



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA ÞORLÁKSHAFNAR
Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994

Hrefna Kristmannsdóttir
Hilmar Sigvaldason

Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar

OS-94029/JHD-16 B

Reykjavík, júlí 1994

HITAVEITA ÞORLÁKSHAFNAR
Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994

Hrefna Kristmannsdóttir
Hilmar Sigvaldason

Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar

OS-94029/JHD-16 B

Reykjavík, júlí 1994

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VATNSVINNSLA OG HITASTIG	3
3. TILLÖGUR AÐ HITA- OG ÞRÝSTIMÆLINGUM Í HOLUNUM	4
4. EFNASAMSETNING VATNS	4
5. NIÐURSTÖÐUR	5
6. HEIMILDIR	5

TÖFLUR

1. Efnasamsetning vatns úr holum BA-01 og HJ-01	6
2. Efnagreining hlutsýna úr holum BA-01 og HJ-01 og vinnslusýna frá Knarrarbergi	7

MYNDIR

1. Heildarrennsli úr borholum BA-01 og HJ-01	8
2. Hitastig og rennsli úr borholu BA-01	8
3. Hitastig og rennsli úr borholu HJ-01	8
4. Breytingar á styrk klóríðs með tíma í borholuvökva BA-01 og HJ-01	9
5. Breytingar á súrefnissíótópahlutfalli með tíma í borholuvökva BA-01 og HJ-01	9
6. Breytingar á kalsedónhita með tíma í borholuvökva BA-01 og HJ-01	9
7. Samband klóríðstyrks við rennsli vatns úr holu BA-01	10
8. Samband klóríðstyrks við rennsli vatns úr holu HJ-01	10

1. INNGANGUR

Í eftirfarandi skýrslu eru teknar saman niðurstöður um vatnsvinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar 1993-1994 samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar nr. 687171-1988. Einnig er gerð grein fyrir niðurstöðum efnagreininga á vatni úr vinnsluholunum. Starfsmenn Orkustofnunar taka samkvæmt samningi aðila sýni úr báðum vinnsluholum veitunnar einu sinni á ári, en auk þess taka starfsmenn hitaveitunnar sýni til greininga á ákveðnum þáttum nokkrum sinnum á ári og er sýnatíðni ákveðin eftir ástæðum hverju sinni.

Sjálfvirkur söfnunarbúnaður frá Orkustofnun var tengdur 1992 við skráningarkerfi hitaveitunnar. Þessi gögn hafa síðan verið sótt reglulega símleiðis og eru geymd í gagnasafni á Orkustofnun. Hefur þetta fyrirkomulag gefist vel og auðveldar mjög framsetningu gagnanna.

2. VATNSVINNSLA OG HITASTIG

Á mynd 1 er sýnd heildarvinnsla úr báðum holunum frá árinu 1989 en myndir 2 og 3 sýna hita og rennsli úr hvorri holu fyrir sig. Heildarvinnslan er nokkuð jöfn milli ára frá byrjun árs 1992, en þá minnkaði hún verulega vegna samdráttar í fiskeldi. Heildarvinnslan er minnst um 16 l/s yfir sumartímamann en fer upp í 26 l/s á vetrum. Sem fyrr er rennsli úr HJ-01 haldið nokkuð stöðugu 9 - 12 l/s en rennsli úr BA-01 er breytilegt eftir notkun. Nokkrar truflanir eru á gagnasöfnuninni vegna smíði á nýju dæluhúsi og verður væntanlega enn um sinn.

Á undanförunum árum hefur gögnum um hita og rennsli úr holunum verið safnað (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1991, 1992 og 1993). Hitanemar hafa mælt hitastig við holutopp en rennsli hefur verið mælt úr holu HJ-01 og í aðveitulögn til Þorlákshafnar. Í eftirlitsskýrslum Orkustofnunar hefur margoft verið bent á að þessar mælingar segi ekkert um hvernig jarðhitakerfið bregst við vinnslu.

Þann 22. júní 1994 var gagnasöfnunarkerfið aftengt þar sem unnið var við rafmagnstöflu í dælustöð. Áætlað er að það verði ótengt í a.m.k. 1 mánuð.

Í dag er ekki fylgst með þrýstingi í jarðhitakerfinu. Ekki er vitað um aðrar borholur í nágrenninu, sem tengjast kerfinu og myndu nýtast til mælinga á þrýstingi þess. Hiti er mældur á holutoppi og stjórnast hann þar af þrýstingi. Bent hefur verið á að brýnt sé að mæla þrýsting í jarðhitakerfinu og stungið var upp á að mæla hann með svokölluðum "BOBBLER" (Auður Ingimarsdóttir o.fl. 1989). Æskilegt er að hitamæla holurnar a.m.k. annað hvert ár til að fylgjast með breytingum.

Í hitamælingum í holu BA-01 frá 13. júní 1978, sem gerðar voru við breytilegan mótþrýsting, kom í ljós að suðuborð er á um 10 m dýpi við 20 l/s vinnslu og á um 20 m dýpi við 39 l/s vinnslu. Í hitamælingum í holu HJ-01 sést að suðuborð er nálægt 5 m við 15 l/s vinnslu.

3. TILLÖGUR AÐ HITA- OG ÞRÝSTIMÆLINGUM Í HOLUNUM

Til að fylgjast með viðbrögðum jarðhitakerfisins væri mjög æskilegt að mæla hita og þrýsting neðan suðuborðs í báðum holunum. Hitastig er hægt að mæla þannig að nemi er festur á grannt rör og settur niður á 20 - 30 m dýpi. Rafleiðslur frá nemanum liggja svo inni í rörinu til yfirborðs. Það á að vera auðvelt að ganga þannig frá rörinu að það sé vatnshelt, en það er forsenda þess að búnaðurinn endist.

Þrýsting er best að mæla þannig að grannt rör er sett niður á 20 - 30 m dýpi og búnaður á holutoppi sér um að þrýsta köfnunarefni niður úr rörinu. Sá þrýstingur sem til þarf er síðan mældur með þrýstiskynjara við búnaðinn.

Heppilegast er að hafa rörið með hitamæleiðslunum innan í þrýstingsrörinu til að auðvelda þéttingu við holutopp.

Merki frá þessum nemum eru síðan send gagnasöfnunartækjunum sem eru fyrir hendi. Þá mætti gjarnan mæla þrýsting á holutoppi til að bera saman við þrýsting neðan suðuborðs. Fróðlegt er að bera þessi mæligildi saman og fá samband milli þeirra, en það myndi auka öruggi mælinganna ef annar þrýstineminn bilaði.

4. EFNASAMSETNING VATNS

Tekin voru heilsýni til heildarefnagreiningar 18 janúar s.l. og eru niðurstöður greininganna sýndar í töflu 1. Til samanburðar eru efnagreiningar frá s.l. fimm árum úr báðum vinnsluholunum. Tekin voru alls 9 sýni 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. Mynd 4 sýnir styrk klóríðs með tíma í vinnsluvatninu, mynd 5 breytingar í hlutfalli súrefnisísótópa með tíma og mynd 6 sýnir útreiknað kalsedónhitastig á móti tíma. Efnasamsetning vatnsins bendir til að litlar breytingar séu í jarðhitakerfinu nú. Hlutfall súrefnisísótópa (mynd 5) sýnir hins vegar marktæka breytingu með tíma í holu BA-01 undanfarin 3-4 ár, sem bendir til aukins innstreymis af köldu staðbundnu grunnvatni í jarðhitakerfið. Svipaðar sveiflur hafa reyndar komið fram áður í holunni og eru þær mun minni en breytingar í holu HJ-01. Í holu HJ-01 varð mikil breyting á súrefnisísótópum í vatninu á árunum 1987-1991, þegar kalt innstreymi var um botnæð holunnar (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1990). Eftir að gert var við hana hefur ísótóphlutfallið ekki breyst aftur í fyrra horf. Útreiknaður kalsedónhiti (mynd 6) bendir ekki til að kæling sé yfirvofandi í jarðhitakerfinu.

Allnokkrar sveiflur eru í styrk klóríðs í vinnsluvatninu (mynd 4) og með aukinni greiningu á hlutsýnum frá ýmsum tímum árs komu þessar sveiflur betur í ljós. Þær fylgja ekki beint árstímum og eru mismiklar í holunum. Í holunum eru nokkrar æðar, sem líklega eru missaltar. Líklegt þótti að sveiflurnar í seltu væru beint tengdar massatöku og stöfuðu af mismunandi blöndun æðanna í holunum eftir því hversu mikið væri tekið úr þeim. Til að skoða þetta var því prófað að teikna klóríðstyrk upp á móti rennsli (dælingu) úr holunum. Er þessi gróf sýnd á myndum 7 og 8. Á þeim kemur fram að í holu BA-01 koma fram skýr línuleg tengsl á milli þessara þátta, en ekki sjást nein tengsl í holu HJ-01. Í holu HJ-01 er vinnsla mun stöðugri en í

holu BA-01 og þar hafa verið mun meiri almennar breytingar með tíma á efnasamsetningu, fyrst vegna mikils innstreymis kaldara vatns og síðan meira hægfara breytingar eftir viðgerð holunnar. Þessvegna er ólíklegt að einfalt samband sæist milli rennslis og efnasamsetningar á þessu tímabili. Í holu BA-01 er hins vegar ljóst að með aukinni dælingu kemur meira inn af vatnsæðum þar sem vatnið er minna salt og þegar dæling er minnkuð verður blandan meira sölt. Engar varanlegar breytingar virðast hins vegar hafa orðið á seltu, þar sem sýni tekin á mismunandi tímum við sama dælingarmagn eru nánast eins að samsetningu.

5. NIÐURSTÖÐUR

Heildarrennslí hefur haldist svipað milli ára 1992-1993 og 1993-1994.

Æskilegt væri að fylgjast betur með hita- og þrýstiástandi í jarðhitakerfinu og er gerð tillaga um að setja upp mælíbúnað á dýpi í holunum til að fylgjast með því.

Engar verulegar breytingar hafa orðið á efnasamsetningu vinnsluvatns úr holunum.

Sveiflur, sem koma fram í efnastyrk og sjást vel í mælingum á klóríði í hlutsýnum eru í beinu sambandi við vinnslu.

Ekki bendir neitt í gögnunum til yfirvofandi kælingar, en æskilegt er að fylgjast áfram vel með svæðinu.

6. HEIMILDIR

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

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

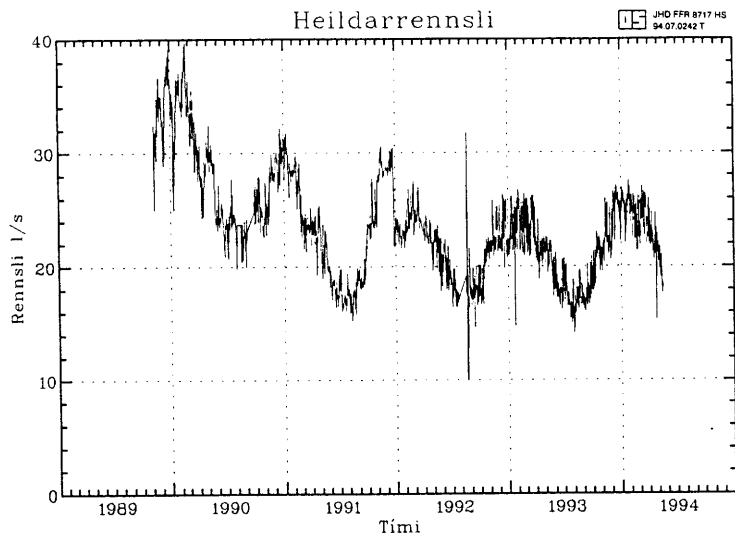
Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1991. *Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991*. Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar. OS-91030/JHD-16 B. 13 s.

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

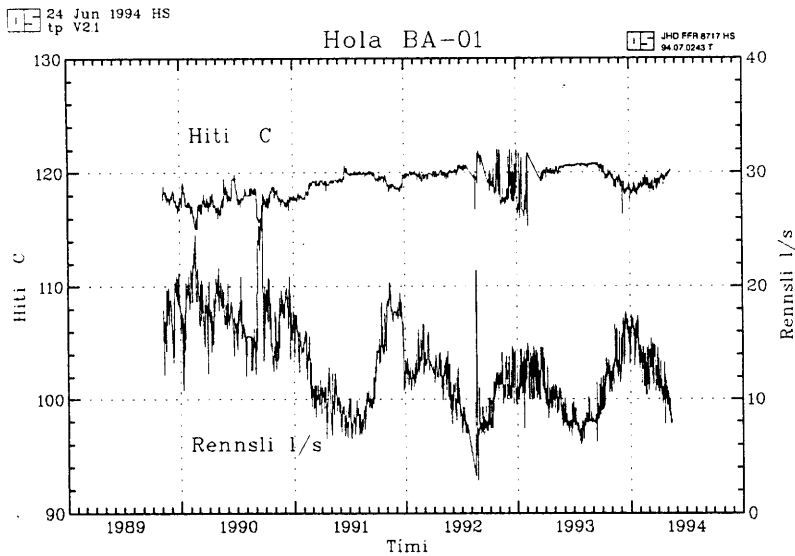
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1993. *Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1992-1993*. OS-93040/JHD-20 B. 10 s.

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu BA-01 og HJ-01; 1990-1994

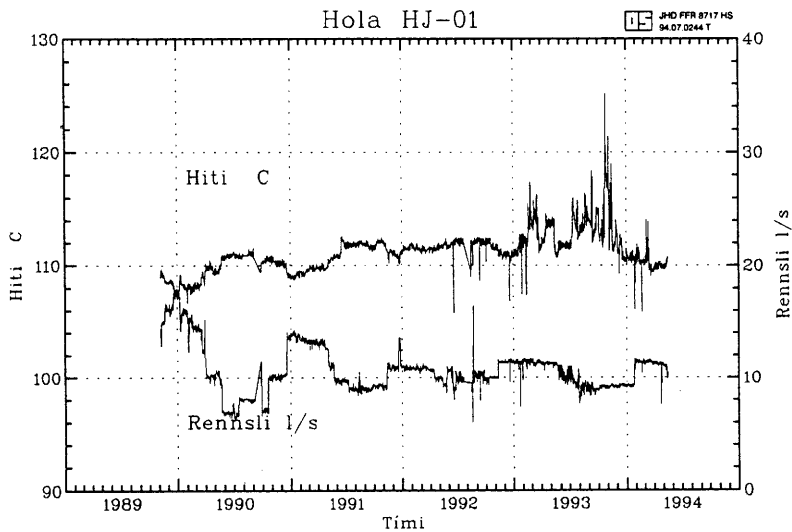
Staður	BA-01								HJ-01							
	90-02-01 90-0004	91-01-24 91-0007	91-07-31 91-0163	92-01-30 92-0022	93-01-14 93-0002	94-01-18 94-0002	90-02-01 90-0003	91-01-24 91-0003	91-07-31 91-0164	92-01-30 92-0021	93-02-10 93-0015	94-01-18 94-0001				
Hiti (°C)	118	119	121	121	116	118	100	100	-	99	99	98				
Sýrustig (pH/°C)	8,88/24	8,69/24	8,23/25	8,68/22	8,90/22	8,78/24	9,02/24	9,05/24	8,97/25	9,04/22	8,98/24	8,93/23				
Kísill (SiO ₂)	131,2	129,3	129,4	129,2	130,7	130,6	108,7	110,1	113,7	111,2	112,9	109,6				
Natríum (Na)	397	389	398	399	397	389	282	260	292	293	281	276				
Kalíum (K)	19,3	19,5	19,3	17,5	17,8	17,1	11,1	11,2	12,5	10,8	10,3	10,0				
Kalsíum (Ca)	69,9	76,1	74,3	71,5	78,5	71,4	36,4	35,1	42,5	39,4	42,3	38,9				
Magnesium (Mg)	0,016	0,010	0,021	0,009	0,010	0,008	0,007	0,002	0,026	0,003	0,011	0,008				
Karbonsát (CO ₂)	6,0	7,8	13,8	10,0	3,6	6,2	7,7	8,6	7,7	8,2	6,3	6,8				
Súlfat (SO ₄)	119,5	114,6	118,3	118,4	121,8	119	82,7	75,3	85,1	84,4	83,4	82,2				
Brennist.v. (H S)	0,27	0,61	0,73	0,64	0,48	0,46	0,13	0,12	0,12	0,10	0,15	0,14				
Klóríð (Cl)	637	650	656	655	676	658	415	396	457	435	452	441				
Flúoríð (F)	0,49	0,50	0,49	0,49	0,52	0,51	0,54	0,56	0,54	0,53	0,53	0,53				
Uppleyst efni	1470	1474	1470	1444	1432	1412	989	939	1052	1005	926	980				
Járn (Fe)	-	-	-	-	0,007	0,016	-	-	-	-	0,029	0,006				
Mangan (Mn)	-	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	-	0,001				
Bór (B)	0,27	0,26	0,28	-	0,28	0,25	0,19	0,18	0,19	0,18	0,19	0,18				
Brómíð (Br)	2,29	2,21	2,25	2,47	-	2,04	1,46	1,34	1,61	1,60	-	1,37				
Ál (Al)	0,069	0,078	0,088	0,078	-	0,064	0,084	0,100	0,085	0,093	-	0,095				
Súrefni (O)	-	0	-	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0				
Strontium (Sr)	-	-	-	-	-	0,39	-	-	-	-	-	0,06				
Lítium (Li)	-	-	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-	0,06				
δ ¹⁸ O ‰	-9,23	-9,26	-9,28	-9,26	-9,23	-9,19	-8,79	-8,67	-8,53	-8,71	-8,70	-8,68				
δD ‰	-70,1	-72,6	-72,5	-	-	-	-65,6	-64,6	-66,0	-	-	-				



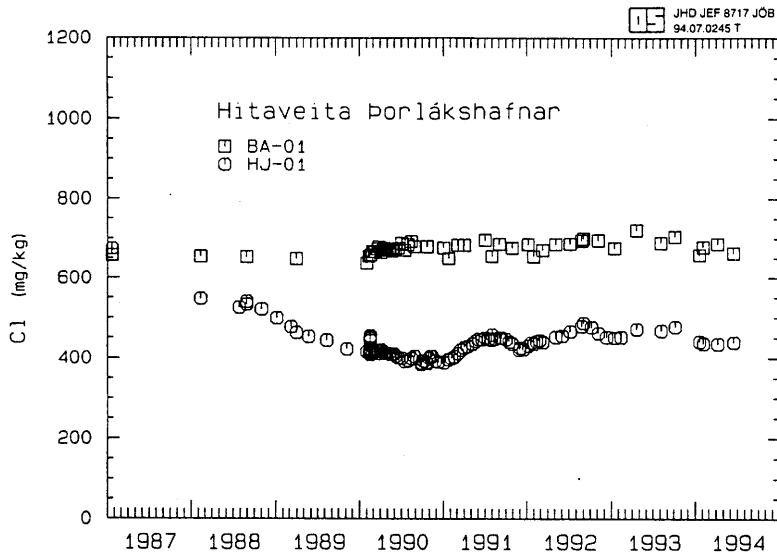
Mynd 1. Heildarrennsli úr borholum BA-01 og HJ-01.



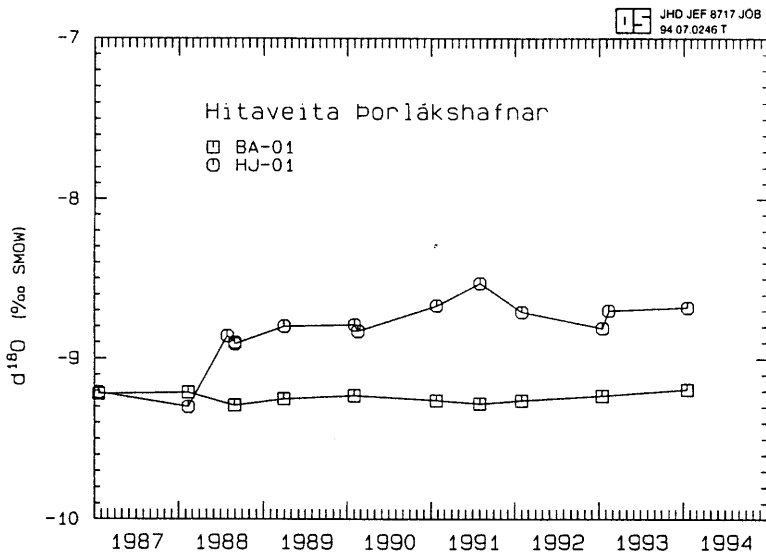
Mynd 2. Hitastig og rennsli úr borholu BA-01.



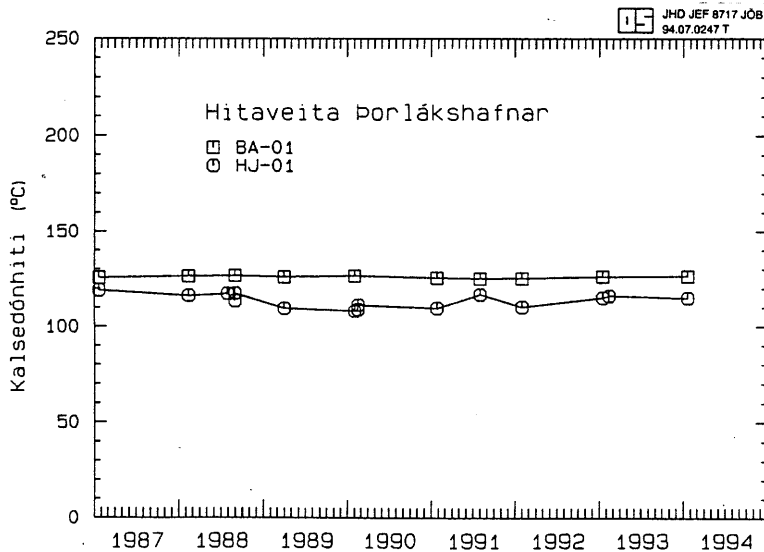
Mynd 3. Hitastig og rennsli úr borholu HJ-01.



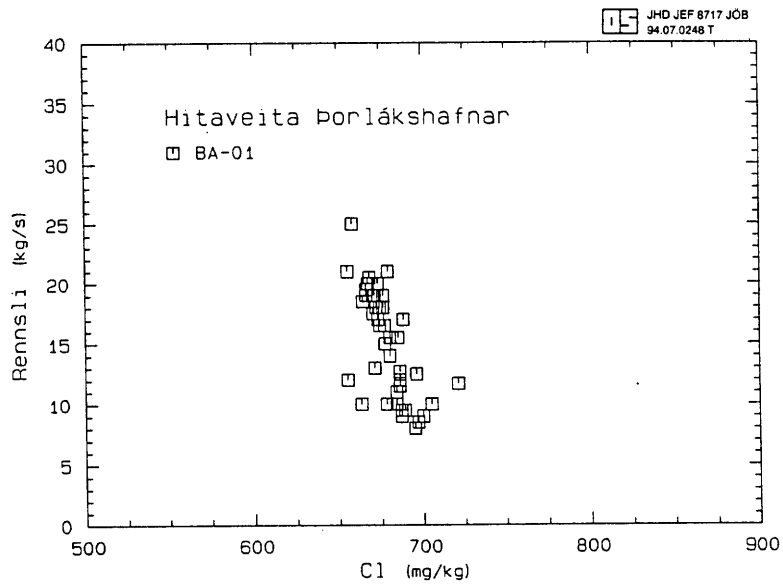
Mynd 4. Breytingar á styrk klóríðs með tíma í borholuvökva BA-01 og HJ-01.



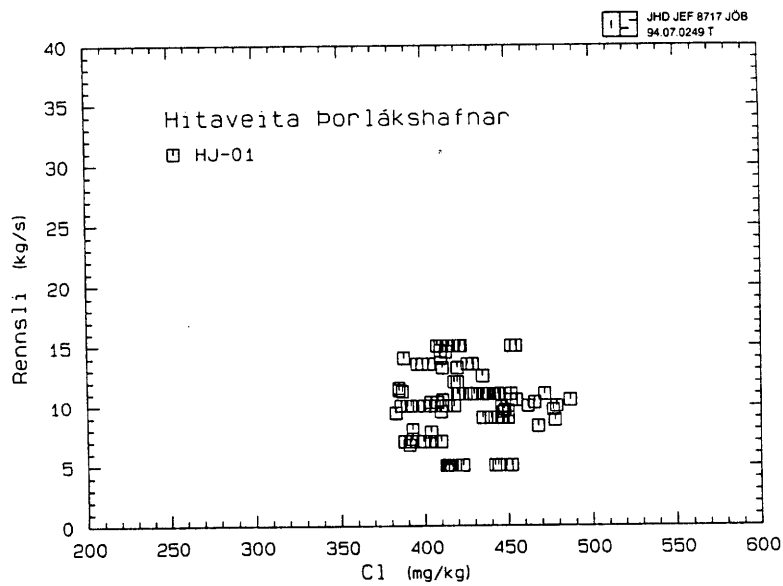
Mynd 5. Breytingar á súrefnisísótópahlutfalli með tíma í borholuvökva BA-01 og HJ-01.



Mynd 6. Breytingar á kalsedónhita með tíma í borholuvökva BA-01 og HJ-01.



Mynd 7. Samband klóríðstyrks við rennsli vatns úr holu BA-01.



Mynd 8. Samband klóríðstyrks við rennsli vatns úr holu HJ-01.