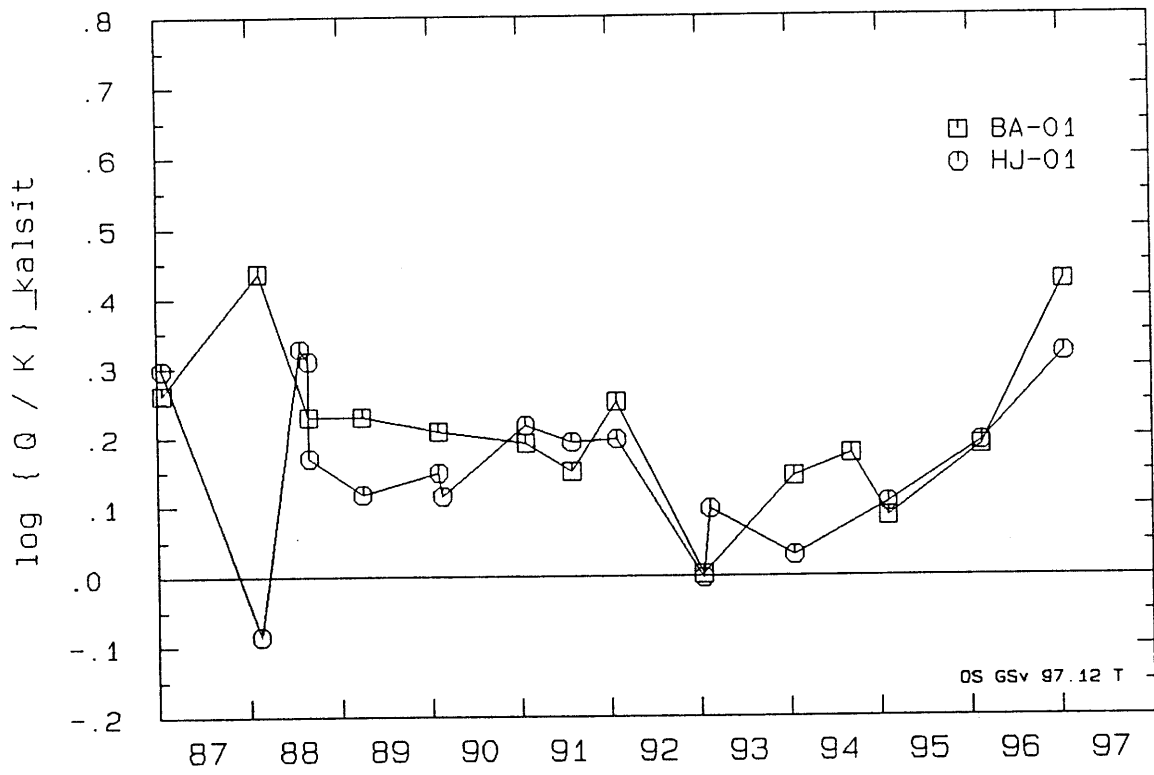


Mynd 5. Breytingar á hlutfalli stöðugra ísótópa með tíma 1987-1994.

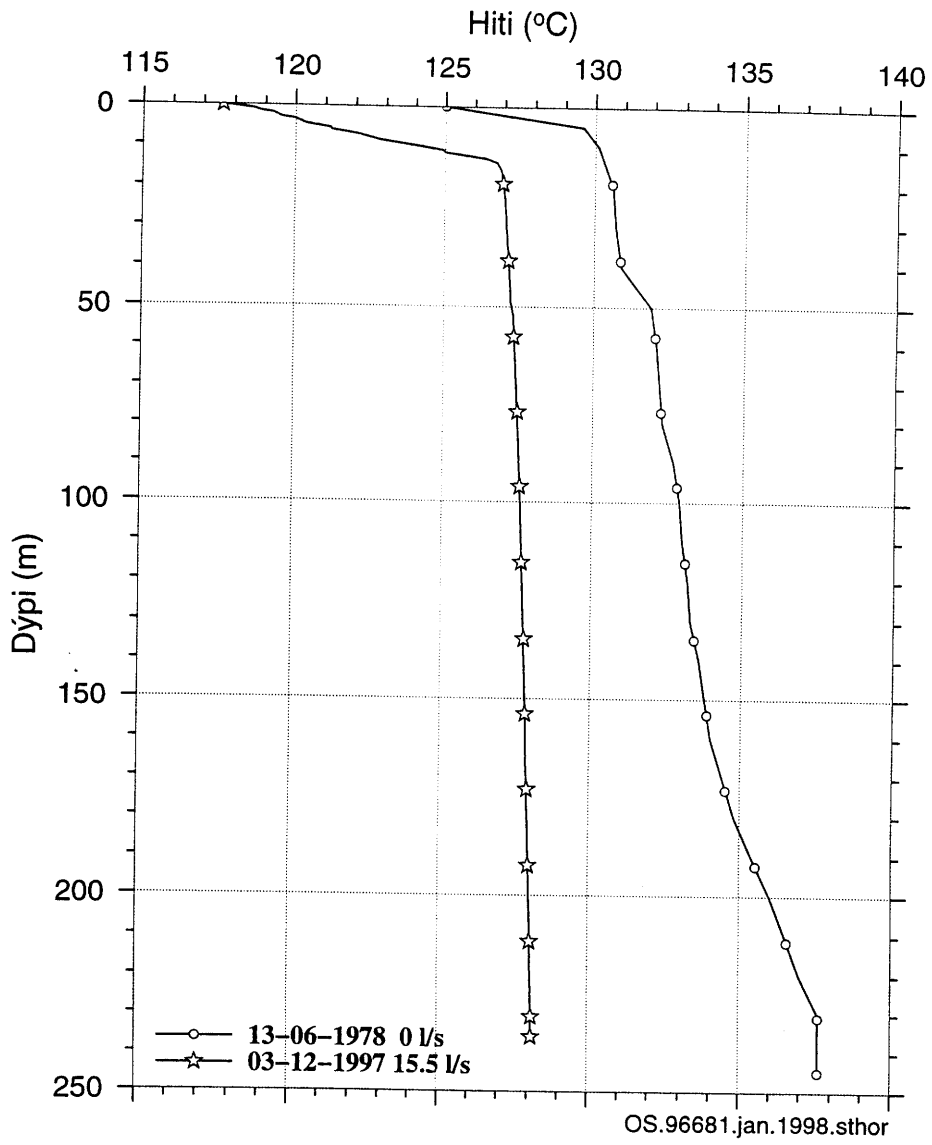


Mynd 6. Breytingar á kalsedónhitastigi með tíma 1987-1994.

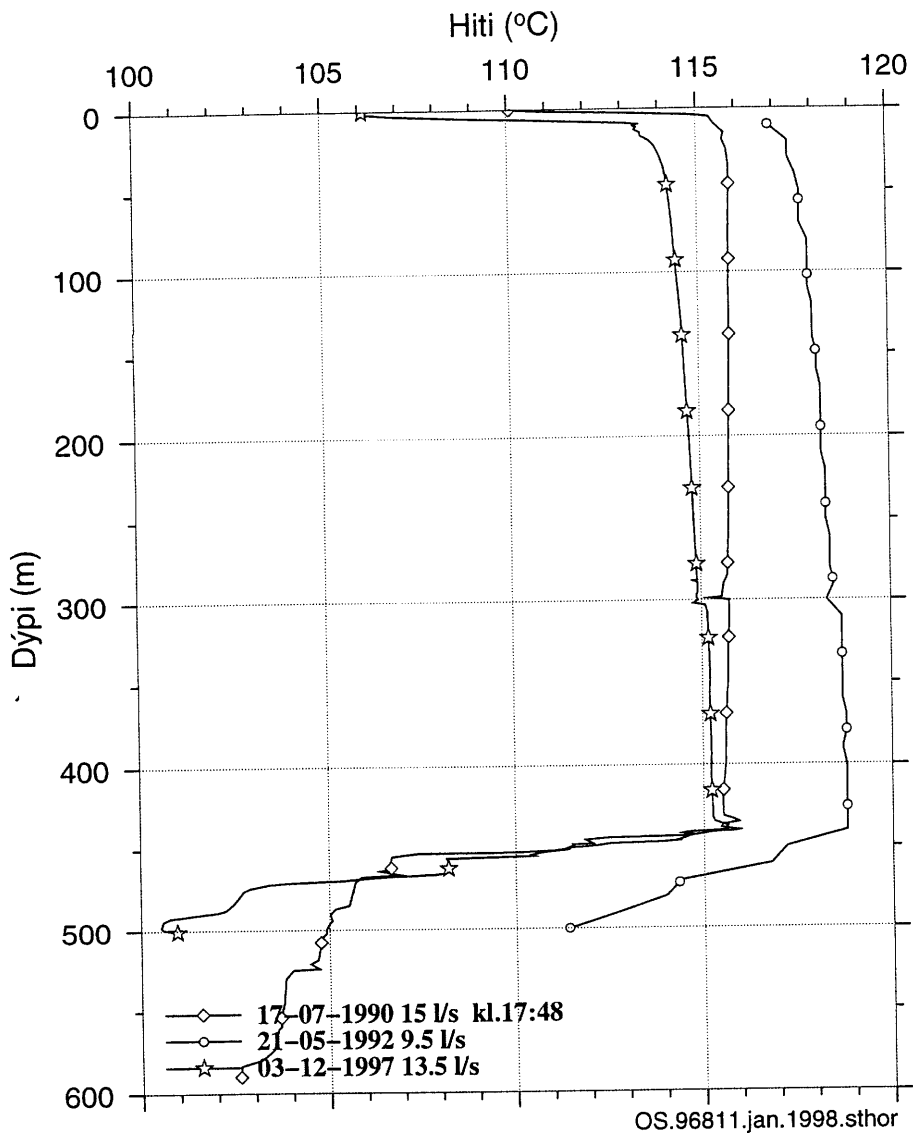




Mynd 7. Breytingar á kalkmettun vinnsluvatns úr BA-01 og HJ-01 með tíma 1987-1994.



Mynd 8. Hitamælingar í holu BA-01.



Mynd 9. Hitamælingar í holu HJ-01.



**Viðauki: Vigtun tæringarplatna fyrir og eftir prófun**

Tæringarplötur hjá Hitaveitu Þorlákshafnar									
Plötur voru þvegnar upp úr acetoni fyrir vigtun									
Plötur T1 og T3 voru í holu BA-01 frá 27. jan 1995 til 5. sept 1996									
Plötur T5 og T6 voru í holu HJ-01 frá 25. jan 1995 til 5. sept 1996									
Plata	Þyngd1 (g)	Þyngd2 (g)	Mismunur (g)	Fjöldi daga	Mismunur %	Mismunur/Fjöldi daga g/dag	g/ári		
T1	6.532	6.513	-0.019	587	-0.29	-0.000031925	-0.011713		
T2	6.596								
T3	6.606	6.587	-0.019	587	-0.28	-0.00003155	-0.011575		
T4	6.544								
T5	6.531	6.514	-0.017	589	-0.26	-0.000028438	-0.010469		
T6	6.591	6.573	-0.018	589	-0.28	-0.000031256	-0.011506		
							mó/96.09.18		