



ORKUSTOFNUN

Hitaveitan Hrókur í Grímsnesi.
Efnasamsetning vatns úr holu BS-05 á
Brjánsstöðum og blöndun við vatn úr holu
VA-13A í Vaðnesi

Magnús Ólafsson

Greinargerð MÓ-96-02

HITAVEITAN HRÓKUR Í GRÍMSNESI

Efnasamsetning vatns úr holu BS-05 á Brjánsstöðum og blöndun við vatn úr holu VA-13A í Vaðnesi

INNGANGUR

Á árinu 1991 var hola BS-05 boruð að Brjánsstöðum í Grímsnesi. Holan var fyrst boruð í 1055 m en um haustið var hún dýpuð í 1160 m. Botnhiti í holunni er um 120°C. Hitaveitan Hrókur hefur virkjað holuna og dreifir vatni á báða bæi að Brjánsstöðum.

Að beiðni Sigurjóns Hjartarsonar á Brjánsstöðum, tóku starfsmenn Orkustofnunar sýni af vatni úr holunni þann 17. janúar síðastliðinn. Tekið var heilsýni við holutopp, en auk þess hlutsýni úr dreifikerfi (í skúrnum við holutopp) eftir að vatnið hafði farið um gasskilju. Við sýnutöku kom í ljós að talsvert gas kemur upp með vatninu, og var því tek-ið gassýni nokkrum dögum síðar. Ekki var unnt að mæla gasmagnið. Sama dag og sýnataka fór fram á Brjánsstöðum var einnig tekið hlutsýni úr dreifikerfi Vaðnesveitu í Tinton, húsi Hjálparsveitarinnar.

Tilgangur sýnatöku var að kanna efnasamsetningu vatnsins með tilliti til nýtingar þess í hitaveitu og jafnframt að athuga hvort t.d. útfellingavandamál kynnu að skapast ef vatni úr holu BS-05 yrði blandað saman við vatn í Vaðnesveitu, sem kemur úr holu VN-13A í Vaðnesi.

EFNASAMSETNING VATNS OG GAS

Hiti, brennisteinsvetni (H_2S) og uppleyst súrefni (O_2) voru mæld við sýnatöku, en önnur efni hafa verið greind á Efnafræðistofu Orkustofnunar að því frátoldu að samsætu-hlutföllum vetrnis (δD) og súrefnis ($\delta^{18}O$) voru mæld á Raunvísindastofnun Háskólags. Niðurstöður efnagreininga á vatni og gasi eru sýndar í töflu 1. Þar er einnig sýnd efna-greining á vatni úr holu VN-13A í Vaðnesi.

Við sýnatöku þann 17. janúar kom í ljós að nánast allt brennisteinsvetni (H_2S) hvarf úr vatninu í gasskiljunni. Þegar þetta var ljóst var brugðist skjótt við og settur vatnslás á öndunarop gasskiljunnar. Brennisteinsvetni var því mælt á ný nokkru síðar og kom þá í ljós að vatnslásinn virkar vel og nú tapast nánast ekkert breinnisteinsvetni. Þessi síðari mæling á brennisteinsvetni er sýnd í töflu 1 (sýni 96-0015).

Tafla 1: Efnasamsetning vatns (mg/l) og gas (rúmm-%)

| Staður | Brjánsstaðir BS-05 | Brjánsstaðir Eftir gasskilju | Vaðnesveita Tintron | Vaðnes VA-13A |
|--|-----------------------|---------------------------------|------------------------|------------------|
| Dags. | 96.01.17 | 96.01.17 | 96.01.17 | 94.07.21 |
| Númer | 96-0014 | 96-0015 | 96-0016 | 94-0148 |
| Hiti (°C) | 82,2 | 76,8 | 59,0 | 77,5 |
| VATN | | | | |
| Sýrustig (pH/°C) | 7,66/21,5 | 7,83/21,5 | 9,81/21,5 | 9,61/25 |
| Kíssill (SiO_2) | 126,8 | - | - | 80,6 |
| Natríum (Na) | 151,8 | - | - | 99,3 |
| Kalífum (K) | 4,39 | - | - | 1,46 |
| Kalsíum (Ca) | 11,04 | - | - | 7,24 |
| Magnesíum (Mg) | 0,11 | - | - | 0,001 |
| Karbónat ($\text{CO}_2(\text{t})$) | 96,3 | 93,0 | 16,0 | 9,85 |
| Súlfat (SO_4) | 112,1 | - | - | 67,3 |
| Brennist.vetni (H_2S) | 0,19 | 0,18 | <0,03 | <0,03 |
| Klóríð (Cl) | 115,4 | - | - | 92,4 |
| Flúoríð (F) | 1,66 | - | - | 0,85 |
| Uppleyst efni | 564 | - | - | 360 |
| Uppleyst súrefni (O_2) | 0 | 0 | 0,06 | 0,3 |
| δD (o/oo SMOW) | -87,1 | - | - | -70,6 |
| $\delta^{18}\text{O}$ (o/oo SMOW) | -11,03 | - | - | -9,79 |
| GAS | | | | |
| Vetni (H_2) | 0,08 | | | |
| Kolsýra (CO_2) | 0,69 | | | |
| Brennisteinsvetni (H_2S) | 0 | | | |
| Súrefni + Argon ($\text{O}_2 + \text{Ar}$) | 1,38 | | | |
| Köfnunarefni (N_2) | 97,24 | | | |
| Metan (CH_4) | 0,61 | | | |

NIÐURSTÖÐUR

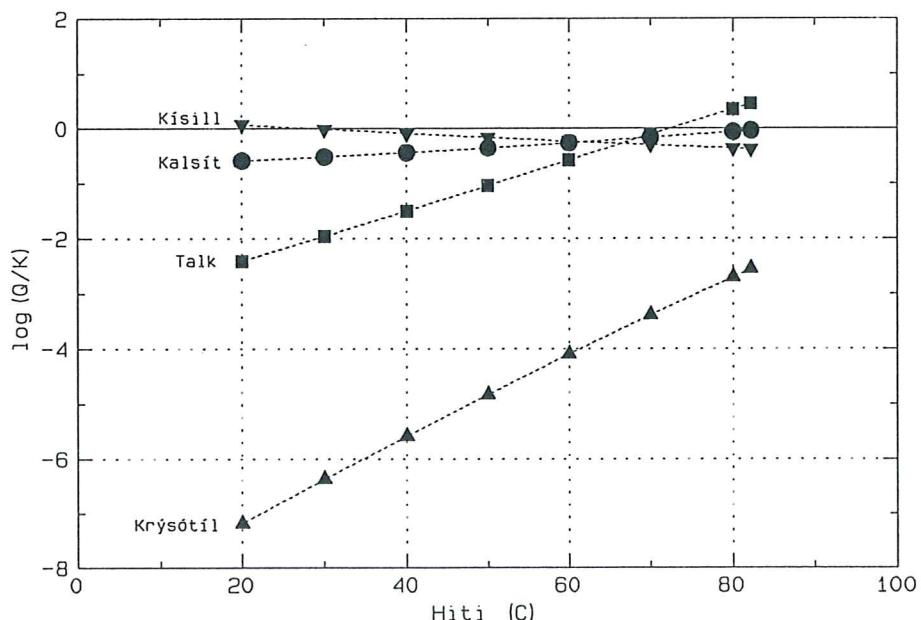
Hiti vatns við holutopp mældist 82,2°C við sýnatöku, en við meiri dælingu hækkar hitinn lítillega. Styrkur einstakra efna er innan þeirra marka sem notaðir eru fyrir neysluvatn að því frátoldu, að flúor (F) er lítillega yfir mörkum.

Vatnið úr holu BS-05 virðist vera ágætlega hæft til nýtingar í hitaveitu, að því frátoldu að útreikningar sýna að það inniheldur frjálsa kolsýru, sem er tærandi fyrir stál. Við holutopp reiknast styrkur hennar 9,5 mg/l en við afloftun í gasskilju lækkar heildarstyrkur karbónats og sýrustig vatnsins hækkar úr 7,66 í 7,83 við 21,5°C. Við það lækkar styrkur frjálsu kolsýrunnar í 7,5 mg/l. Ekki er þó búist við að kolsýran valdi umtalsverði tæringu þar sem tiltölulega hár efnastyrkur vatnsins, sérstaklega kísils, dregur úr tæringu.

Ekkert uppleyst súrefni er í vatninu og eftir að vatnslás var settur á öndunarop gasskiljunnar tapast ekkert brennisteinsvetni úr vatninu í skiljunni. Það er mjög gott því brennisteinsvetni virkar sem súrefniseyðir í vatni, eyðir því súrefni sem hugsanlega kemst inn í dreifikerfið, t.d. í gegnum veggi plaströra eða á lekastöðum. Rétt er að benda á að styrkur klóríðs í vatninu er nokkuð hár (115,4 mg/l) þannig að vatnið getur orðið mjög tærandi ef ekki tekst að halda súrefni í burtu.

Efnasamsetningu vatns má nota til að meta hita í undirliggjandi jarðhitakerfi. Útreikningar, byggðir á styrk kísils (Si_2O), sýna að hiti jarðhitakerfisins geti verið um 125°C , en það er í ágætu samræmi við botnhita holunnar, tæplega 120°C .

Til þess að kanna nýtingareiginleika vatns úr holu BS-05, einkum með tilliti til útfellingahættu, hefur mettunarstig nokkurra steinda verið reiknað við holutoppshita og eftir kælingu í 10°C þrepum niður í 20°C . Við útreikningana var notuð efnasamsetning vatnsins við holutopp (sýni 96-0014), en notað sýrustig (pH) og karbónat (CO_2) í vatninu eftir að það hafði afloftast í gasskiljunni (sýni 96-0015). Útreikningarnir byggjast því á vatninu sem fer út á dreifikerfi veitunnar. Við kælingu var ekki gert ráð fyrir frekari afloftun vatnsins í dreifikerfinu. Á mynd 1 er sýnt hvernig mettunarstig ($\log(Q/K)$) steindanna kalsíts, ópals, talks og krýsótíls, breytist með kólnun vatnins.



Mynd 1: Mettunarstig kísils, kalsíts, talks og krýsótíls, hola BS-05

Þegar $\log(Q/K) = 0$ þá ríkir jafnvægi milli steindar og vatns. Þegar $\log(Q/K)$ er stærra en 0 þá er vatnið yfirmettuð með tilliti til viðkomandi steindar og má þá búast við því að hún falli út og útfellingar myndist í dreifikerfi. Ef, aftur á móti, $\log(Q/K)$ er minna en 0 þá er sagt að vatnið sé undirmettuð og útfellingar myndast ekki. Reynslan hefur sýnt, að útfellingar verða ekki vandamál fyrr en talsverðri yfirmettun er náð. Niðurstöður útreikn-

inganna sem sýndir eru á mynd 1 eru því, að ekki er gert ráð fyrir að þær steindir sem helst hafa valdið útfellingavandræðum við nýtingu lághitavatns hér á landi, verði til vandræða við nýtingu vatns úr holu BS-05.

Vatn úr holu VA-13A hefur verið notað um nokkurra ára skeið í hitaveitu á stóru svæði í Grímsnesi. Vatnið er efnasnautt og útfellingahætta er lítil. Við sýnatöku í júlí 1994 mældist styrkur uppleysts súrefnis við holutopp hár ($0,3 \text{ mg/l}$), sem var talið stafa frá lekum krana við holutoppinn. Dreifikerfi veitunnar er nánast allt úr plaströrum og því talsverð súrefnisupptaka í kerfinu og einnig hefur komið í ljós að vatnið kólnar verulega, sérstaklega þar sem lagnir fara um mýrlendi. Við sýnatöku í Hjálparsveitarhúsi í janúarmánuði síðastliðnum var tekið sýni til greininga á sýrustigi, karbónati og brennisteinsvetni auk þess sem hiti og uppleyst súrefni voru mæld. Hiti mældist 59°C og uppleyst súrefni $0,06 \text{ mg/l}$. Styrkur klóríðs í vatninu úr holu VN-13A er nokkuð hár ($92,4 \text{ mg/l}$) og vatnið verður því verulega tærandi með þessu súrefni.

Til þess að kanna hvort útfellinga- eða tæringavandamál kynnu að skapast ef vatni úr holum BS-05 og VN-13A yrði blandað saman hafa verið gerðir nokkrir blönduarreikningar. Við útreikningana er gengið út frá sömu forsendum og áður varðandi vatn úr holu BS-05. Fyrir holu VN-13A var notað sýnið sem tekið var við holutopp 1994 (sýni 94-0148), en notað sýrustig og karbónat frá hlutsýni úr Hjálparsveitarhúsi (sýni 96-0016).

Útreikningarnir sýna að við blöndun þessara tveggja vatnsgerða hækkar sýrustigið frá því sem er í vatni úr holu BS-05 og verður líklega á bilinu 8,5 til 9. Styrkur magnesíums (Mg) í BS-05 er mjög hár samanborið við vatn úr holu VN-13A og reyndar mun hærri en gengur og gerist í "venjulegu" lághitavatni hér á landi. Þegar fara saman hár magnesíum styrkur og hátt sýrustig ($\text{pH} > 8,7$) má búast við útfellingum magnesíum silíkata (t.d. krýsótíls). Ýmsir þættir, sem ekki er unnt að reikna, hafa áhrif á það hvort útfelling verður eða ekki. Hér væri því öruggast að útbúa tilraunakerfi þar sem unnt væri að blanda saman vatni úr holum BS-05 og VN-13A í mismunandi hlutföllum og fylgjast með úfellingum og/eða tæringu. Ekki er hætta á öðrum útfellingum en magnesíum-silíkati við blöndun þessara vatnsgerða.

Í töflu 1 sést að gasið sem fylgir heita vatninu er að langmestu leyti köfnunarefni (N_2), líkt og títt er um gas sem fylgir lághitavatni hér á landi. Magn annar gastegunda er lágt og gasið á ekki að valda neinum vandræðum við nýtingu vatnsins, enda rýkur það allt burt í gasskiljunni.

Magnús Ólafsson