



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA PORLÁKSHAFNAR
Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991-1992

Hrefna Kristmannsdóttir
Hilmar Sigvaldason

Unnið fyrir Hitaveitu Porlákshafnar

OS-92029/JHD-13 B

Júní 1992



ORKUSTOFNUN

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610875

HITAVEITA ÞORLÁKSHAFNAR

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991-1992

Hrefna Kristmannsdóttir

Hilmar Sigvaldason

Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar

OS-92029/JHD-13 B

Júní 1992

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. HITAMÆLINGAR	3
3. VATNSVINNSLA 1991	3
4. EFNASAMSETNING VATNS	4
5. SAMANTEKT OG NIÐURSTÖÐUR	5

TÖFLUSKRÁ

1. Meðaltal rennslis yfir sumar- og vetrarmánuðina, 1989-1991	4
2. Efnasamsetning vatns (heildarefnagr.) úr holum BA-01 og HJ-01 1989-1992	6
3. Niðurstöður greininga á kísli og klóríði í sýnum úr holu BA-01	7
4. Niðurstöður greininga á kísli og klóríði í sýnum úr holu HJ-01	7

MYNDASKRÁ

1. Hitamæling í holu BA-01 13-06-1978	8
2. Hitamælingar í holu HJ-01 17-07-1990 og 21-05-1992	9
3. Hitamælingar í holu HJ-01 16-10-1990 og 21-05-1992	10
4. Heildarvinnsla úr jarðhitasvæðinu s.l. fjögur ár	11
5. Hiti vatns og rennsli úr holu BA-01	11
6. Hiti vatns og rennsli úr holu HJ-01	12
7. Breytingar í styrk klóríðs með tíma	13
8. Breyting með tíma á kalsedónhitaí vatni úr holu HJ-01	13

1. INNGANGUR

Í eftirfarandi skýrslu eru teknar saman niðurstöður vinnslueftirlits 1991-1992 samkvæmt samningi Hitaveitu Þorlákshafnar og Orkustofnunar nr. 687171-1988. Einnig er gerð grein fyrir hitamælingu í holu HJ-01, sem gerð var nú nýlega. Hitaveitan hefur áður fengið niðurstöður mælinganna bréfluga, en rétt þykir að skila þeim formlega í þessari árlegu vinnslueftirlitsskýrslu. Einnig eru teknar með í skýrsluna niðurstöður efnagreininga á sýnum, sem tekin voru úr vinnsluholum veitunnar í júlí 1991 í tengslum við rannsókn á hlutfalli stöðugra samsætna í grunnvatni á svæðinu og breytingar á því með tíma. Öll aðalefni voru greind í þessum sýnum auk samsætuhlutfallanna og eru því tekin með í skýrslunni.

Náið hefur verið fylgst með hugsanlegum efnabreytingum í vinnsluholunum, einkum HJ-01, og eru niðurstöður hlutgreininga á sýnum teknum af starfsmönnum hitaveitunnar með í þessari umfjöllun.

2. HITAMÆLINGAR

Holan að Hjallakróki var hitamæld 21-05-92 í 9.5 l/s rennsli og er það eina hitamælingin sem gerð hefur verið í holunum frá því að síðasta vinnslueftirlitsskýrsla (Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1991: Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991. Orkustofnun, OS-91030/JHD-16 B) kom út. Holan að Bakka var síðast mæld 13-06-1978 en ekki var komist neðar með hitamælinn en í 245 m (mynd 1).

Eins og kunnugt er var steypit í kaldar æðar í holunni í Hjallakróki í september 1990 og er því fróðlegt að bera síðustu hitamælingu saman við hitamælingar sem gerðar voru fyrir steypuáðgerð. Valin var til samanburðar hitamæling frá 17-7-1990 en þá var holan mæld í svipuðu rennsli eða 7 l/s. Þetta er sýnt á mynd 2. Þar kemur í ljós að holan er öll um 0.3 °C heitari eftir aðgerðina. Ef síðasta hitamæling er hins vegar borin saman við hitamælingu sem gerð var um einum mánuði eftir aðgerðina (mynd 3) í 7 l/s rennsli, kemur í ljós að hitinn í 300 m æðinni hefur ekki breyst en kaflinn neðan við 300 m hefur kólnað um 0.2 - 0.3 °C. Ekki er ljóst af hverju þessi kólnun stafar en ástæða er til að fylgjast með hitanum á þessu dýpi og hitamæla holuna aftur að ári liðnu.

3. VATNSVINNSLA 1991

Til að fylgjast með vinnslu úr svæðinu hefur sjálfvirkur búnaður skráð hita og rennsli úr báðum holunum á fjögurra tíma fresti allan sólarhringinn. Þá er heildarrennsli skráð einu sinni á sólarhring. Til að skoða þessi gögn var valið að taka hita og rennsli úr holunum kl. 16:00 á degi hverjum og teikna upp yfir það tímabil sem gögnin ná yfir. Þetta er sýnt á myndum 4, 5 og 6. Á mynd 4 er heildarrennslið skoðað og er á myndinni bæði heildarrennslið á hverjum sólarhring í rúmmetrum og eins heildarrennslið í l/s. Það kemur glöggt fram á myndinni að heildarrennslið hefur minnkað verulega frá 1990. Tekið var meðaltal yfir rennslið yfir sumarmánuðina (01.05 - 30.09) og vetrarmánuðina (01.10 - 30.04) á árunum 1989, 1990 og 1991 og er það birt í töflu 1. Þar kemur glöggt í ljós að rennslið hefur minnkað mikið frá vetrinum 1989 - 1990.

Tafla 1. Meðaltal heildarrennslis síðustu ára.

Ár	Allt árið 01.01-31.12 l/s	Vetur 01.10-30.04 l/s	Sumar 01.05-30.09 l/s
1989	33.2	32.7	31.1
1990	27.7	32.7	24.7
1991	24.1	26.3	18.6

Á mynd 5 er hiti vatnsins og rennslíð úr holu BA-01 sýnt. Hitinn á vatninu hefur farið aðeins hækkandi samfara minnkandi vatnstöku úr holunni. Á mynd 6 er hiti og rennslí vatnsins úr holu HJ-01 sýnt. Þar kemur einnig fram hærri hiti við minni vatnstöku.

4. EFNASAMSETNING VATNS

Sýni til árlegra heildarefnagreininga voru tekin úr báðum vinnsluholum veitunnar, BA-01 og HJ-01, þann 30. janúar s.l. Starfsmenn hitaveitunnar tóku 19 sýni úr holu HJ-01 og 7 úr BA-01 til greininga á klóríði og kísli á tímabilinu frá júní í fyrra er síðasta vinnslueftirlitsskýrsla kom út og fram til júní í ár. Einnig voru tekin sýni til heildarefnagreininga úr báðum vinnsluholum veitunnar í júlí 1991 eins og fram kom í inngangi. Ekki voru tekin nein sýni úr dreifikerfinu að þessu sinni.

Niðurstöður heildarefnagreininganna eru í töflu 2 og til samanburðar eru teknar með niðurstöður heildarefnagreininga úr holunum frá árunum 1989, 1990 og 1991. Þess ber að geta að í eldri sýnunum hafa verið greind fleiri efni (ál, bór, og δD og $\delta^{18}O$). Einnig hefur magnesíum og heildarstyrkur uppleystra efna verið endurgreindur í sumum sýnum og eru því nokkrar leiðréttingar frá því sem gefið var upp í skýrslunni í fyrra. Í töflum 3 og 4 eru niðurstöður greininga á kísli og klóríði í sýnum teknum af starfsmanni Hitaveitu Þorlákshafnar úr báðum holunum frá ársbyrjun 1991. Á mynd 7 eru sýndar breytingar í klóríði með tíma í báðum holunum frá ársbyrjun 1988. Á mynd 8 er sýnt hvernig reiknaður kalsedónhiti hefur breyst með tíma í holu HJ-01.

Nokkrar sveiflur hafa verið á efnastyrk vatns úr holu BA-01 á þeim árum, sem hún hefur verið í vinnslu, og komu þær mun betur fram eftir að farið var að taka sýni þéttar (sbr. Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1991: Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991. Orkustofnun, OS-91030/JHD-16 B). Ekki sjást bein tengsl við árstíðaskipti né vinnslu, hvorki í styrk klóríðs né kísils. Engar marktækar langtímabreytingar eru heldur merkjanlegar í efnasamsetningu vatnsins úr holu BA-01. Á síðasta ári varð vart við breytingar í súrefnisísótópahlutfalli í vatni úr holu BA-01. Á tímabilinu mars-júní varð vart við þyngingu á vatninu, en það er eitt af því sem einkennir innstreymi kaldara staðbundins grunnvatns. Í heilsýni frá því í júlí 1991 mældist vatnið hins vegar marktækt léttara en verið hefur að jafnaði og í sýni frá því í janúar er súrefnisísótópahlutfall eins og verið hefur mörg undanfarin ár. Mæling á ísótópahlutfalli var þéttari á þessu tímabili en áður hefur verið og verður því ekkert ályktað um hvort þessar sveiflur séu einsdæmi. Hitt er víst að ekki er um neina varanlega breytingu

að ræða. Taka þarf áfram sýni reglulega annan hvern mánuð úr holunni til greininga á klóríði og kísli og rétt er að mæla ísótópahlutföll a.m.k. tvisvar á ári.

Í holu HJ-01 virtist innstreymi af köldu vatni um botnæð stöðvast eftir að steipt var í hana í september 1990. Sú hraða þynning sem verið hafði á vinnsluvatninu stöðvaðist alveg við viðgerðina og fyrri hluta árs 1991 tók vatnið að seltast aftur og styrkur kísils að hækka. Síðari hluta árs 1991 lækkaði seltan aðeins, en jókst svo aftur 1992. Eins og fram kemur á mynd 8 hefur reiknaður kísilhiti hækkað marktækt eftir viðgerð, þótt örlítill lækkun komi fram í síðasta sýni.

Súrefnisísótópahlutfallið í vatni úr holu HJ-01 hefur ekki breyst aftur í fyrra horf eftir viðgerð og er vatnið enn a.m.k. af staðbundnari uppruna en í holu BA-01. Allar líkur benda til að kalt innstreymi inn í holuna hafi stöðvast. Ekki er víst hvort eða hvenær holan náí aftur fyrri efnasamsetningu eða ísótópahlutfalli, enda hefur mikið magn af köldu vatni runnið niður í jarðhitakerfið. Fylgjast þarf áfram vel með breytingum á holunni og taka sýni til hlutgreininga á kísli og klóríði. Nægilegt ætti þó að vera að taka sýni nú á mánaðarfresti. Í tveimur sýnum árlega ætti að mæla ísótópahlutföll.

5. SAMANTEKT OG NIÐURSTÖÐUR

1. Hitamæling í holu HJ-01 sýnir að hiti í vatnsæð á 300 m dýpi hefur ekki breyst frá síðustu mælingu í október 1990, um mánuði eftir viðgerð holunnar. Neðan við 300 m mælist hins vegar örlítill kólnun, 0,2-0,3 °C.
2. Vatnsvinnsla hefur dregist mikið saman, einkum yfir veturinn. Hiti vinnsluvatns úr holu BA-01 hefur farið aðeins hækkandi í kjölfar minnkandi vinnslu.
3. Engar langtímabreytingar hafa orðið á efnainnihaldi vatns úr holu BA-01.
4. Kalt innstreymi inni í holu HJ-01 virðist hafa stöðvast við viðgerð fyrir tveimur árum, en holan hefur ekki náð fyrra ástandi, þótt vatnið hafi bæði hitnað og orðið saltara en fyrir viðgerðina.
5. Ástæða er til að fylgjast áfram grannt með breytingum á svæðinu. Taka ber reglulega sýni til hlutgreininga, en nægilegt er að gera það á mánaðarfresti úr HJ-01 og annan hvorn mánuð úr BA-01. Einnig er ástæða til að hitamæla holu HJ-01 aftur innan árs.

Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holum BA-01 og HJ-01 1989-1992 (mg/l).

Staður	BA-01						HJ-01					
	89-03-30 89-0023	90-02-01 90-0004	91-01-24 91-0007	91-07-31 91-0163	92-01-30 92-0022	89-03-30 89-0022	90-02-01 90-0003	91-01-24 91-0003	91-07-31 91-0164	92-01-30 92-0021		
Hiti (°C)	118	118	119	121	121	99	100	100	-	99		
Sýrustig (pH/°C)	8,87/24	8,88/24	8,69/24	8,23/25	8,68/22	9,00/24	9,02/24	9,05/24	8,97/25	9,04/22		
Kísill (SiO ₂)	130,6	131,2	129,3	129,4	129,2	110,5	108,7	110,1	113,7	111,2		
Natríum (Na)	396	397	389	398	399	300	282	260	292	293		
Kalíum (K)	19,0	19,3	19,5	19,3	17,5	11,6	11,1	11,2	12,5	10,8		
Kalsíum (Ca)	70,9	69,9	76,1	74,3	71,5	44,1	36,4	35,1	42,5	39,4		
Magnesium (Mg)	0,018	0,016	0,010	0,021	0,009	0,021	0,007	0,002	0,026	0,003		
Karbonsat (CO ₂)	6,4	6,0	7,8	13,8	10,0	6,4	7,7	8,6	7,7	8,2		
Súlfat (SO ₄)	122,7	119,5	114,6	118,3	118,4	93,5	82,7	75,3	85,1	84,4		
Brennist.v. (H ₂ S)	0,37	0,27	0,61	0,73	0,64	0,10	0,13	0,12	0,12	0,10		
Klóríð (Cl)	649	637	650	656	655	463	415	396	457	435		
Fíúoríð (F)	0,54	0,49	0,50	0,49	0,49	0,58	0,54	0,56	0,54	0,53		
Uppl. efni	1468	1470	1474	1470	1444	1076	989	939	1052	1005		
Járn (Fe)	0,05	-	-	-	-	<0,025	-	-	-	-		
Mangan (Mn)	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-		
Bór (B)	0,27	0,27	0,26	0,28	-	0,23	0,19	0,18	0,19	0,18		
Brómíð (Br)	2,36	2,29	2,21	2,25	2,47	1,68	1,46	1,34	1,61	1,60		
Al (Al)	0,068	0,069	0,078	0,088	0,078	0,073	0,084	0,100	0,085	0,093		
Súrefni (O ₂)	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0		
δ ¹⁸ O ‰	-9,3	-9,2	-9,3	-9,3	-9,5	-8,8	-8,8	-8,7	-8,5	-8,7		
δD ‰	-	-	-72,6	-72,5	-	-	-	-64,6	-66,0	-		

Tafla 3. Niðurstöður greininga á klóríði og kísli í vatni úr holu BA-01.

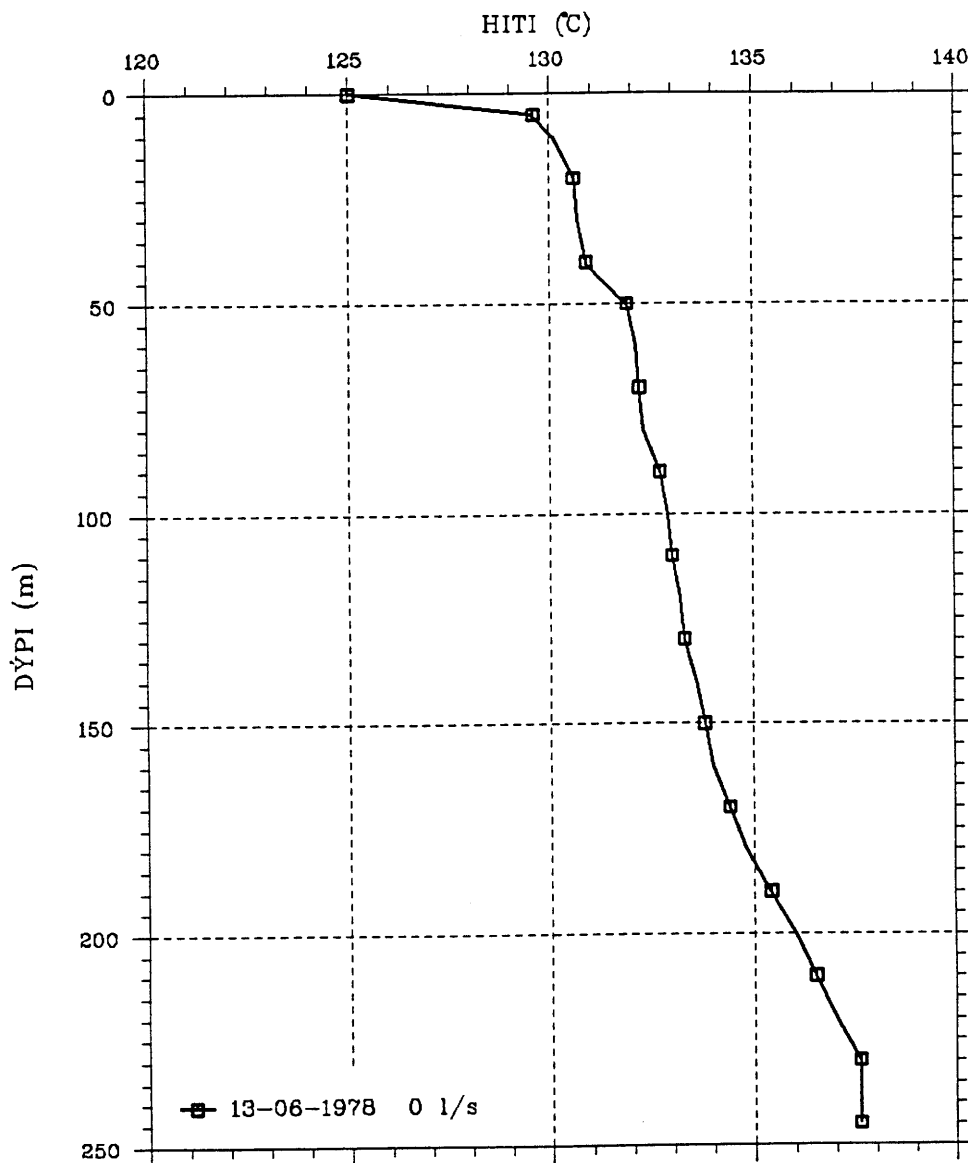
Númer	Dagsetning	Cl(mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Hiti (°C)
91-0152	91-07-01	697	137,0	100
91-0163	91-07-31	656	129,4	121
91-0176	91-09-02	687	136,6	100
91-0256	91-10-28	677	135,9	100
92-0013	92-01-06	686	135,4	100
92-0022	92-01-30	655	129,2	121
92-0051	92-03-09	671	136,5	99
92-0102	92-05-05	686	136,5	99

Tafla 4. Niðurstöður greininga á klóríði og kísli í vatni úr holu HJ-01.

Númer	Dagsetning	Cl(mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Hiti (°C)
91-0150	91-06-18	446	113,3	100
91-0151	91-07-01	450	113,3	101
91-0169	91-07-15	447	113,1	100
91-0170	91-07-29	444	113,0	100
91-0164	91-07-31	457	113,7	113
91-0171	91-08-13	448	113,0	100
91-0177	91-09-02	450	113,5	99
91-0183	91-09-10	450	113,3	100
91-0184	91-09-30	446	113,1	99
91-0257	91-10-14	440	112,6	100
91-0258	91-10-28	435	112,2	100
91-0259	91-11-28	420	111,0	100
91-0260	91-12-02	425	110,8	100
91-0178	91-12-16	421	110,6	100
92-0014	92-01-06	430	111,1	100
92-0015	92-01-20	438	111,5	99
92-0021	92-01-30	435	111,2	99
92-0052	92-02-11	441	111,5	99
92-0053	92-02-25	444	111,6	98
92-0054	92-03-09	439	111,8	99
92-0103	92-05-05	452	111,9	100

19 Jun 1992 hs
L= 96681 Oracle

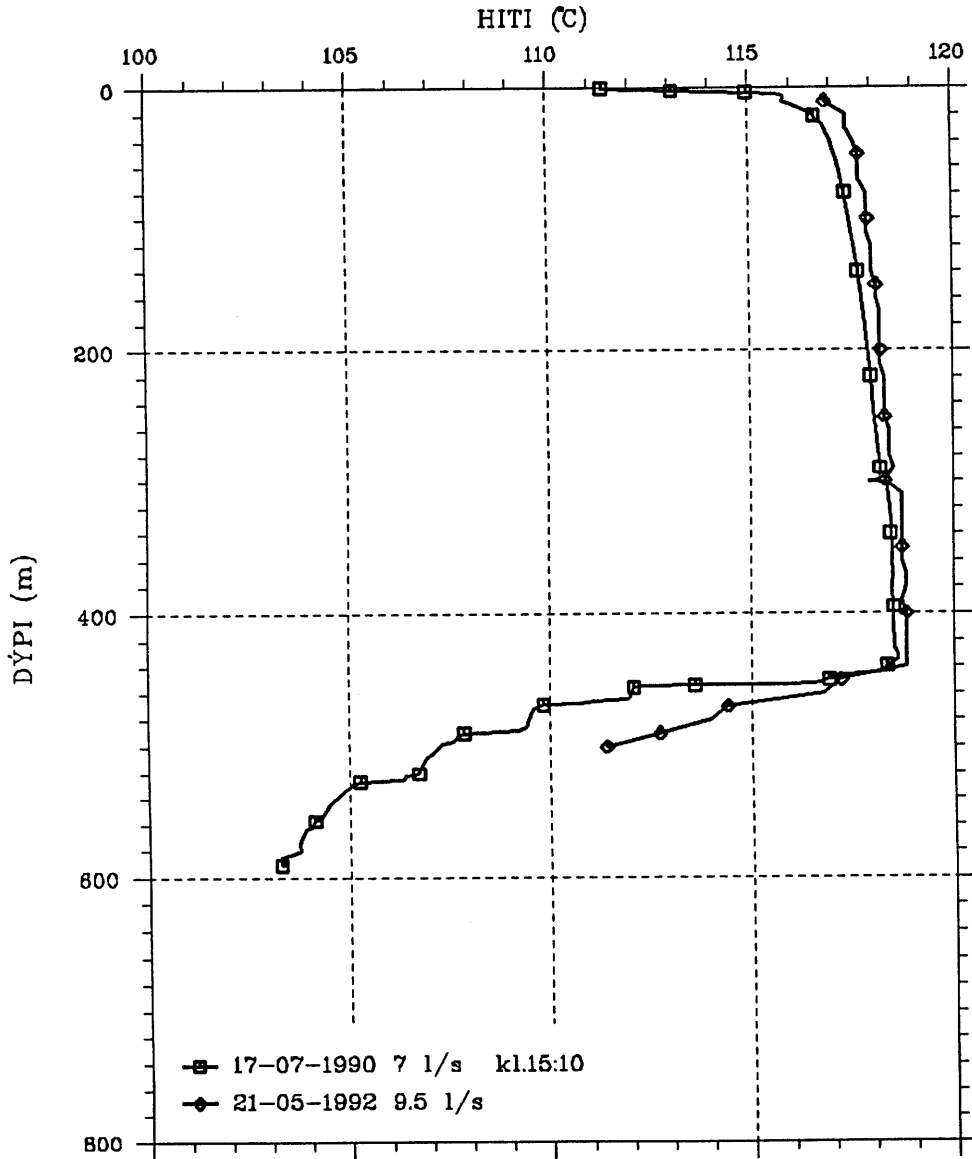
Bakki Hola BA-01 Hitamæling



Mynd 1. Hitamæling í holu BA-01 13-06-1978.

15 19 Jun 1992 hs
L= 96811 Oracle

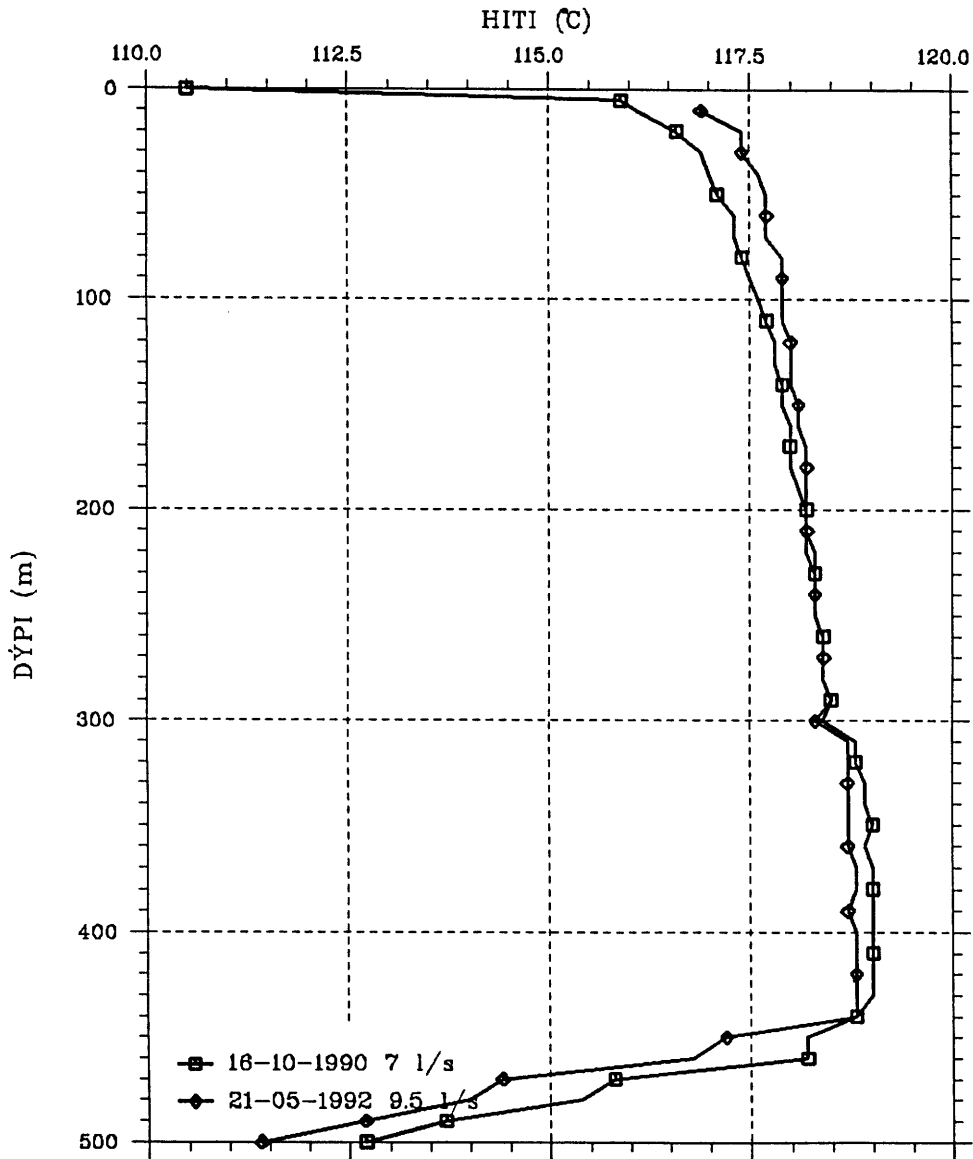
Hjallakrókur Hóla HJ-01 Hitamælingar



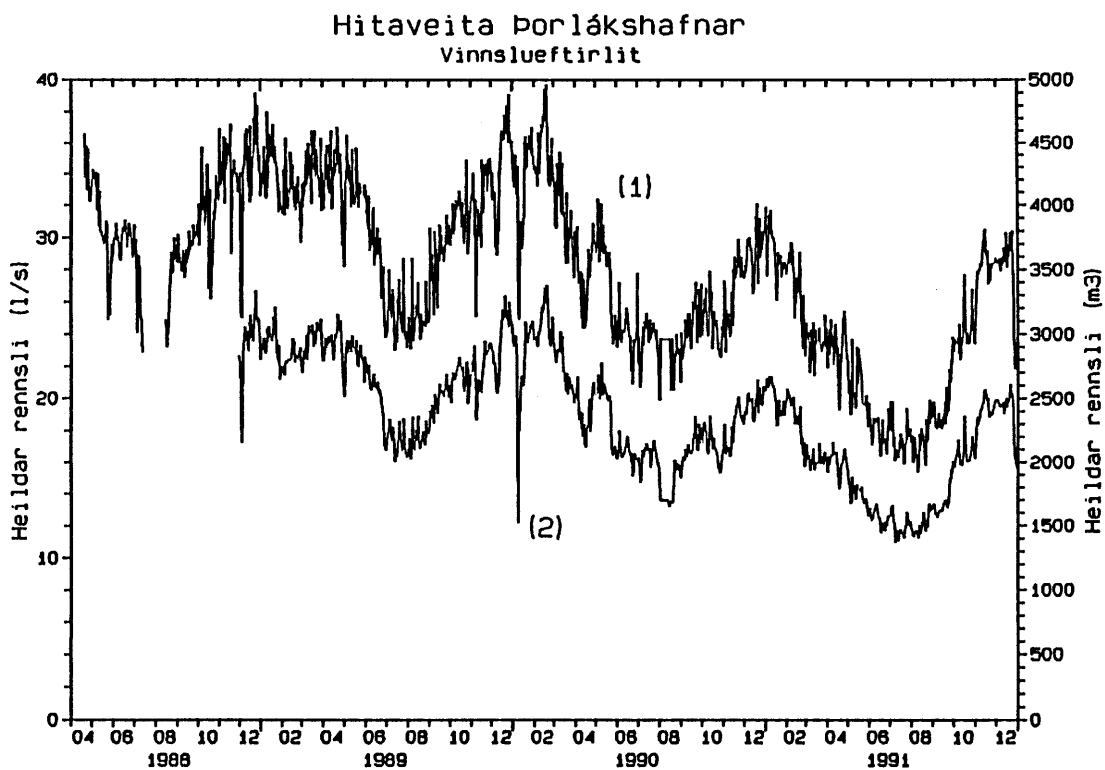
Mynd 2. Hitamælingar í holu HJ-01 17-07-1990 og 21-05-1992.

19 Jun 1992 hs
L= 96811 Oracle

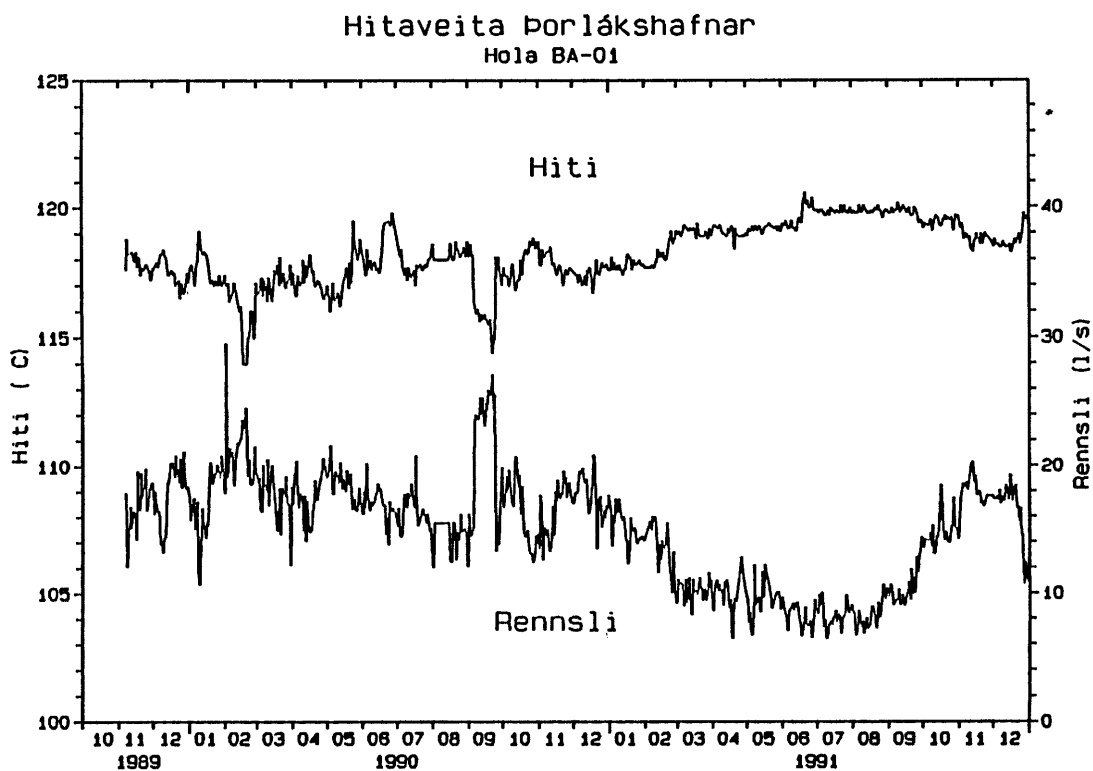
Hjallakrókur Hóla HJ-01 Hitamælingar



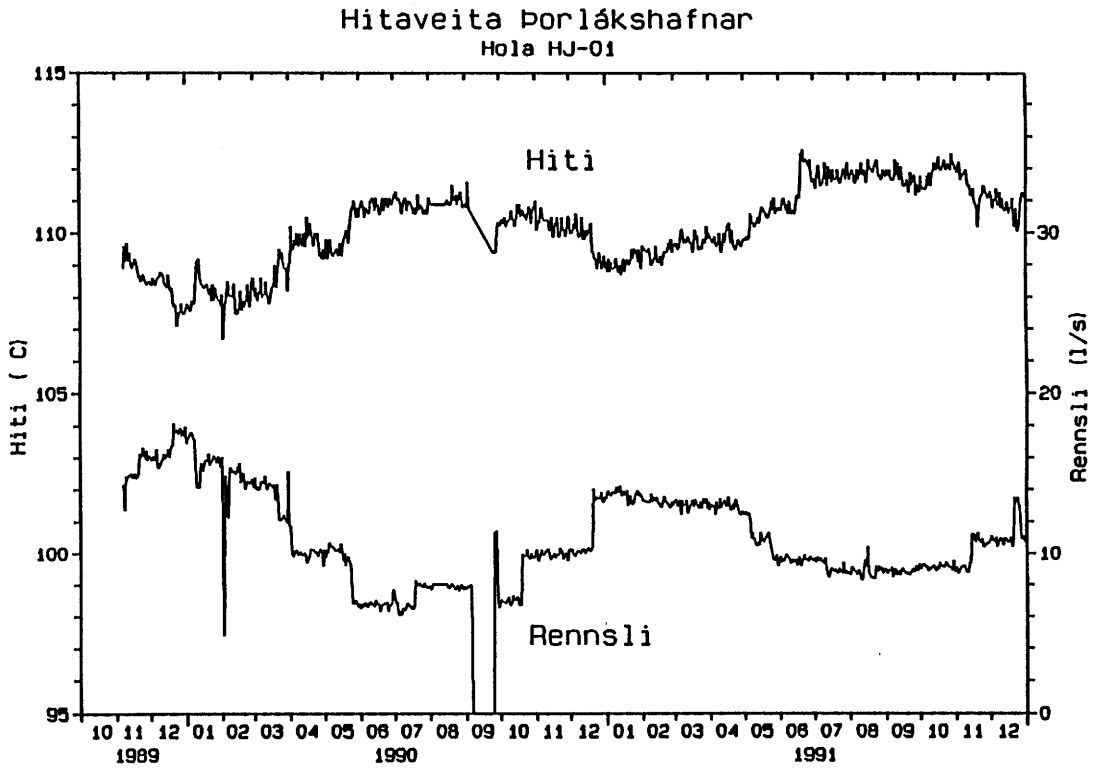
Mynd 3. Hitamælingar í hólum HJ-01 16-10-1990 og 21-05-1992.



Mynd 4. Heildarvinnsla úr jarðhitasvæðinu s.l. fjögur ár.

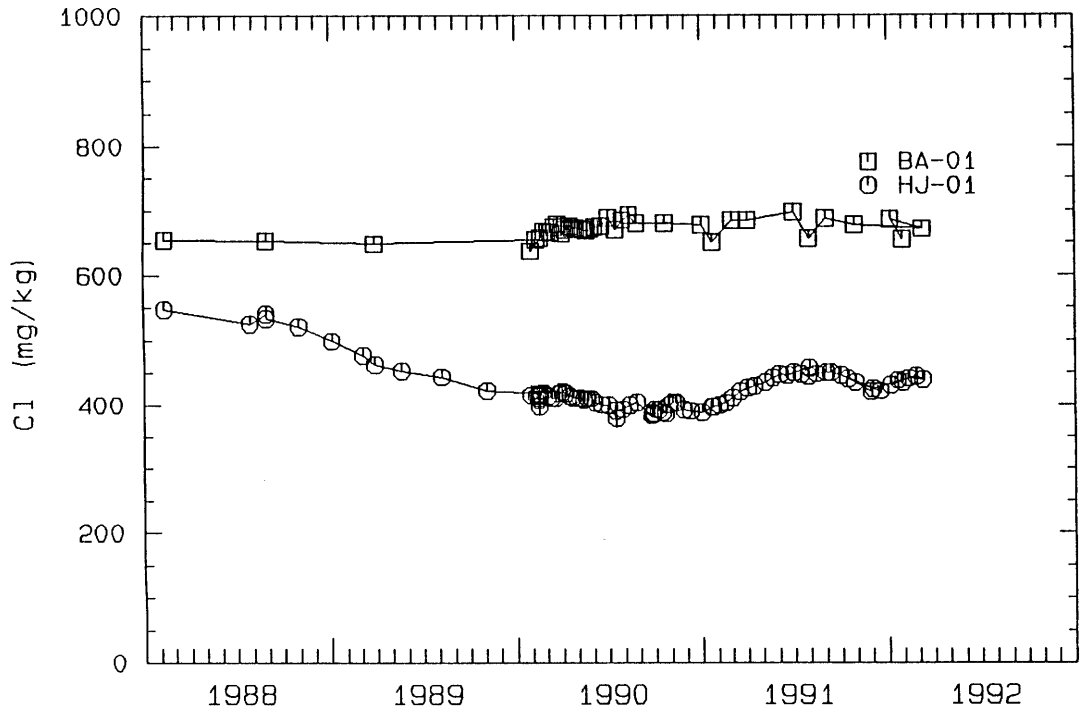


Mynd 5. Hiti vatns og rennsli úr holu BA-01.



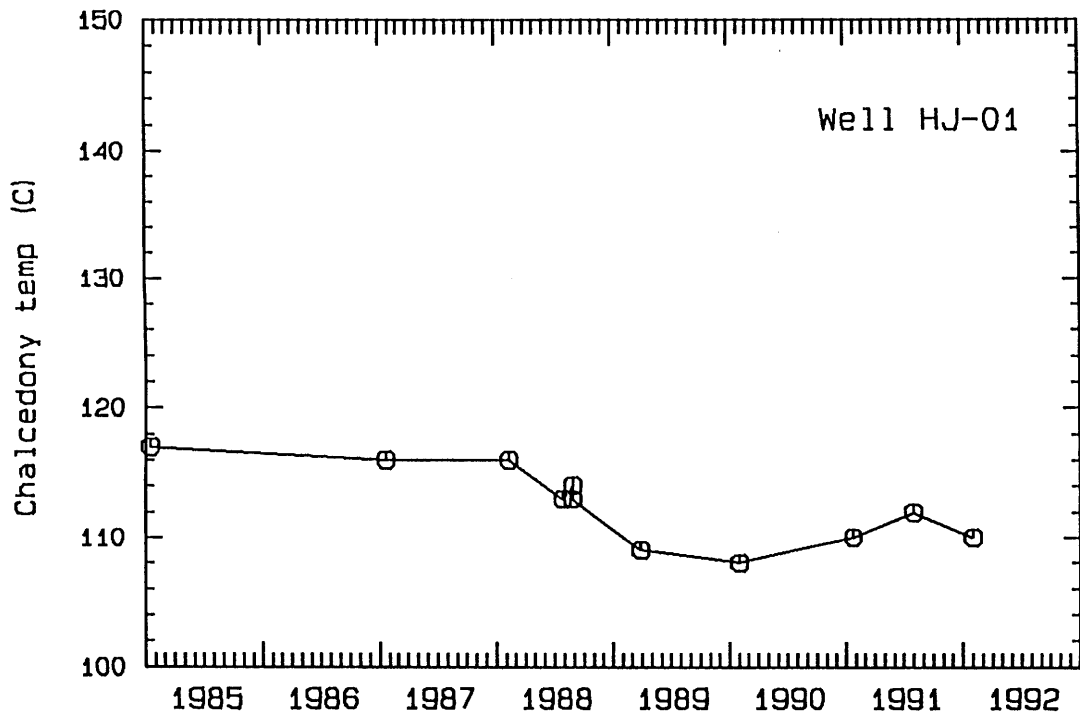
Mynd 6. Hiti vatns og rennsli úr holu HJ-01.

Hitaveita Þorlákshafnar



Mynd 7. Breytingar í styrk klóríðs með tíma.

Hitaveita Þorlákshafnar



Mynd 8. Breytingar með tíma á kalsedónhita í vatni úr holu HJ-01.