



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Hitaveita RARIK á Siglufirði

Vinnslueftirlit 2000-2001

**Ómar Sigurðsson
Vigdís Harðardóttir**

Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins

2001

OS-2001/076



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

Verknr. 8-610501

Ómar Sigurðsson
Vigdís Harðardóttir

Hitaveita RARIK á Siglufirði
Vinnslueftirlit 2000-2001

Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins

OS-2001/076

Nóvember 2001

ORKUSTOFNUN - RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. - Sími 569 6000 - Fax 568 8896

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími 463 0957 - Fax 463 0998

Netfang os@os.is - Veffang <http://www.os.is>



Skýrsla nr: OS-2001/076	Dags: Nóvember 2001	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
-----------------------------------	-------------------------------	---

Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Hitaveita RARIK á Siglufirði Vinnslueftirlit 2000-2001	Upplag: 25
	Fjöldi síðna: 10
Höfundar: Ómar Sigurðsson Vigdís Harðardóttir	Verkefnisstjóri: Ómar Sigurðsson
Gerð skýrslu / Verkstig: Gagnaúrvinnsla, árlegt vinnslueftirlit	Verknúmer: 8-610501

Unnið fyrir: Rafmagnsveitur ríkisins
Samvinnuaðilar:

Útdráttur: Gerð er grein fyrir eftirliti með jarðhitavinnslu Hitaveitu RARIK á Siglufirði árið 2000 og fram á árið 2001. Hitaveitan og Orkustofnun hafa samráð um eftirlitið. Lýst er niðurstöðum heildar-efnagreininga á vatnssýnum sem tekin voru í október 2000 úr holu 11, aðalvinnsluholu veitunnar, og dreifikerfi, auk greininga á hlutsýni úr brunni 2 á Skútudal. Einnig er súrefni mælt í miðlunartanki og vinnslusaga jarðhitakerfisins á Skútudal uppfærð fram á mitt ár 2001. Ekki hefur orðið marktæk breyting á efnasamsetningu vatns í jarðhitakerfinu á undanförunum árum. Ekkert súrefni mælist við enda dreifikerfisins en gæta þarf þess að íblöndun natríumsúlfíts nægi fyrir mismunandi súrefnisupptöku. Styrkur kalsíums hefur lækkað síðustu tvö ár vegna endurnýjunar aðveituæðar. Meðalársvinnsla hitaveitunnar árið 2000 var 16,37 l/s, sem er lítiðeitt undir meðaltali síðustu ára. Samfara minni vatnstöku úr jarðhitakerfinu hefur vatnsborð í því hækkað og nær upp að holutoppum á sumrin. Vísbending er um að vatnsleiðni í aðstreymisrásum að vinnslusvæði Skútudals hafi lítilllega aukist, og gæti aflaukning því samfara verið um 5%.

Lykilorð: Hitaveita, jarðhitavinnsla, vinnslusvæði, vinnsluhola, dreifikerfi, vatnssýni, efnagreiningar, Siglufjörður	ISBN-númer:
	Undirskrift verkefnisstjóra:
	Yfirfarið af: PI

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	3
3. VINNSLA OG VATNSBORÐ	6
4. NIÐURSTÖÐUR	8

TÖFLUR

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu 11	4
Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr brunni við Hvaleyrarbraut 49	4
Tafla 3. Efnasamsetning vatns úr brunni 2	5

MYNDIR

Mynd 1. Hiti og styrkur efnanna kísils, magnesíums og natríums í vatni úr holu 11	9
Mynd 2. Samsvörun reiknilíkans við vatnsborðsgögn frá því farið var að safna þeim reglulega	10
Mynd 3. Vinnsluspá á meðalvatnsborði við holu 7 til ársins 2010 fyrir fjögur vinnslutilfelli	10
Mynd 4. Vinnslusaga og ítarlegri spá um vatnsborð við holu 7 til 3ja ára fyrir þrjú vinnslutilfelli	10

1. INNGANGUR

Í skýrslunni er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu RARIK á Siglufirði árið 2000 og fram á árið 2001, en vinnslusvæði veitunnar er á Skútudal. 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 vatns-sýnum sem tekin voru í október 2000, bæði úr vinnsluholu og dreifikerfi veitunnar. Með þeim er virkni íblöndunarefnis til eyðingar súrefnis í jarðhitavatninu könnuð. Áður var einnig könnuð tæring asbestlagna, en þeim hefur nú alfarið verið skipt út fyrir stálrör. Vinnslusaga jarðhitakerfisins á Skútudal er uppfærð fram á mitt ár 2001. Endurmetin er nálgun einfalds tank-líkans á stöðu vatnsborðs í jarðhitakerfinu og þeir reikningar síðan framlengdir til þess að spá um vatnsborðsstöðu í jarðhitakerfinu, allt til ársins 2010.

2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Hið reglubundna efnaeftirlit Orkustofnunar fór fram í október 2000. Tekin voru vatns-sýni af jarðhitavatninu sem Hitaveita RARIK á Siglufirði nýtir. Sýni til heildarefnagreininga (heilsýni) voru tekin úr aðalvinnsluholunni, holu 11 á Skútudal, og úr brunni við Hvanneyrarbraut 49, sem er nálægt enda dreifikerfisins. Ennfremur var eitt hlutsýni tekið úr brunni 2 á Skútudal, auk þess sem súrefni var mælt í úttaki miðlunartanks.

Tilgangur þessa efnaeftirlits er tvíþættur. Annars vegar að kanna hvort einhverra breytinga verði vart á efnasamsetningu vatnsins við nýtingu og þá hvernig bregðast skuli við þeim breytingum og hins vegar þarf að fylgjast með styrk íblöndunarefnisins natríumsúlfíts (Na_2SO_3), sem notað er til að eyða súrefni úr vatninu, og hvort efnabreyting verði á vatninu við að fara um veitukerfið. Súrefni í jarðhitavatninu sem kemur upp úr holu 11 er eytt með fyrrnefndri íblöndun, en einnig getur súrefni komist í vatnið gegnum óþéttar leiðslur og vatnslása. Til að tryggja eyðingu súrefnis, sem kann að leka inn í veitukerfið, þarf afgangsstyrkur íblöndunarefnisins að vera nægjanlega mikill. Undanfarið ár hefur einnig verið fylgst með tæringu asbeströra í stofnlöginni til bæjarins, en það var gert með því að mæla magns kalsíums (Ca) í vatninu. Niðurstöður þessa efnaeftirlits er að finna í töflum 1, 2 og 3.

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

Dagsetning Númer Hiti (°C)	1996-11-15 19960375 71,8	1997-11-19 19970726 72,2	1998-11-10 19980564 71,5	1999-11-24 19990507 73,0	2000-10-04 20000375 71,7
Sýrustig (pH/°C)	10,11/22	10,02/19	10,02/21	10,01/23	10,01/22,8
Kísill (SiO ₂)	93,9	92,5	93,8	94,6	93,9
Natríum (Na)	43,9	44,6	44,1	44,5	45,1
Kalíum (K)	0,7	0,7	0,7	0,73	0,70
Kalsíum (Ca)	1,5	1,5	1,7	1,57	1,60
Magnesíum (Mg)	0,004	0,008	0,006	0,004	0,003
Karborat (CO ₂)	20,3	18,6	19,5	19,9	20,2
Súlfat (SO ₄)	9,4	9,3	9,7	9,58	9,57
Brennist.vetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	-	-
Klóríð (Cl)	8,7	8,5	8,8	8,97	8,88
Flúoríð (F)	0,37	0,34	0,37	0,39	0,37
Ál (Al)	0,092	0,082	0,080	0,070	0,076
Mangan (Mn)	0,0000	0,0002	0,0004	0,0003	0,0001
Járn (Fe)	0,013	0,012	0,010	0,0083	0,0068
Uppleyst efni	199	192	202	190	195
Súrefni (O ₂)	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-11,34	-11,35	-11,32	-11,32	-11,36

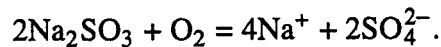
Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr brunni við Hvanneyrarbraut 49 (mg/l).

Dagsetning Númer Hiti (°C)	1996-11-15 19960378 -	1997-11-19 19970728 64,0	1998-11-10 19980567 64,6	1999-11-24 19990509 68,0	2000-10-04 20000377 66,7
Sýrustig (pH/°C)	10,12/22	10,07/19	10,00/23	9,95/22	10,01/22,2
Kísill (SiO ₂)	93,7	92,3	94,2	94,8	94,5
Natríum (Na)	45,6	47,1	46,4	46,7	47,2
Kalíum (K)	0,7	0,7	0,69	0,72	0,71
Kalsíum (Ca)	2,0	2,0	2,0	1,61	1,54
Magnesíum (Mg)	0,004	0,006	0,009	0,005	0,004
Karborat (CO ₂)(t)	17,7	19,4	20,0	19,8	20,6
Súlfat (SO ₄)	12,6	13,1	14,3	14,0	13,7
Brennist.vetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-
Klóríð (Cl)	8,6	8,7	8,8	8,93	8,88
Flúoríð (F)	0,37	0,33	0,37	0,38	0,36
Ál (Al)	0,086	0,082	0,073	0,087	0,077
Mangan (Mn)	0,0002	0,0004	0,0002	0,0006	0,0003
Járn (Fe)	0,0129	0,0214	0,0098	0,0093	0,0072
Uppleyst efni	202	205	213	217	193
Súrefni (O ₂)	0,00	0,00	0,00	0,06	0
Súlfít (SO ₃)	0,6	1,5	0,27	0,62	0,44

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

Dagsetning Númer Hiti (°C)	1996-11-15 19960376 -	1997-11-19 19970727 -	1998-11-10 19980565 70,9	1999-11-24 19990508 -	2000-10-04 20000376 71,0
Kalsíum (Ca)	-	1,5	1,66	1,60	-
Súlfít (SO ₃)	2,16	1,5	1,20	1,57	2,59
Súrefni (O ₂)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ef litið er á síðustu greiningar í töflu 1 (númer 20000375) og þær bornar saman við greiningar frá árinu á undan er ekki mikil breyting á efnainnihaldi vatnsins. Gildir það sama fyrir greiningar á árum áður að efnasamsetning vatnsins úr holu 11 er frekar stöðug. Magnesium (Mg) hefur farið lækkandi frá árinu 1997, en hækkandi magnesium ásamt lækkandi kísilstyrk (SiO_2) getur bent til innstreymis kalds vatns. Ef mangan (Mn) greiningin frá árinu 2000 er borin saman við greininguna frá 1999 er þar nokkur munur á. Styrkur mangans er aðeins örfá míkrogrömm og við svo lág gildi getur flögt í efnagreiningartæki haft veruleg áhrif. Þannig má væntanlega skýra þennan mun sem flökt í efnagreiningatæki. Járn virðist fara lækkandi með árunum en óvíst hvort svo sé í sjálfu vatninu. Járn myndar samsettar jónir og efnasambönd af ýmsum stærðum og getur þéttleiki síu því ráðið hvort þær komist í sýnið. Járn er að finna alls staðar í bergi og í leiðslum og mengast vatn því auðveldlega af járn. Bent skal á að mældur er heildarstyrkur járn en ekki mismunandi oxunarstig (þ.e. Fe^{+2} og Fe^{+3}), sem geta haft áhrif á myndun járnefnasambanda. Ýmsar breytur hafa því áhrif á styrkleika járn í vatnssýni, en ekki er líklegt að miklar náttúrulegar breytingar verði á styrk þess. Einnig má benda á að greiningar á járn hafa farið batnandi með árunum. Vatnið úr holu 11 er frekar basískt, snautt af brennisteinsvetni (H_2S) sem eyðir súrefni. Styrkur súrefnis er nægjanlega hár (0,06 ppm) til að valda tæringu á ofnum og lögnum úr járn. Vegna þessa hefur natríumsúlfít verið blandað við vatnið með sjálfvirkum skömmtunarbúnaði við holu 7, sem er varahola. Súlfít hvafast við súrefni og oxast yfir í sulfat samkvæmt efnahvarfinu:



Mældur hiti við sýnatöku úr holu 11 árið 2000 er eilítið lægri en árið 1999, en það stafar af því að árið 1999 var notast við varahitamælir stofnunnar, sem reyndist ekki eins nákvæmur og aðalmælirinn. Til einföldunar er sýnt á mynd 1 hvernig styrkur kísils (SiO_2), magnesiums (Mg) og natríums (Na) hefur breytst, svo og hiti úr holu 11. Myndin sýnir að ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatnsins á þessu tímabili.

Efnagreiningar vatns úr brunni við Hvanneyrarbraut 49 síðustu fimm ár er að finna í töflu 2. Þar má sjá nokkrar breytingar. Kalsíum (Ca) er nú mjög svipað og í vatninu þegar það kemur úr vinnsluholunni, enda er búið að skipta asbestörum í stofnæðinni út fyrir stálrör. Natríum (Na) mælist ögn hærra svo og súlfatið (SO_4) en úr holunni, en það skýrist af íblöndunarefninu og er ástæðan fyrir því að styrkur þessar efna hækkar í vatninu. Styrkur súlfíts var mældur á nokkrum stöðum til að fylgjast með því að íblöndunin sé hæfileg og geri sitt gagn. Miðað er við að efnið sé nægilega mikið til að eyða öllu súrefni sem er í vatninu og afgangur sé til að eyða súrefni sem kann að leka inn í dreifikerfið, til dæmis um óþéttar lagnir eða miðlunartank. Afgangur sem nemur um 2-3 mg/l við enda lagnar þykir æskilegur til að mæta sveiflum í súrefnisleka. Því er á mörkunum að magn natríumsúlfítsins, sem sett er saman við vatnið til að eyða súrefni, sé nægjanlegt, þar sem súlfít afgangurinn mælist aðeins 0,44 ppm, en það er innan greiningarmarka. Í miðlunartanki mælist súrefni 15 ppb. Rétt er að taka fram að natríumsúlfít er talið skaðlaust í þessum styrk jafnvel þó um neysluvatn væri að ræða. Leyfilegt hámark í neysluvatni er 15 mg/l og styrkurinn í hitaveituvatninu hefur alltaf mælst langt undir þeim mörkum. Munur á hitamælingunum milli ára er eins og áður sagði vegna mismunandi nákvæmni vara- og að-

alhitamælis.

Styrkur kalsíums, súlfíts og súrefnis hefur verið mældur í brunni 2, sem er nokkur hundruð metrum neðan við vinnsluholuna. Nú var ákveðið að ekki þyrfti að mæla kalsíum þar því mælingarnar síðastliðin tvö ár sýndu svipaðar niðurstöður og kalsíum-mælingar úr holunni. Ekkert súrefni greindist þar í vatninu og súlfítið um 2,6 ppm.

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 til lit hefur verið tekið til hæðarmunar milli þeirra. Vatnsborðsstaða í jarðhitakerfinu sem lýsir þrýstingi þess er miðuð við holu 7. Vatnsborð hefur einnig verið mælt í holu 11 frá árinu 1983, fyrstu tvö árin stopult, þá reglulega utan sumarstoppa og svo samfelld frá árinu 1992. Hola 11 hefur hins vegar verið í vinnslu á þessum tímum og því erfiðara að miða vatnsborð jarðhitakerfisins við það.

Vatnstaka úr jarðhitakerfinu hefur verið mæld nær samfelld frá desember 1988. Á tímabili voru jafnvel þrjár rennslismælar í gangi samtímis og fékkst þá góður samamburður milli þeirra og kvörðun á þeim. Þannig var nýjasti mælirinn sem tekinn var í notkun í júlí 1993 talinn vera réttastur, en hann er á frárennsli 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, dró verulega úr vinnslunni og vatnsborð í jarðhitakerfinu hækkaði. Undanfarin sumur hefur vatnsborð hækkað upp fyrir holutoppa fyrstu vinnsluholnanna á svæðinu, holna 6 og 7, en sjálfrennsli var úr þeim við upphaf vinnslu. Vatnsvinnslan á árinu 2000 var 517.719 m³ og að meðaltali 16,37 l/s, en frá árinu 1993 hefur vinnslan verið að meðaltali kringum 17 l/s. Fyrir breytingu sölukerfis og samhliða umbótum var ársvinnslan að jafnaði tæpir 25 l/s. Eftir 1993 hefur ársvinnslan úr jarðhitakerfinu því verið tæpum 30% minni en árin á undan. Vatnsvinnslan fyrir fyrri hluta árs 2001 bendir til að hún verði svipuð, en aðeins meiri en á árinu 2000, eða um 16,9 l/s.

Á síðustu árum hefur vinnslan orðið mest í janúar eða febrúar mánuði rúmir 23 l/s, en minnst í júlí mánuði 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 sjálfrennsli. Því hefur vatnsborð í jarðhitakerfinu hækkað eins og sjá má á myndum 2 og 3. Árið 2000 var vatnsborð að meðaltali á um 21,5 m dýpi miðað 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 vinnslu-

gögn og síðan notað við gerð spáa. Mynd 2 sýnir nálgun líkansins að mældu vatnsborði í holu 7 frá árinu 1983 eða frá því samfelld skráning hófst á því. Vatnsborðs- og vinnslugögn yfir þetta sama tímabil eru notuð til að stilla reiknilíkanið. Eins og sést á mynd 2 þá er árstíðasveifla vatnsborðs milli vetrar og sumars mikil. Árstíðasveiflan er minni fyrir sölukerfisbreytinguna, fyrir árið 1991, þá breytist vatnsborðsstaðan í jarðhitakerfinu nokkuð mikið á árinu 1992 og árstíðasveifla þess verður meiri eftir það. Þriggja tanka líkan er nú notað til að nálgá vinnslugögnin. Líta má á að fyrsti tankurinn samsvari litlu rúmmáli umhverfis vinnsluholurnar og að vinnslan sé úr honum. Næsti tankur samsvarar stærra rúmmáli jarðhitakerfisins fjær vinnsluholunum en á vinnslusvæðinu, og þriðji tankurinn enn stærra rúmmáli sem nær að útmörkum jarðhitakerfisins. Rennslisviðnámin í líkaninu samsvara þá lekt í þessum rúmmálum. Þannig er lektin góð við vinnsluholurnar, minni fjær þeim, en eykst síðan aftur. Hugsanlega minnkar lektin í ytri hluta vinnslusvæðisins vegna þess að holufyllingar þetta bergið þar. Það að lektin eykst aftur enn fjær er afgerandi fyrir það að mögulegt er að nýta jarðhitakerfið. Vegna þess að rúmmálið (tankurinn) næst vinnsluholunum er tiltölulega lítið og lektin minni utan þess verður vatnsborðsveiflan mikil í vinnslusvæðinu fyrir litla breytingu í vinnslu. Það að lektin eykst aftur þar fjær tryggir aðstreymi að vinnslusvæðinu enda er ekki merkjanlegur langtíma niðurdráttur í kerfinu þó það hafi verið í vinnslu í rúm 25 ár.

Þriggja-tanka reiknilíkanið var 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 2000-2001 og fram til ársins 2010. Þær sýna meðalvatnsborð í jarðhitakerfinu við holu 7 fyrir meðalársvinnslu. Auk þess er á myndinni sýnt mælt meðalvatnsborð (opnir kassar) og punktur eins og vatnsborð virðist stefna í að verða á árinu 2001. Eins og áður er sagt þá sveiflast vatnsborð 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 2001 og breytist vinnslan milli mánaða í líkingu við það sem hún gerir í raunveruleikanum. Á mynd 4 er einnig sett inn vatnsborð mælt eftir ágúst 2001. Enn miðast vatnsborð við holu 7 þannig að í holu 11 er vatnsborð á sama tíma allt að 30 m lægra vegna hæðarmunar milli holnana og vegna þrýstitaps við holu 11 samfara dælingu. Eins og er fylgir vatnsborð nokkurn veginn spáferlinum fyrir 17 l/s meðalársvinnslu.

Athyglisvert við vinnslugögn fyrri hluta árs 2001 er að vinnsla hefur verið í við meiri en á sama tíma árið 2000, án þess að það hafi valdið samsvarandi lækkun vatnsborðs. Ef um er að ræða raunverulega breytingu þá hefur vatnsleiðni aukist við vinnslusvæðið þannig að aðstreymi að því er eitthvað greiðara en áður. Hermun með reiknilíkaninu bendir til að vatnsleiðni í tönkum eitt og tvö sé óbreytt, en hafi aukist í þriðja tankinum. Þetta mundi þýða að vatnsleiðnin í aðstreymisrásunum að vinnslusvæðinu á Skútudal hafi aukist lítillega meðan vatnsleiðnin inni á vinnslusvæðinu er óbreytt. Ef þessi breyting helst og aðstreymið er jafn heitt og áður þá hefur afl jarðhitakerfisins aukist lítillega.

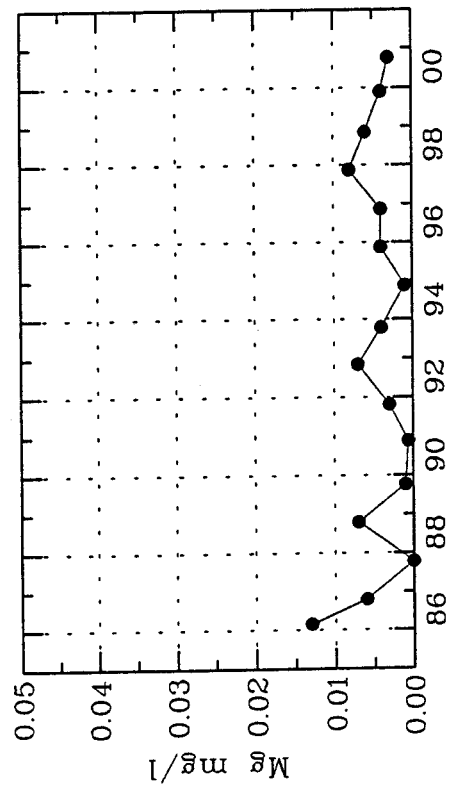
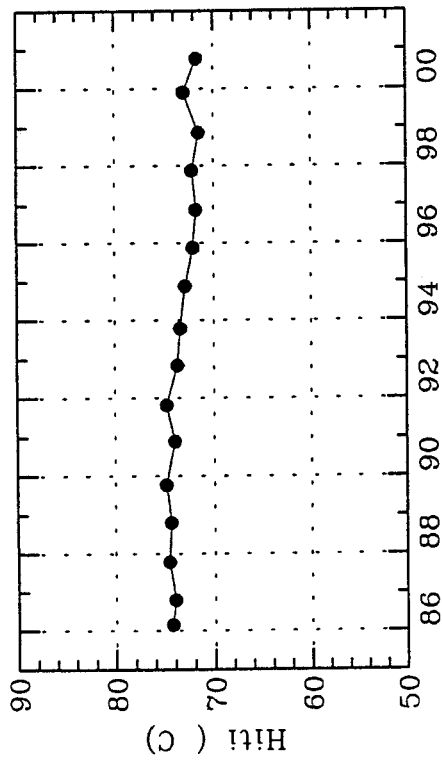
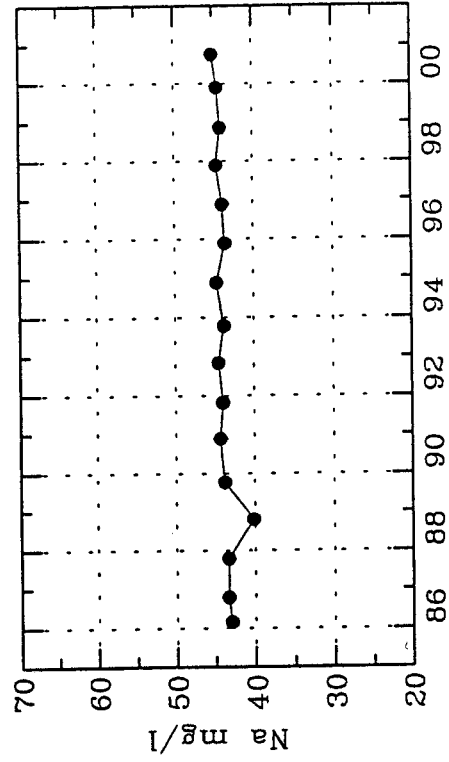
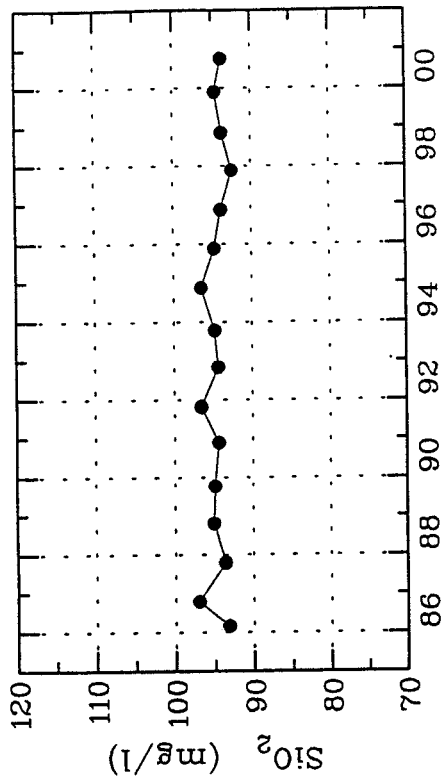
4. NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður vinnslueftirlits fyrir árið 2000 hjá Hitaveitu RARIK á Siglufirði eru eftirfarandi:

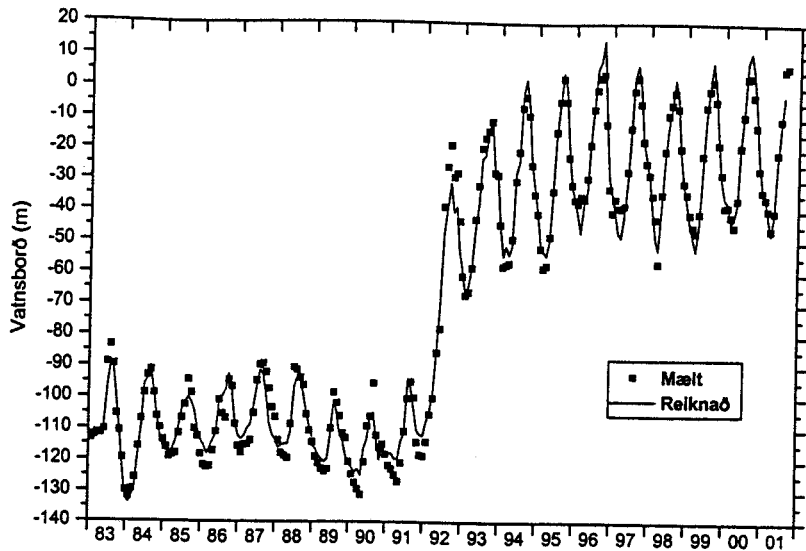
1. Ekki hefur orðið marktæk breyting á efnasamsetningu vatns úr jarðhitakerfinu á Skútudal á undanförunum árum.
2. Ekkert súrefni mældist við enda dreifikerfisins og því hefur íblöndun natríumsúlfíts dugað við þær aðstæður þegar sýni var tekið. Hins vegar til að gæta fyllsta öryggis þyrfti íblöndun að vera ívið meiri vegna mögulegra sveiflna á upptölu súrefnis.
3. Bent skal á að í bruni 2 var ekkert súrefni og súlfít 2,6 ppm, en í miðlunartanki var greinilega upptaka á súrefni (15 ppb) og á Hvanneyrarbraut er súlfít nær uppurið. Styrkur natríumsúlfíts við Hvanneyrarbraut er neðan greiningamarka og því er óvíst að það magn sem notað er í íblöndunina myndi duga til eyðingar á súrefni sem mögulega kæmist annars staðar inn í dreifikerfið til dæmis vegna bilana.
4. Styrkur kalsíums hefur farið lækkandi síðastliðin tvö ár og er svipaður við enda dreifikerfisins og í jarðhitavatninu frá vinnsluholunni. Hækkun kalsíum styrks stafaði áður af tæringu asbeströra í aðveituæðinni til bæjarins, en þau hafa verið endurnýjuð með stálrörum og upptaka kalsíums því hætt af þeim sökum.
5. Meðalársvinnsla hitaveitunnar var 16,37 l/s á árinu 2000 sem er aðeins undir meðaltali síðustu ára, eða frá 1993. Fyrir árið 1992 var meðalvinnslan hins vegar að jafnaði um 25 l/s. Vinnslustýringu veitunar var breytt um áramótin 1991-92 með sölukerfisbreytingu og öðrum aðgerðum og minnkaði það vatnspörf veitunnar um tæp 30%. Sú staða hefur haldist nær óbreytt síðan.
6. Samfara minni vatnstöku úr jarðhitakerfinu hefur vatnsborð hækkað í því og kemur upp að holutoppum á sumrin. Góður árangur af vatnssparnaði veitunnar og góð staða vatnsborðs í jarðhitakerfinu veita hitaveitunni svigrúm til að fjölga notendum eitthvað í náninni framtíð.
7. Vísbending er um að vatnsleiðni í aðstremisrásum að vinnslusvæði Skútudals hafi aukist lítillega síðla árs 2000 eða í byrjun árs 2001 sem gæti aukið afl jarðhitakerfisins. Aflaukningin gæti verið um 5%.

5. HEIMILDIR

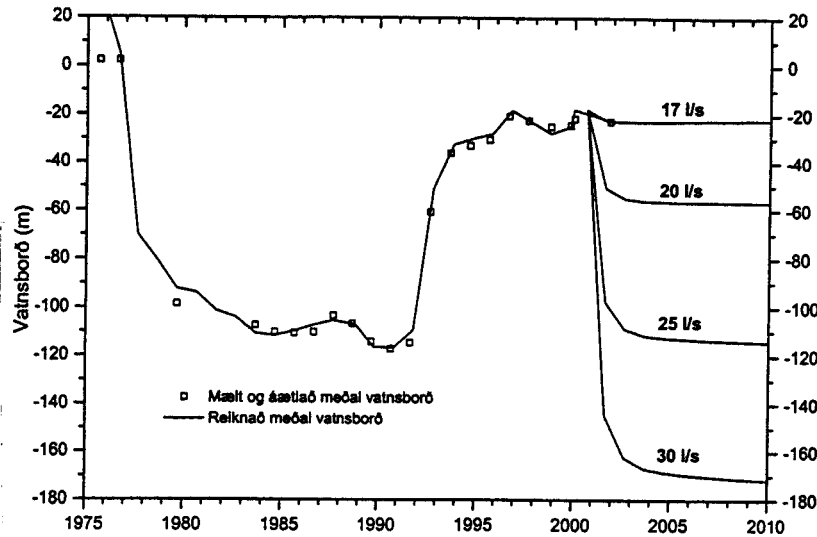
Ómar Sigurðsson, Ragna Karlsdóttir og Margrét Kjartansdóttir, 1987: Hitaveita Siglufjarðar. Mat á jarðhitasvæðinu í Skútudal. Orkustofnun, OS-87034/JHD-08, 71 s.



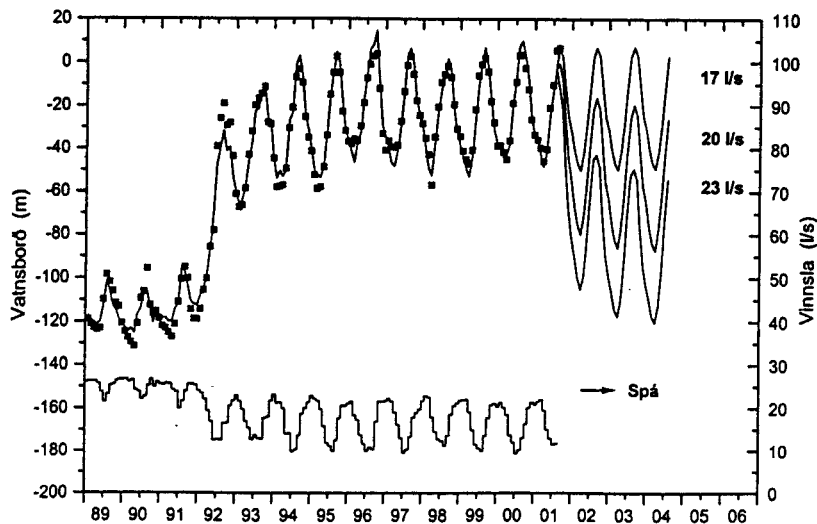
Mynd 1. Hiti og styrkur efnanna kísils (SiO₂), magnesíums (Mg) og natríums (Na) í vatni úr holu 11.



Mynd 2. Samsvörun reiknilíkans við vatnsborðsgögn frá því farið var að safna þeim reglulega.



Mynd 3. Vinnsluspá á meðalvatnsborði við holu 7 til ársins 2010 fyrir fjögur vinnslutilfelli



Mynd 4. Vinnslusaga og ítarlegri spá um vatnsborð við holu 7 til 3ja ára fyrir þrjú vinnslutilfelli