



**ORKUSTOFNUN**

**Rannsóknasvið**

**ÚTLÁN**  
Bókasafn Orkustofnunar

**HITAVEITA DALVÍKUR**  
**Eftirlit með jarðhitavinnslu**  
**við Hamar árið 1997**

**Guðni Axelsson**  
**Magnús Ólafsson**

útlán

**Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur**

**1998**

**OS-98069**





**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 8-610631

**Guðni Axelsson**  
**Magnús Ólafsson**

*HITAVEITA DALVÍKUR*

**Eftirlit með jarðhitavinnslu  
við Hamar árið 1997**

**Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur**

**OS-98069**

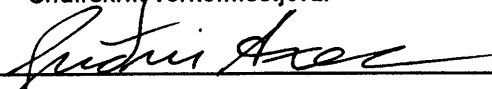
**Nóvember 1998**

**ORKUSTOFNUN: Kennitala 500269-5379 - Sími 569 6000 - Fax 5688896**  
**Netfang os@os.is - Heimasíða <http://www.os.is>**

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-97048	<b>Dags.:</b> Nóvember 1998	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opín <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> HITAVEITA DALVÍKUR Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1997	<b>Upplag:</b> 20	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 17	
<b>Höfundar:</b> Guðni Axelsson Magnús Ólafsson	<b>Verkefnisstjóri:</b> Guðni Axelsson	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Árlegt vinnslueftirlit	<b>Verknúmer:</b> 8-610631	
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Dalvíkur		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Skýrslan fjallar um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Dalvíkur við Hamar árið 1997 og fram á mitt ár 1998. Hitaveitan safnar gögnum um vatnstöku, vatnsborð og hitastig vatnsins en Orkustofnun annast töku sýna til efnagreininga, tekur saman gögn um vinnslu og metur ástand jarðhitkerfisins. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitakerfinu við Hamar var 29,7 l/s árið 1997, sem er jafn mikið og vinnslan 1996, en 15% yfir meðalvinnslu árána 1987-1993, þ.e. eftir að sölukerfinu var breytt en áður en nýja sundlaugin hóf rekstur. Vinnsla ársins svarar til um 36 GWh orkuvinnslu miðað við nýtingu niður í 30°C. Vinnsluaukning veldur því að vatnsborð í jarðhitakerfinu hefur lækkað um ca. 5 m frá 1991-1994, er það stóð hæst. Vatnshiti hefur ekki breyst að öðru leyti en því að tvær litlar æðar í holu 11 virðast hafa kólnað lítilsháttar. Ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatns úr holu 11, nema að kísilstyrkur hefur lækkað örlítið síðustu árin. Fylgjast þarf nákvæmlega með breytingum á vatnshita í framtíðinni.		
<b>Lykilorð:</b> Dalvík, hitaveita, vinnsla, eftirlit, vatnsborð, hiti, efnastyrkur	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirfarið af:</b> GAX	

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ	3
3. HITAMÆLING HOLU 11 24. JÚLÍ 1998	6
4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	8
5. LOKAORÐ	16
6. HEIMILDIR	16

## TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1997	4
2. Efnasamsetning vatns úr holu 11 við Hamar 1992 - 1997	9

## MYNDASKRÁ

1. Vatnsborð og vinnsla frá byrjun árs 1995 fram á mitt ár 1998	5
2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1998	5
3. Vatnshiti holu 11 árin 1988-1998 skv. mælingum hitaveitunnar	6
4. Hitamælingar úr holu 11 frá árunum 1988 og 1998	7
5. Hitamælingar úr holu 11 frá árunum 1988 og 1998, dýptarbilið neðan 400 m	8
6. Hiti vatns við sýnatöku úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	11
7. Kísilstyrkur í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	11
8. Styrkur natríums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	12
9. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	12
10. Styrkur súlfats í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	13
11. Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	13
12. Styrkur kalíums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	14
13. Styrkur kalsíums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	14
14. Styrkur magnesíums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	15
15. Hlutföll súrefnissamsætna í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997	15

## 1. INNGANGUR

Hér er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Dalvíkur við Hamar í Svarfaðardal árið 1997, og fram á mitt ár 1998. Er skýrslan unnin eftir samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar um vinnslueftirlit, eins og gert hefur verið frá árinu 1990 (sjá heimildalista í lok skýrslunnar). Eftirlit með jarðhitakerfinu hefur verið mjög gott undanfarinn áratug. Það hefur skilað sér í ítarlegri þekkingu á kerfinu og viðbrögðum þess við vinnslu. Hitaveitan safnar gögnum um vatnstöku, vatnsborð og vatnshita en Orkustofnun sér um töku vatnssýna, efnagreiningar þeirra og úrvinnslu gagnanna. Tölvustýrður stjórn- og eftirlitsbúnaður við holurnar á Hamri auðveldar nú vinnslueftirlitið auk þess að gera það nákvæmara.

Ársmeðalvinnslan við Hamar hefur verið nokkru meiri undanfarin ár, en hún var á árunum 1987-1993, vegna nýju sundlaugarinnar. Þar af leiðandi hefur vatnsborð lækkað nokkuð frá því það var hæst á árunum 1991-1994. Endurskoðaðar vatnsborðsspár benda til þess að vatnsborð verði um 8 m neðar en ella næstu áratugina, en það muni enn verða töluvert ofan núverandi dæluþýpis í holu 11 við lok spátímans, árið 2025, ef vinnslan eykst ekki frekar (Guðni Axelsson, 1995).

## 2. VINNSLA OG VATNSBORÐ

Hola 11 hefur verið aðalvinnsluhola Hitaveitu Dalvíkur síðan í lok júlí 1988. Hola 10, sem boruð var 1977, hefur verið varahola veitunnar frá sama tíma. Auk hins tölvuvædda eftirlits felst eftirlit Hitaveitu Dalvíkur í því að lesið er af rennslismæli á aðalæðinni frá Hamri á tveggja daga fresti að jafnaði. Jafnframt er vatnsborð mælt á u.þ.b. hálfsmánaðar fresti í holum 7 og 9, sem hafa verið eftirlitsholur síðan steipt var í holu 2 í október 1990. Vatnsborð var þó ekki mælt í tæplega hálf ár um mitt síðasta ár. Mælirör til vatnsborðsmælinga í holu 10 er bilað, en var endurnýjað í holu 11 nú í sumar.

Mynd 1 sýnir vikulega meðalvinnslu úr jarðhitasvæðinu við Hamar ásamt vatnsborðsbreytingum í eftirlitsholunum frá ársbyrjun 1996. Vinnsla og vatnsborð frá því í september 1977, er hola 10 tók við sem vinnsluhola veitunnar, eru sýnd til samanburðar á mynd 2. Auk þess eru í töflu 1 birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu frá því nýting þess hófst. Eins og fram hefur komið í fyrri skýrslum þá hefur vinnslan verið mæld frá og með árinu 1982, en vinnslan fram að því áætluð á grundvelli vatnssölu hitaveitunnar og veðurfars.

Á síðasta ári (1997) mældist ársmeðalvinnslan 29,7 l/s og var hún því jöfn ársmeðalvinnslunni 1996. Árin 1995-1997 var vinnslan um 15% meiri en vinnsla árána 1987 - 1993, þ.e. tímabilið eftir að sölukerfi Hitaveitu Dalvíkur var breytt og áður en nýja sundlaugin hóf rekstur. Áhrif vinnsluaukningarinnar á vatnsborð í jarðhitakerfinu sjást greinilega á mynd 2 og hefur vatnsborð nú lækkað um c.a. 5 m frá árunum 1991-1994 er það stóð hæst.

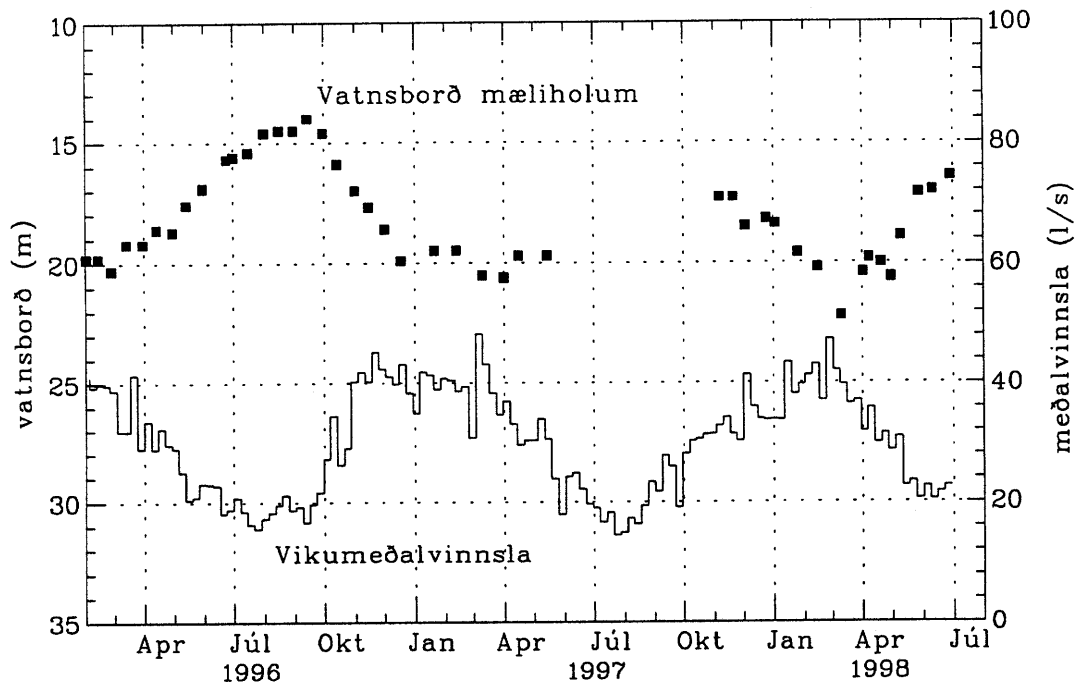
Tímabilið sem þessi skýrsla fjallar um, þ.e. frá miðju ári 1997 fram á mitt ár 1998, mældist vikumeðalvinnslan mest 47,3 l/s fjórðu viku febrúar 1998. Minnst mældist vikumeðalvinnslan þetta tímabil 14,5 l/s vikuna 21.-27. júlí 1997. Vatnsborð í eftirlitsholunum fór lægst þetta tímabil í 22 m í byrjun mars 1998, en þá hafði verið óvenju kalt um tíma.

Ekki eru tiltækar mælingar á því hve vatnsborð fór hátt sumarið 1997. Þess má geta að vatnsborð í eftirlitsholunum hefur ekki farið svo neðarlega síðan í byrjun árs 1988.

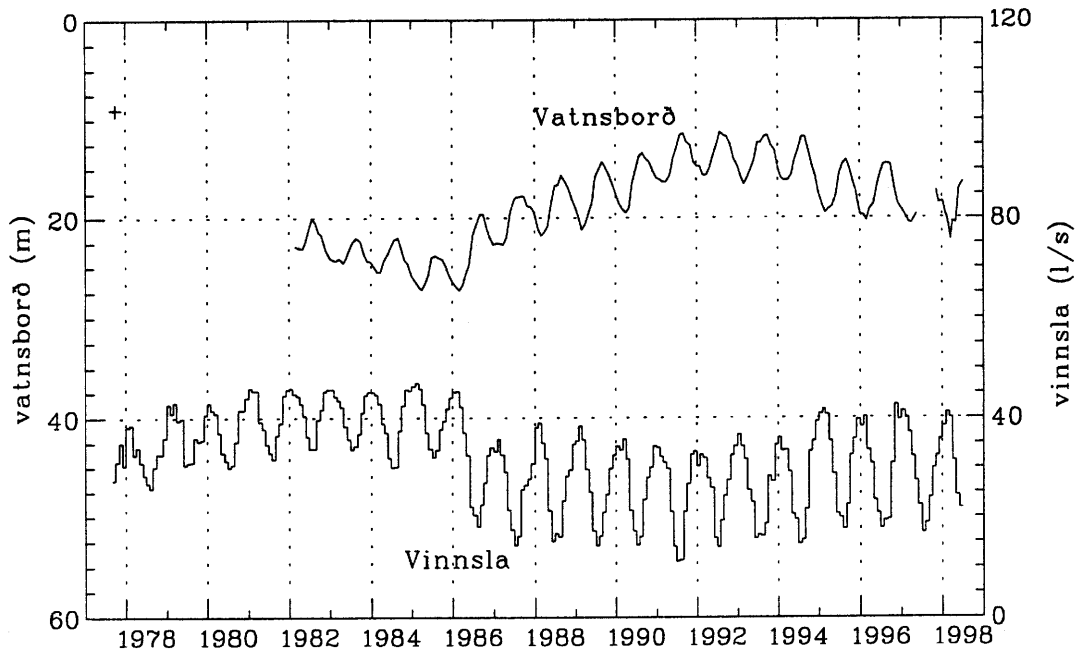
**Tafla 1.** Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1997.

Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Athugasemdir
1970-73	22,5	hola 2, áætlað
1974	23,5	hola 2, áætlað
1975	29,1	holur 2 og 9, áætlað
1976	29,9	hola 9, áætlað
1977	30,6	holur 9 og 10, áætlað
1978	32,3	hola 10, áætlað
1979	37,2	hola 10, áætlað
1980	37,5	hola 10, áætlað
1981	39,9	hola 10, áætlað
1982	42,0	hola 10
1983	41,1	hola 10
1984	40,0	hola 10
1985	40,8	hola 10
1986	32,2	hola 10
1987	26,4	hola 10
1988	27,4	holur 10 og 11
1989	26,4	hola 11
1990	26,8	hola 11
1991	24,8	hola 11
1992	26,3	hola 11
1993	25,6	hola 11 (+ hola 10)
1994	27,6	hola 11
1995	31,3	hola 11 (+ hola 10)
1996	29,7	hola 11 (+ hola 10)
1997	29,7	hola 11

Mynd 3 sýnir hita vatns úr holu 11, skv. mælingum hitaveitunnar, eftir að holan tók við sem aðalvinnsluhola. Lengst af mældist meðalvatnshitinn um 64 °C, en árið 1997 mælist meðalvatnshitinn 63,7 °C. Eins og áður hefur verið fjallað um þá er talið að skyndileg lækkun mælds vatnshita um mitt ár 1995 stafi af mæliskekkju, eða breytingu í hitamæli, frekar en svo skyndilegri breytingu í jarðhitakerfinu. Er það í samræmi við hitamælingar gerðar samhliða efnasýnatöku (sjá síðar). En rétt er að fylgjast nákvæmlega með hitabreytingum, ásamt breytingum í efnainnihaldi, í framtíðinni. Miðað við nýtingu niður í 30° C svarar vinnsla ársins 1997 til um 36 GWh orkuvinnslu.

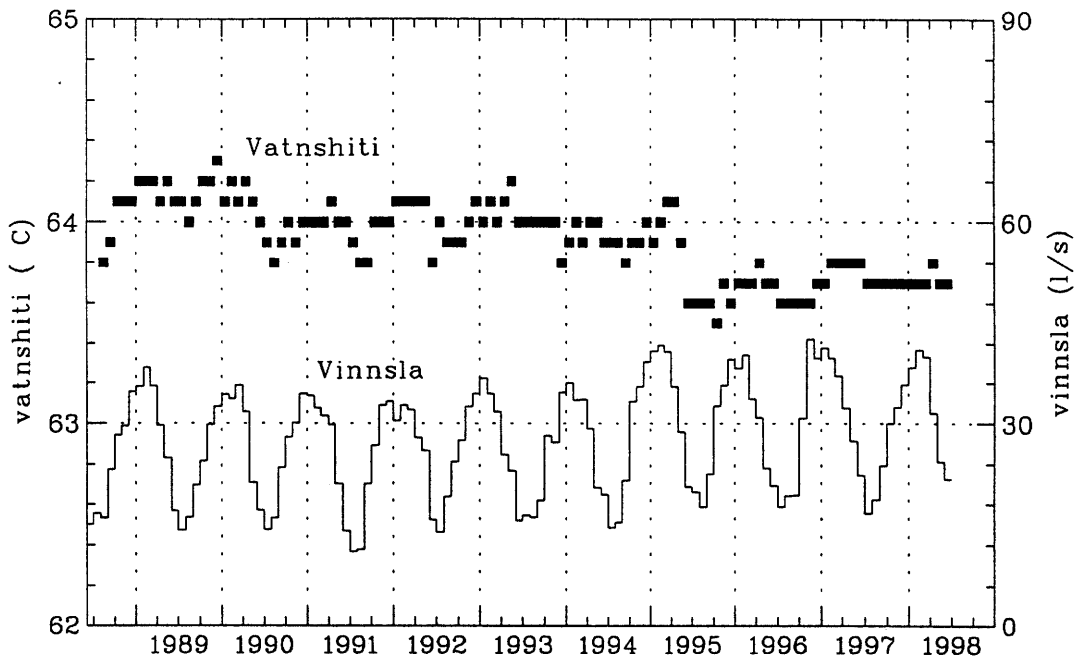


Mynd 1. Vatnsborð og vinnsla frá byrjun árs 1995 fram á mitt ár 1998.



Mynd 2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1998 (+: stök mæling í október 1977).



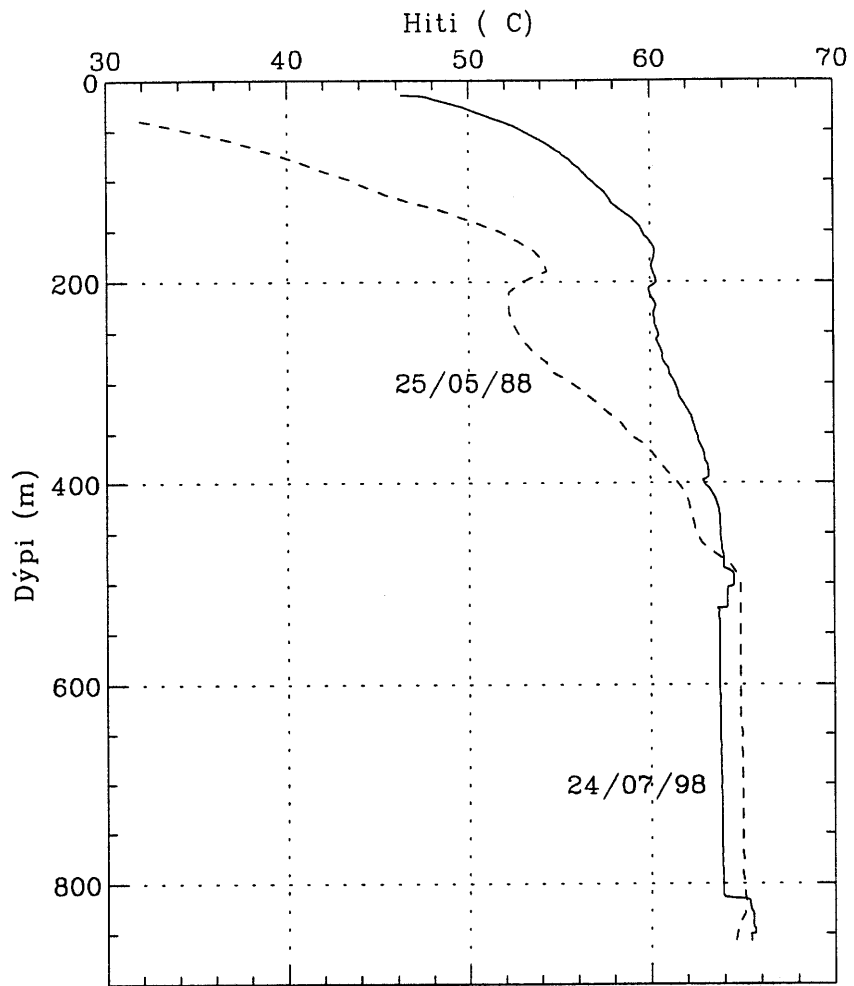


Mynd 3. Vatnshiti holu 11 árin 1988-1998 skv. mælingum hitaveitunnar.

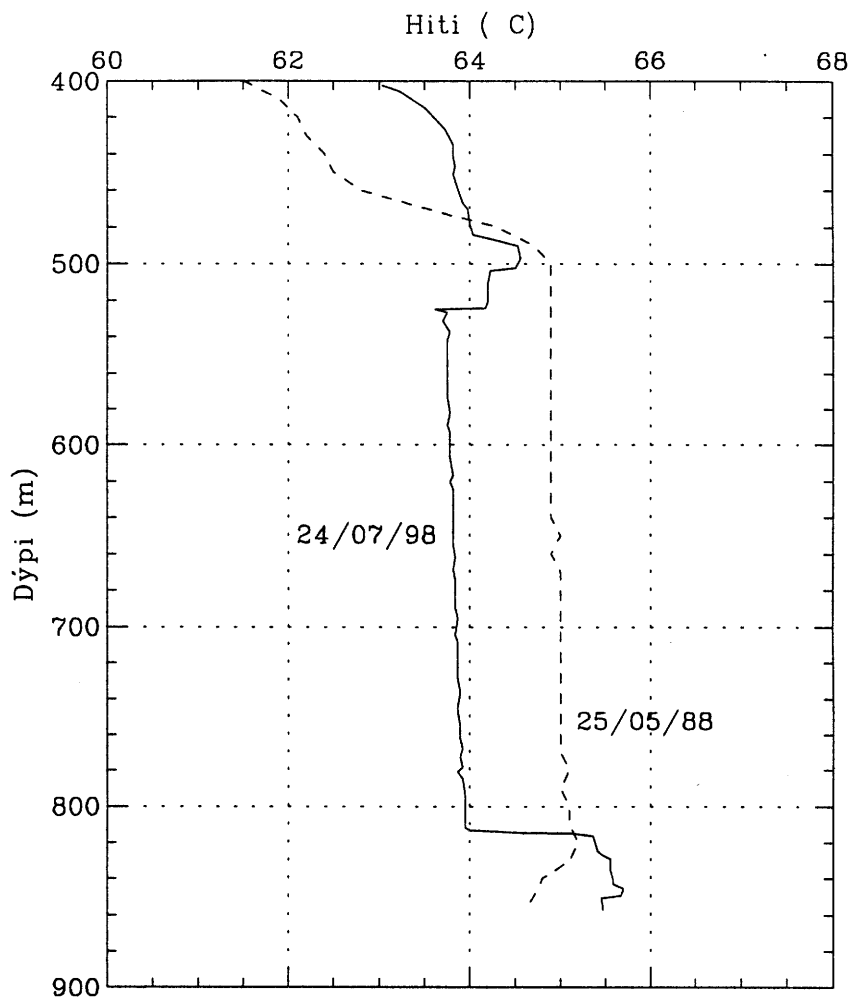
### 3. HITAMÆLING HOLU 11 24. JÚLÍ 1998

Í júlí síðastliðnum var dælan tekin upp úr holu 11 til viðhalds. Var það tækifæri notað og holan hitamæld þann 24. júlí, sem ekki hafði verið gert í áratug. Niðurstöðurnar eru birtar á myndum 4 og 5. Þar sést að aðalæðar holunnar eru annars vegar rétt neðan 500 m dýpis (505 og 525 m) og hins vegar á u.þ.b. 815 m dýpi. Í mælingunni virðist hafa verið niðurrennsli í holunni, úr efri æðunum niður í þá dýpri. Eins virðast æðarnar rétt neðan 500 m hafa kólnað lítilsháttar, eða um c.a. 1°C, frá 1988. Þó þarf að hafa í huga að holan er mæld við mismunandi aðstæður, annars vegar tæpu ári eftir borun, áður en notkun holunnar hófst, og hins vegar eftir 10 ára svo til stöðuga notkun.

Ekki er talið að það þurfi að hafa áhyggjur af þessari breytingu að svo stöddu. Þó er rétt að fylgjast áfram nákvæmlega með hitabreytingum og breytingum í efnainnihaldi.



Mynd 4. Hitamælingar úr holu 11 frá árunum 1988 og 1998.



Mynd 5. Hitamælingar úr holu 11 frá árunum 1988 og 1998, dýptarbilið neðan 400 m.

#### 4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Einn þáttur vinnslueftirlits hjá Hitaveitu Dalvíkur er að fylgjast með efnasamsetningu heita vatnsins og kanna hvort einhverjar breytingar komi þar fram t.d. vegna langvarandi dælingar úr jarðhitageyminum. Síðastliðin ár hefur efnaeftirlit verið fólgið í því að starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið heilsýni úr holu 11 einu sinni á ári, í október eða nóvember.

Á árinu 1997 fór sýnataka fram þann 17. nóvember. Sýni úr holu 11 var tekið við holu-topp líkt og undanfarin ár. Að venju voru hiti, uppleyst súrefni ( $O_2$ ) og brennisteinsvetni ( $H_2S$ ) mæld samhliða sýnatöku. Sýrustig (pH) og karbónat ( $CO_2$ ) voru síðan mæld næsta dag. Önnur efni voru greind á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar í vetur að því frátöldu að samsætur súrefnis ( $\delta^{18}O$ ) voru mældar á Raunvísindastofnun Háskólans. Niðurstöður

efnagreininga eru sýndar í töflu 2, ásamt greiningum frá árunum 1992 til 1996.

**Tafla 2.** Efnasamsetning vatns úr holu 11 við Hamar 1992 - 1997 (mg/l).

Dags. Númer	92.10.31 92-0267	93.10.13 93-0196	94.11.15 94-0345	95.11.14 95-0315	96.11.06 96-0347	97.11.17 97-0719
Hití (°C)	64,0	63,5	64,1	64,8	64,1	63,7
Sýrustig (pH/°C)	10,3/19	10,3/19	10,4/17	10,4/16	10,4/16	10,2/22
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	89,2	88,9	90,8	90,1	89,8	88,3
Natríum (Na)	48,2	49,5	49,3	49,2	48,9	49,3
Kalíum (K)	0,6	0,5	0,5	0,5	0,51	0,53
Kalsíum (Ca)	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1
Magnesium (Mg)	0,001	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003
Karbonsat (CO <sub>2</sub> (t))	15,7	16,3	15,7	16,5	14,1	14,9
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	13,1	12,8	13,0	12,5	13,4	12,7
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	0,04
Klóríð (Cl)	9,1	8,9	8,8	8,9	9,2	8,4
Flúoríð (F)	0,48	0,46	0,50	0,50	0,49	0,44
Járn (Fe)	-	0,003	-	-	0,0035	0,0019
Mangan (Mn)	-	-	-	-	0,0013	0,0003
Bór (B)	-	0,08	-	0,08	0,03	0,07
Ál (Al)	0,086	-	-	-	0,082	0,075
Uppleyst efni	211	183	216	197	228	188
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0	0	0	0	0	0
δD (‰ SMOW)	-	-	-	-105,8	-104,5	-
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-14,66	-	-14,66	-14,66	-14,62	14,7

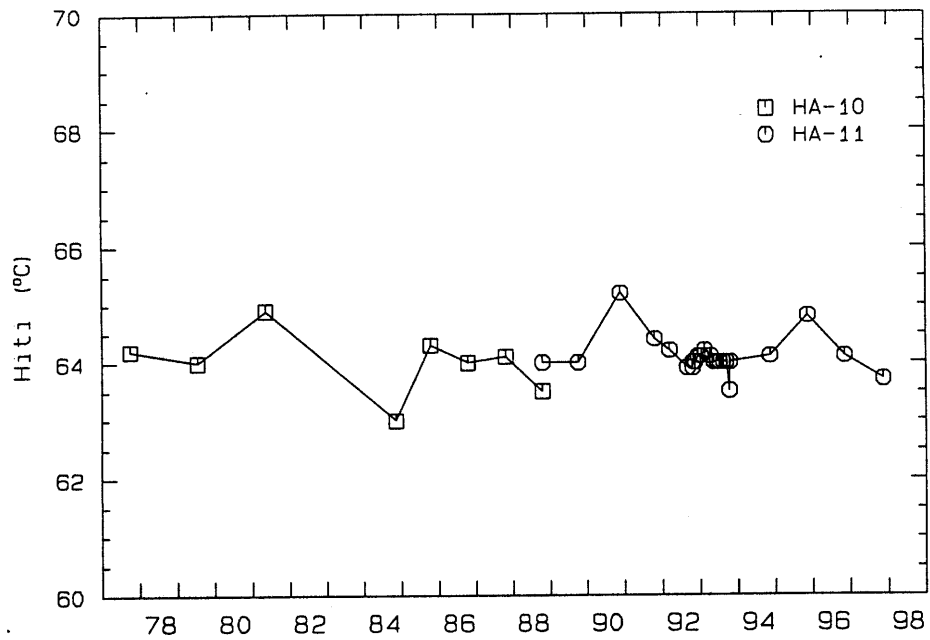
Í töflu 2 kemur fram að efnasamsetning vatns úr holu 11 hefur vart breyst á marktækan hátt milli árunum 1992 og 1997. Í stórum dráttum á þetta reyndar við allt tímabilið frá því vinnsla hófst úr holunni á árinu 1988. Þetta kemur reyndar skýrar fram á myndum 6 til 15, en þær sýna hita vatns við holutopp, mældan samhliða sýnatöku hverju sinni, og styrk allra aðalefna, auk hlutfalls súrefnissamsæta í vatni úr holum 10 og 11 allt frá árinu 1977.

Í fyrri vinnslueftirlitsskýrslum hefur verið á það bent, að efnasamsetning vatns úr holu 11 var nánast alveg sú sama og vatnsins úr holu 10 þegar hola 11 tók við af holu 10 sem aðalvinnsluhola veitunnar á árinu 1988. Þetta má glögglega sjá á myndum 6 til 15 þar sem niðurstöður efnagreininga á sýnum úr báðum holunum, sem tekin voru haustið 1988, falla nánast alveg saman. Af þessu var dregin sú ályktun, að holurnar fái vatn úr sama vatnskerfi og því sé unnt að túlka niðurstöður efnagreininga allt frá árinu 1977 fram til dagsins í dag á þann hátt, að þær endurspegli efnasamsetningu vatns í jarðhitakerfinu að Hamri á hverjum tíma, þrátt fyrir að sýnin hafi verið tekin úr tveimur mismunandi holum.

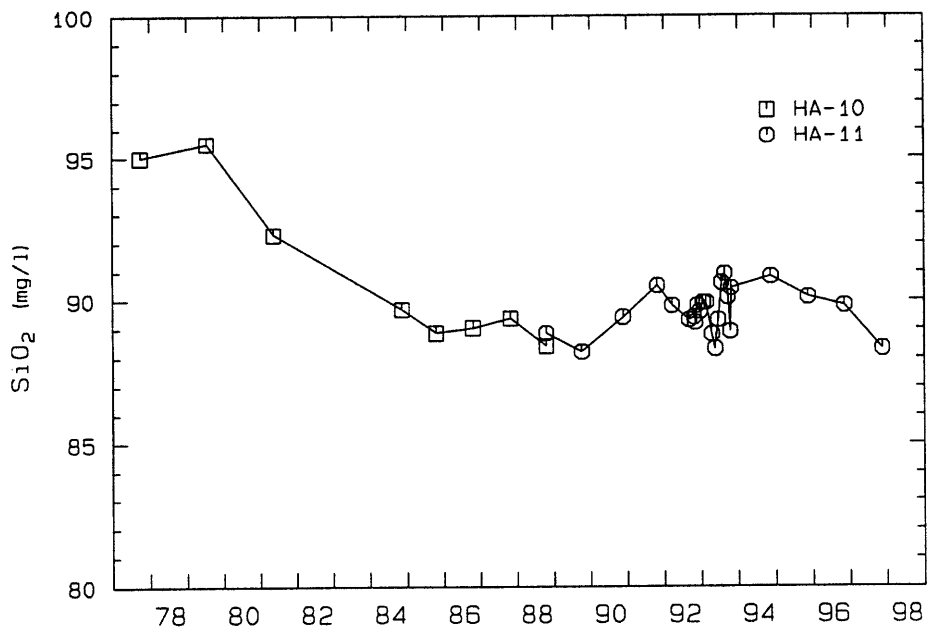
Á myndum 6 til 15 sést að þegar litið er yfir tuttugu ára tímabilið 1977 til 1997 má sjá að nokkrar breytingar hafa átt sér stað á efnainnihaldi vatnsins. Styrkur kísils ( $\text{SiO}_2$ ) lækkaði umtalsvert á árabílinu 1977 til 1986 (mynd 7) en hefur síðan haldist nokkuð stöðugur. Talið er að minnkandi vinnsla úr jarðhitakerfinu í tengslum við söluakerfisbreytingu 1986 hafi átt verulegan þátt þar í t.d. vegna aukins hluta vatns úr dýpri hluta jarðhitakerfisins þegar vatnsborð á jarðhitasvæðinu hækkaði. Breytingar þær sem fram koma í styrk kísils á tímabilinu 1986 til 1997, eru vart meiri en nemur óvissu í efnagreiningum (u.þ.b.  $\pm 1\%$ ), en þó er rétt að benda á að í sýninu frá síðastliðnu hausti (1997) mældist styrkur kísils álíka lágur og hann hefur áður mælst lægstur og að hann hafði einnig farið lækkandi árin þar á undan. Þar sem kísill er eitt aðal uppleysta efnið í heitu vatni og styrkur hans í beinu hlutfalli við hita vatnsins í jarðhitakerfinu, þá er rétt að fylgst sé náið með efnainnihaldi vatnsins, sem eins af þáttum öflugss vinnslueftirlits. Lækkunin í styrk kísils er í samræmi við þá niðurstöðu hitamælingarinnar frá júlí síðastliðnum að efri æðar holu 11 hafi e.t.v. kólnað lítilsháttar.

Styrkur natríums (Na) virðist hafa hækkað lítillega á árabílinu 1977 til 1997 (mynd 8), en ekki er unnt að greina marktæka hækkun síðastliðin tíu ár, eða frá því að vinnsla hófst úr holu 11. Myndir 9 og 10 sýna að styrkur klóríðs og súlfats hefur aftur á móti lækkað lítillega á tímabilinu án þess að unnt sé að greina marktæka breytingu í vatni úr holu 11. Breytingar í styrk flúors (F) eru vart marktækar (mynd 11) og lágt mæligildi í sýni frá síðastliðnu hausti (1997) stafar líklega af óstöðugleika í mælitæki, frekar en raunverulegri lækkun þess í vatninu. Rétt er þó að fylgjast grannt með þessu á næstu árum. Styrkur kalíums (K) hefur lækkað á tímabilinu (mynd 12), en ekki er þó unnt að greina marktækar breytingar síðastliðin sex ár eða svo. Styrkur kalsíums (Ca) hefur ekkert breyst frá því sýnatökur hófust 1977 (mynd 13) og breytingar í styrk magnesíums (Mg) fyrir 1990 (mynd 14) stafa af ónákvæmari aðferð við efnagreiningar en nú er notuð. Samsætur súr-efnis geta sagt til um uppruna vatnsins og efnaskipti við bergið sem vatnið leikur um og ekki sést á mynd 15 að þar hafi orðið neinar breytingar á umræddu tuttugu ára tímabili.

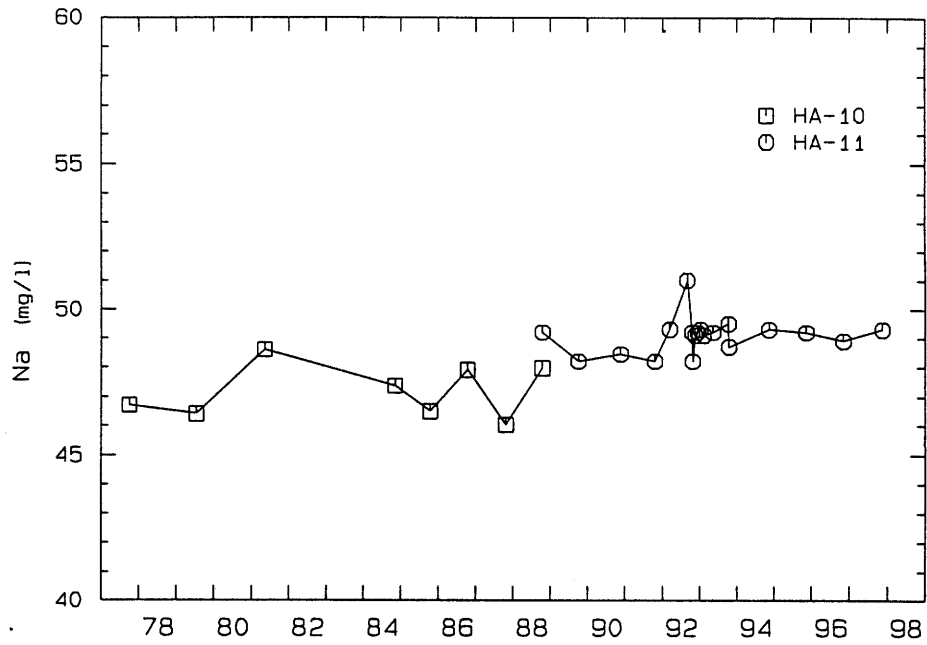
Að venju var uppleyst súrefni mælt við holutopp og mældist styrkur þess 0 líkt og undanfarin ár.



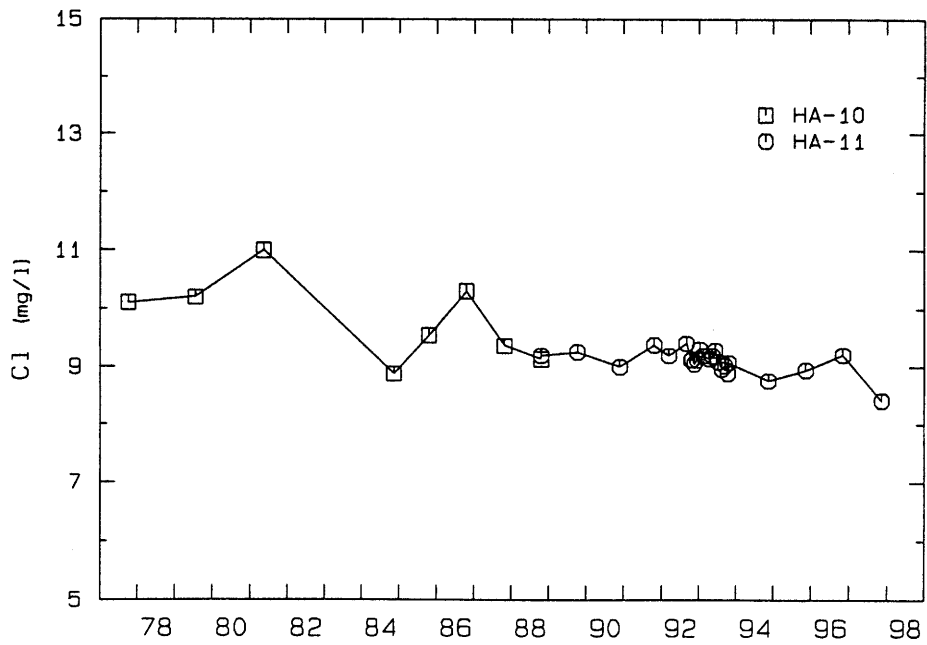
**Mynd 6.** Hiti vatns við sýnatöku úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.



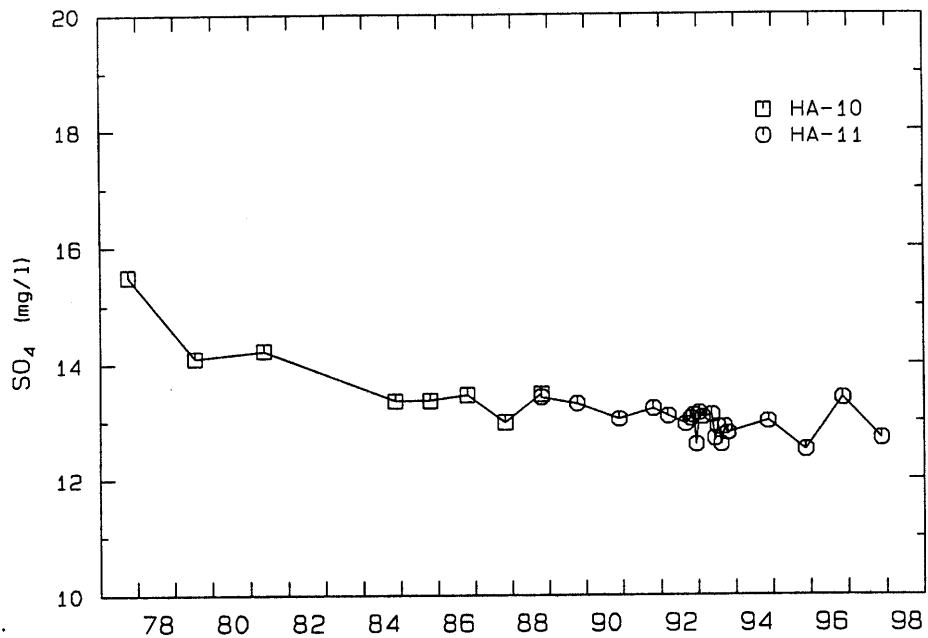
**Mynd 7.** Kísilstyrkur í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.



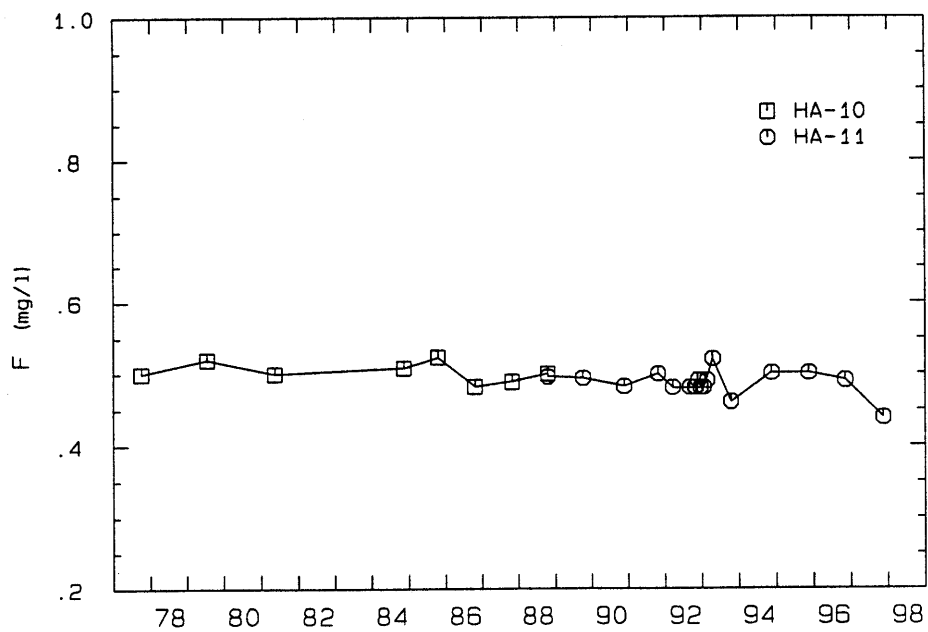
**Mynd 8.** Styrkur natríums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.



**Mynd 9.** Styrkur klóríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.

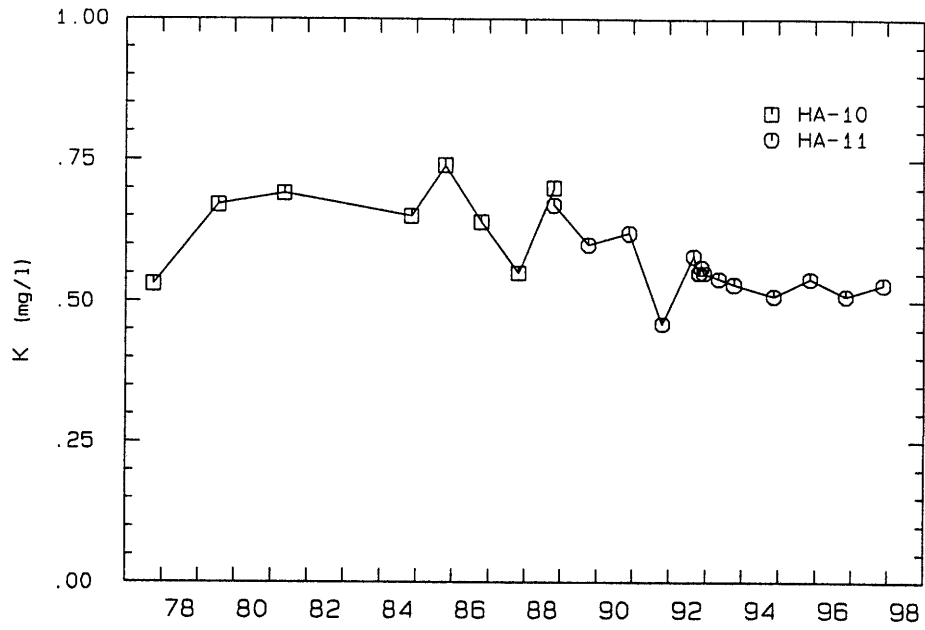


Mynd 10. Styrkur súlfats í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.

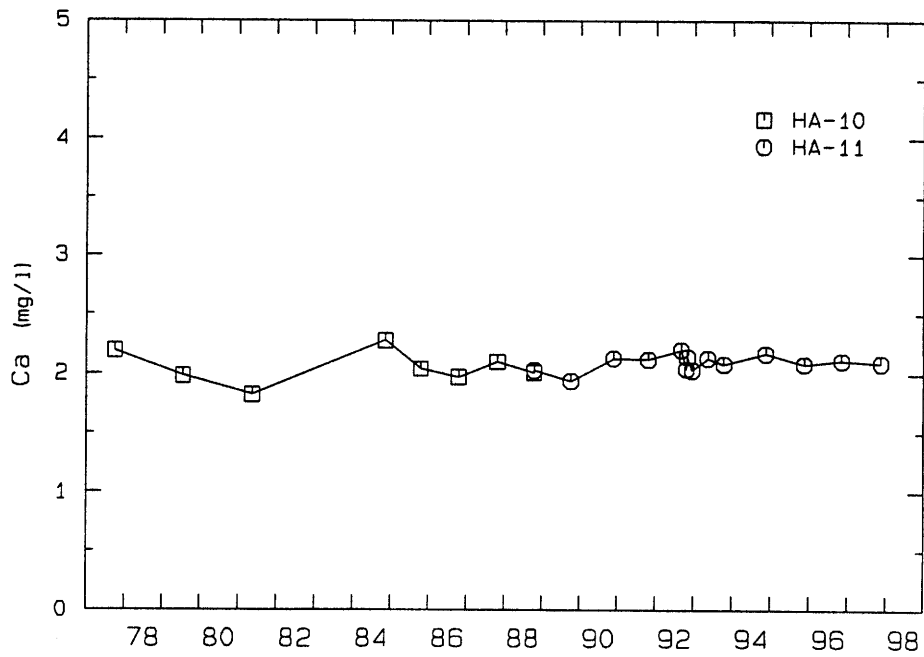


Mynd 11. Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.

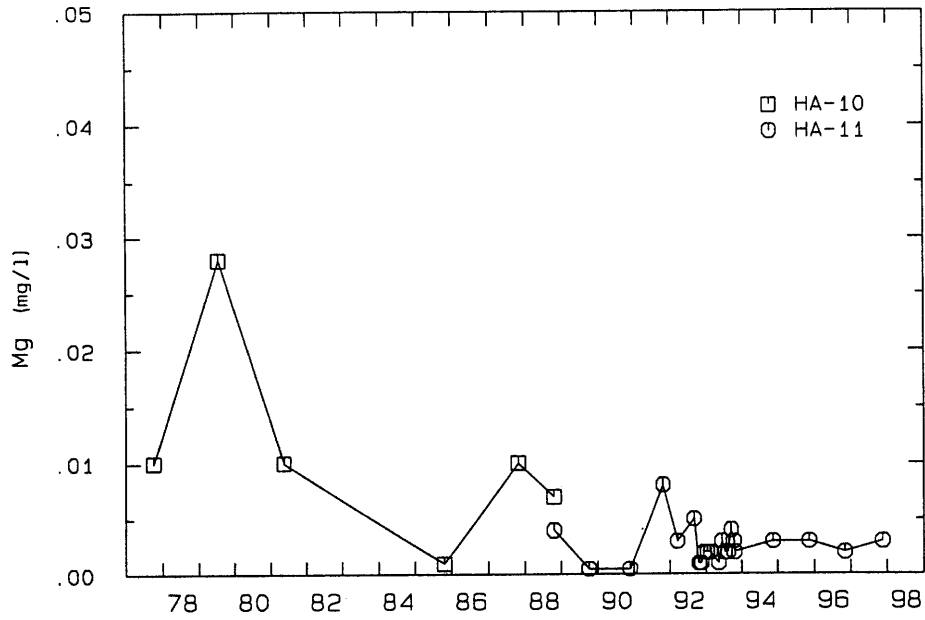




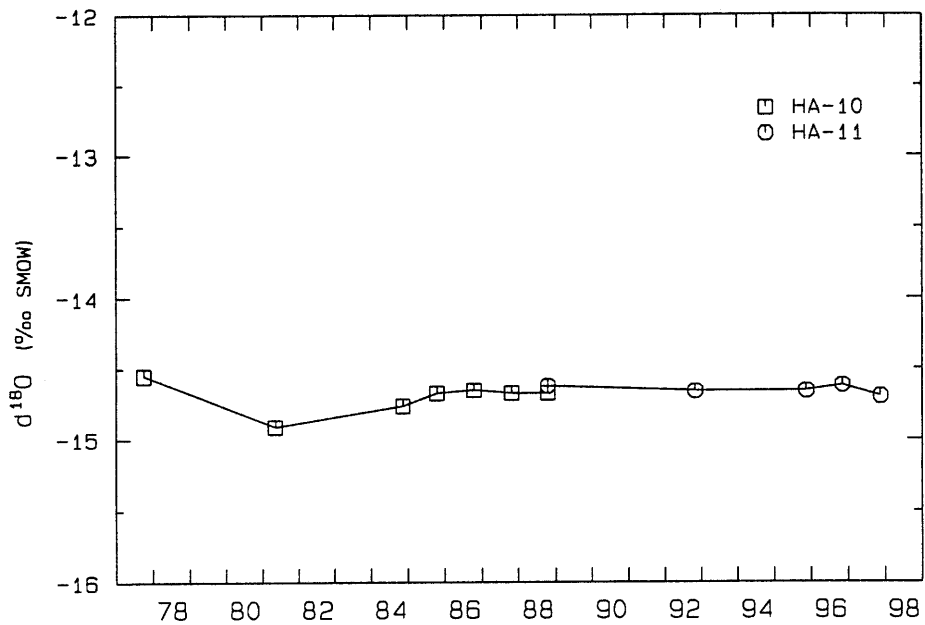
Mynd 12. Styrkur kalíums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.



Mynd 13. Styrkur kalsíums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.



Mynd 14. Styrkur magnesíums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.



Mynd 15. Hlutföll súrefnissamsætna í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1997.

## 5. LOKAORÐ

1. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitakerfinu við Hamar mældist 29,7 l/s árið 1997. Árin 1995-1997 var vinnslan um 15% meiri en 1987-1993, þ.e. tímabilið eftir að sölukerfi Hitaveitu Dalvíkur var breytt en áður en nýja sundlaugin hóf rekstur. Miðað við nýtingu niður í 30° C svarar vinnsla ársins 1997 til um 36 GWh orkuvinnslu.
2. Vinnsluaukningin hefur valdið því að vatnsborð í jarðhitakerfinu hefur nú lækkað um c.a. 5 m frá árunum 1991-1994 er það stóð hæst.
3. Samkvæmt hitamælingu, sem gerð var í holu 11 í júlí s.l., virðast litlar æðar á 505 og 525 m dýpi hafa kólnað lítilsháttar frá árinu 1988, er holan var síðast mæld.
4. Ekki er hægt að segja að orðið hafi marktækar breytingar á efnasamsetningu vatns úr holu 11 undanfarin ár. Þó hefur kísilstyrkur lækkað örlítið síðustu árin, sem e.t.v. má skýra með aukinni vinnslu, auk þess sem lækkunin er í samræmi við hugsanlega kólnun efri æða holu 11. Því þarf áfram að fylgjast nákvæmlega með breytingum í efnahaldi vatnsins.
5. Tölvustýrður stjórn- og eftirlitsbúnaður auðveldar nú eftirlitið með jarðhitakerfinu við Hamar, auk þess að gera það nákvæmara. Þó er erfitt að ná gögnum úr búnaðnum eins og er. Það þyrfti að lagfæra. Fylgjast þarf nákvæmlega með breytingum á vatnshita í framtíðinni.

## 6. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson, 1995: *Jarðhitakerfið við Hamar í Svarfaðardal. Endurskoðaðar vatnsborðsþár*. Orkustofnun, OS-95037/JHD-23 B, 8 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1992*. Orkustofnun, OS-93020/JHD-11 B, 12 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar 1990*. Orkustofnun, OS-91018/JHD-06 B, 7 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1990: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Hamari 1989*. Orkustofnun, OS-90011/JHD-04 B, 7 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1997: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1996*. Orkustofnun, OS-97048, 11 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1996: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1995*. Orkustofnun, OS-96034/JHD-20 B, 12 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1995: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1994*. Orkustofnun, OS-95020/JHD-13 B, 15 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.
- Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1994: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1993*. Orkustofnun, OS-94024/JHD-12 B, 16 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar*. Orkustofnun, OS-92024/JHD-11 B, 13 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.

Guðrún Sverrisdóttir og Guðni Axelsson, 1989: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Hamri ágúst 1988 - maí 1989*. Orkustofnun, OS-89025/JHD-10 B, 8 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.