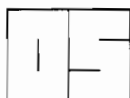


Hitaveita Dalvíkur: blöndun vatns úr holum  
HA-10 og ÁRS-29

**Magnús Ólafsson,  
Vigdís Harðardóttir,  
Halldór Ármannsson**



Verknúmer: 8-610-630

## Hitaveita Dalvíkur

### Blöndun vatns úr holum HA-10 og ÁRS-29

Að beiðni Hitaveitu Dalvíkur hafa verið framkvæmdir útreikningar til að kanna hvort einhver vandkvæði geti verið á því að blanda saman vatni úr vinnsluholum veitunnar á Hamri annars vegar og á Brimnesborgum hins vegar. Ósk þessi kom í kjölfar þess að upp hafa komið hugmyndir um að tengja dreifikerfi þessara tveggja vinnslusvæða. Í könnuninni hefur aðaláhersla verið lögð á að kanna hvort hættu sé á myndun útfellinga í dreifikerfi ef til blöndunar vatns úr þessum holum kemur.

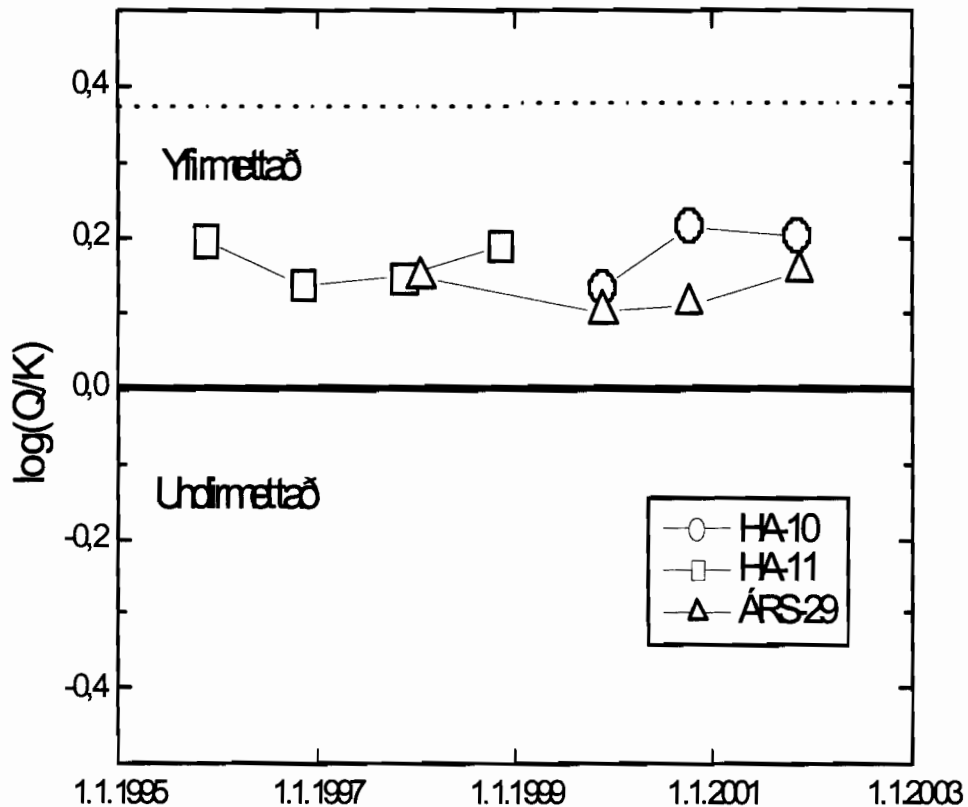
Til útreikninganna voru notaðar efnagreiningar á sýnum úr holum HA-10 á Hamri og úr holu ÁRS-29 á Brimnesborgum. Sýnin voru tekin í venjubundnu vinnslueftirliti hjá hitaveitunni haustið 2000. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 1. Þar er einnig sýnd reiknuð efnasamsetning vatns þar sem vatni úr holum HA-10 og ÁRS-29 hefur verið blandað saman í hlutfallinu 1:1.

**Tafla 1.** Efnasamsetning vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Dalvíkur og blandvatns (mg/l).

Staður	HA-10	HA-10 / ÁRS-29 Blanda (1:1)	ÁRS-29
Dags.	2000.10.05		2000-10-05
Númer	2000-0382		2000-0386
Hiti	64,2	68,6	73,0
Sýrustig (pH/°C)	10,24 / 22,4	10,15 / 22,5	10,05 / 22,6
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	16,4	16,7	17,0
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	0,03	0,1	0,16
Bór (B)	0,10	0,13	0,16
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	89,1	97,8	106,5
Natríum (Na)	48,9	52,5	56,2
Kalíum (K)	0,55	0,67	0,79
Magnesíum (Mg)	0,003	0,002	0,001
Kalsíum (Ca)	2,19	2,11	2,02
Flúoríð (F)	0,48	0,70	0,92
Klóríð (Cl)	9,22	11,56	19,90
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	12,9	14,2	15,5
Ál (Al)	0,075	0,072	0,068
Járn (Fe)	0,0033	0,0026	0,0019
Uppleyst efni (TDS)	208	217	225

Til útreikninga voru notuð forritin WATCH (Jón Örn Bjarnason, 1994), SOLVEQ og CHILLER (Reed and Spycher 1984, 1998 a, b). Megináhersla var lögð á að meta hvort hættu væri á myndun kalkútfellinga við blöndun vatns úr þessum tveimur holum. Fyrst var reiknuð kalkmettun í sýnum úr vinnsluholum veitunnar allt frá 1995 og hún teiknuð á mynd 1. Á myndinni er kalkmettun sýnd á þann hátt að við  $\log(Q/K)=0$  ríkir jafnvægi, þannig að kalk er hvorki að leysast upp né falla út. Við  $\log(Q/K) < 0$  er vatnið undimettað og við  $\log(Q/K)$  er vatnið yfirmettað og því hætt á myndun kalkútfellinga. Reynsla hér á landi

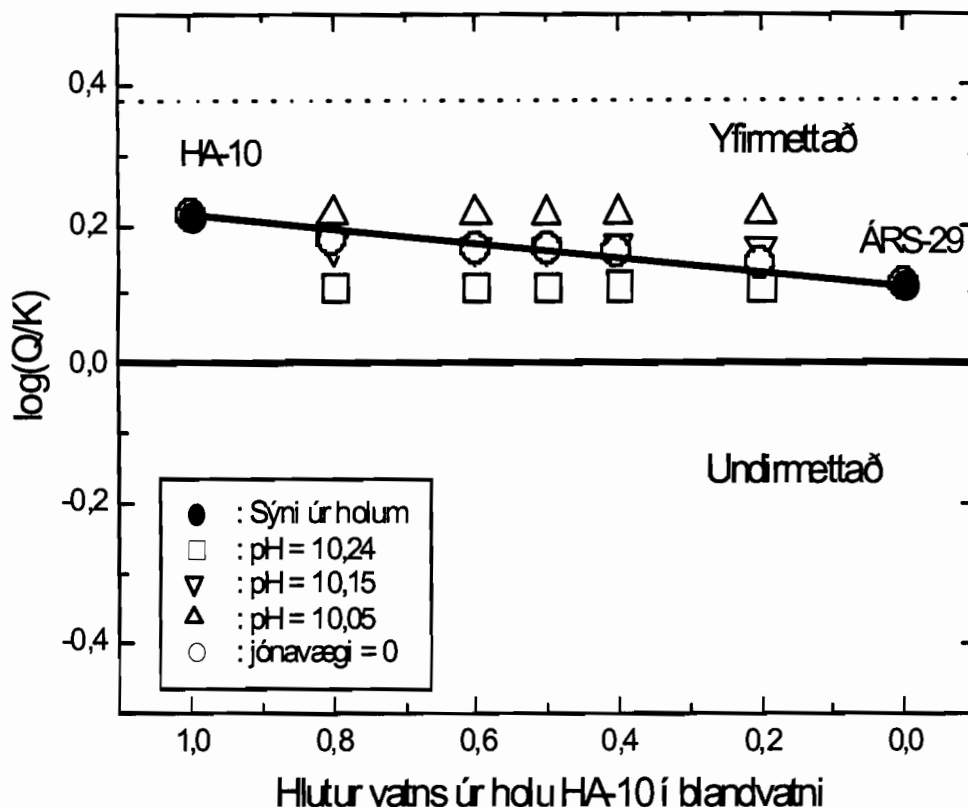
hefur sýnt að efnasnautt jarðhitavatn, líkt því sem hér um ræðir, getur verið talsvert yfirmettað án þess að til myndunar útfellinga komi. Hefur þá oft verið miðað við að kalkútfellingar myndist vart fyrr en yfirmettun verður meiri en  $\log(Q/K) = 0,38$ , sem sýnd er með punktalínu á mynd 1.



**Mynd 1.** Kalkmettun vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Dalvíkur, 1995 - 2001.

Mynd 1 sýnir að vatn úr vinnsluholunum er lítillega yfirmettað með tilliti til kalsíts (kalks), en þó vel innan við þau mörk þar sem reynslan hefur sýnt að hætta sé á að kalkútfellingar verði til vandræða, enda hefur ekki borið á útfellingu kalks í dreifikerfi veitunnar í gegnum tíðina.

Vatni úr holum HA-10 og ÁRS-29 var þvínæst blandað saman í mismunandi hlutföllum. Blöndunin var framkvæmd á tvennan hátt. Í fyrra tilvikinu var vatni blandað beint saman í mismunandi hlutföllum, efnasamsetning hveðrar blöndu reiknuð og sýrustig stillt á þrennan hátt. Fyrst var það sett jafnt og sýrustig vatns úr holu HA-10 (10,24), síðan jafnt og sýrustig vatns úr holu ÁRS-29 (10,05), þá þar mitt á milli (10,15) og loks var sýrustig stillt út frá jónavægi hveðrar blöndu fyrir sig. Hver blanda var síðan reiknuð í WATCH reikniforriti og mettnarstig kalks fundið. Niðurstöður eru sýndar á mynd 2.



**Mynd 2.** Kalkmettun blöndu vatns úr holum HA-10 og ÁRS-29, útreikningar með WATCH reikniforriti.

Niðurstöður á mynd 2 sýna vel að kalkmettun er mjög háð sýrustigi vatnsins. Línan sem tengir saman kalkmettun vatns úr vinnsluholum veitunnar og fellur nánast ofan í mettnarstig sem var reiknað á þann hátt að sýrustig blandvatns var reiknað miðað við að jónavægi vatnsins væri stillt á 0, er talin endurspegla kalkmettun blandvatnsins. Þar sést vel að mettnin er alltaf vel innan/neðan við  $\log(Q/K)=0,38$  og því er ekki talin hætta á myndun kalkútfellinga.

Í annan stað var kalkmettun blandvatns reiknuð á þann hátt að blanda 0,2 kg skömmtum af vatni úr holu ÁRS-29 út í 1 kg af vatni úr holu HA-10 og reikna mettnarstig blöndunnar og hve mikið kalsít (kalk) gæti fræðilega fallið út. Við þessa útreikninga var stuðst við forritin SOLVEQ og CHILLER. Fyrir blöndun reiknaðist mettnarstig kalsíts í vatni úr holu HA-10 vera 0,18 og að út úr 1 kg af vatninu gætu fallið um 0,0023 g af útfellingu, þar sem kalsít ( $\text{CaCO}_3$ ) væri 71 % og 27% laumontít, ( $\text{CaAl}_2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), sem er seólíti. Kalkmettnarstig vatns úr holu ÁRS-29 reiknast vera 0,11 og að út úr 1 kg af vatni gætu fallið um 0,0016 g þar af kalsít 63 % og laumontít 36 %. Þannig reiknast til, að kalsít geti hugsanlega fallið út, úr vökva úr báðum borholum. Reynsla hefur sýnt, eins og fram hefur komið hér að framan, að svo lítil kalsítútfelling er hægfara ef hún á sér yfirleitt stað, og ætti því ekki að valda vanda. Síðan voru könnuð áhrif þess að blanda 0,2 kg skömmtum af Ársskógarstrandarvatninu við Dalvíkurvatnið þar til að 1 kg hefði verið bætt út í (tafla 2) og svo haldið áfram að bæta stærri skömmtum þangað til að að 10 kg hefði verið bætt út í. Þess ber að geta að útfelling sem myndast við hvert þrep er fjarlægð áður en næsta blöndun fer fram.

**Tafla 2.** Magn mögulegrar útfellingar (kalsít) og hitastig blöndu vatns frá Ársskógsströnd og Dalvík. ÁRS-29 er blandað í HA-10. Útfellingin sem myndast við hvert þrep er fjarlægð áður en næsta blöndun fer fram.

Blanda no.	Óblandað A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Óblandað
1 kg af	HA-10	B+0,2 = C	C+0,4 = D	D+0,6 = E	E+0,8 = F	F+1 = G	G+2 = H	H+4 = I	I+6 = J	J+8 = K	K+10	ÁRS-10
ÁRS-29 (kg)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	4	6	8	10	
Útfelling (mg)	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	3,7	5,7	7,8	9,8	11,9	1,01
Hiti (°C)	64,2	65,7	66,8	67,6	68,2	68,8	70,2	71,5	72,1	72,5	72,8	73,0

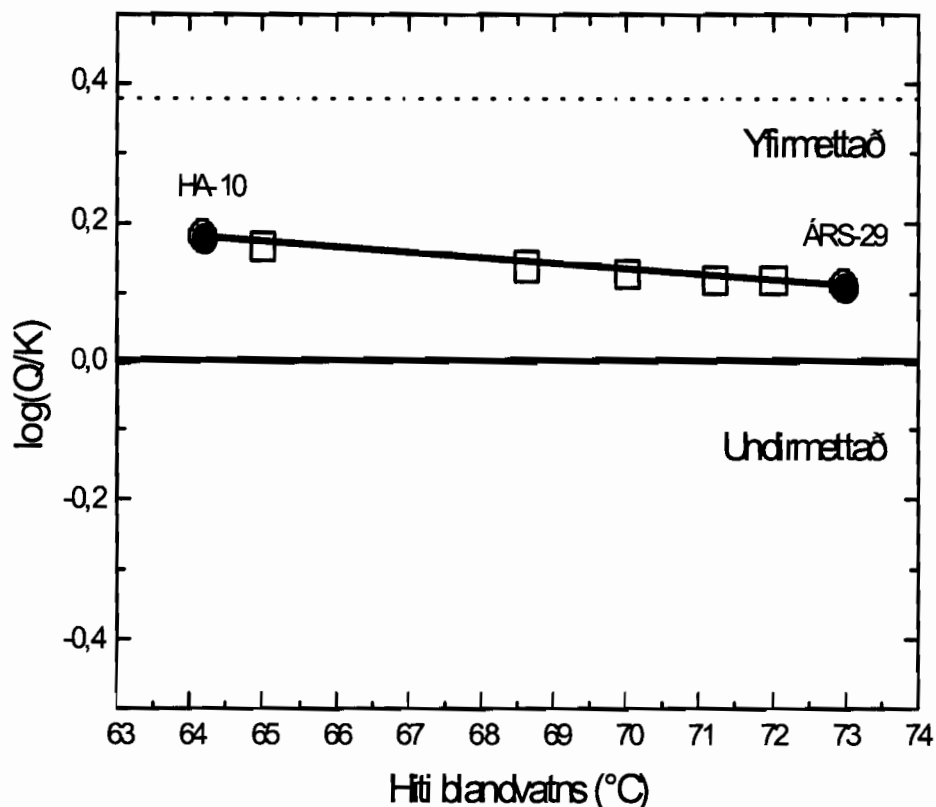
Við fyrstu blöndun gætu myndast um 2 mg af kalsíti, sem ykist smá saman með hækkandi og hita og aukinni blöndun og bætist þá við fyrri útfellingu þannig að þegar 1 kg hefur verið bætt út í 1 kg hafa fallið út rúm 11 mg af kalsíti í viðbót við það sem áður var fallið út. Þegar 10 kg af Ársskógarstrandar vatninu hefur verið bætt út í 1 kg af Dalvíkur vatnið hafa um 5 mg af kalsíti bæst við fyrri útfellingu.

Efnasamsetning vatnsblandna í hlutföllunum 1:1 og 1:10 eru sýnd í töflu 3. Niðurstöður útreikninga á kalkmettun eru sýndar á mynd 3.

**Tafla 3.** Efnasamsetning vatns frá Ársskógsströnd og Dalvík, sem blandað hefur verið í hlutföllunum 1:1 og 1:10.

Blöndun	t °C	pH	SiO <sub>2</sub>	Na	Al	K	Ca	Mg	Fe	CO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	Cl	F
1:1	68,8	9,4	97,5	58,9	0,001	0,7	1,5	0,00006	0,000002	16,1	14,2	0,09	11,6	0,7
1:10	72,8	9,3	104,6	61,3	0,001	0,8	1,6	0,00007	0,00002	16,5	15,3	0,1	13,5	0,9

Miðað við forsendur ofangreindra reikninga og að ekki hafa komið fram nýjar útfellingar ætti að vera í lagi að blanda þessum tveim borholuvökvum saman.



Mynd 3. *Reiknuð kalkmettun vatns úr holum HA-10 og ÁRS-29 og blöndu vatns úr þeim.*

Niðurstöður þeirrar könnunar á kalkmettun í heitu vatni hjá Hitaveitu Dalvíkur sem hér hefur verið gerð grein fyrir er sú að lítil sem engin hættu á að vera á myndum kalkútfellinga ef ráðist verður í að tengja saman dreifikerfi frá Hamri annars vegar og frá Brimnesborgum hins vegar og blanda þannig saman vatni úr vinnsluholum á þessum svæðum. Kalkmettunarstig blandvatns reiknast áþekkt því sem er í vatni úr vinnsluholum veitunnar og ekki er vitað til að útfellingar kalks hafi verið til neinna vandræða, þrátt fyrir að vatnið sé lítillega yfirmettað með tilliti til kalks.

## HEIMILDIR

Jón Örn Bjarnason, 1994. The speciation program WATCH, version 2.1. Orkustofnun, Reykjavík, 7 bls.

Reed, M. and Spycher, N. 1984: Calculation of pH and mineral equilibria in hydrothermal waters with application to geothermometry and studies of boiling and dilution. *Geochim. Cosmochim. Acta* 48, 1479-1492.

Reed, M. and Spycher, N. 1998 a: Users guide for CHILLER: A program for computing water-rock reactions, boiling, mixing and other reaction processes in aqueous-mineral-gas systems and minplot guide, third edition, 63 p.

Reed, M. and Spycher, N. 1998 b: SOLVEQ: A computer program for computing aqueous-mineral-gas equilibria Revised preliminary edition