

SÝNIEINTAK
má ekki fjarlægja



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

HITAVEITA DALVÍKUR

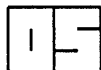
Eftirlit með jarðhita-
vinnslu við Hamar
árið 1996

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

1997

OS-97048



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 631

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

HITAVEITA DALVÍKUR

**Eftirlit með jarðhitavinnslu
við Hamar árið 1996**

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

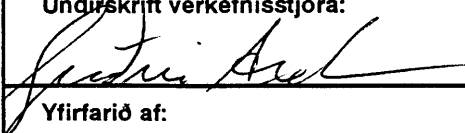
OS-97048

Október 1997

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-97048	Dags.: Október 1997	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: HITAVEITA DALVÍKUR Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar árið 1996	Upplag: 20	
	Fjöldi síðna: 11	
Höfundar: Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson	Verkefnisstjóri: Guðni Axelsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Árlegt vinnslueftirlit	Verknúmer: 610 631	
Unnið fyrir: Hitaveitu Dalvíkur		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Skýrslan fjallar um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Dalvíkur við Hamar árið 1996 og fram á mitt ár 1997. 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 1996, sem er mun minni vinnsla en árið áður, en 13% yfir meðalvinnslu árána 1987-1993. Aukninguna má rekja til nýju sundlaugarinnar. Vinnsla ársins svarar til um 36 GWh orkuvinnslu. Vatnsborð í jarðhitakerfinu lækkaði lítið frá 1995 til 1996 en hafði lækkað verulega árið áður. Vatnshiti hefur ekki breyst og ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatns úr holu 11.		
Lykilorð: Lághitasvæði, vinnsla, eftirlit, vatnsborð, hiti, efnastykur	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af:	

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ	3
3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	6
4. LOKAORÐ	11
5. HEIMILDIR	11

TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1996	4
2. Efnasamsetning vatns úr holu 11 við Hamar 1993 - 1996	7

MYNDASKRÁ

1. Vatnsborð og vinnsla frá byrjun árs 1995 fram á mitt ár 1997	5
2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1997	5
3. Vatnshiti holu 11 árin 1988-1997 skv. mælingum hitaveitunnar	6
4. Hiti vatns úr holum 10 og 11, mældur við sýnatöku árin 1977 til 1996	8
5. Kísilstyrkur í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996	8
6. Styrkur natríums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996	9
7. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996	9
8. Styrkur súlfats í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996	10
9. Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996	10

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Dalvíkur við Hamar í Svarfaðardal árið 1996, og fram á mitt ár 1997. Slík skýrsla hefur verið unnin árlega síðan 1989 samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar (sjá heimildalista í lok skýrslunnar). Eftirlit með jarðhitakerfinu hefur verið mjög gott undanfarinn áratug, sem 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 vatnsýna, efnagreiningar þeirra og úrvinnslu gagnanna. Nú hefur verið komið upp tölvuvæddum stýri- og eftirlitsbúnaði við holurnar á Hamri, sem mun væntanlega auðvelda eftirlitið auk þess að gera það nákvæmara.

Árið 1995 var ársmeðalvinnsla við Hamar um 19 % yfir meðallagi síðustu ára, sem stafaði af tilkomu nýrrar sundlaugar. Vegna þessarar aukningar var vatnsborð í jarðhitakerfinu rúmlega 3 m neðar árið 1995 en árin 1992-1994 er vatnsborð var nokkurn veginn í jafnvægi. Nýjar 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).

Á árinu 1995 mældist skyndilega um 0,4 °C lægri vatnshiti úr holu 11 en mælst hefur undanfarin ár. Ekki er talið að um skyndilega breytingu í jarðhitakerfinu sé að ræða, heldur mæliskekkju, enda hefur ekki orðið vart marktækra breytinga á efnasamsetningu vatns úr holu 11 undanfarin ár (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1996). Þó er mikilvægt að fylgst verði nákvæmlega með þessum þætti í framtíðinni.

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 rennismæli á aðalæðinni frá Hamri á tveggja daga fresti að jafnaði. Jafnframt er vatnsborð mælt á hálfsmánaðar fresti í holum 7 og 9, sem hafa verið eftirlitsholur síðan steipt var í holu 2 í október 1990. Nokkur misbrestur hefur þó orðið á því nú í ár (1997). Mælirör til vatnsborðsmælinga í holum 10 og 11 eru hins vegar biluð.

Mynd 1 sýnir vikulega meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Hamar ásamt vatnsborðsbreytingum í eftirlitsholunum frá ársbyrjun 1995. 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 mældist ársmeðalvinnslan 29,7 l/s. Það er um 3,5 l/s, eða 13 %, yfir meðalvinnslu árána 1987 - 1993, en þó verulega minni vinnsla en árið 1995. Aukningin stafar af nýju sundlauginni, sem tekin var í notkun haustið 1994. Áhrif vinnsluaukningarinnar á vatnsborð í jarðhitakerfinu sjást greinilega á mynd 2. Minni vinnsla 1996 en 1995 hefur

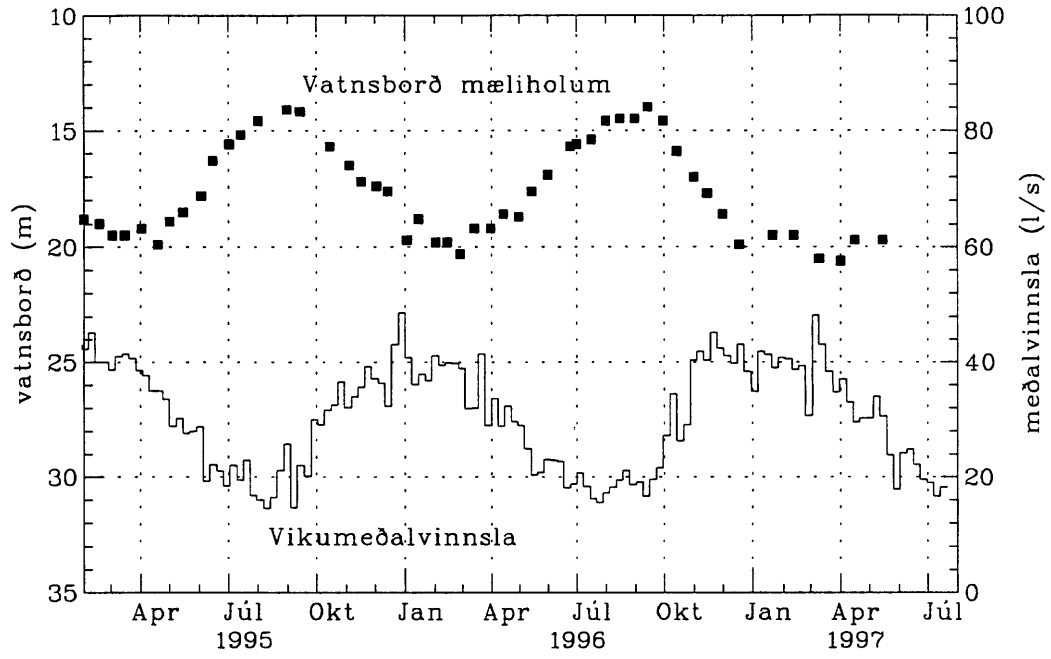
Tafla 1. Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1996.

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)

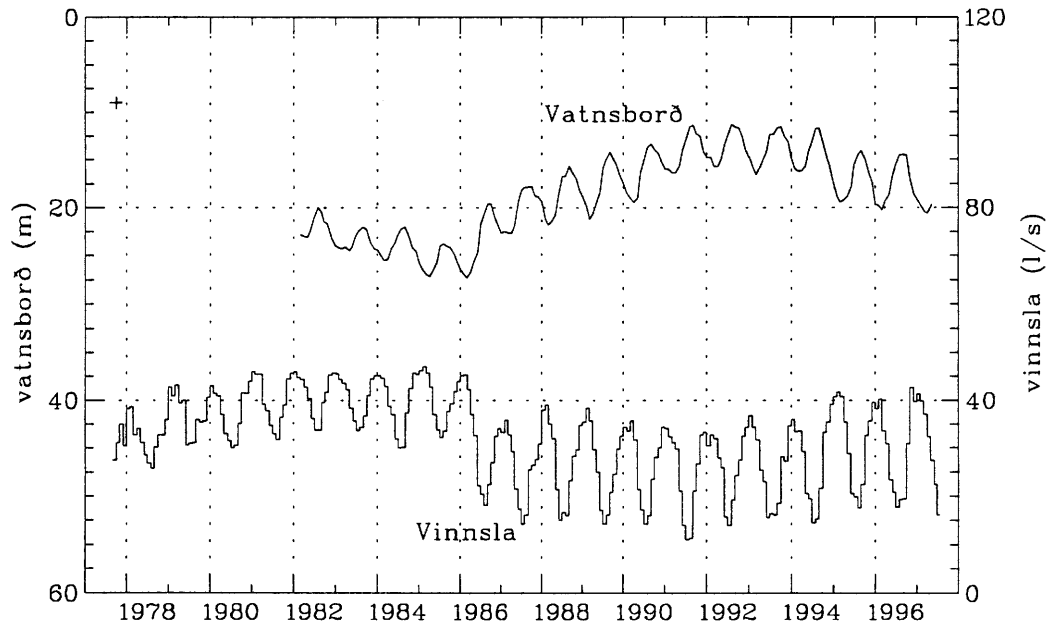
þó valdið því að vatnsborð lækkaði lítið milli þessara ára, eins og sést á mynd 1.

Árið 1996 mældist mesta vikumeðalvinnslan, 45,3 l/s, fjórðu viku nóvember, en fyrri hluta 1997 mældist hún mest 48,2 l/s fyrstu vikuna í febrúar. Minnst mældist vikumeðalvinnslan 15,6 l/s fjórðu vikuna í júlí 1996. Vatnsborð í eftirlitsholunum fór lægst í rúmlega 20 m um mánaðarmótin febrúar/mars 1996 og aftur í tæplega 21 m í byrjun apríl 1997. Hæst fór það hins vegar í 14 m um miðjan september 1996. Þess má geta að vatnsborð í eftirlitsholunum hefur ekki farið niður fyrir 20 m síðan í byrjun árs 1989.

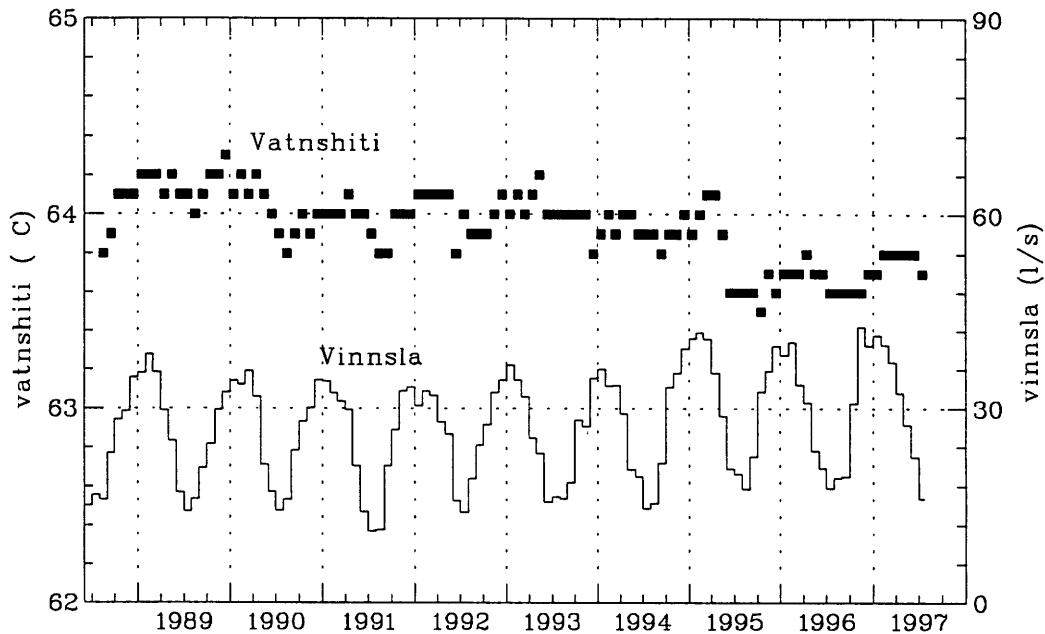
Mynd 3 sýnir hita vatns úr holu 11, skv. mælingum hitaveitunnar, eftir að holan tók við sem aðalvinnsluhola. Lengst af mældist meðalvatnshitinn um 64 °C. Um mitt ár 1995 mælist vatnshitinn skyndilega um 0,4 °C lægri en áður. Árið 1996 mælist meðalvatnshitinn um 63,7 °C. Líklegast stafar þessi lækkun af mæliskekku, eða breytingu í hitamæli, frekar en svo skyndilegri breytingu í jarðhitakerfinu. Er það í samræmi við hitamælingar gerðar samhliða efnasýnatöku (sjá mynd 4). En rétt er að fylgjast áfram nákvæmlega með hitabreytingum, ásamt breytingum í efnainnihaldi. Miðað við nýtingu niður í 30° C svarar vinnsla ársins 1996 til um 36 GWh orkuvinnslu.



Mynd 1. Vatnsborð og vinnsla frá byrjun árs 1995 fram á mitt ár 1997.



Mynd 2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1997 (+: stök mæling í október 1977).



Mynd 3. Vatnshiti holu 11 árin 1988-1997 skv. mælingum hitaveitunnar.

3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Einn þáttur vinnslueftirlitsins 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 efnaeftirlitið verið fólgið í því að starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið heilsýni úr holu 11 einu sinni á ári, í október eða nóvember.

Á árinu 1996 fór sýnataka fram þann 6. 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 hafa verið greind á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar í vetur að því frátöldu að samsætur súrefnis ($\delta^{18}O$) voru mældar á Raunvísindastofnun Háskóla Íslands. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 2, ásamt greiningum frá árunum 1992, 1993, 1994 og 1995.

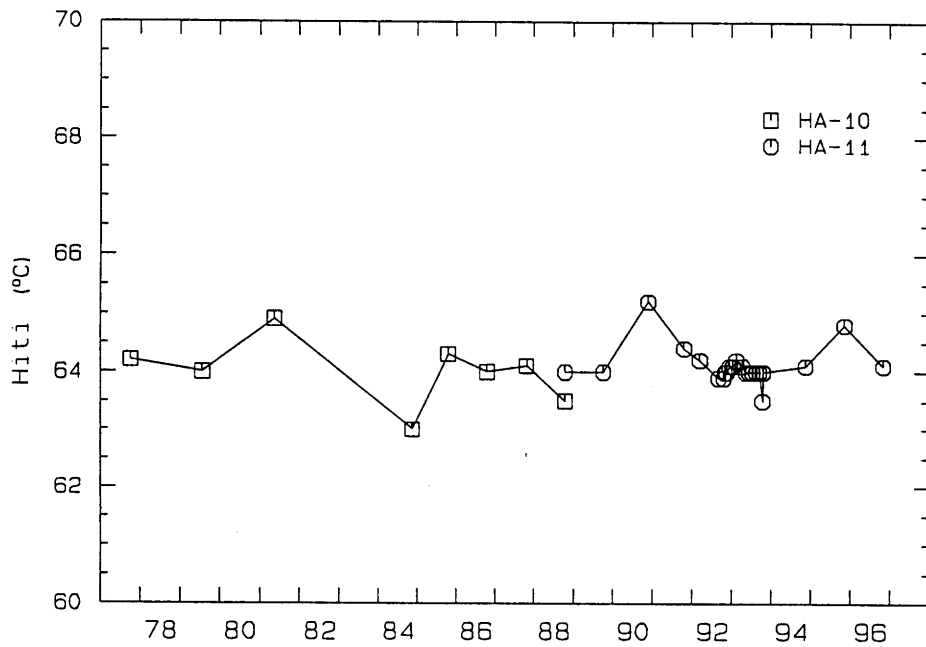
Í töflu 2 kemur fram að efnasamsetning vatns úr holu 11 hefur ekki breyst á marktækan hátt á tímabilinu frá 1992 til 1996. Þetta á reyndar við um allan tímenn frá því vinnsla hófst úr holunni á árinu 1988. Myndir 4 til 9 sýna hita vatns við holutopp og styrk allra aðalefna í vatni úr holum 10 og 11 yfir tímabilið 1977 til 1996. Mynd 5 sýnir að styrkur kísils lækkaði jafnt og þétt í vatni úr holu 10 allt til ársins 1986, þegar sölukerfi hitaveitunnar var breytt úr hemlakerfi í mælakerfi. Í fyrri skýrslum um vinnslueftirlit hefur verið

á þetta bent og lækkunin rakin til mikillar vinnslu úr jarðhitakerfinu. Þegar vinnsla hófst úr holu 11 kom í ljós að efnasamsetning vatns úr henni var nánast alveg sú sama og vatns úr holu 10, eins og vel kemur fram á myndum 5 til 9.

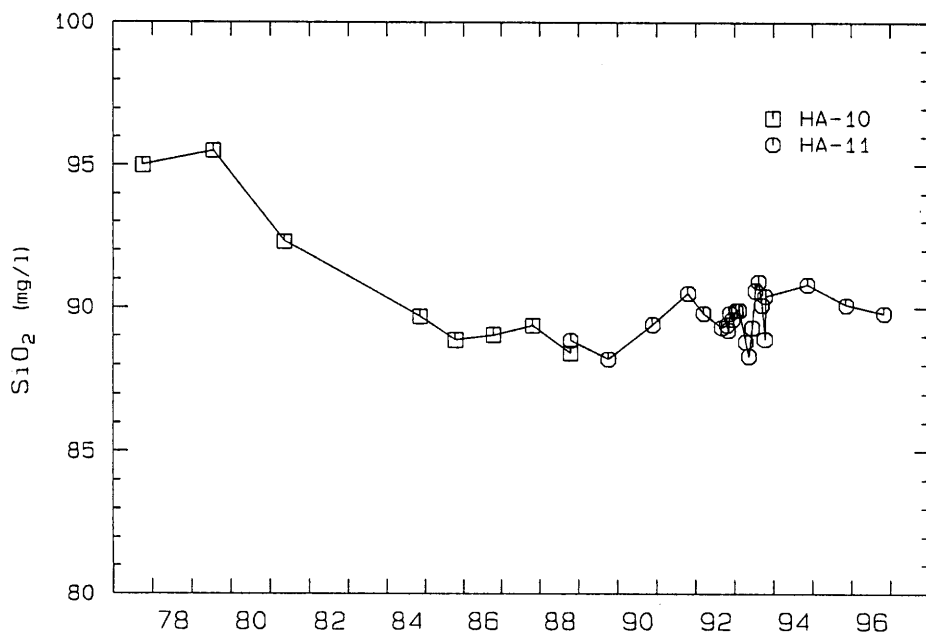
Að venju var uppleyst súrefni mælt við holutopp og mældist styrkur þess 0 líkt og undanfarin ár.

Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu 11 1992 - 1996 (mg/l).

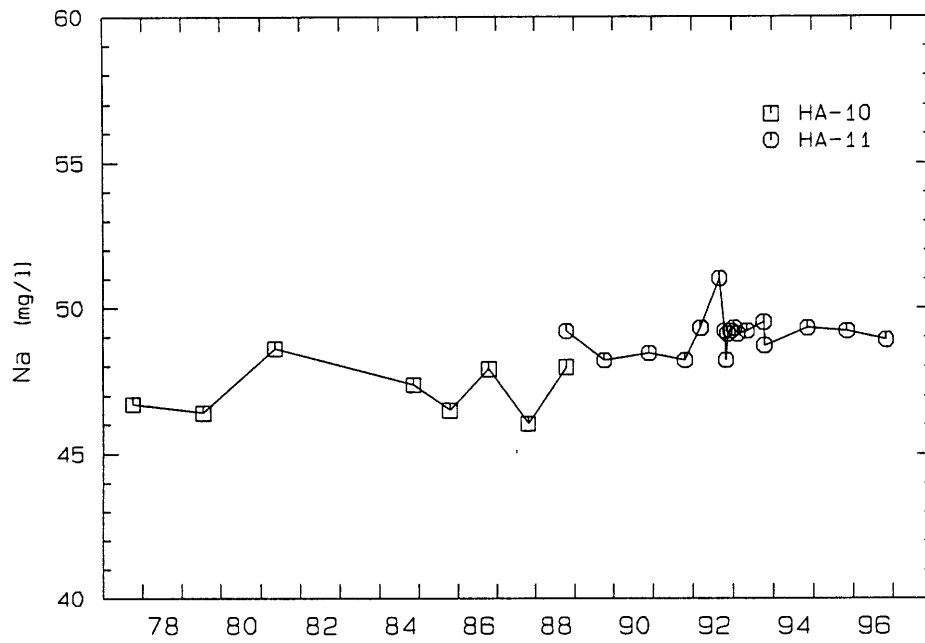
Dags. Númer	92.10.31 92-0267	93.10.13 93-0196	94.11.15 94-0345	95.11.14 95-0315	96.11.06 96-0347
Hiti (°C)	6,0	63,5	64,1	64,8	64,1
Sýrustig (pH/°C)	10,3/19	10,3/19	10,4/17	10,4/16	10,4/16
Kísill (SiO ₂)	89,2	88,9	90,8	90,1	89,8
Natríum (Na)	48,2	49,5	49,3	49,2	48,9
Kalíum (K)	0,6	0,5	0,5	0,5	0,51
Kalsíum (Ca)	2,1	2,1	2,2	2,1	2,11
Magnesíum (Mg)	0,001	0,003	0,003	0,003	0,002
Karborat (CO ₂ (t))	15,7	16,3	15,7	16,5	14,1
Súlfat (SO ₄)	13,1	12,8	13,0	12,5	13,4
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03
Klóríð (Cl)	9,1	8,9	8,8	8,9	9,2
Flúoríð (F)	0,48	0,46	0,50	0,50	0,49
Járn (Fe)	-	0,003	-	-	0,0035
Mangan (Mn)	-	-	-	-	0,0013
Bór (B)	-	0,08	-	0,08	0,03
Ál (Al)	-	-	-	-	0,082
Uppleyst efni	211	183	216	197	228
Súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0
δD (‰ SMOW)				-105,8	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,66		-14,66	-14,66	-14,62



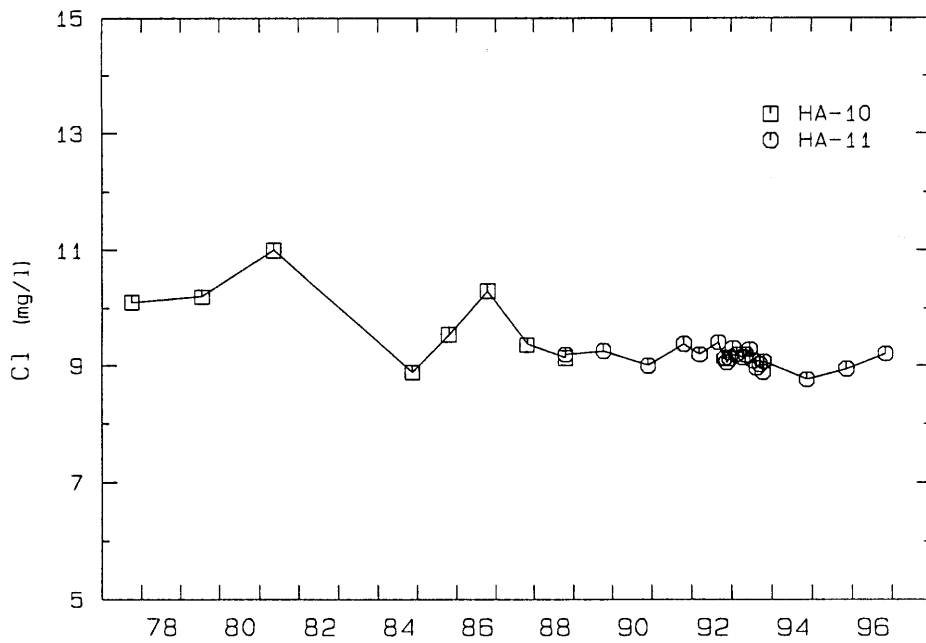
Mynd 4: Hiti vatns úr holum 10 og 11, mældur við sýnatöku árin 1977 til 1996.



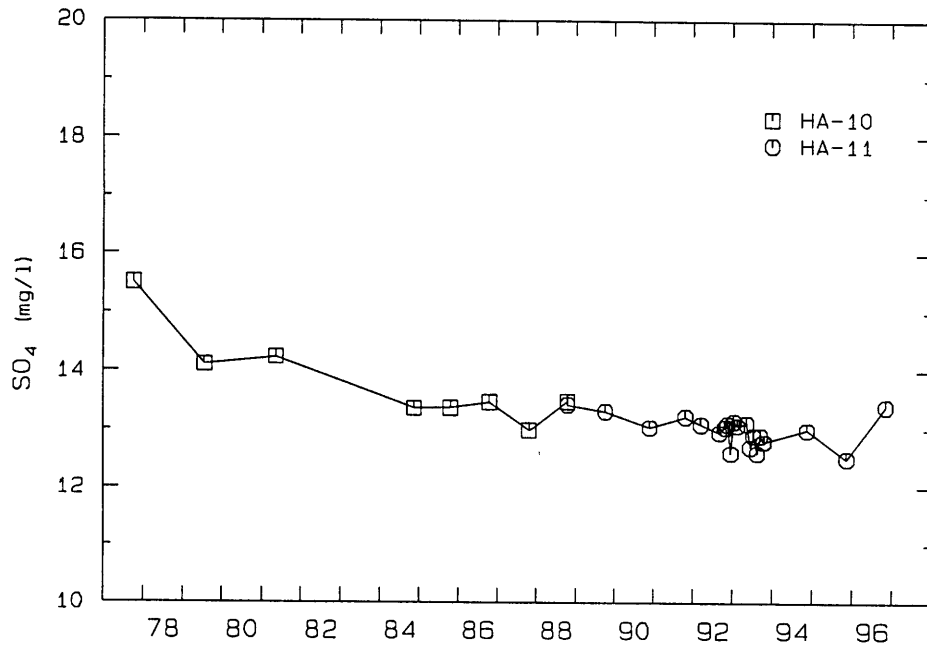
Mynd 5: Kísilstyrkur í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996.



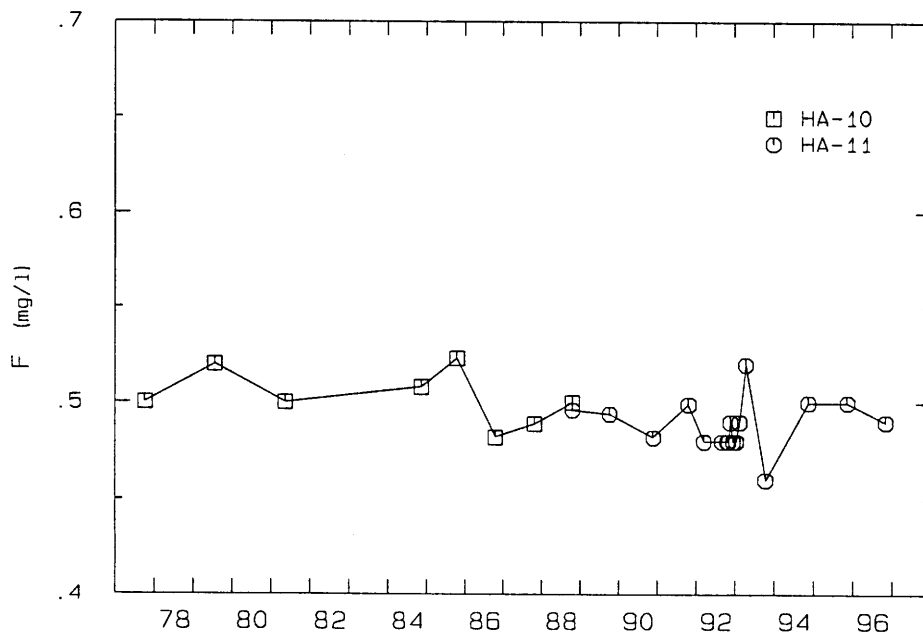
Mynd 6: Styrkur natríums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996.



Mynd 7: Styrkur klóríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996.



Mynd 8: Styrkur súlfats í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996.



Mynd 9: Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1996.

4. LOKAORÐ

1. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitakerfinu við Hamar var 29,7 l/s árið 1996. Það er um 13 % yfir meðallagi áráanna 1987 - 1993, en þó verulega minni vinnsla en árið 1995. Nýja sundlaugin veldur þessari aukningu. Miðað við nýtingu niður í 30° C svarar vinnsla ársins 1996 til um 36 GWh orkuvinnslu.
2. Vatnsborð í jarðhitakerfinu lækkaði verulega milli áráanna 1994 og 1995, en minni vinnsla árið 1996 hefur þó valdið því að vatnsborð lækkaði lítið milli áráanna 1995 og 1996. Nokkur misbrestur hefur verið á því upp á síðkastið að vatnsborð í eftirlitsholum (7 og 9) sé mælt reglulega. Úr því þarf að bæta.
3. Lækkun í mældum vatnshita, sem fram kom um mitt ár 1995, stafar frekar af mæli-skekkju en svo skyndilegri breytingu í jarðhitakerfinu. En rétt verður að fylgjast nákvæmlega með hitabreytingum, ásamt breytingum í efnainnihaldi, í framtíðinni.
4. Ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatns úr holu 11 undanfarin ár.

5. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson, 1995: *Jarðhitakerfið við Hamar í Svarfaðardal. Endurskoðaðar vatnsborðs-spár*. 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, 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.