



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

## **HITAVEITA SAUÐÁRKRÓKS**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu við  
Áshildarholtsvatn árið 1995**

Guðni Axelsson, Hrefna Kristmannsdóttir  
og Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks

OS-96037/JHD-22 B

Júní 1996



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 511  
/os/gax/sauð/veft/1995/text.t

## **HITAVEITA SAUÐÁRKRÓKS**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu við  
Áshildarholtsvatn árið 1995**

Guðni Axelsson, Hrefna Kristmannsdóttir  
og Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks

OS-96037/JHD-22 B

Júní 1996

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VIÐBRÖGÐ	3
3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	12
4. LOKAORÐ	16
5. HEIMILDIR	17

## TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn	4
2. Efnasamsetning vatns á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn	13

## MYNDASKRÁ

1. Vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1989 til 1995	4
2. Vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1994 og 1995 ásamt mælingum á þrýstingi holu 9	5
3. Þrýstingur á holu 9 (eða holu 12) og vinnsla árin 1989 til 1995	6
4. Þrýstingur á holum 9, 12 og 13 árið 1995	7
5. Hiti vatns úr holum 10, 11 og 12 árið 1995	8
6. Hiti vatns úr holu 13 árið 1995	8
7. Hiti vatns frá dælustöð árið 1995	9
8. Samband vatnshita holna 10 og 11 árið 1995	9
9. Samband rennslis og vatnshita holu 13 árið 1995	10
10. Rennsli til Sjávarborgar árið 1995	10
11. Samanburður vikulegs meðalrennslis frá dælustöð skv. m <sup>3</sup> -mæli og gagnasöfnunarbúnaði	11
12. Samanburður vikulegs meðalrennslis frá dælustöð og samanlagðra mælinga á rennsli einstakra holna, en þær eru oft óvissar	11
13. Styrkur kalsíums, klóríðs, sulfats og flúoríðs í holum 12 og 13 árin 1984 - 1994	14
14. Hiti vatns og styrkur kísils, natríums og kalíums í holum 12 og 13 árin 1984 - 94	15
15. Kalsítmettun vatns í dælustöð árin 1986 - 1994	16

## 1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með vinnslu jarðhita á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árið 1995, en Hitaveita Sauðárkróks nýtir sjálfrennandi vatn úr holum 10, 11, 12 og 13 á svæðinu. Er þetta sjöunda skýrslan sem unnin er samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar um slíkt eftirlit (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992 og 1994; Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991, 1993 og 1995; Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990). Samkvæmt samningnum sér Hitaveita Sauðárkróks um mælingar á vinnslu, vatnshita og holuþrýstingi. Var sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður, sem upphaflega var settur upp við vinnsluholumnar árið 1988, endurnýjaður frá grunni árið 1994. Þá sér Orkustofnun um töku vatnssýna til efnagreininga einu sinni á ári og samantekt gagna um vinnslu og viðbrögð auk þess að vara við óæskilegum breytingum og gera tillögur til úrbóta sé þeirra þörf. Til eru samfelld og ítarleg gögn úr gagnasöfnunarbúnaðinum fyrir allt árið 1995 og verður fjallað nokkuð um þau í þessari skýrslu.

Vinnslan við Áshildarholtsvatn hefur lítið breyst undanfarin ár, en ef hún eykst í framtíðinni verður þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu, sem aftur veldur því að sjálfrennsli úr núverandi vinnsluholum hættir að anna þörfum hitaveitunnar (Guðni Axelsson, 1992). Með nákvæmu vinnslueftirliti má sjá slíkt fyrir í tíma. Sérstaklega er mikilvægt að fylgst sé samfelld með þrýstingi í jarðhitakerfinu, eins og áður hefur verið bent á. Jafnframt má með efnaeftirliti sjá óæskilegar breytingar, eins og innstreymi kaldara vatns eða sjávar í jarðhitakerfið, og sjá fyrir vandræði við nýtingu vatnsins, eins og hættu á útfellingum (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1994).

## 2. VINNSLA OG VIÐBRÖGÐ

Mynd 1 sýnir vikulega meðalvinnslu úr vinnsluholum Hitaveitu Sauðárkróks við Áshildarholtsvatn frá og með árinu 1989 en mynd 2 sýnir vinnsluna nánar árin 1993 og 1995. Vikumeðalvinnslan er byggð á aflestrum hitaveitunnar af rennismæli í dælustöð, og bar mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins nokkuð vel saman við þá aflestra. Jafnframt var rennsli til Sjávarborgar bætt við þær tölur. Vikuleg meðalvinnsla árið 1995 var mest um 97 l/s aðra vikuna í febrúar, en minnst um 43 l/s aðra vikuna í ágúst. Ársmeðalvinnsla áranna 1972 - 1995 er birt í töflu 1 hér á eftir og var meðalvinnsla ársins 1995 74,4 l/s. Einnig eru í töflunni birtar tölur um áætlaða heildarorkuvinnslu miðað við nýtingu niður í 30°C. Notkun hitaveitunnar árið 1995 var sambærileg við meðalnotkun áranna 1990 - 1994.

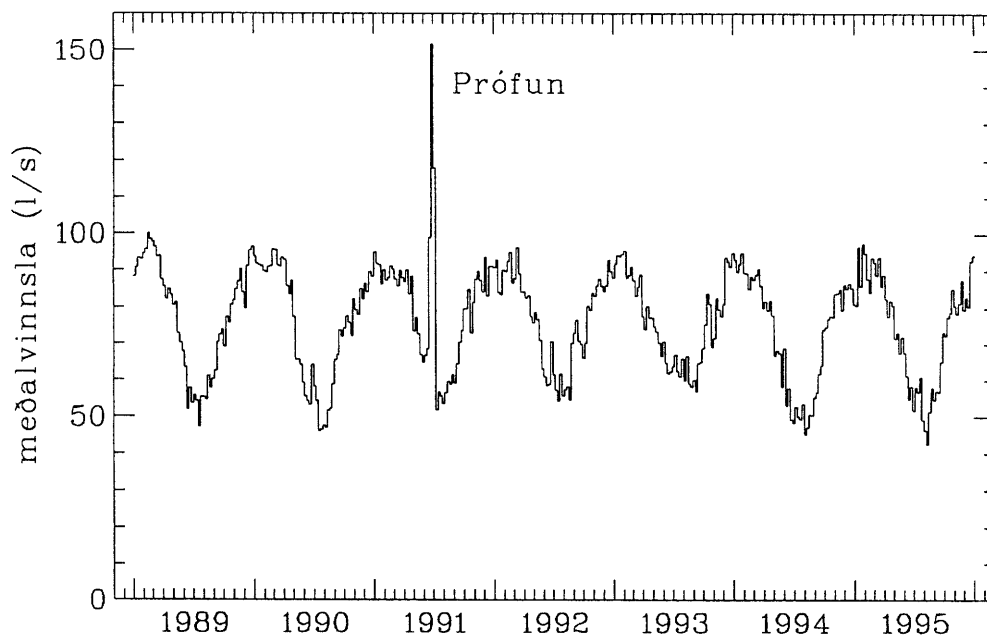
Eins og áður hefur verið bent á má væntanlega draga verulega úr notkun heits vatns á Sauðárkróki með sölukerfisbreytingu. Þannig mætti væntanlega minnka orkuvinnslu Hitaveitu Sauðárkróks úr um 41 MWh/íbúa í 15 - 25 MWh/íbúa. Þá mun sjálfrennsli úr núverandi vinnsluholum halda áfram að nægja Hitaveitu Sauðárkróks næstu tvo til þrjá áratugi, jafnvel þó gert sé ráð fyrir vaxandi notkun eftir breytinguna (Guðni Axelsson, 1992). Þá má auk þess fresta kostnaðarsömum framkvæmdum eins og frekari borunum og dæluvæðingu holna.

**Tafla 1.** Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn.

Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Heildarorkuvinnsla <sup>1)</sup> (GWh)
1972-84	80 - 90	115 - 130
1985	87,0	126
1986	78,5	113
1987	77,0	111
1988	79,5	115
1989	78,5	113
1990	76,0	110
1991	80,5 <sup>2)</sup>	116 <sup>2)</sup>
1992	77,0	111
1993	76,0	110
1994	73,0	105
1995	74,4	107

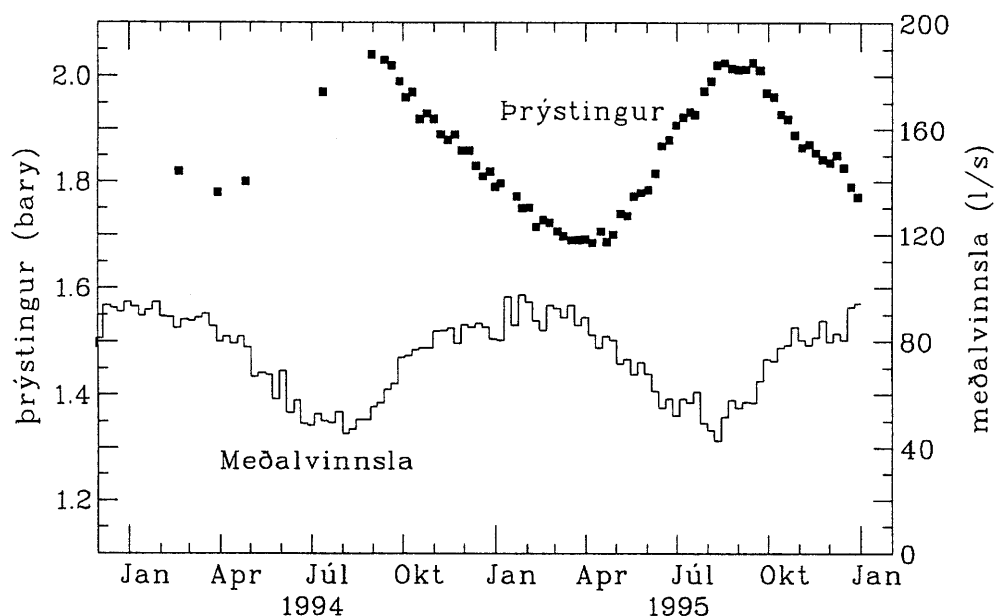
<sup>1)</sup> Miðuð við nýtingu í 30°C.

<sup>2)</sup> Umframvinnsla í prófun í júní 1991 jafngildir 4 l/s ársmeðalvinnslu og 6 GWh orkuvinnslu.



**Mynd 1.** Vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1989 til 1995.

Eins og kom fram hér að framan þá eru nú til samfelld og ítarleg gögn um rennsli, hita og þrýsting úr nýja gagnasöfnunarbúnaðinum frá síðasta ári. Fjallað verður lítillega um þau hér á eftir, en vikumeðaltöl ýmissa mæligilda eru birt á myndum 4 til 12. Hingað til hafa viðbrögð jarðhitakerfisins við Áshildarholtsvatn fyrst og fremst einkennst af þrýstingsbreytingum. Mynd 2 sýnir mælingar á þrýstingi holu 9 síðustu tvö árin, en sú hola er notuð til þess að hafa eftirlit með þrýstingi í jarðhitakerfinu. Byggt er á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins frá því í september 1994 og sýnir myndin vikumeðaltöl. Nokkrar stakar mælingar voru auk þess til frá fyrri hluta 1994. Mynd 3 sýnir síðan tiltækar mælingar á þrýstingi í jarðhitakerfinu ásamt vinnslu allt frá árinu 1989. Oftast er byggt á holu 9, en einnig á holu 12 ef sú hola hefur verið lokuð og þrýstiskynjari á holu 9 í ólagi. Árssveiflan 1995 er um 0,35 bör, en það svarar aðeins til um 3,6 m vatnsborðssveiflu. Samkvæmt mynd 3 þá virðist þrýstingur í jarðhitakerfinu hafa hækkað lítillega frá 1990. Orsökina gæti verið lítið eitt minni vinnsla seinni árin (sjá töflu 1), þó ekki sé hægt að útløka einhverja skekkju milli eldri og nýrri þrýstingsmælinganna vegna þess hve mælingarnar hafa verið glöppóttar á þessu tímabili.

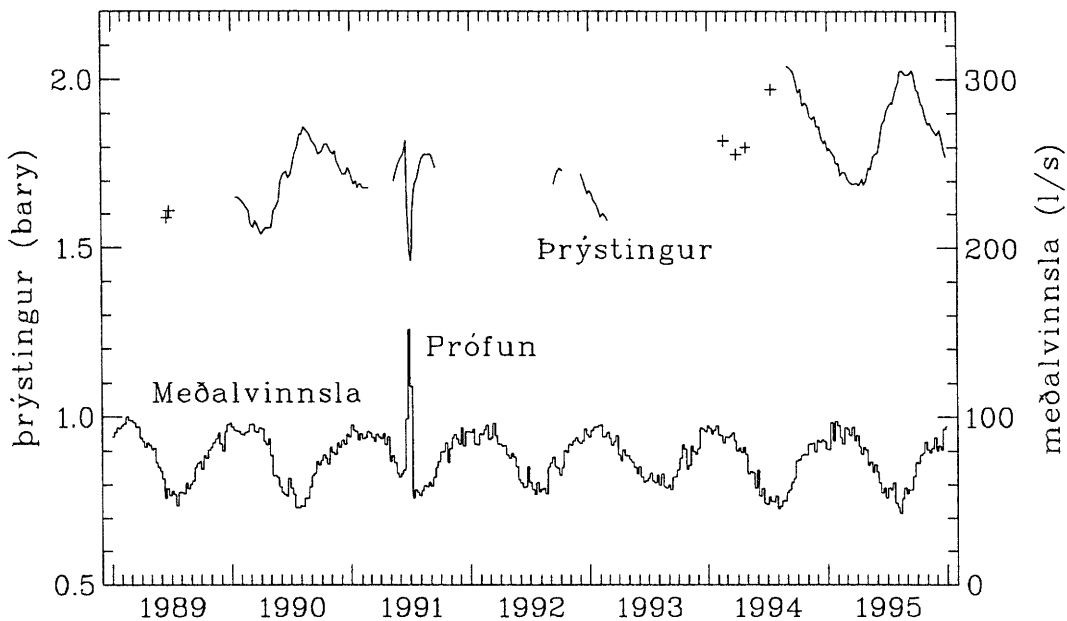


**Mynd 2.** Vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1994 og 1995 ásamt mælingum á þrýstingi holu 9.

Mynd 4 sýnir þrýsting á holum 9, 12 og 13 árið 1995. Holur 12 og 13 sýna yfirleitt mun lægri þrýsting, einkum þegar rennur úr þeim holum. Yfir sumarið var hola 12 lokuð og rennsli úr holu 13 mjög lítið. Þá sýnir hola 12 um 0,1 bar lægri þrýsting en hola 9 og hola 13 um 0,2 börum lægri þrýsting.

Næstu þrjár myndir (5, 6 og 7) sýna hita vatns úr holunum fjórum og í dælustöðinni. Á mynd 5 sést að hiti vatns úr holum 10, 11 og 12 breytist lítið, hann sveiflast aðeins um c.a.  $\frac{1}{2}$  °C á árinu. Meðalhiti vatnsins úr þessum þremur holum er rétt rúmlega 70 °C. Það sama gildir um hita vatns frá dælustöðinni (mynd 7), hann sveiflast aðeins lítillega og er

meðalvatnshitinn 70,3 °C. Hiti vatns úr holu 13 breytist hins vegar nokkuð, sveiflast milli 67 og 70,5 °C. Meðalhiti vatns úr holu 13 reiknast 69,5 °C árið 1995. Hiti vatns úr holunum virðist ekkert hafa breyst í gegnum tíðina.



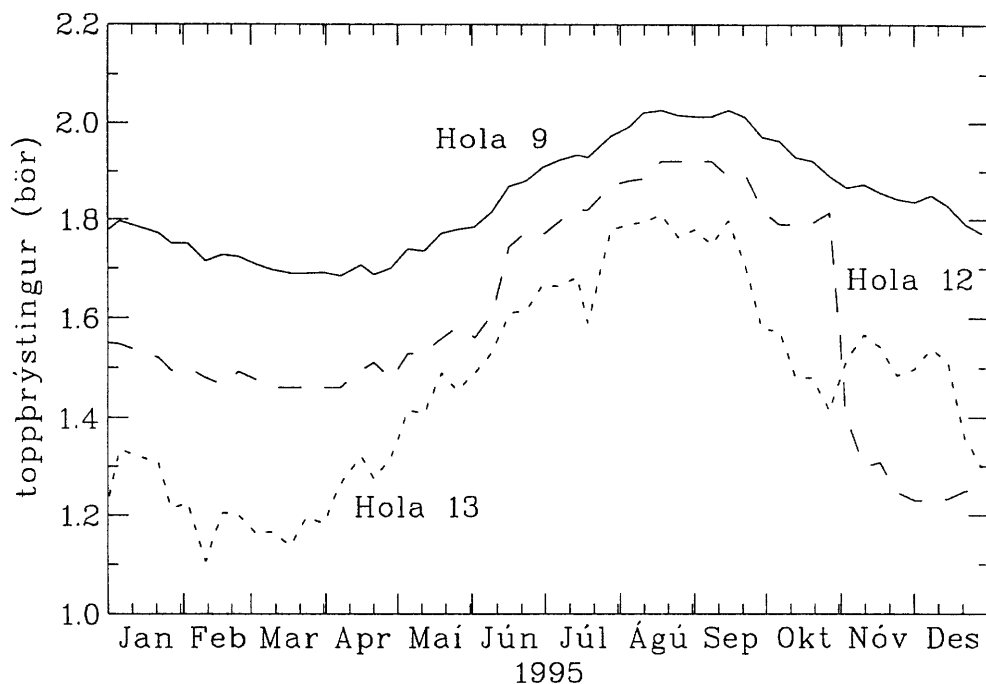
Mynd 3. Þrýstingur á holu 9 (eða holu 12) og vinnsla árin 1989 til 1995.

Ef vatnshitamælingarnar eru skoðaðar nánar kemur tvennt athyglisvert í ljós. Í fyrsta lagi það að öfug fylgni virðist milli vatnshita í holu 10 og vatnshita í holu 11. Þetta sést vel á mynd 8, þó um litlar hitasveiflur sé að ræða. Þetta gæti stafað af smávægilegum breytingum á rennsli þessara tveggja holna, þannig að rennslið minnki úr annarri er það eykst úr hinn. Vatnshitinn er síðan alltaf háður rennsli. Því miður er ekki hægt að byggja á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins á rennsli úr holum 10 og 11. Í öðru lagi kemur fram mjög skýrt samband milli vatnshita og rennslis úr holu 13. Þetta sést greinilega á mynd 9, sem sýnir samband þessara tveggja stærða. Hingað til hefur verið talið að hitasveiflur í holu 13 stöfuðu af samspili tveggja misheitra æða, en þessi mynd bendir til þess að sveiflurnar stafi einnig af því að við lítið rennsli kólnar vatnið nokkuð á leið upp holuna. Ef rennslið er hins vegar meira en 10 l/s helst vatnshitinn stöðugur, eða rúmlega 70 °C, líkt og úr hinum holunum á svæðinu.

Gagnasöfnunarbúnaðurinn mælir rennsli frá dælustöð til Sauðárkróks, rennsli til Sjávarborgar ásamt rennsli úr holum 10, 11, 12 og 13. Mynd 10 sýnir rennsli til Sjávarborgar á síðasta ári, en það var 2,8 l/s að meðaltali. Gott samræmi var á milli mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins á rennsli frá dælustöð og aflestra hitaveitunnar af m<sup>3</sup>-mæli, eins og sést á mynd 11. Þó var um 2 % frávik þar á milli, því skv. gagnasöfnunarbúnaðinum var ársmeðalvinnslan 72,9 l/s samanborið við 74,4 l/s skv. m<sup>3</sup>-mælinum.

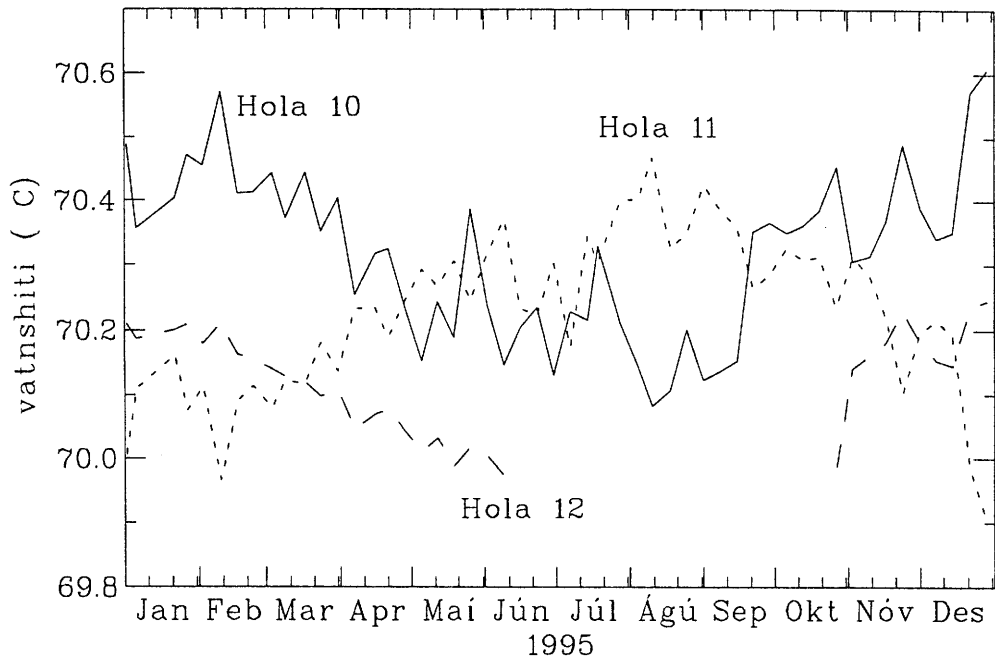
Mælingar búnaðarins á rennsli einstakra holna eru hins vegar ekki áreiðanlegar, nema helst mælingarnar á rennsli holu 13. Töluverðar truflanir eru af völdum gass í vatninu,

auk annarra skekkja. Þessar skekkjur sjást vel á mynd 12 þar sem bornar eru saman mælingar á rennsli frá dælustöðinni og samanlagðar rennismælingarnar fyrir holur 10, 11, 12 og 13. Holur 10 og 11 eru opnar allt árið og hefur hola 10 sennilega gefið um 18 l/s að jafnaði, en hola 11 um 25 l/s. Hola 12 var opin í u.þ.b. 7 ½ mánuð og gaf þá líklega u.þ.b. 22 l/s, eða um 14 l/s að jafnaði. Skv. gagnasöfnunarbúnaðinum var ársmeðalrennsli holu 13 um 16 l/s, en rennsli úr henni er stýrt. Samanlagt gefur þetta um 73 l/s, sem er mjög nálægt mældu ársmeðalrennslinu (tafla 1).

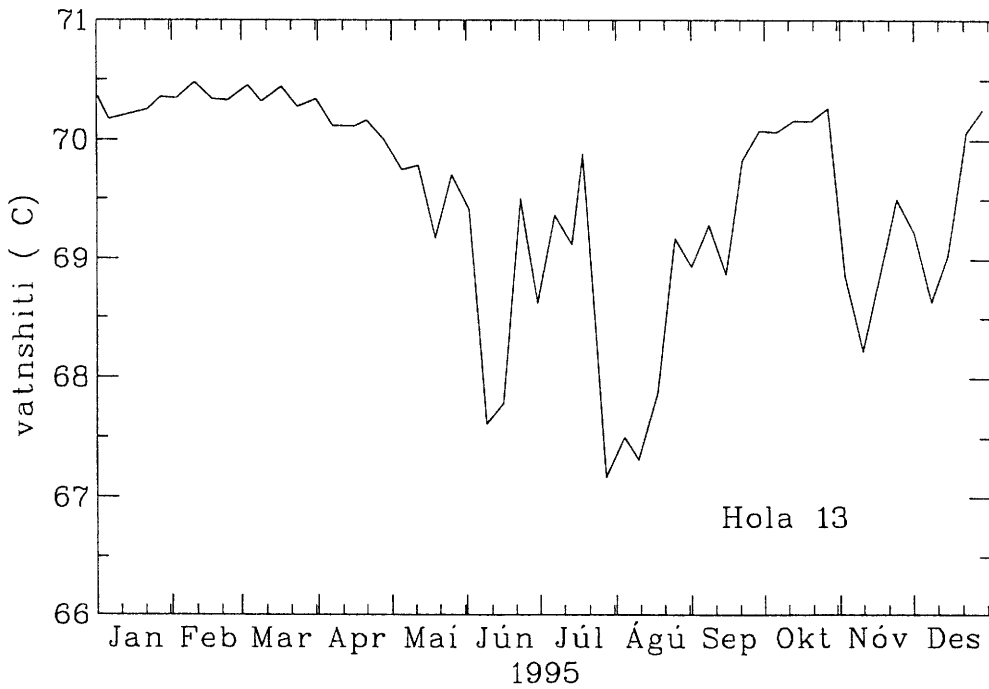


Mynd 4. Þrýstingur á holum 9, 12 og 13 árið 1995.

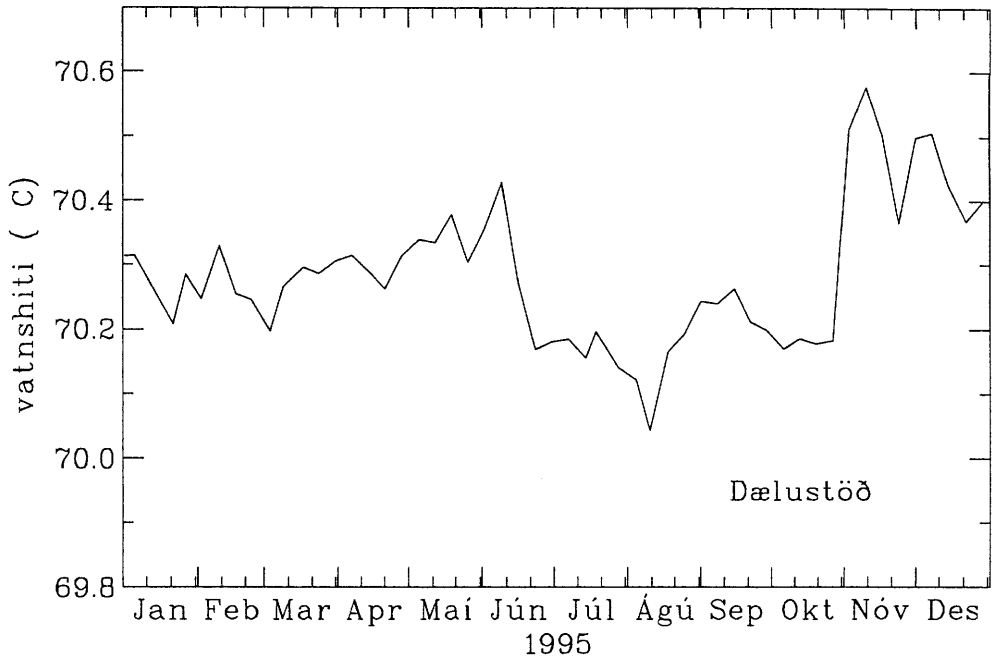




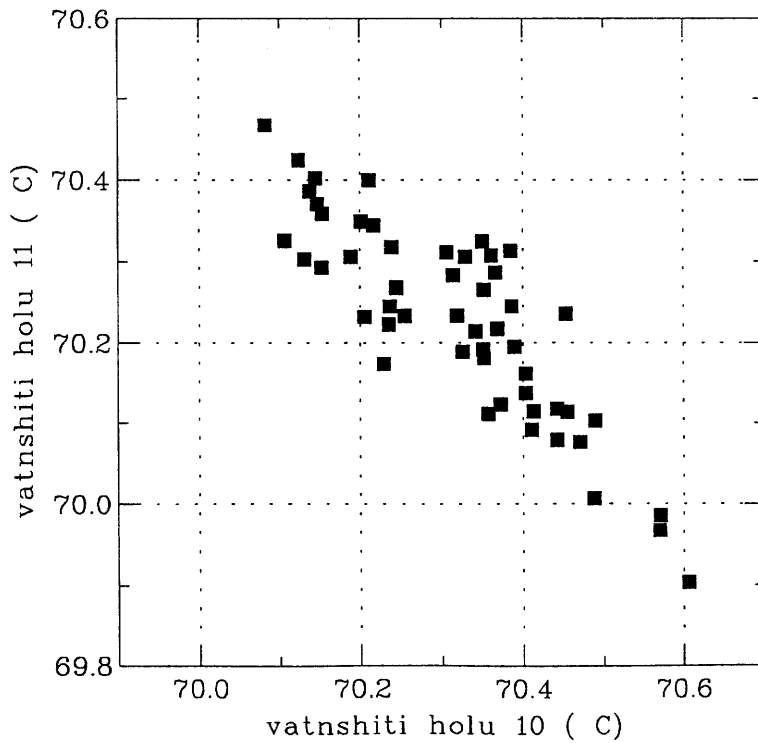
**Mynd 5.** Hiti vatns úr holum 10, 11 og 12 árið 1995.



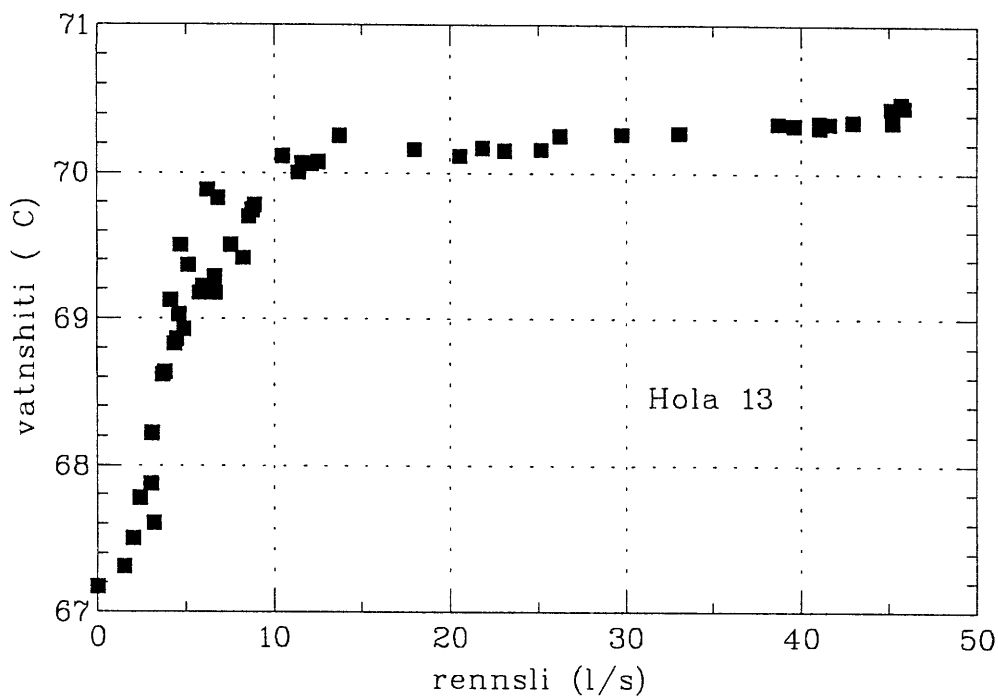
**Mynd 6.** Hiti vatns úr holu 13 árið 1995.



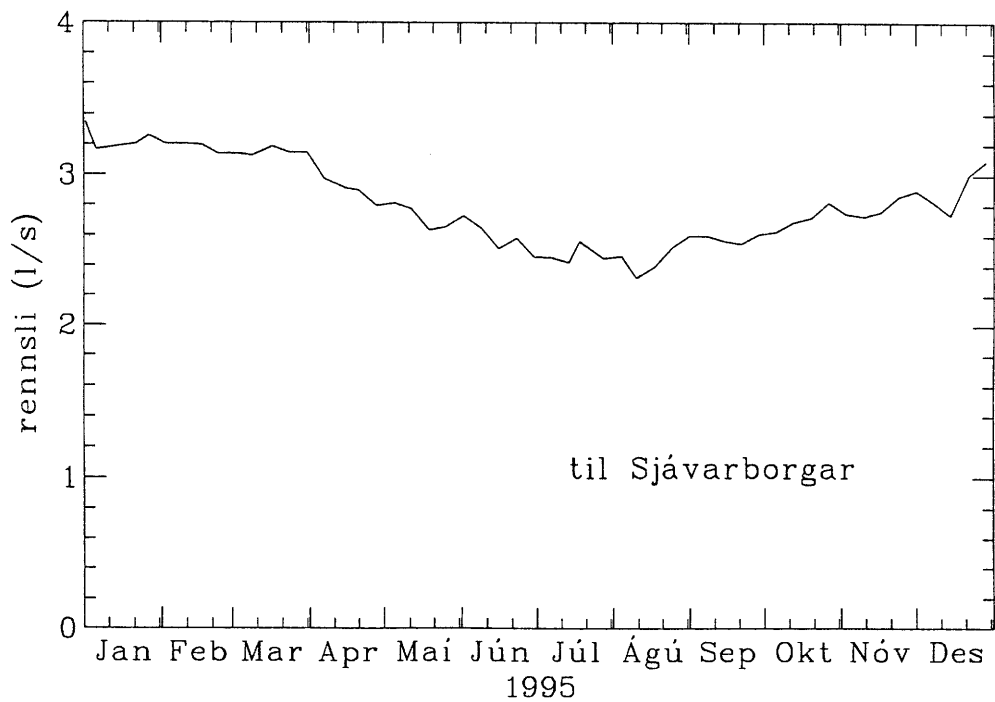
Mynd 7. Hiti vatns frá dælustöð árið 1995.



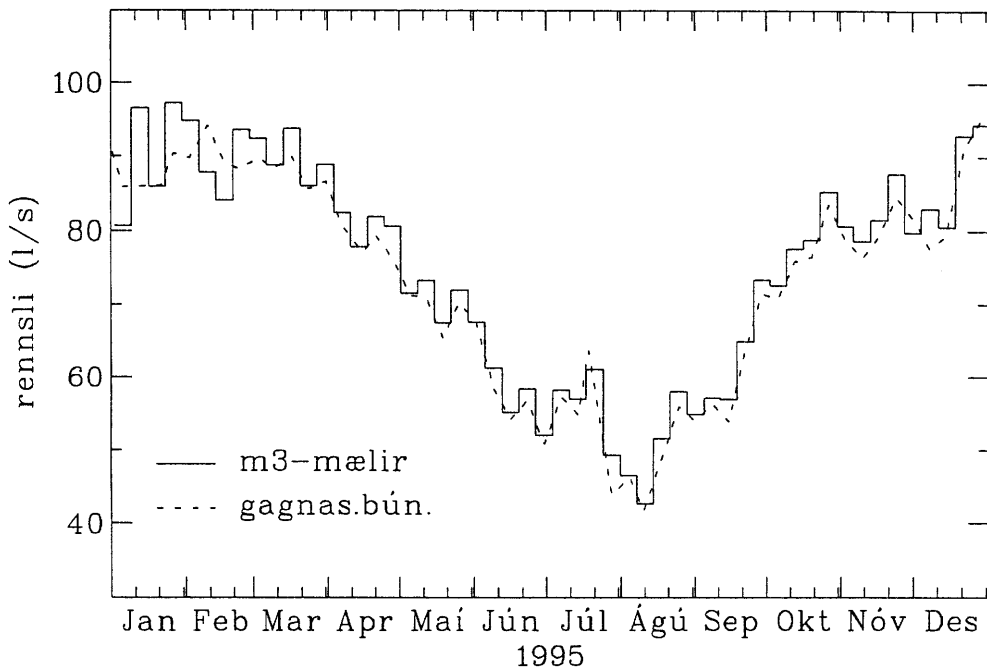
Mynd 8. Samband vatnshita holna 10 og 11 árið 1995.



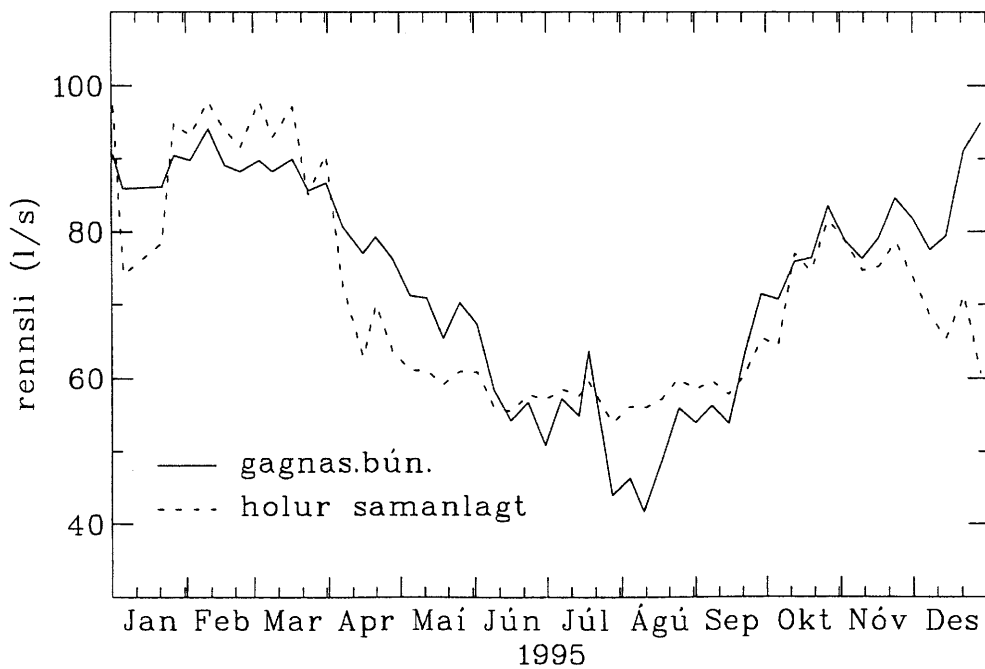
Mynd 9. Samband rennslis og vatnshita hólú 13 árið 1995.



Mynd 10. Rennsli til Sjárvarborgar árið 1995.



**Mynd 11.** Samanburður vikulegs meðalrennslis frá dælustöð skv. m<sup>3</sup>-mæli og gagnasöfnunarbúnaði.



**Mynd 12.** Samanburður vikulegs meðalrennslis frá dælustöð og samanlagðra mælinga á rennsli einstakra holna, en þær eru oft óvissar.

### 3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

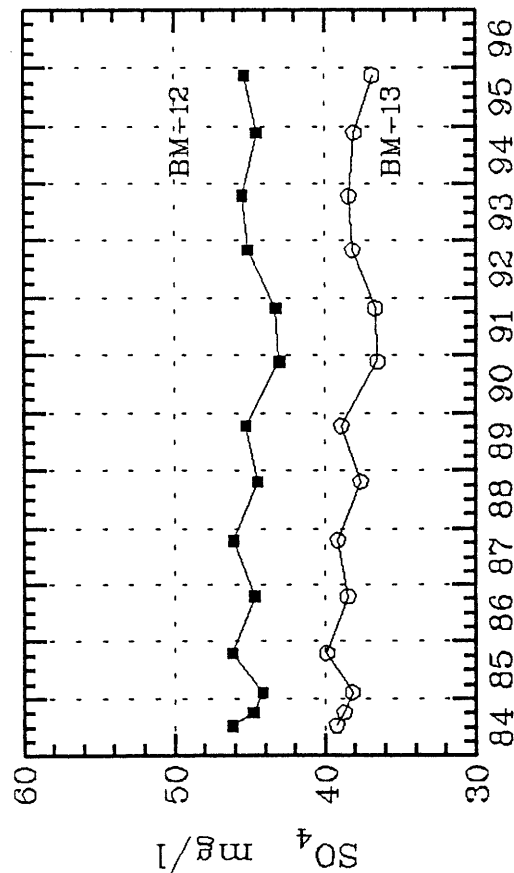
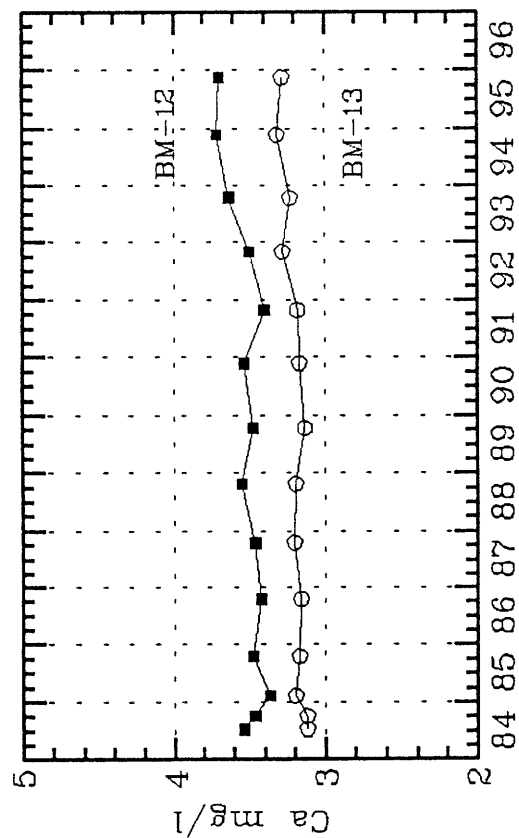
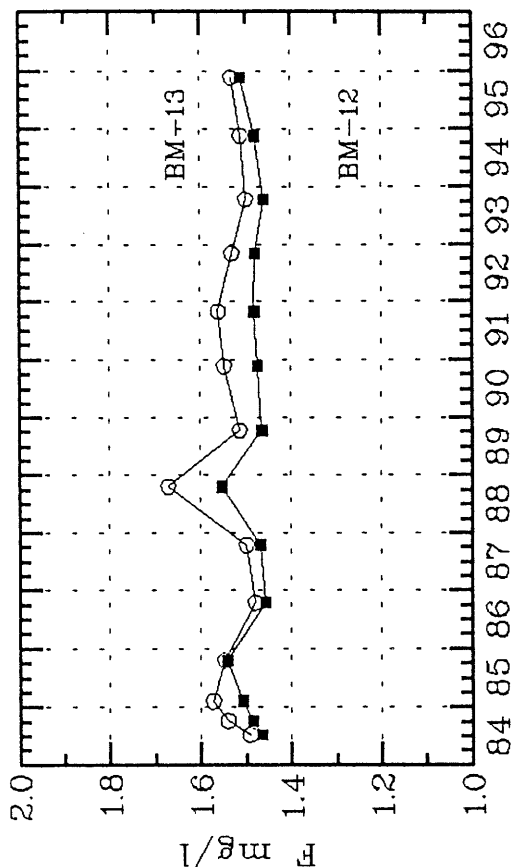
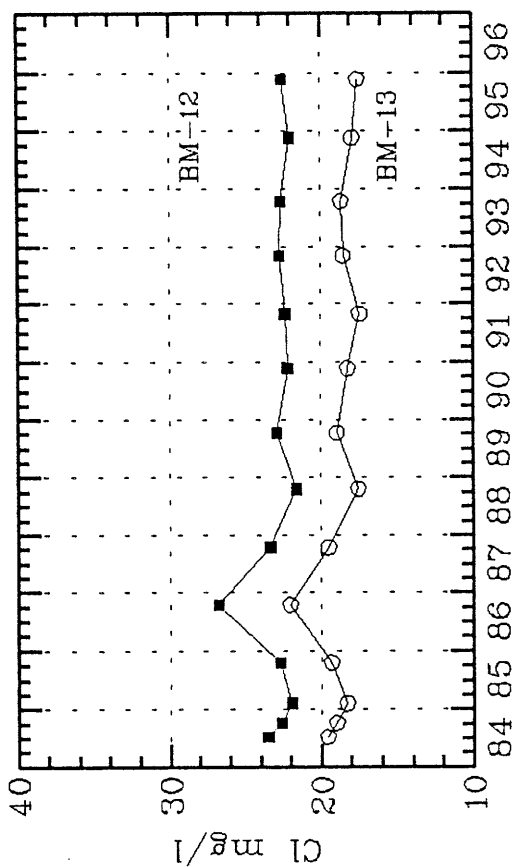
Reglulegt eftirlit hefur verið haft frá 1984 með efnasamsetningu vinnsluvatns Hitaveitu Sauðárkróks úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn. Í þessu eftirliti felst að tekin eru árlega sýni til efnagreininga á öllum aðalefnum úr tveimur vinnsluholum BM-12 og 13 og einnig úr dælustöð. Þetta er talið lágmarkseftirlit með jarðhitasvæðum í vinnslu og þar sem sjálfrennsli er úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn er miðað við það. Verði vart við einhverjar breytingar er eftirlit aukið með tíðari sýnatöku til greininga á ákveðnum þáttum.

Vinnsluvatnið hjá Hitaveitu Sauðárkróks er vel fallið til hitaveitunýtingar og styrkur allra efna, nema flúors, er innan þeirra marka, sem kröfur eru um fyrir neysluvatn. Sýrustig er reyndar einnig hærra en staðlar um neysluvatn kveða á um, en það er ekki hættulegt. Vegna hás styrks flúors er hins vegar ekki ráðlegt að nota hitaveituvatnið sem drykkjarvatn óblandað.

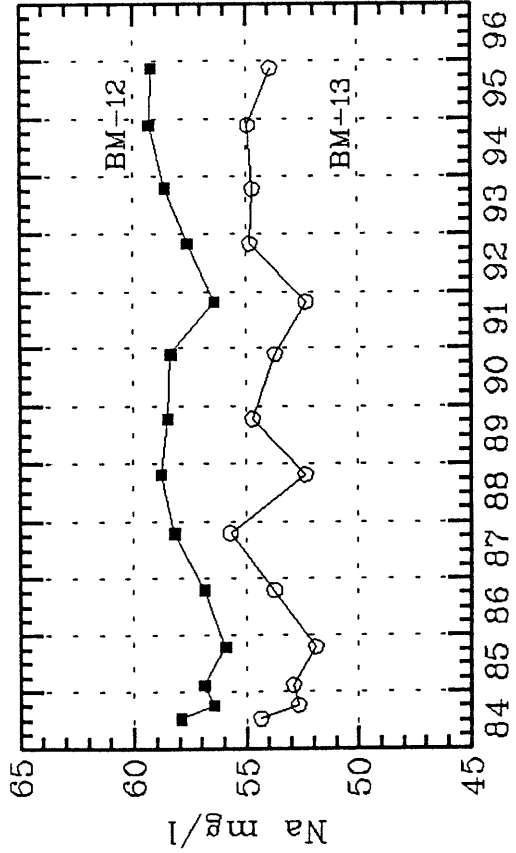
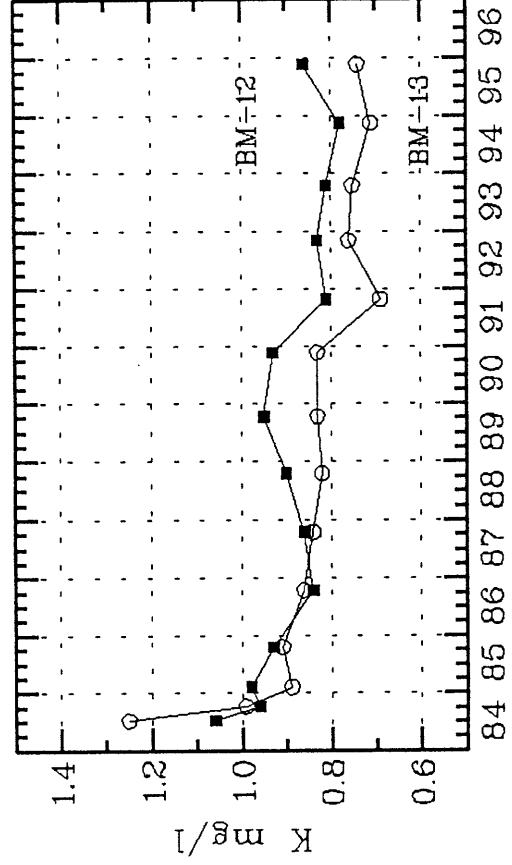
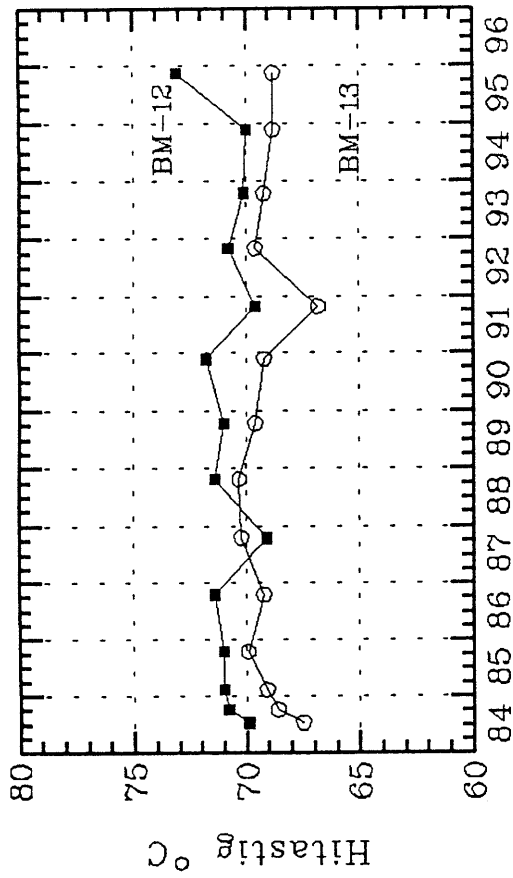
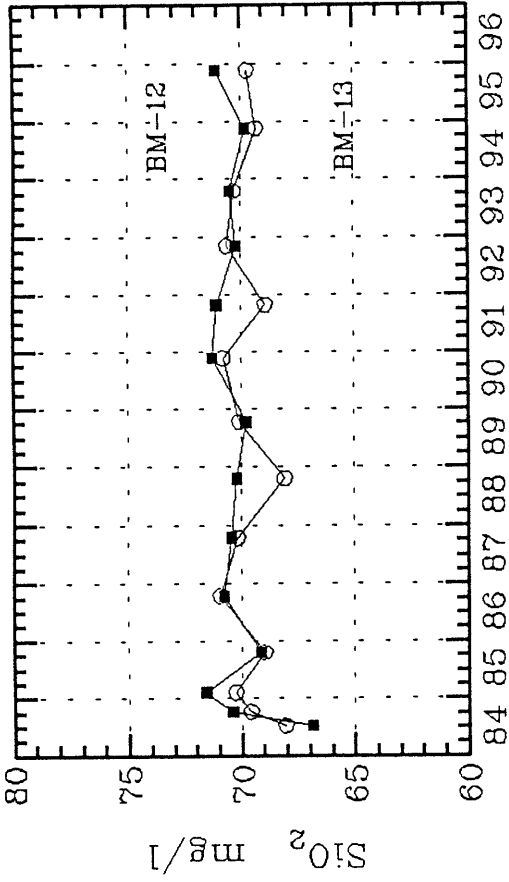
Tekin voru sýni til heildarefnagreininga úr vinnsluholum hitaveitunnar, BM-12 og 13, þann 18. nóvember 1995. Þann sama dag var einnig tekið sams konar sýni úr dælustöð hitaveitunnar. Niðurstöður efnagreininganna eru birtar í töflu 2 ásamt efnasamsetningu síðustu tvö árin þar á undan, til samanburðar. Ekki sjást marktækar breytingar á efnasamsetningu vatnsins frá 1993 til 1995. Það eina sem sker sig úr í niðurstöðunum er mældur hiti vatns úr holu BM-12, 73,2 °C, sem er hærra en áður hefur mælst. Þessi mæling er ekki í samræmi við mælingar gagnasöfnunarþúnaðarins á sama tíma, hér er því líklegast um mæliskekkju að ræða. Þess ber að geta að hiti vatns úr holu BM-13 og úr dælustöð var mælt rétt á eftir með sama mæli og benda þær mælingar ekki til mælibilunar.

Efnasamsetning vatns hefur verið mjög stöðug í vinnsluholum veitunnar frá árinu 1984 eins og fram kemur á myndum 13 og 14, sem sýna breytingar á styrk helstu uppleystra efna í vinnsluvatni úr holum BM-12 og 13 frá 1984 til 1995. Einnig er sýnt mælt hitastig á vinnsluvatni á sama tímabili. Vart hefur orðið við smávægilegar sveiflur í efnasamsetningu á þessu tímabili og sé litið yfir allt tímabilið hefur orðið marktæk aukning á styrk kalsíums. Lækkun sést einnig í styrk kalíums, en hún er lítil og rétt marktæk. Í kjölfar hækkunar á styrk kalsíums hefur vatnið orðið stöðugt meira yfirmettað af kalki eins og fram kemur á mynd 15. Enn er þó ekki náð þeirri gráðu yfirmettunar að hætta sé talin á útfellingum við nýtingu þess til húshitunar. Við frekari upphitun á vatninu væri þó talsverð hætta á að kalk félli út úr því. Fylgjast þarf vel með áframhaldandi þróun. Milli áranna 1994 og 1995 hefur kalkmettun ekki aukist og reiknast meira að segja heldur lægri 1995 en 1994.



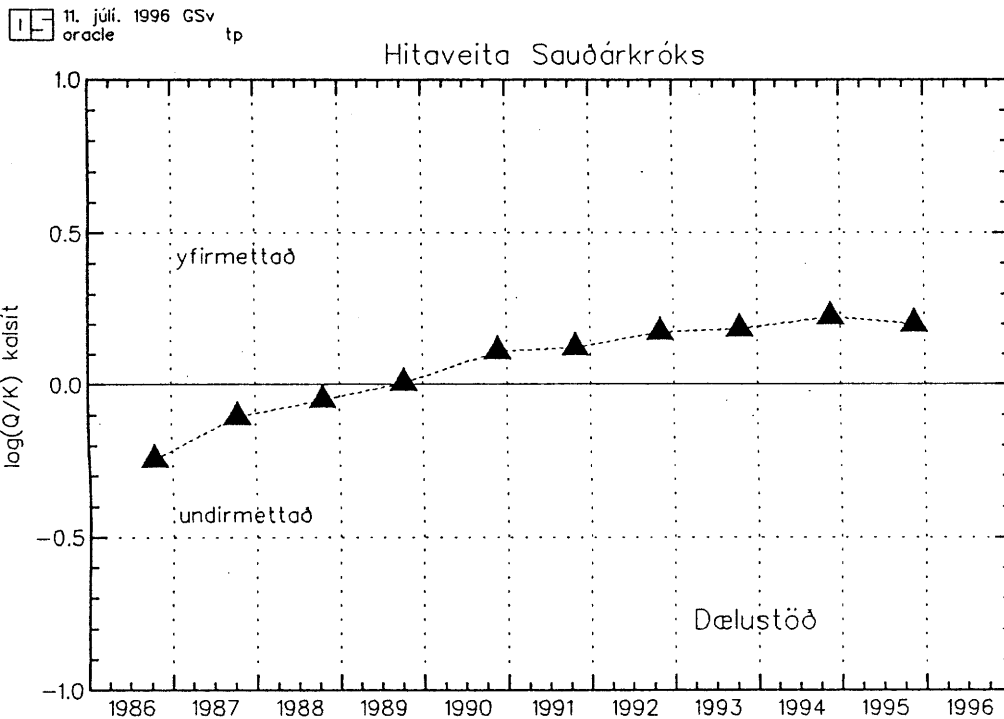


Mynd 13. Styrkur kalsíums, klóríðs, súlfats og flúoríðs í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1995.



Mynd 14. Hiti vatns og styrkur kísils, natríums og kalíums úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1995.





Mynd 15. Kalsítmættun vatns í dælustöð árin 1986 - 1994.

#### 4. LOKAORÐ

Helstu niðurstöður vinnslueftirlits ársins 1994 hjá Hitaveitu Sauðárkróks eru eftirfarandi:

1. Meðalvinnsla ársins 1995 var um 74 l/s, sem er sambærilegt við meðalvinnslu áranna 1990 - 1994. Heildarorkuvinnslan 1995 var um 107 GWh, eða um 41 MWh/íbúa. Það er mjög mikil orkuvinnsla miðað við flestar sambærilegar hitaveitur á landinu og mætti draga töluvert úr vatnsnotkun með því að breyta sölufyrirkomulagi Hitaveitu Sauðárkróks. Þannig mun sjálfrennsli úr núverandi vinnsluholum halda áfram að nægja hitaveitunni næstu áratugina.
2. Þrýstingur í jarðhitakerfinu virðist hafa hækkað lítillega frá 1990, væntanlega vegna þess að vinnslan hefur verið nokkru minni síðustu árin en hún var á árum áður. Ársveiflan í þrýstingi í jarðhitakerfinu er aðeins um 0,35 bör, sem svarar til um 3,6 m vatnsborðssveiflu.
3. Sjálfvirk gagnasöfnun gekk vel á síðasta ári og eru nú til samfelld og ítarleg gögn frá lokum árs 1994. Aðeins mælingar búnaðarins á rennsli einstakra holna eru ekki áreiðanlegar.
4. Efnasamsetning vatns hefur verið mjög stöðug í vinnsluholum hitaveitunnar frá árinu 1984 og ekki varð marktæk breyting á efnasamsetningu milli 1994 og 1995.
5. Í kjölfar hækkunar á styrk kalsíums hefur vatnið orðið stöðugt meira yfirmettað af kalki. Enn er þó ekki náð þeirri gráðu yfirmettunar að hætta sé talin á útfellingum

við nýtingu þess til húshitunar. Milli árana 1994 og 1995 hefur kalkmettun ekki aukist og reiknast meira að segja heldur lægri 1995 en 1994.

## 5. HEIMILDIR

Guðni Axelsson, 1992: *Jarðhitasvæðið við Áshildarholtsvatn í Skagafirði. Rennslisprófun og mat á afkastagetu*. Orkustofnun, OS-92019/JHD-08 B, 32 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1995: *Hitaveita Sauðárkróks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1994*. Orkustofnun, OS-95022/JHD-15 B, 10 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: *Hitaveita Sauðárkróks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1992*. Orkustofnun, OS-93030/JHD-15 B, 10 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991: *Hitaveita Sauðárkróks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1990*. Orkustofnun, OS-91021/JHD-08 B, 10 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.

Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990: *Hitaveita Sauðárkróks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1989*. Orkustofnun, OS-90022/JHD-10 B, 11 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1994: *Hitaveita Sauðárkróks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1993*. Orkustofnun, OS-92017/JHD-08 B, 13 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992: *Hitaveita Sauðárkróks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1991*. Orkustofnun, OS-92033/JHD-16 B, 12 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.