



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA SAUÐÁRKRÓKS

Eftirlit með jarðhitavinnslu við
Áshildarholtsvatn árið 1993

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks

OS-94017/JHD-08 B

Apríl 1994



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 511
/os/gax/sauð/veft/1993/text.t

HITAVEITA SAUÐÁRKRÓKS

**Eftirlit með jarðhitavinnslu við
Áshildarholtsvatn árið 1993**

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks

OS-94017/JHD-08 B

Apríl 1994

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VIÐBRÖGÐ	3
3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	6
4. LOKAORÐ	13
5. HEIMILDIR	13

TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn	4
2. Efnasamsetning vatns á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1992 og 1993	7

MYNDASKRÁ

1. Vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1989 til 1993	4
2. Vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1992 og 1993	5
3. Þrýstingur á holum 9 og 12 og vinnsla árin 1989 til 1993	6
4. Hiti vatns úr holum 12 og 13 skv. mælingum Orkustofnunar	8
5. Styrkur kísils í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993	8
6. Styrkur natríums í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993	9
7. Styrkur kalíums í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993	9
8. Styrkur kalsíums í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993	10
9. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993	10
10. Styrkur súlfats í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993	11
11. Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993	11
12. Kalsítmettun vatns í dælustöð árin 1986 - 1993	12
13. Kalsítmettun vatns í dreifikerfi fyrir mismunandi vatnshita	12

1. INNGANGUR

Hitaveita Sauðárkróks nýtir sjálfrennandi vatn úr holum 10, 11, 12 og 13 á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn. Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með vinnslu jarðhita á svæðinu árið 1993 og er þetta fimmta skýrslan sem unnin er samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar um slíkt eftirlit (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993; Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992; Guðni Axelsson og Guðrúnu Sverrisdóttir, 1991; Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990). Hitaveitan hefur safnað gögnum um vinnslu og viðbrögð jarðhitakerfisins við henni, m.a. með sjálfvirkum búnaði, sem settur var upp við vinnsluholum árið 1988. Þessi gagnasöfnun misfórst að mestu árið 1993, en unnið er að endurnýjun búnaðarins. Orkustofnun sér um töku vatns sýna til efnagreininga einu sinni á ári og samantekt gagna um vinnslu og viðbrögð. Auk þess eru dregnar ályktanir um ástand jarðhitakerfisins og gerðar tillögur til úrbóta sé þeirra þörf.

Reglubundið eftirlit með vinnslu og viðbrögðum jarðhitakerfisins við Áshildarholtsvatn er afar mikilvægt eins og á öðrum jarðhitasvæðum. Vinnslan 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 eftirliti má sjá slíkt fyrir í tíma. Sérstaklega er mikilvægt að fylgst sé samfellt með þrýstingi í jarðhitakerfinu, t.d. þrýstingi á holu 9. Æskilegt er að þrýstingur á holunni sé mældur beint þó sjálfvirk gagnasöfnun sé ekki í gangi. 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.

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 1992 og 1993. Vinnslan árið 1993 er eingöngu byggð á aflestrum hitaveitunnar af rennismæli í dælustöð. Jafnframt var bætt við vinnsluna áætluðu rennsli til Sjávarborgar. Vikuleg meðalvinnsla árið 1993 var mest um 95 l/s fyrstu vikuna í febrúar, en minnst um 57 l/s aðra vikuna í september. Ársmeðalvinnsla árána 1972 - 1992 er birt í töflu 1 hér á eftir og var meðalvinnsla ársins 1993 um 76 l/s. Einnig eru í töflunni birtar tölur um áætlaða heildarorkuvinnslu miðað við nýtingu niður í 30°C. Ef undan er skilin umframvinnsla í prófun árið 1991 var notkun hitaveitunnar árið 1993 mjög svipuð meðalnotkun árána 1986 - 1992.

Þó heildarvinnslan breytist lítið frá ári til árs má sjá töluverðan mun milli ára á myndum 1 og 2. Sérstaka athygli vekur hve sumarvinnslan var mikil árin 1992 og 1993. Sumarið 1993 keyrir um þverbak enda eitt kaldasta sumar Norðanlands um áratuga skeið. Haustið 1993 var vinnslan hins vegar töluvert minni en hún hefur verið undanfarin ár enda veður með hlýjasta móti.

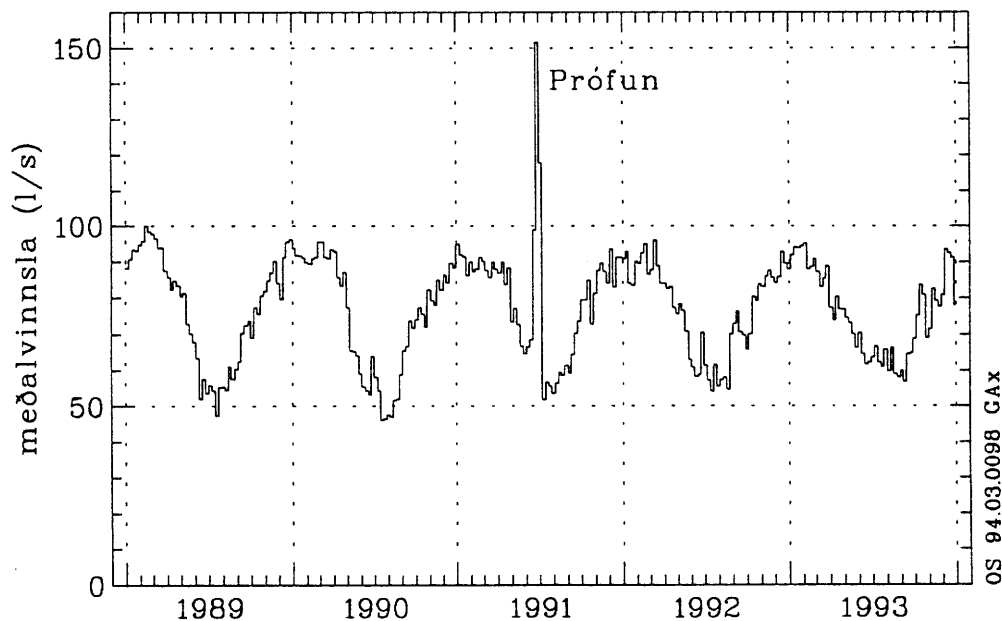
Eins og áður hefur verið bent á þá er orkuvinnsla Hitaveitu Sauðárkróks mun meiri en orkuvinnsla flestra annarra hitaveitna, ef miðað er við íbúafjölda, eða um 43 MWh/íbúa

Tafla 1. Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn.

Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Heildarorkuvinnsla ¹⁾ (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 ²⁾	116 ²⁾
1992	77,0	111
1993	76,0	110

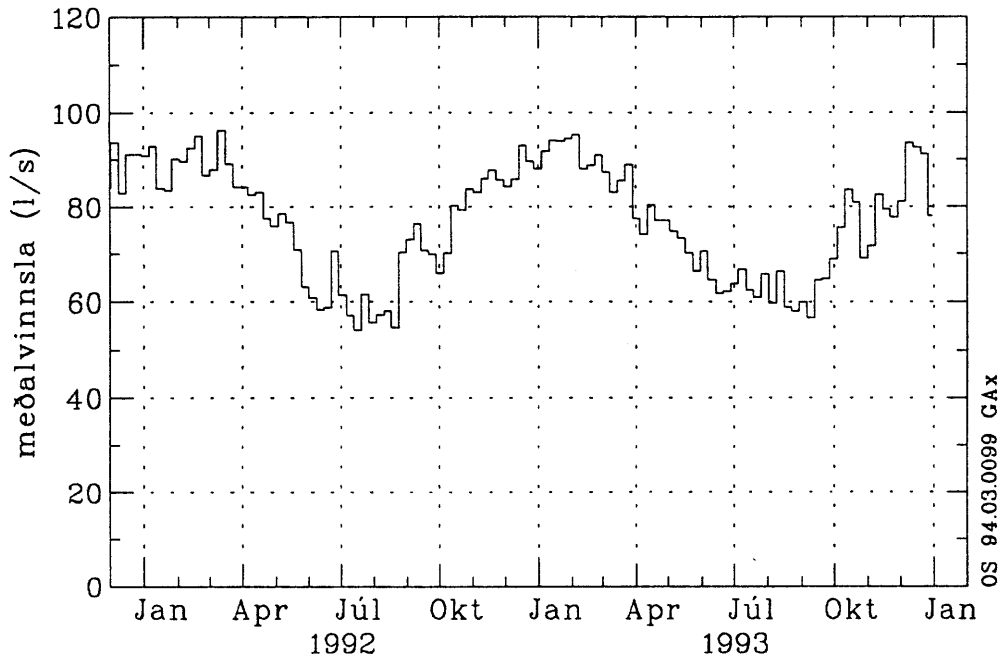
¹⁾ Miðuð við nýtingu í 30°C.

²⁾ 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 1993.

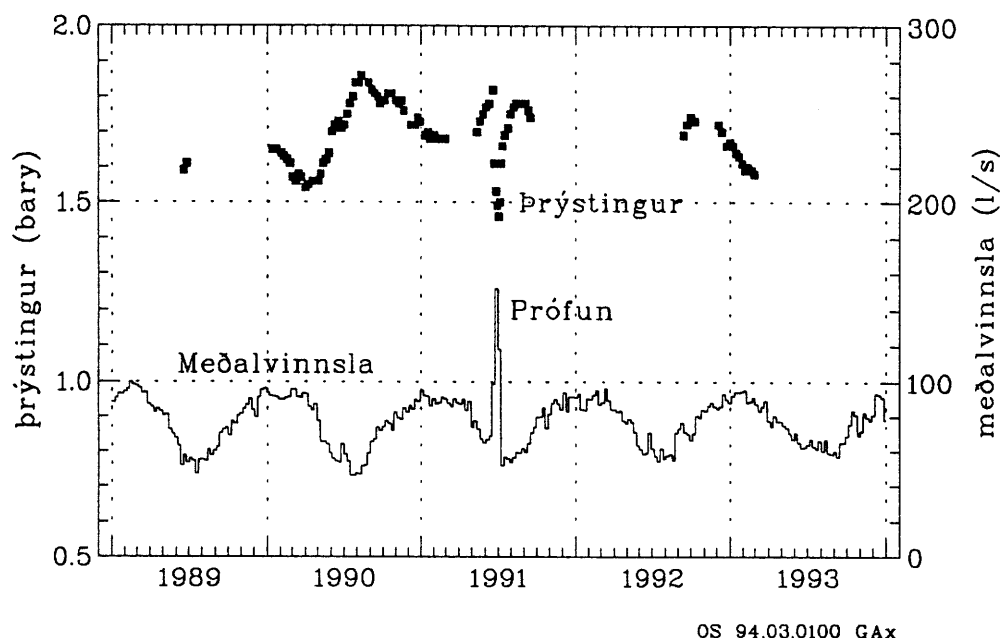
(Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993). Hjá mörgum öðrum hitaveitum er orkuvinnslan aðeins um 15 - 25 MWh/íbúa. Þó er orkuvinnsla Hitaveitu Sauðárkróks sambærileg orkuvinnslu þeirra hitaveitna sem eru með hemlasölukerfi. Mikil sumar-



Mynd 2. Vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1992 og 1993.

vinnsla og lítil fylgni milli ársmeðalvinnslu og veðurfars einkenna einnig veitur með hemlasölukerfi. Hér er það ítrekað að væntanlega má draga verulega úr notkuninni með sölukerfisbreytingu. Þá mun sjálfrennsli úr núverandi vinnsluholum halda áfram að nægja Hitaveitu Sauðárkróks næstu tvo til þrjú áratugi, jafnvel þó gert sé ráð fyrir vaxandi notkun eftir breytinguna (Guðni Axelsson, 1992). Þá mætti auk þess fresta kostnaðarsömum framkvæmdum eins og frekari borunum og dæluvæðingu hola.

Eins og kom fram hér að framan þá eru gögn um rennsli, hita og þrýsting fyrir árið 1993 mjög takmörkuð vegna bilunar gagnasöfnunarbúnaðarins. Aðeins eru til gögn frá fyrstu tveimur mánuðum ársins. Ekki verður fjallað um þessi takmörkuðu gögn hér, en hluti þeirra þó birtur á mynd 3 sem sýnir tiltækar mælingar á þrýstingi í jarðhitakerfinu við Áshildarholtsvatn ásamt vinnslu síðan árið 1989. Myndin sýnir nokkurra daga meðaltöl þrýstingsins. Oftast er byggt á holu 9, en einnig á holu 12 ef sú hola hefur verið lokað og þrýstiskynjari á holu 9 í ólagi. Nú vantar tilfinnanlega gögn um þrýsting frá árinu 1993 og því ekki hægt að draga ályktanir um þrýstingsbreytingar upp á síðkastið. Þrýstingur á holu 9 var þó mældur nú í lok mars 1994 og reyndist vera 1,78 bary skv. upplýsingum Páls Pálssonar veitustjóra. Ef þessi niðurstaða er borin saman við mælingarnar á mynd 3 virðist þrýstingur síst lægri nú en undanfarin ár á sama árstíma. Ekki er þó rétt að draga miklar ályktanir af einni mælingu.



Mynd 3. Prýstingur á holum 9 og 12 og vinnsla árin 1989 til 1993.

3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Allt frá árinu 1984 hefur Orkustofnun haft með höndum eftirlit með efnasamsetningu jarðhitavatns hjá Hitaveitu Sauðárkróks. Á undanförmum árum hefur reglubundið efnaeftirlit verið fólgið í árlegri sýnatöku og efnagreiningu vatns úr holum 12 og 13, auk þess sem sýni er tekið í dælustöð veitunnar eftir að vatn úr öllum vinnsluholum hefur blandast saman. Það er vatnið sem fer inn á dreifikerfi hitaveitunnar.

Árið 1993 voru sýni tekin þann 16. október. Hiti og súrefni voru mæld við sýnatöku, en sýrustig, karbónat og brennisteinsvetni samdægurs. Önnur efni hafa verið greind á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar í vetur. Niðurstöður efnagreininganna eru sýndar í töflu 2 ásamt efnagreiningum frá árinu 1992 til samanburðar.

Í töflu 2 sést að ekki hafa orðið neinar marktækar breytingar á efnasamsetningu vatnsins milli árana 1992 og 1993, frekar en á undanförmum árum. Þetta sést glögglega á myndum 4 - 11, þar sem styrkur allra aðalefna vatns úr holum 12 og 13 er sýndur á móti tíma fyrir árabilið 1984 - 1993 auk mælinga starfsmanna Orkustofnunar á hita vatns úr sömu holum.

Í fyrri skýrslum um vinnslueftirlit hefur á það verið bent, að heita vatnið er ekki heppilegt sem eina drykkjarvatn, m.a. vegna þess hve flúorstyrkur þess er hár. Aftur á móti hefur vatnið "heppilega" efnasamsetningu sem hitaveituvatn, enda hefur ekki borið á vandræðum við nýtingu þess. Vatnið inniheldur t.d. brennisteinsvetni, sem eyðir súrefni sem hugsanlega getur síast inn í dreifikerfið.

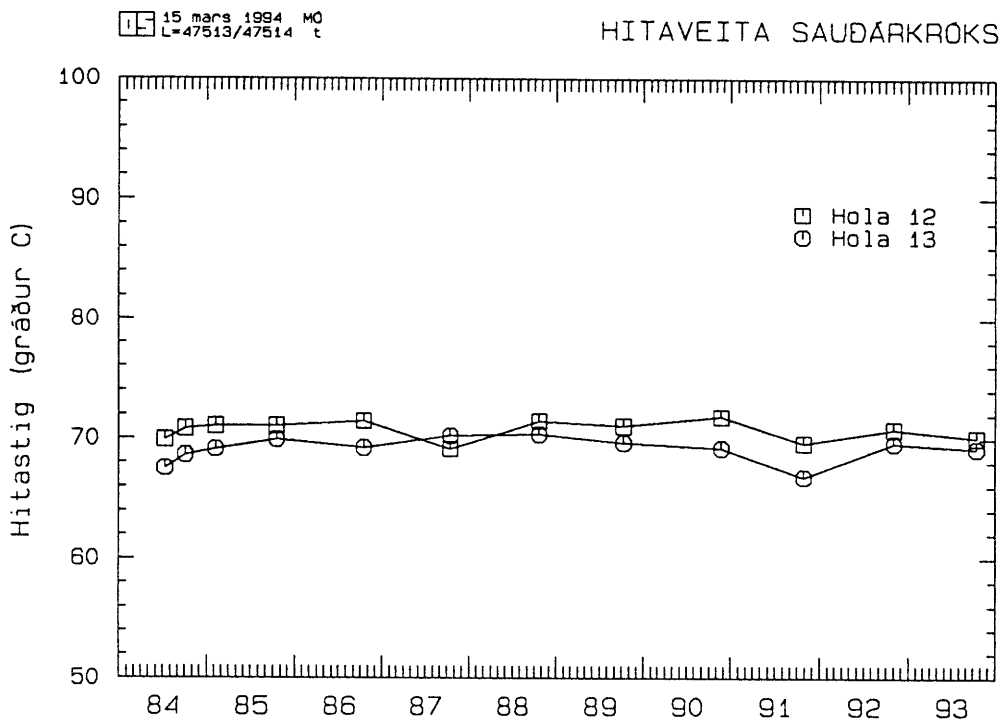
Annar þáttur, sem algengt er að líta eftir varðandi nýtingu jarðhitavatns, er hætta á myndum útfellinga. Í lághitavatni héraendis stafar einkum hætta af kalkútfellingum. Í þessu

Tafla 2. Efnasamsetning vatns á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1992 og 1993 (mg/l).

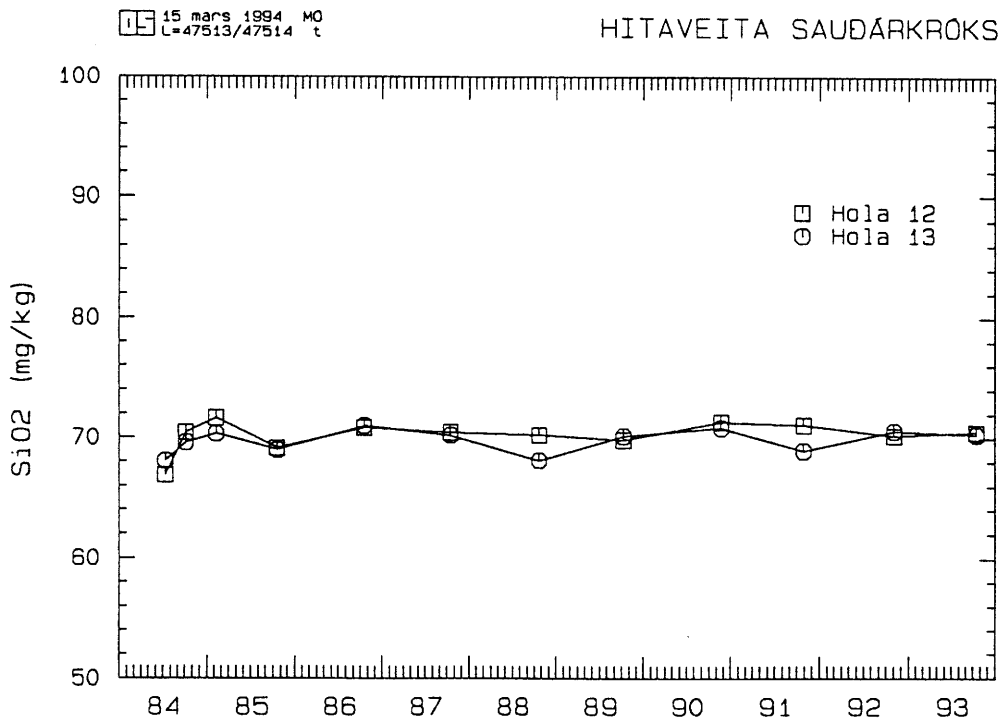
Staður	Dælustöð		Hola 12 (BM-12)		Hola 13 (BM-13)	
	92-11-03	93-10-16	92-11-03	93-10-16	92-11-03	93-10-16
Dagsetning	92-11-03	93-10-16	92-11-03	93-10-16	92-11-03	93-10-16
Númer	92-0273	93-0208	92-0275	93-0206	92-0274	93-0207
Hiti (°C)	70,8	70,0	70,8	70,1	69,6	69,2
Sýrustig (pH/°C)	10,0/19,1	10/21	10,0/19,7	10,0/21	10,0/19,1	10,0/21
Kísill (SiO ₂)	71,0	71,0	70,2	70,5	70,6	70,3
Natríum (Na)	56,6	56,2	57,6	58,6	54,8	54,7
Kalíum (K)	0,79	0,76	0,83	0,81	0,76	0,75
Kalsíum (Ca)	3,39	3,38	3,5	3,63	3,28	3,23
Magnesium (Mg)	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0
Karbónat (CO ₂ (t))	15,2	15,2	14,1	15,4	12,9	16,9
Súlfat (SO ₄)	40,5	41	45,1	45,5	38,1	38,4
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	0,37	0,47	0,3	0,46	0,42	0,55
Klóríð (Cl)	20,1	20	22,7	22,6	18,5	18,6
Flúoríð (F)	1,5	1,48	1,48	1,46	1,53	1,5
Uppleyst efni	226	208	223	225	216	209
Súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0	0

sambandi hefur mettunarstig vatns í dælustöð hitaveitunnar, með tilliti til kalks (kalsíts), verið reiknað út fyrir öll sýni allt frá árinu 1986. Niðurstöður útreikninganna eru sýndir á mynd 12. Þar kemur fram að yfirmettun hefur verið að aukast smátt og smátt frá árinu 1986. Sýni frá árunum 1986 til 1988 voru öll undirmettuð, þ.e. $\log(Q/K)$ var minna en núll. Árið 1989 reyndist vatnið vera í jafnvægi ($\log(Q/K) = 0$), en sýnin frá árunum 1990 - 1993 reiknast öll yfirmettuð ($\log(Q/K)$ er stærra en núll). Ekki er fyllilega ljóst hvað veldur þessari breytingu á mettunarstigi heita vatnsins, en við athugun á efnasamsetningu sýnanna kemur í ljós að styrkur karbónats hefur hækkað lítillega frá árinu 1986, en sýrustig og kalsíumstyrkur hafa ekki breyst. Hér þarf einnig að hafa í huga að vatnið í dælustöðinni er blanda af vatni úr öllum vinnsluholum veitunnar. Á undanförmum árum hafa einungis verið tekin sýni úr holum 12 og 13 og benda niðurstöður ekki til marktækra breytinga á efnainnihaldi vatns úr þeim. Aftur á móti er hugsanlegt að vatn úr holum 10 og 11 hafi eitthvað breyst, og væri ekki úr vegi að bæta við sýnum úr þeim holum næsta haust og bera efnasamsetningu þeirra saman við eldri efnagreiningar vatns úr þessum holum.

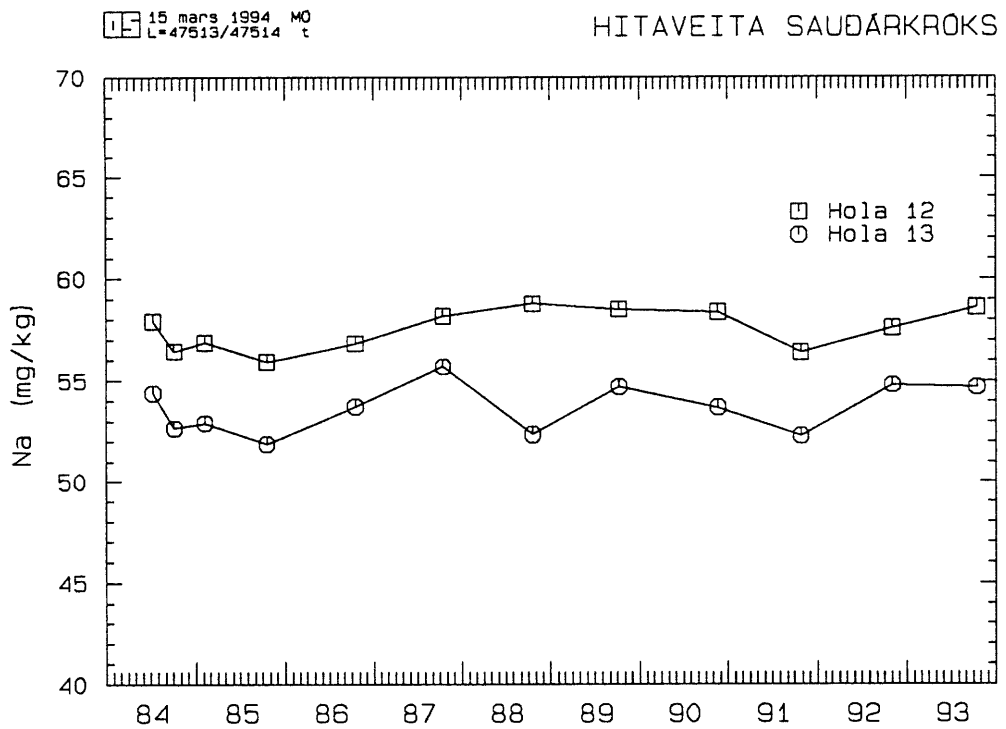
Nánari athugun á sýninu úr dælustöð frá síðastliðnu hausti sýnir að þegar vatnið kólnar í dreifikerfinu þá er það alltaf yfirmettað með tilliti til kalks eins og sést á mynd 13. Yfirmettunin er þó ekki það mikil að ástæða sé að óttast kalkútfellingar að svo stöddu. Reynslan hefur nefnilega sýnt að í svo efnasnaudu vatni sem þessu er ekki hættu á kalkútfellingum fyrr en við talsvert meiri yfirmettun ($\log(Q/K)$ u.þ.b. 0,5).



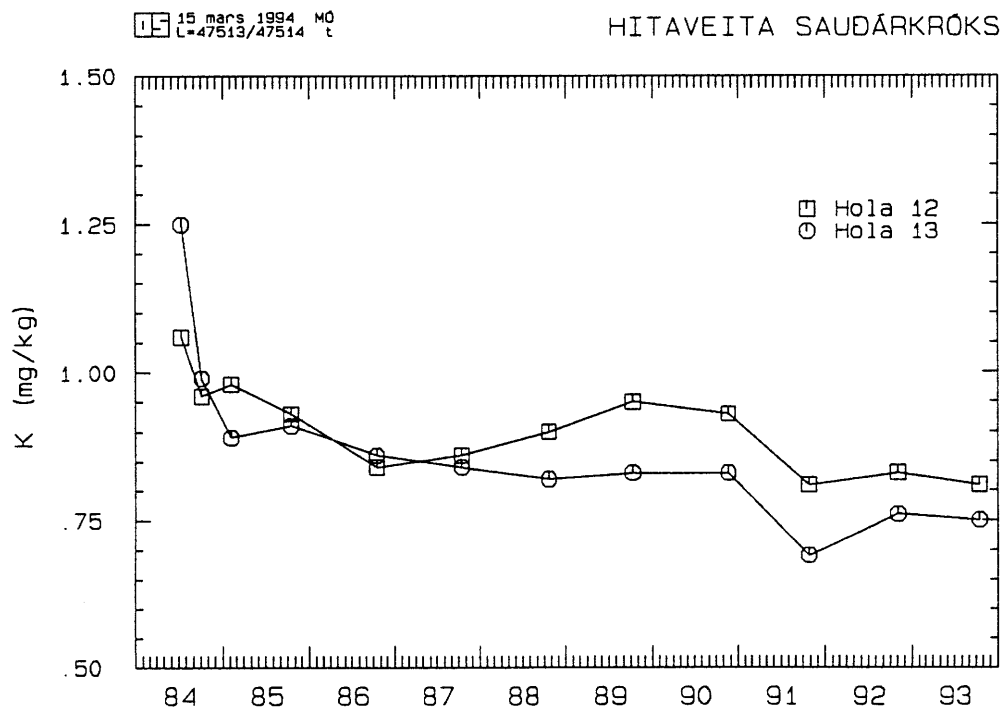
Mynd 4. Hiti vatns úr holum 12 og 13 skv. mælingum Orkustofnunar.



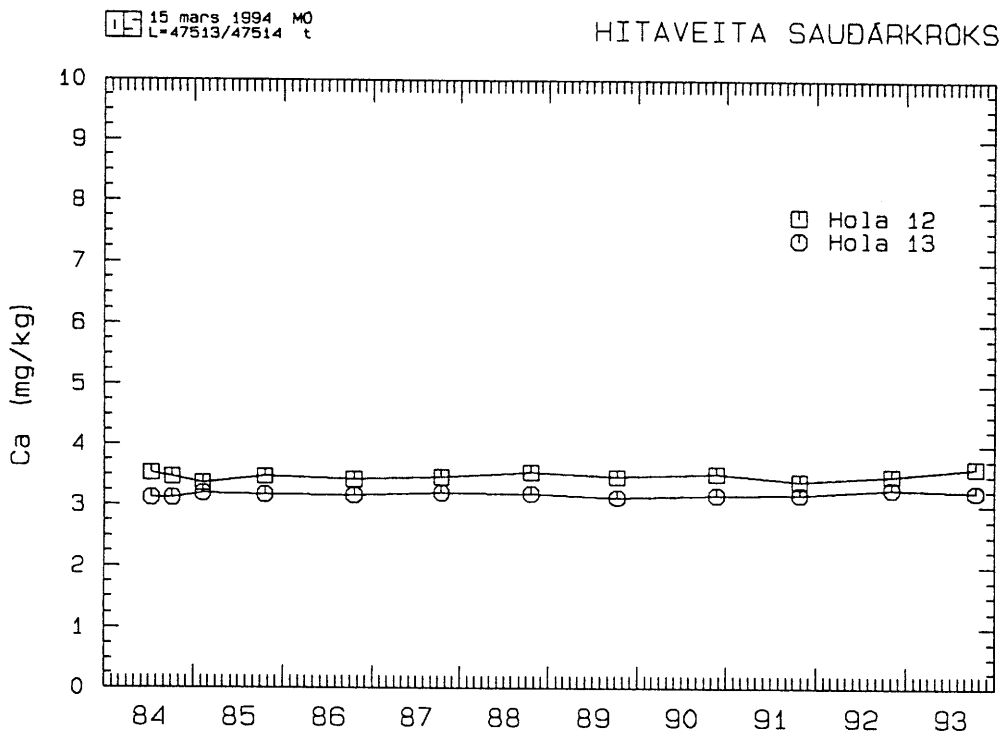
Mynd 5. Styrkur kísils í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993.



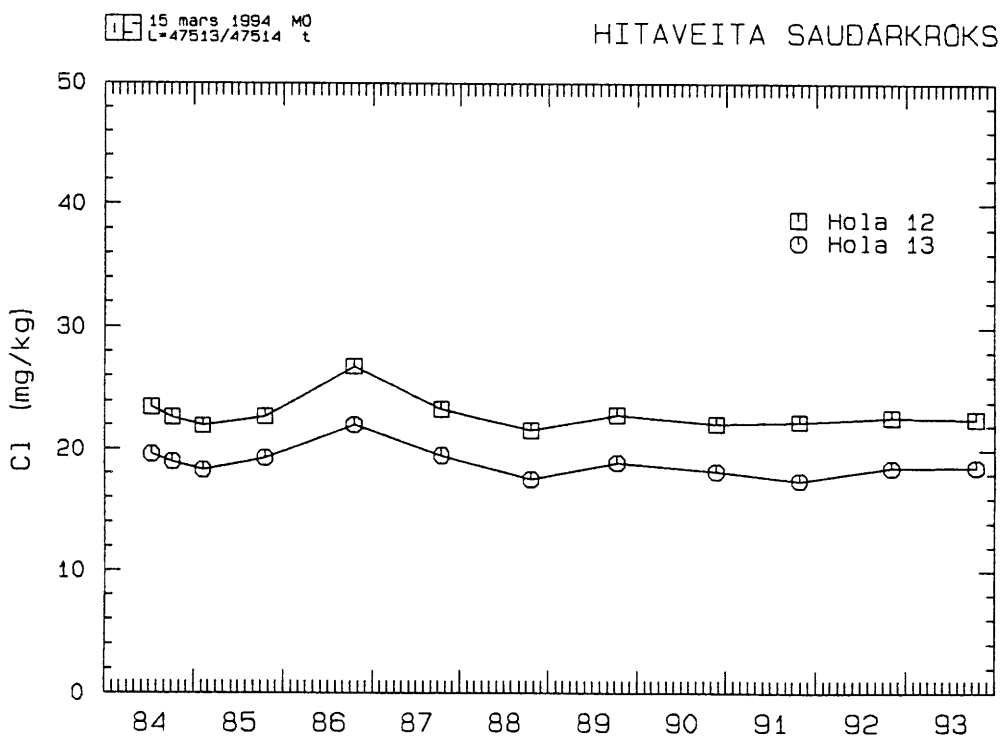
Mynd 6. Styrkur natríums í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993.



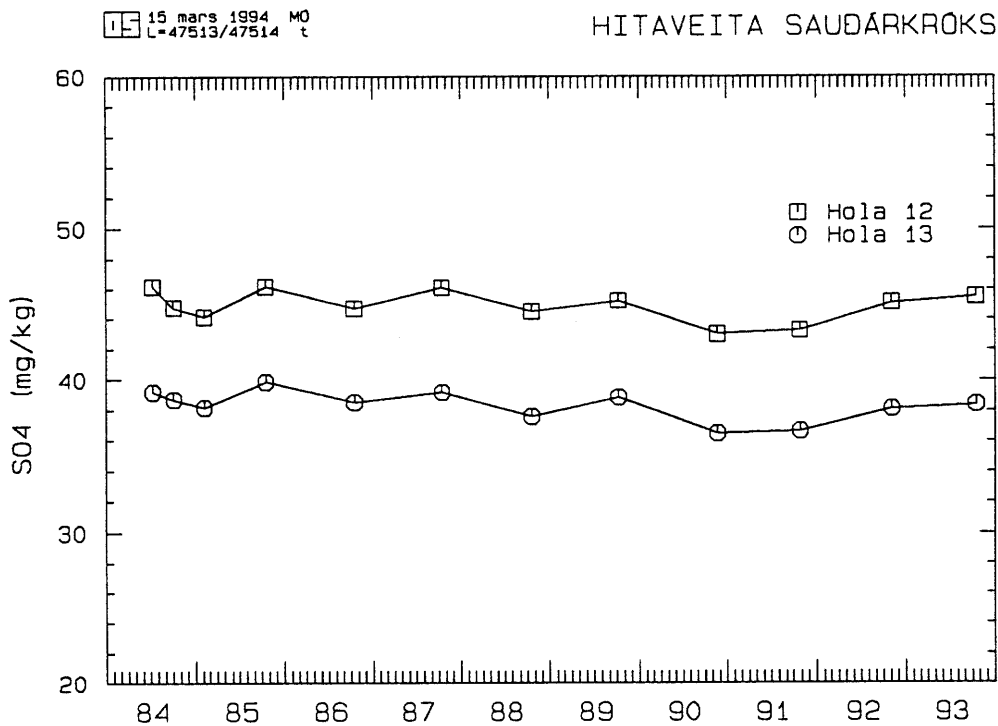
Mynd 7. Styrkur kalíums í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993.



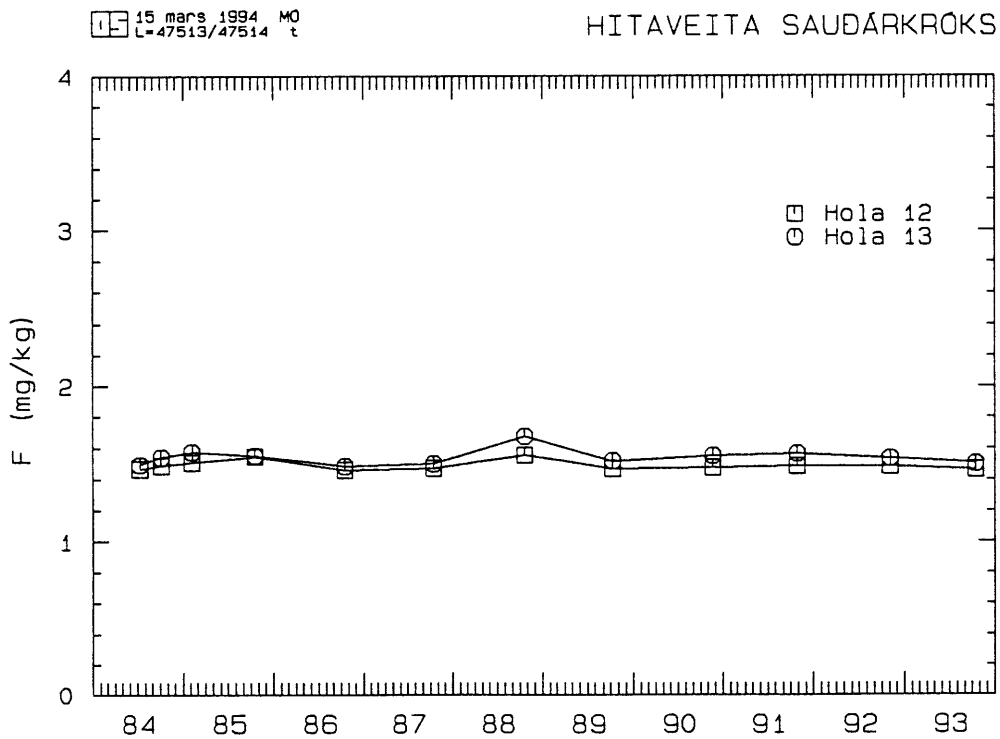
Mynd 8. Styrkur kalsíums í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993.



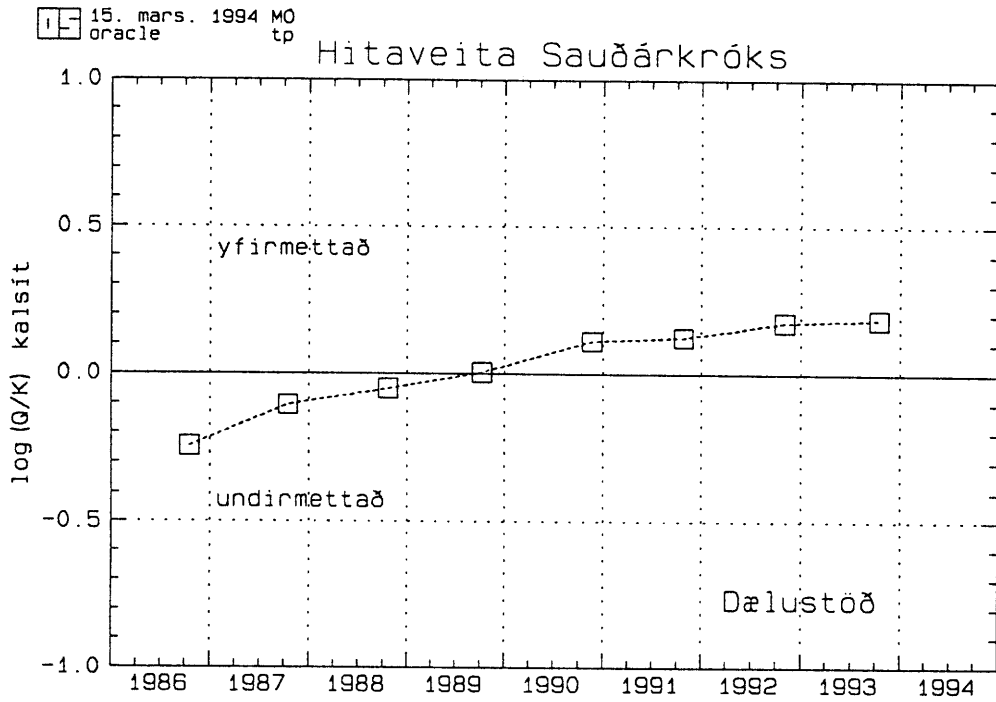
Mynd 9. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993.



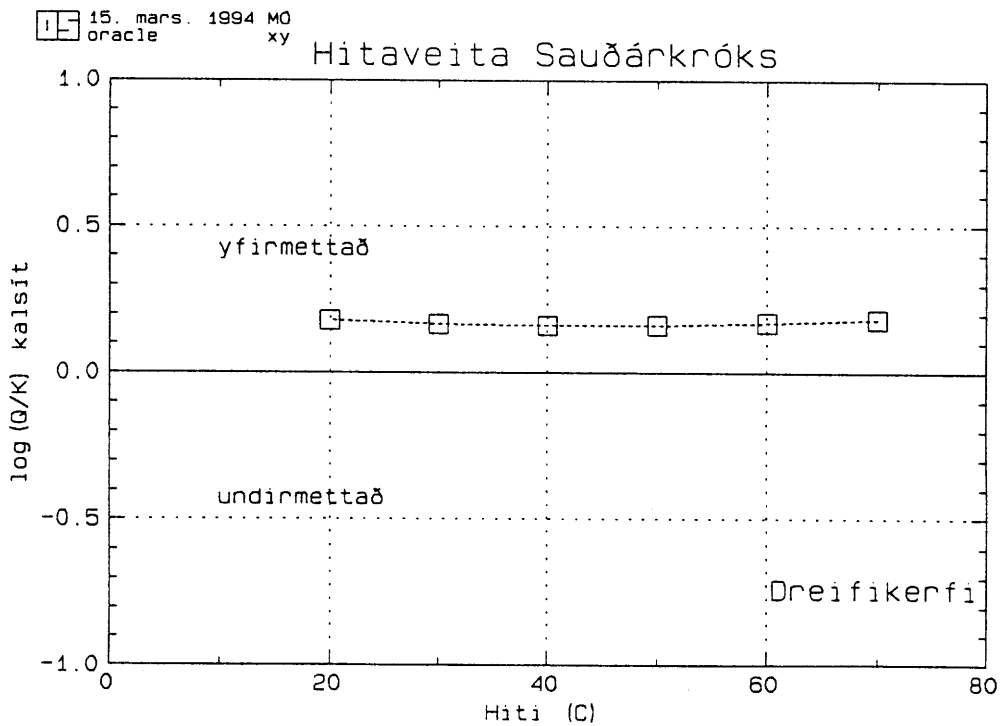
Mynd 10. Styrkur sulfáts í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993.



Mynd 11. Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1993.



Mynd 12. Kalsítmettun vatns í dælustöð árin 1986 - 1993.



Mynd 13. Kalsítmettun vatns í dreifikerfi fyrir mismunandi vatnshita.

4. LOKAORÐ

Helstu niðurstöður vinnslueftirlits ársins 1993 hjá Hitaveitu Sauðárkróks eru eftirfarandi:

1. Meðalvinnsla ársins 1993 var um 76 l/s, sem er sambærilegt við meðalvinnslu undanfarinna ára. Kalt sumar og milt haust einkenna vinnsluna árið 1993. Heildarorkuvinnslan 1993 var um 110 GWh, eða um 43 MWh/íbúa. Það er mjög mikil orkuvinnsla miðað við flestar sambærilegar hitaveitur á landinu.
2. Ítrekað er að bæta má nýtingu heita vatnsins og draga töluvert úr vatnsnotkun á Sauðárkróki með því að breyta sölufyrirkomulagi Hitaveitu Sauðárkróks. Þannig myndi sjálfrennsli úr núverandi vinnsluholum halda áfram að nægja hitaveitunni.
3. Sjálfvirk gagnasöfnun misfórst að mestu árið 1993 og vantar nú tilfinnanlega gögn um þrýsting síðasta árið. Því er lítið hægt að segja um þrýstingsbreytingar í jarðhitakerfinu upp á síðkastið. Mjög æskilegt er að þrýstingur á holu 9 sé mældur reglulega þegar sjálfvirk gagnasöfnun er ekki í gangi. Unnið er að endurnýjun gagnasöfnunarbúnaðar.
4. Ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatns úr holum 12 og 13 á síðastliðnum tíu árum. Aftur á móti hefur kalkmettun vatns í dælustöð aukist jafnt og þétt allt frá árinu 1986, þó enn sé ekki ástæða til þess að óttast kalkútfellingar. Þetta undirstrikar þó nauðsyn þess að efnaeftirliti verði haldið áfram með svipuðu sniði og hingað til.

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