



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

*HITAVEITA SIGLUFJARÐAR*

**Vinnslueftirlit 1995-1996**

Ómar Sigurðsson  
Hrefna Kristmannsdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Siglufjarðar

OS-96048/JHD-30 B      Ágúst 1996



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 501

*HITAVEITA SIGLUFJARÐAR*

**Vinnslueftirlit 1995-1996**

Ómar Sigurðsson  
Hrefna Kristmannsdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Siglufjarðar

OS-96048/JHD-30 B      Ágúst 1996

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	3
3. VINNSLA OG VATNSBORÐ	6
4. NIÐURSTÖÐUR	7
5. HEIMILDIR	7

## MYNDASKRÁ

1. Hiti og styrkur efnanna kísils, klóríðs og natríums í vatni úr holum 7 og 11	8
2. Samsvörun reiknilíkans við vatnsborðsgögn frá 1983	9
3. Vinnsluspá til ársins 2005 fyrir fimm vinnslutilfelli	9
4. Vinnslusaga og ítarlegri spá til 3ja ára fyrir þrjú vinnslutilfelli	10

## TÖFLUR

1. Efnasamsetning vatns úr holu 11 (mg/l)	5
2. Efnasamsetning vatns úr brunni við Hvanneyrarbraut 49 (mg/l)	5
3. Efnasamsetning vatns úr brunni 2 (mg/l)	6

## 1. INNGANGUR

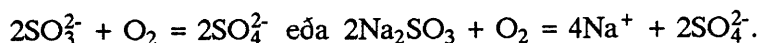
Í skýrslunni er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Siglufjarðar á Skútudal fyrir árið 1995 og fram á árið 1996. Hitaveitan og Orkustofnun hafa í samvinnu staðið að þessu vinnslueftirliti og er það unnið samkvæmt samningi þar um númer 613501-1987. Fjallað er um niðurstöður efnagreininga á vatnssýnum sem tekin voru í nóvember 1995. Þá voru einnig tekin vatnssýni úr dreifikerfi veitunnar til að kanna tæringu asbestlagna og lækkun súrefnisstyrks vegna efnaíblöndunar. Mistök höfðu orðið við afgreiðslu íblöndunarefnis og greindist nokkuð af súrefni í dreifikerfi veitunnar. Vinnslusaga jarðhitakerfisins á Skútudal er uppfærð fram á mitt ár 1996. Endurmetin er nálgun einfalds tank-líkans á stöðu vatnsborðs í jarðhitakerfinu og þeir reikningar síðan framlengdir til þess að spá vatnsborðsstöðu í jarðhitakerfinu fram yfir aldamótin.

## 2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Liður í reglubundnu vinnslueftirliti hjá Hitaveitu Siglufjarðar er árleg efnagreining á heitu vatni úr vinnsluholu og dreifikerfi veitunnar. Í því felst meðal annars eftirlit með súrefnisupptöku í dreifikerfi og miðlunartanki, og með tæringu asbestlagna í aðveitu. Einnig er fylgst með því að súlfítíblöndun í vinnsluvatni til súrefniseyðingar sé hæfilega mikil. Fylgst hefur verið reglulega með þessum þáttum frá árinu 1985.

Breytingar á jarðhitakerfum sjást oft fyrir með breytingum í efnasamsetningu vatnsins og er því mikilvægt að fylgjast reglulega með hugsanlegum breytingum svo unnt sé að greina og bregðast við yfirvofandi vanda í tíma. Talið er algjört lágmark að taka árlega sýni til heildar-efnagreiningar úr vinnsluholum og æskilegt er að fylgjast oftar með a.m.k. ákveðnum þáttum. Á þeim rúma áratug, sem eftirlit hefur verið samfellt með efnasamsetningu jarðhitavatnsins á Skútudal hefur ekki orðið vart við marktækar breytingar. Vegna þessa og vegna kostnaðar hefur lágmarkseftirlit verið látið nægja á Siglufirði.

Jarðhitavatnið á Skútudal, sem Hitaveita Siglufjarðar nýtir, inniheldur uppleyst súrefni í vatninu þegar það kemur upp úr holunum. Í aðalvinnsluholunni, holu 11, er styrkur súrefnis 0,03-0,09 mg/l, háð vatnssstöðu. Súrefnisupptaka í miðlunartanki og dreifikerfi eykur síðan styrk þess verulega í vatninu. Til að eyða súrefni úr vatninu er blandað í það natríumsúlfíti áður en það fer inn á aðveituæðina og út í dreifikerfið. Súlfítið hvarfast við súrefnið í vatninu og oxast yfir í sulfat samkvæmt hvarfinu:



Varðandi hæfilegt magn íblöndunarefnis þarf að miða við að öllu súrefni sé eytt úr vatninu og að nægilegt umframmagn sé til að mæta sveiflum. Natríumsúlfít er ekki talið skaðlegt til neyslu sé styrkur þess í vatninu undir 15 mg/l. Það getur hins vegar verið ofnæmisvaldur og því best að halda styrk þess í lágmarki. Hitaveita Siglufjarðar hefur í mörg undanfarin ár haft gott eftirlit með styrk natríumsúlfítsins í dreifikerfinu. Þá hefur verið tekin upp sjálfvirk skömmtun á því, sem er í réttu hlutfalli við vinnsluna, og ætti að tryggja að íblöndun sé ávallt hæfileg. Starfsmenn Orkustofnunar hafa jafnan mælt styrk súlfíts samhliða árlegri sýnatöku í eftirlitsskýni og er því haldið áfram þrátt fyrir betri stýringu á íblöndun. Eins og fram kemur í vinnslueftirlitsskýrslum frá Orkustofnun á undanförunum árum hefur styrkur íblöndunarefnis-

ins ávallt reynst vera langt undir neyslumörkum (15 mg/l), en nokkuð breytilegur áður en sjálfvirka stýringin var tekin upp.

Aðveituæð hitaveitunnar er að stærstum hluta úr asbestörum (eterníti), en sementmillimassi þeirra tærast stöðugt af jarðhitavatninu og við það eykst styrkur kalsíums í vatninu og sýrustig þess hækkar. Mæling á þessum þáttum er því mælikvarði á tæringarhraða lagnarinnar. Á síðustu árum hefur lögnin í auknum mæli verið endurnýjuð með stálrörum þar sem hún hefur gengið úr sér.

Jarðhitavatnið á Skútudal er, ef frá er talið hátt súrefnisinnihald, í flesta staði ágætt til hitaveitunota. Það hefur of hátt sýrustig til að það uppfylli kröfur sem gerðar eru til drykkjarvatns, en er þó alls ekki skaðlegt til drykkjar. Þótt jarðhitavatn á Íslandi sé í flestum tilvikum saklaust til neyslu, þá uppfyllir það sjaldan þær kröfur sem gerðar eru til efnasamsetningar neysluvatns. Samkvæmt íslenskum reglugerðum telst hitaveituvatn heldur ekki drykkjarvatn og þarf ekki að uppfylla kröfur drykkjarvatnsstaðla.

Í nóvember 1995 voru tekin sýni til heildarefnagreiningar úr holu 11 og þá var einnig tekið sýni til heildargreiningar úr dreifikerfinu í brunni við húsið að Hvanneyrarbraut 49, þar sem slík sýni hafa jafnan verið tekin. Samhliða var mælt súrefni í brunni 2 á aðveitu, nálægt holu 7, og við inntak og úttak á miðlunartanki. Súlfít var einnig mælt á sömu stöðum og í sýni frá Hvanneyrarbraut. Kalsíum var mælt í sýninu frá brunni 2.

Súrefni og súlfít eru mæld á staðnum og varð strax vart við í þeim mælingum að eitthvað var að. Í brunni 2 mældist ekkert súlfít, en þar var súrefni 0,06 mg/l sem er sami styrkur og mældist í vatni úr holu 11. Við inntak tanks hafði súrefni aukist í 0,08 mg/l og við úttak var það orðið 0,25 mg/l og ekkert súlfít frekar en í brunni 2. Í brunni við Hvanneyrarbraut mældist sami styrkur súrefnis og út af miðlunartanki. Fyrstu viðbrögð voru þau að athuga hvort íblöndun væri ekki í gangi, en svo reyndist vera og sást ekkert óeðlilegt við hana. Bárust þá böndin að íblöndunarefninu og að það væri gallað. Ný sending af efni hafði borist hitaveitunni skömmu áður og höfðu umbúðir verið frábrugðnar fyrri sendingum. Starfsmenn Orkustofnunar fóru með sýni af efninu til Reykjavíkur og greindu það á rannsóknarstofu Orkustofnunar og reyndist það vera *natríumsúlfat*, þ.e. það efni sem myndast á við súrefniseyðinguna. Það var því ekki að undra að ekki tækist að eyða súrefni og að ekkert súlfít mældist. Verður að teljast mikil heppni að þetta uppgötvaðist svona fljótt, áður en verulegt tjón hlaut af vegna tæringar stálofna. Eins og bent hefur verið á og reyndar var gert á árum áður á Siglufirði þá er æskilegt að hafa tíðara eftirlit með því að íblöndun sé hæfileg, jafnvel þótt íblöndunarbúnaður sé nú fullkomnari en áður.

Niðurstöður efnagreininga á jarðhitavatninu eru í töflum 1-3. Í töflu 1 eru niðurstöður efnagreininga á vatnssýninu úr holu 11 og til samanburðar niðurstöður greininga síðustu ára. Á mynd 1, sem er í fjórum hlutum, er sýnt mælt hitastig við sýnatöku og styrkur nokkurra efna, kísils, klóríðs og natríums, í vatni úr vinnsluholum 7 og 11. Hóla 7 var vinnsluhóla áður en hóla 11 var virkjuð, en er nú varahóla. Fram til 1985 var ekki fylgst reglulega með efnasamsetningu vatnsins, en frá 1986 hafa verið tekin reglulega sýni úr holu 11. Efnasamsetning vatns úr holu 11 hefur verið mjög stöðug á þessum árum og engar marktækar breytingar komið fram og sjást heldur ekki nú að þessu sinni. Hitastig vinnsluvatnsins hefur einnig verið nokkuð stöðugt á þessum tíma.

**Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu 11 (mg/l).**

Dagsetning	91-10-26	92-11-04	93-10-15	94-11-17	95-11-19
Númer	91-0210	92-0279	93-0202	94-0352	95-0337
Hiti (°C)	74,8	73,7	73,4	72,9	72,1
Sýrustig (pH/°C)	10,10/23	10,04/18	10,08/17	10,07/22	9,98/22
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	96,6	94,4	94,8	96,5	94,8
Natríum (Na)	44,0	44,5	43,8	44,7	43,6
Kalíum (K)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,73
Kalsíum (Ca)	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5
Magnesium (Mg)	0,003	0,007	0,004	0,001	0,004
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	16,7	16,8	19,9	19,4	19,4
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	9,1	9,3	9,1	9,4	9,5
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	8,9	8,7	8,7	8,4	8,6
Flúoríð (F)	0,37	0,36	0,36	0,38	0,35
Uppleyst efni	213	206	185	190	190
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,05	0,06	0,06	0,03	0,06

Í töflu 2 eru greiningar á vatnssýnum úr brunni við Hvanneyrarbraut 49 frá árunum 1991 til 1995 og í töflu 3 eru niðurstöður mælinga á vatnssýnum úr brunni 2. Efnasamsetning vatns úr brunni við Hvanneyrarbraut er eins og við er að búast mjög ámóta og úr holunni, en vegna íblöndunar, súrefniupptöku og tæringar á asbestlögn ætti styrkur súlfats og kalsíums að hafa hækkað. Styrkur súlfíts ætti að lækka miðað við mældan styrk í brunni 2 og súrefni ætti að hafa eyðst úr vatninu á leið þess frá tanki. Allar þessar breytingar koma glögglega fram í eldri sýnum og í sýni frá 1995 sést bæði aukning í styrk kalsíums og súlfats miðað við holuvatn, en hins vegar er mikið súrefni í vatninu og jafnmikið og mældist við miðlunartank. Aukning á súlfati stafar í þessu tilviki af beinni íblöndun þess efnis en ekki af oxun súlfíts. Aukning á kalsíum er svipuð og árið áður og heldur minni en fyrri ár enda hefur hluti aðveitunnar verið endurnýjaður með stálrorum í stað asbeströra.

**Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr brunni við Hvanneyrarbraut 49 (mg/l).**

Dagsetning	91-10-26	92-11-04	93-10-15	94-11-17	95-11-19
Númer	91-0212	92-0284	93-0201	94-0354	95-0341
Hiti (°C)	68,8	68,9	-	66,3	61,8
Sýrustig (pH/°C)	10,1/23	9,99/20	10,13/16	10,07/22	10,00/22
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	96,4	95,2	94,3	94,7	94,2
Natríum (Na)	48,6	47,9	45,4	47,3	45,7
Kalíum (K)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Kalsíum (Ca)	2,0	2,1	2,0	1,9	1,9
Magnesium (Mg)	0,001	0,003	0,001	0,001	0,004
Karbónat (CO <sub>2</sub> )(t)	16,8	18,0	21,8	19,4	21,2
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	16,7	16,3	11,8	13,8	13,7
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	8,8	8,7	8,6	8,4	8,7
Flúoríð (F)	0,37	0,36	0,35	0,37	0,34
Uppleyst efni	212	212	166	215	185
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,00	0,00	0,04	0,00	0,25
Súlfít (SO <sub>3</sub> )	2,2	1,2	0,2	0,3	0,0

Tafla 3. Efnasamsetning vatns úr brunni 2 (mg/l).

Dagsetning Númer Hiti (°C)	91-10-26 91-0211 73,7	92-11-04 92-0283 72,0	93-10-15 93-0203 72,0	94-11-17 94-0353 72,5-	95-11-19 95-0338
Kalsíum (Ca)	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4
Súlfít (SO <sub>3</sub> )	2,9	2,3	1,0	2,0	0
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06

### 3. VINNSLA OG VATNSBORÐ

Hitaveitan hefur fylgst nær samfelld með vatnsborði í holu 7 frá árinu 1983, en á tímabilinu febrúar 1993 til marz 1995 var það mælt í holu 6. Þó hola 6 sé í tæplega 40 m fjarlægð frá holu 7 eru viðbrögð hennar við vinnslu úr holu 11 nær sömu og holu 7, þegar tillit hefur verið tekið til hæðarmunar milli þeirra. Vatnsborðsstaða í jarðhitakerfinu er því miðuð við holu 7.

Vatnstaka úr jarðhitakerfinu hefur verið mæld nær samfelld frá desember 1988. Á tímabili voru jafnvel þrjár rennismælar í gangi samtímis og fékkst þá góður samanburður milli þeirra og kvörðun á þeim. Þannig var nýjasti mælirinn sem tekinn var í notkun í júlí 1993 talinn vera réttastur, en hann er staðsettur á frárennslí miðlunartanks. Öll vinnsla úr jarðhitakerfinu er nú miðuð við þann mæli.

Eftir sölukerfisbreytingu um áramótin 1991-92, og frekari hagræðingu í vinnslustýringu jarðhitakerfisins í kjölfarið, þá dró verulega úr vinnslunni og vatnsborð í jarðhitakerfinu hækkaði. Undanfarin þrjú sumur hefur vatnsborð hækkað upp fyrir holutopp holu 6 og sumarið 1995 einnig upp fyrir holutopp holu 7. Vatnsvinnslan á árinu 1995 var að meðaltali 17,2 og hefur vinnslan verið nálægt þessu meðaltali undanfarin þrjú ár. Fyrir breytingu sölukerfis og samhliða umbætur var ársvinnslan að jafnaði tæpir 25 l/s. Þær aðgerðir hafa því skilað sér í um 30% minnkun vatnstöku úr jarðhitakerfinu, sem þýðir að afl kerfisins hefur aukist. Vatnsvinnslan fyrir fyrri hluta árs 1996 bendir til að hún verði svipuð eða jafnvel minni en á síðastliðnu ári. Þar sem vinnslan hefur verið nær stöðug eftir breytingarnar er ljóst að um raunsparnað er að ræða. Hitaveitan hefur því meira svigrúm en áður til að fjölga notendum eitt-hvað í náinni framtíð.

Síðustu ár hefur vinnslan verið mest í janúar, rúmir 23 l/s, en minnst í júlí, allt niður í tæpa 10 l/s. Mesta mánaðarvinnsla er nú minni en ársvinnslan var áður að jafnaði og minnsta mánaðarvinnsla er nú sambærileg við það sem jarðhitakerfið gaf í upphafi í sjálfrennslí. Því hefur vatnsborð í jarðhitakerfinu hækkað síðustu ár og er enn að hækka, en árið 1995 var það að meðaltali á um 30 m dýpi miðuð við holu 7. Fyrir 1992 var það hins vegar á um 115 m dýpi (myndir 2 og 3).

Vatnsborð og dæling eru þær stærðir sem notaðar eru til að meta afköst jarðhitakerfisins og áætla framtíðarviðbrögð þess fyrir gefið vinnslumynstur. Á undanförunum árum hefur verið notað einfalt vatnafræðilegt tank-líkan til að herma viðbrögð kerfisins við vinnslu (Ómar Sigurðsson o.fl., 1987). Líkanið hefur verið uppfært reglulega fyrir ný vinnslugögn og síðan notað við gerð spáa. Mynd 2 sýnir nálgun líkansins að mældu vatnsborði í holu 7 frá því samfelldar mælingar hófust á því 1983. Líkt og áður var tank-líkanið notað til að gera spár fram í tímann fyrir nokkur vinnslutilfelli. Reiknað var fyrir svipuð vinnslutilfelli og notuð hafa verið í fyrri spám. Spárnar eru sýndar á mynd 3, en þær eru reiknaðar frá áramótum 1995-96 og fram til

ársins 2005. Þær sýna meðalvatnsborð í jarðhitakerfinu við holu 7 fyrir meðalársvinnslu. Auk þess er á myndinni sýnt mælt meðalvatnsborð og punktur eins og það virðist stefna í á árinu 1996.

Vitað er að vatnsborð sveiflast mikið með vinnslunni yfir árið. Til að gera sér betur grein fyrir þessu eru á mynd 4 sýndar spár fyrir þrjú tilfelli, þar sem meðalársvinnslan er 17 l/s, 20 l/s og 23 l/s. Spárnar ná eins og fyrr þrjú ár fram í tímann frá mánaðarmótum júlí-ágúst 1996 og breytist vinnslan milli mánaða í líkingu við það sem hún gerir í raunveruleikanum. Enn miðast vatnsborð við holu 7 þannig að í holu 11 er vatnsborð á sama tíma allt að 30 m lægra vegna hæðarmunar milli holanna og vegna þrýstítaps við holuna samfara dælingu. Eins og er fylgir vatnsborð nokkurn veginn spáferlinum fyrir 17 l/s.

#### 4. NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður vinnslueftirlits fyrir árið 1995 hjá Hitaveitu Siglufjarðar eru eftirfarandi:

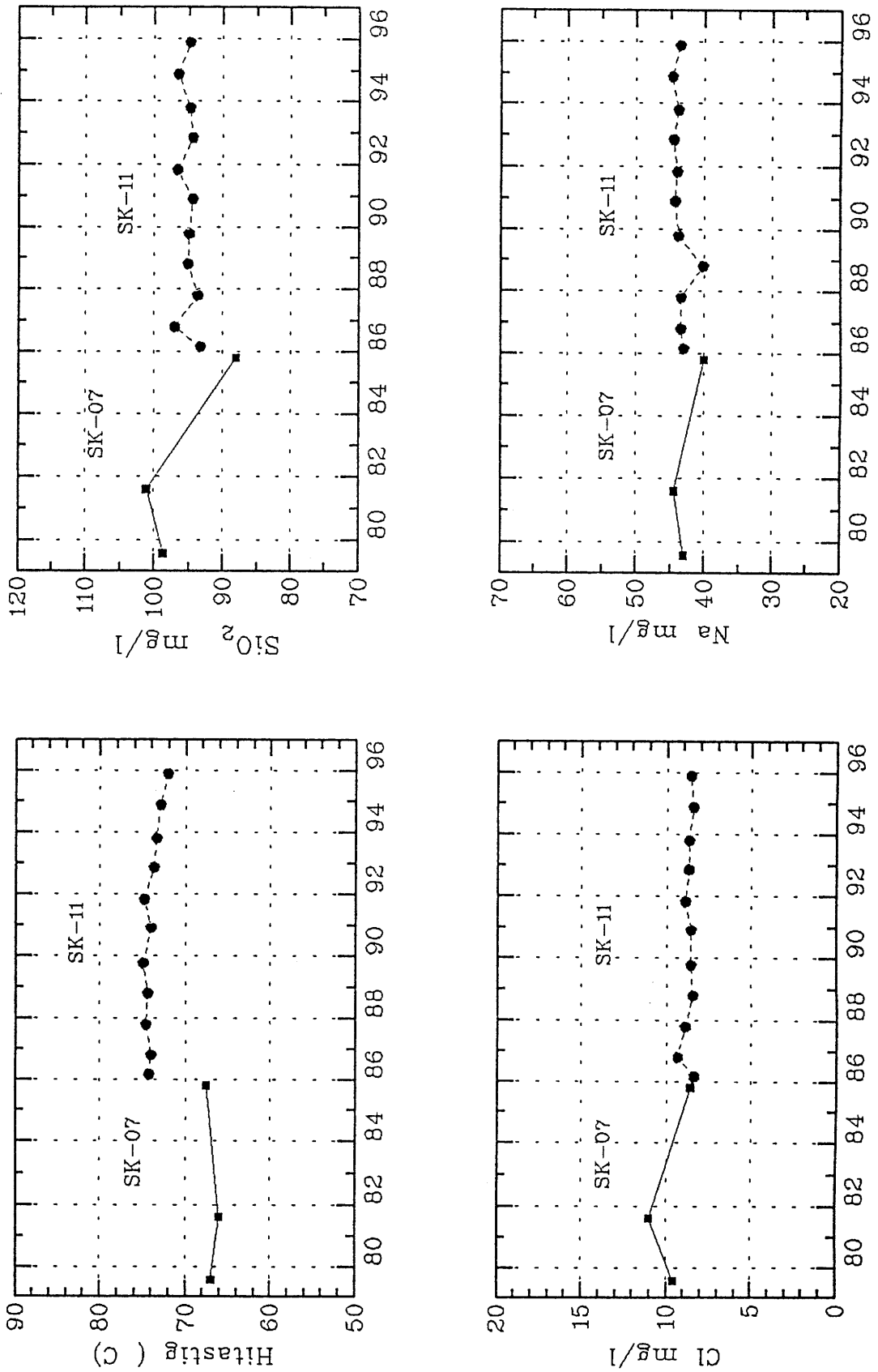
1. Eftirlit með magni íblöndunarefnis leiddi í ljós að mistök höfðu átt sér stað við afgreiðslu efnis og hitaveitan fengið í stað natríumsúlfíts natríumsúlfat, sem er gagnslaust til súrefniseyðingar. Í hitaveitukerfinu mældist því talsverður styrkur uppleysts súrefnis í þetta sinn. Sem betur fer hafði íblöndunarefnið einungis verið notað um skamma hríð þegar mistökin uppgötvuðust og því ekki líklegt að veruleg tæring hafi hlotist af.
2. Ekki hefur orðið marktæk breyting á efnastyrk vinnsluvatns úr jarðhitakerfinu á Skútudal á undanförunum árum.
3. Aukning á styrk kalsíums í dreifikerfi er svipuð og á síðasta ári og hefur minnkar frá fyrri árum væntanlega vegna þess að asbestlögn hefur í auknum mæli verið endurnýjuð með stálrorum undanfarin ár.
4. Meðalársvinnsla Hitaveitu Siglufjarðar var 17,2 l/s á árinu 1995 og hefur vinnslan verið nálægt þessu meðaltali undanfarin þrjú ár. Fyrir 1992 var meðalvinnslan hins vegar að jafnaði 25 l/s: Sölukerfisbreyting veitunnar um áramótin 1991-92 ásamt öðrum aðgerðum til að bæta vinnslustýringu hennar hafa minnkað vatnspörf veitunnar um allt að 30%.
5. Samfara minni vatnstöku úr jarðhitakerfinu hefur vatnsborð hækkað í því og virðist meðalvatnsborð enn hækka lítillega. Góður árangur af vatnssparnaði veitunnar og góð staða vatnsborðs í jarðhitakerfinu veita hitaveitunni svigrúm til að fjölga notendum eitt-hvað í náinni framtíð.

#### 5. HEIMILDIR

Ómar Sigurðsson, Ragna Karlsdóttir og Margrét Kjartansdóttir, 1987: Hitaveita Siglufjarðar. Mat á jarðhitasvæðinu í Skútudal. Orkustofnun, OS-87034/JHD-08, 71 s.

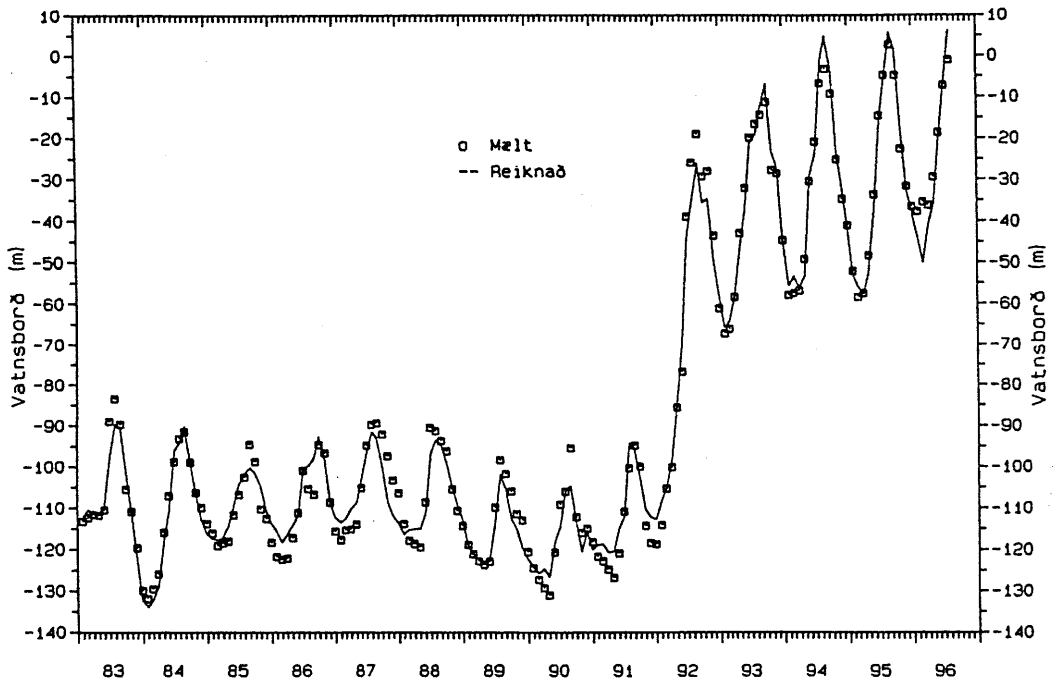


JHD FFR 5000 GSV  
96.09.0152 T



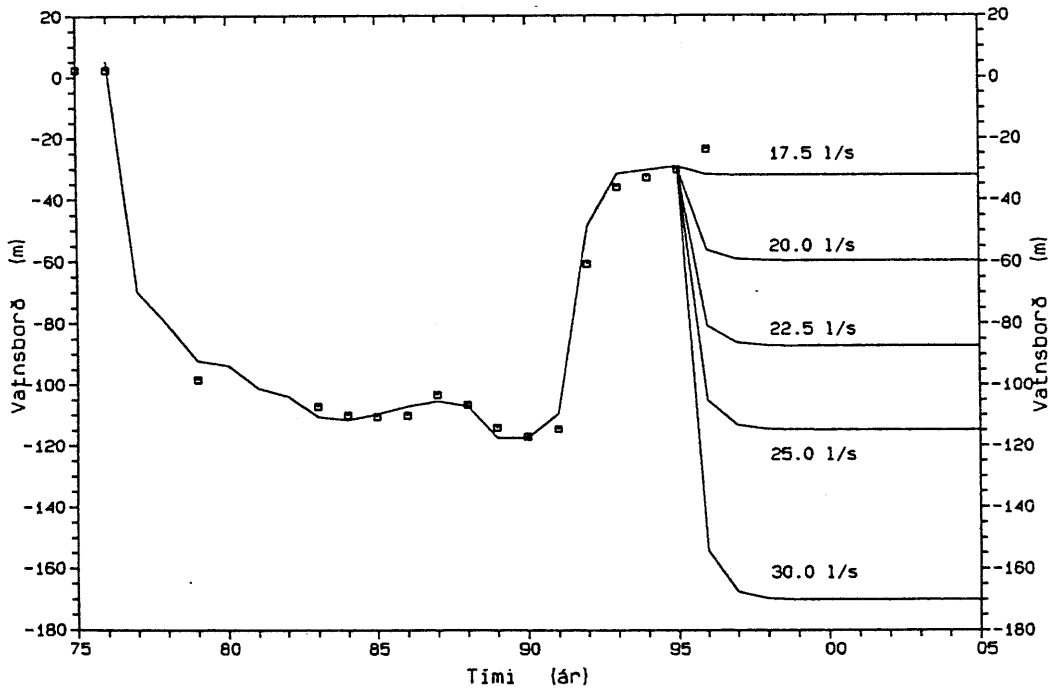
MYND 1. Hiti og styrkur efnanna kísils (SiO<sub>2</sub>), klóríðs (Cl) og natríums (Na) í vatni úr holum 7 og 11.

JHD-FFR-5000-Omar  
96.08.0122 T

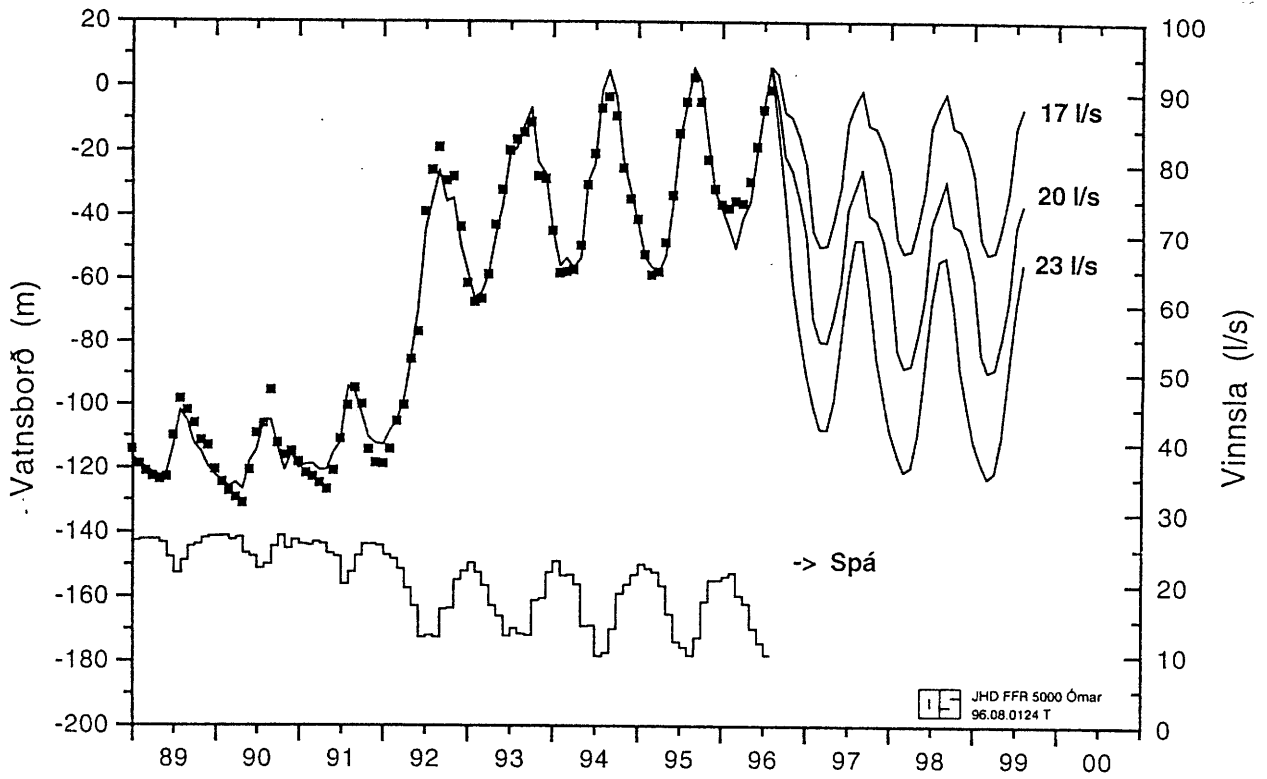


MYND 2. Samsvörun reiknilíkans við vatnsborðsgögn frá 1983.

JHD-FFR-5000-Omar  
96.08.0123 T



MYND 3. Vinnsluspá til ársins 2005 fyrir fimm vinnslutilfelli.



MYND 4. Vinnslusaga og ítarlegri spá til 3ja ára fyrir þrjú vinnslutílfelli.