

Efnasamsetning vatns úr holu KH-03 í
Kjarnholtum í Biskupstungum og mælingar á
uppleystu súrefni í dreifikerfi hitaveitunnar

Magnús Ólafsson

Greinargerð MÓ-2003-05



Verknúmer: 8-600-143

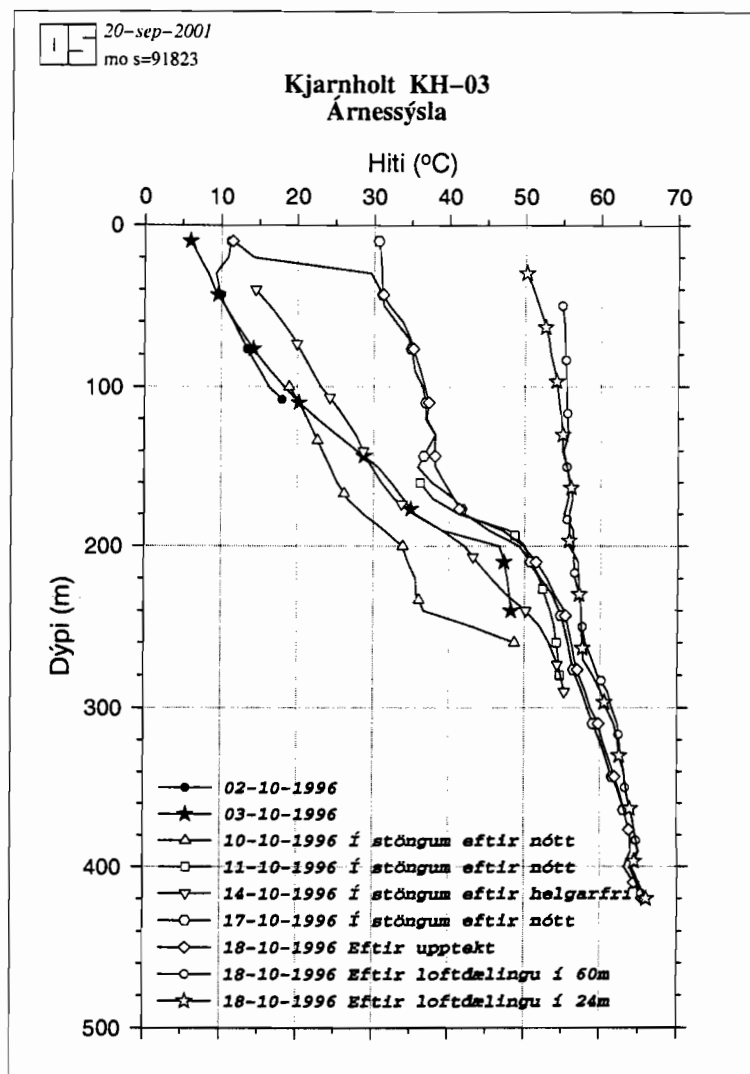
EFNASAMSETNING VATNS ÚR HOLU KH-03 Í KJARNHOLTUM Í BISKUPSTUNGUM OG MÆLINGAR Á UPPLEYSTU SÚREFNI Í DREIFIKERFI HITAVEITUNNAR

Þann 21. september 2001, tók starfsmaður Rannsóknasviðs Orkustofnunar sýni af heitu vatni úr borholu og í dreifikerfi hitaveitunnar í Kjarnholtum. Tilgangur sýnatöku og mælinga var sá að kanna efnasamsetningu vatns úr borholu hitaveitunnar og vinnslueiginleika þess, sérstaklega í ljósi þess að ofnar í sumarhúsum höfðu tærst og lekið. Sýni til efnagreininga var tekið á holutoppi holu KH-03, en uppleyst súrefni var mælt í úttaki frá loftskilju í endanum á fjárhúshlöðunni og í inntaksgrind í sumarhúsi Valdimars Harðarsonar. Niðurstöður eru sýndar í töflu 1. Þar eru einnig sýndar niðurstöður efnagreininga frá 1971 á vatni úr volgrum í landi Kjarnholta og loks efnasamsetning vatns úr Geysi.

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu KH-03 í Kjarnholtum (mg/l).

Staður	KH-03 Holutoppur 2001.09.21 2001-0282	Dæluhús Loftskilja 2001.09.21 2001-0281	Sumarhús Inntak 2001.09.21 2001-0283	Volgra Kjarnholtaás 1971.08.26 1971-0076	Volgra v/Kjarnholtalæk 1971.08.26 1971-0077	Geysir Úr skál 1998.08.06 1998-0423
Hiti (°C)	56.8	56.7	-	28	17	73
Rennsli (l/s)	-	-	-	-	0.1	-
Uppleyst súrefni (O ₂)	0	0	0	-	-	-
Sýrustig (pH/°C)	7.85 / 22.6	-	-	9.35 / 20	8.8 / 20	9.28 / 22.5
Karbónat (CO ₂)	393	-	-	58.7	51.3	144
Súlfíð (H ₂ S)	< 0.03	-	-	< 0.03	< 0.03	0.67
Leiðni (μS/cm / 25°C)	1046	-	-	235	178	1106
Kísill (SiO ₂)	161	-	-	60	30.5	501
Bór (B)	0.30	-	-	-	-	0.9
Natríum (Na)	231	-	-	46.5	34.1	229
Kalíum (K)	25.3	-	-	2.4	1.6	22.6
Magnesium (Mg)	1.91	-	-	0.02	0.1	0.01
Kalsíum (Ca)	8.65	-	-	1.3	2.7	0.81
Flúoríð (F)	1.71	-	-	0.55	0.5	8.31
Klóríð (Cl)	40.7	-	-	9.5	8.7	125
Súlfat (SO ₄)	62.6	-	-	8.2	6	105
Ál (Al)	0.0076	-	-	-	-	0.36
Mangan (Mn)	0.0081	-	-	-	-	0.0008
Járn (Fe)	0.0500	-	-	-	-	0.0024
Uppleyst efni (TDS)	770	-	-	186	126	1118
δD (‰ SMOW)	-112.8	-	-	-	-	-82.1
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14.50	-	-	-	-	-7.42
T _{Kalsedón}	140	-	-	70	45	230

Hola KH-03 var borið haustið 1996 og er hún 420 m á dýpt. Hitamælingar sem gerðar voru í holunni á bortíma úr eru sýndar á mynd 1.

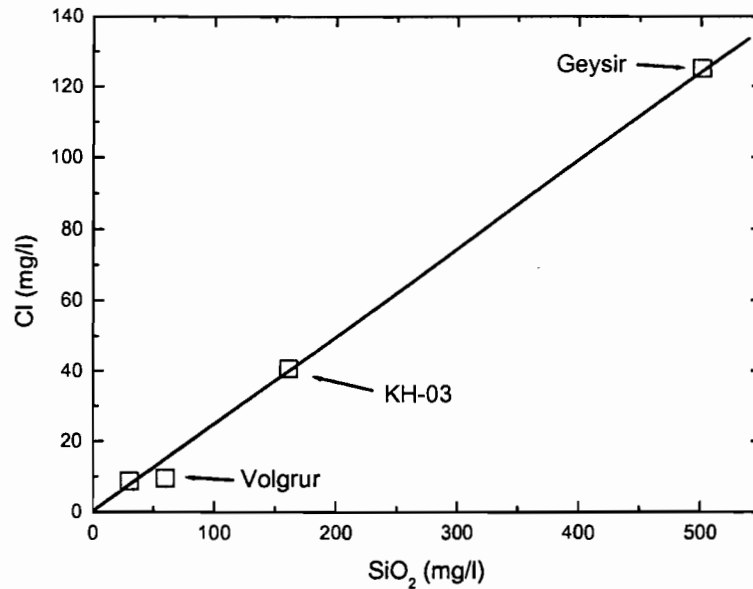


Mynd 1. Hitamælingar úr holu KH-03.

Niðurstöður efnagreininga sýna að vatnið úr holu KH-03 er talsvert efnaríkt og að ýmsu leyti frábrugðið "hefðbundnu" vatni á lághitasvæðum. Telja má líklegt að vatnið sé, a.m.k. að hluta, afrennslisvatn frá Geysissvæðinu, sem er háhitasvæði og efnastyrkur vatns þar hærra en á lághitasvæðum. Þetta sést t.d. glögg í styrk kísils (SiO_2) og sulfats (SO_4), einnig klóríðs (Cl) og natriúms (Na) og lágu sýrustig (pH). Styrkur kolsýru (CO_2) er hár í vatni úr holu KH-03, en slíkt er að jafnaði einkenni á afrennslisvatni frá háhitasvæðum. Á mynd 2 eru sýnd tengsl kísils (SiO_2) og klóríðs (Cl) í vatni úr holu KH-03, úr volgrum í landi Kjarnholta og úr Geysi. Myndin sýnir að vel má hugsa sér að vatnið úr holunni geti verið myndað með blöndun afrennslisvatns frá Geysi við efnasnaðara og kaldara vatn, t.d. svipað því og er í volgrunum í Kjarnholtum.

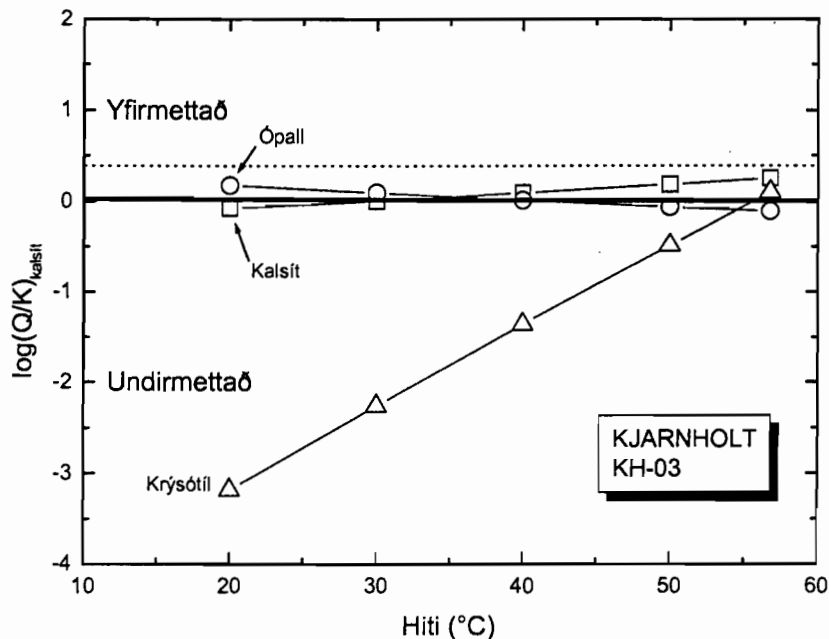
Neðst í töflu 1 er sýndur reiknaður efnahiti fyrir vatn úr holu KH-03, volgrum í Kjarnholtum og úr vatni úr Geysi, en efnahiti er sá hiti sem reikna má með að ríki í undirliggjandi jarðhitageymi þar sem ríkir jafnvægi milli vatns og bergs. Hér á landi hefur svokallaður kalsedónhitamælir ($T_{\text{kalsedón}}$) reynst vel á lághitasvæðum. Í töflu 1 sést að efnahiti í jarðhitakerfinu í Kjarnholtum reiknast um 140°C ef miðað er við vatn úr holu KH-03. Þetta er hár hiti fyrir lághitasvæði, en endurspeglar vel áhrif vatns frá Geysissvæðinu á jarðhitakerfið. Sambærilegur efnahiti fyrir vatn úr Geysi reiknast um 230°C . Hitastigull, sem byggir á hitamælingum í holum KH-01 og

KH-03, bendir til 130 til 140°C hita í jarðhitakerfinu, en það er svipaður hiti og útreiknaður efnahiti gefur til kynna.



Mynd 2. Styrkur klóríðs og kísils í vatni.

Til að kanna hættu á myndum útfellinga í vatni úr holu KH-03 hefur mettnarstig kalsíts (kalk), ópals (ókrystallaður kísill) og krýsótíls (magnésíum silíkat) verið reikna við mældan hita á holutoppi og einnig við lægri hita þar sem líkt er eftir kólnun í dreifikerfinu. Niðurstöður eru sýndar á mynd 3 þar er mettnarstig viðkomandi steindar er sýnt sem lógaríþmínn af hlutfalli jónamargfeldis (Q) og virknimargfeldis (K). Í stuttu máli er því þannig háttáð að þar sem $\log(Q/K)$ hlutfallið er stærra en 0 þá er vatnið yfirmettað með tilliti til viðkomandi steindar og hún getur þá fallið út og myndað útfellingu. Þegar $\log(Q/K)$ hlutfallið er minna en 0 þá er vatnið undirmettað með tilliti til steindarinnar og leysist hún upp og engin útfelling myndast. Þegar $\log(Q/K)$ hlutfallið er 0 ríkir jafnvægi og steindin hvorki fellur út eða leysist upp.



Mynd 3. Mettnarstig ópals, kalks (kalsíts) og krýsótíls í vatni úr holu KH-03.

Á mynd 3 sést að kalsít (kalk) og ópall eru mjög nærri jafnvægi í vatni úr holu KH-03, en krýsótíl er undirmettað og því ekki hættá á að það myndi útfellingar. Reynslan hér á landi hefur kennt að kalkútfellingar fara ekki að myndast fyrr en vatnið er orðið talsvert yfirmettað og er þá oft miðað við útfellingar fari ekki að myndast fyrr en $\log(Q/K)$ hlutfallið er orðið hærra en 0,38 eins og sýnt er með punktalínu á mynd 3. Útreikningar sýna því að ekki er búist við því að útfellingar myndist við nýtingu vatns úr holu KH-03.

Uppleyst súrefni var mælt á sýnatökustöðum í september 2001 og mældist styrkur þess 0 mg/l og því ekki ástæða til að ætla að vatnið frá holunni valdi tæringu, t.d. í miðstöðvarkerfum. Við mælingar í sumarhúsi, þar sem uppleyst súrefni var mælt í inntaksgrind heita vatnsins, vöknudu grunsemdir um að millirennslí um blöndunartæki fyrir heitan pott gæti verið uppspretta súrefnis í heita vatninu á ofnakerfi hússins. Ekki gafst færi á að kanna þetta til hlítar, en rétt er að benda á nauðsyn þess að vanda allan frágang við pípulagnir, m.a. til að koma í veg fyrir að kalt vatn nái að blandast saman við heita vatnið. Það er alþekkt að millirennslí um hitastýrð blöndunartæki hefur valdið tæringu víða um land. Við þessu má bregðast á þann hátt að hafa þrýsting á heita vatninu hærri en á því kalda.

Styrkur karbónats (CO_2) er nokkuð hár í vatninu og sýrustig fremur lágt eins og fram hefur komið hér að ofan. Hvoru tveggja eru merki um áhrif afrennslisvatns frá Geysissvæðinu. Þessir þættir báðir valda því að styrkur frjálstrar kolsýru er nokkur í vatninu og getur hún valdið tæringu á járn- og stállögnum. Ekki er þó búist við að slíkt verði til vandræða við nýtingu vatnsins.

Niðurstaða þessarar athugunar er sú að vatnið úr holu KH-03 er ágætlega hæft í almenna heitavatnsnotkun. Rétt er þó að geta þess að lokum að styrkur flúoríðs (F) í vatninu yfir þeim mörkum sem gilda fyrir neysluvatn, en hámarksstyrkur flúoríðs í neysluvatni er 1,5 mg/l (<http://www.hollver.is>, reglugerð 536/2002).