



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**HITAVEITA SUÐURNESJA**

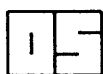
**Athugun á efnasamsetningu vatns**

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-94054/JHD-31 B

Desember 1994



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 221

**HITAVEITA SUÐURNESJA**  
**Athugun á efnasamsetningu vatns**

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-94054/JHD-31 B      Desember 1994

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. UM EFNASAMSETNINGU	3
3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	4
4. SAMANTEKT	5
5. HEIMILDIR	5

## TÖFLUSKRÁ

Tafla 1. Niðurstöður mælinga frá 5. september 1994 (mg/l)	6
Tafla 2. Niðurstöður mælinga frá 22. september 1994 (mg/l)	6
Tafla 3. Niðurstöður mælinga frá 11. október 1994 (mg/l)	7

## 1. INNGANGUR

Í september síðastliðnum var ákveðið af hálfu Hitaveitu Suðurnesja að hætta fblöndun súlfíts í heita vatnið sem nýtt er í Keflavík, Njarðvík og Sandgerði. Tildrög þess voru miklar kvartanir fólks undan vondri lykt af vatninu, og þá þykir mönnum fblöndunin ekki koma í veg fyrir tæringu eins og ætlunin var. Í framhaldi af þeirri ákvörðun var Orkustofnun beðin að efnagreina brennisteinsvetni og súlfít á nokkrum stöðum áður en fblöndun væri hætt og aftur eftir að henni hefði verið hætt, a.m.k. tvisvar. Hér á eftir fara niðurstöður þeirrar rannsóknar ásamt nokkrum hugleiðingum um afleiðingar breytingarinnar.

## 2. UM EFNASAMSETNINGU

Ef heitt vatn inniheldur súrefni er alltaf hætta á tæringu í leiðslum og ofnum úr jární eða stáli. Sérstaklega er hættan mikil ef vatnið er salt eða heildarstyrkur uppleystra efna hár. Heita vatnið sem er notað í Njarðvík, Keflavík og nágrenni er ferskvatn sem er hitað yfir 100°C í varmaskipti með háhitagufu frá Svartsengi. Styrkur klóríðs í þessu vatni er þó hærri en algengt er í íslensku ferskvatni sem yfirleitt er mjög efnasnautt. Hitaveitan mun hafa tekið til starfa fyrir u.þ.b. hálfum öðrum áratug. Fljótlega varð vart við tæringu sem var rakin til súrefnisupptöku í miðlunartanki. Skömmu síðar var hafin fblöndun natrífumsúlfíts í vatnið í því skyni að eyða úr því súrefni. Natrífumsúlfít eyðir súrefni samkvæmt efnahvarfinu:  $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 4\text{Na}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$ . Fyrir nokkrum árum var svo tekið að blanda gufu í vatnið af allt öðru tilefni. Brennisteinsvetni, sem er í miklum mæli í háhitagufu, eyðir súrefni samkvæmt efnahvarfinu:  $\text{H}_2\text{S} + 2\text{O}_2 = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ . Sterka lykt leggur af vatni sem inniheldur brennisteinsvetni. Í haust var svo komið að kvartanir vegna fnyks af vatninu voru orðnar margar og þar að auki töldu sumir að enn væri tæring að verki í lögnum vegna þess að enn bar á að dökkt grugg kæmi úr krönum. Þegar brennisteinn í vatni er orðinn svo mikill að sterk lykt finnst af honum, getur vatnið ekki innihaldið súrefni. Komist súrefni inn í slíkt vatn eyðir brennisteinsvetnið því og sjálfu sér um leið. Því getur ekki hafa verið um tæringu af völdum súrefnis að ræða lengur. Hafi hins vegar tæring verið að verki þann tíma sem engu var blandað í vatnið er mjög eðlilegt að ryðgað jární sé enn að losna úr rörum, eða hálfærðir ofnar hrynji endanlega þó tæringarvaldur sé ekki lengur til staðar. Önnur skýring á gruggi í vatninu er sú að vatnið eigi leið um koparlagnir. Brennisteinsvetnið verkar nefnilega tærandi á koparlagnir og myndast koparsúlfíð við efnahvarfið. Af þessu leiðir raunar að ef um súrefnisríkt vatn er að ræða og því er eytt með brennisteinsvetni má ekki nota kopar í lagnir. Eitt sýni af gruggi úr krana var tekið sl. sumar. Það var greint með XRF tæki sem greinir efnasamsetningu í grófum dráttum, og XRD tæki sem sýnir kristöllum. Í sýninu fannst járn, kopar brennisteinn og zínk auk nokkurra annara efna í litlum mæli. Sýnið reyndist illa kristallað en vottur sást af koparsúlfíði (covellít), og kopar-járnsúlfíði (chalcopyrít). Það bendir vissulega til að gruggið sé ættað frá koparlögnum sem brennisteinsvetni er að leysa upp.

### 3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Niðurstöður þeirra mælinga sem gerðar voru á vegum Orkustofnunar í sept.-okt. 1994 eru sýndar í töflum 1, 2 og 3. Tafla 1 sýnir niðurstöður mælinga sem gerðar voru 5. september, áður en íblöndun natríumsúlfíts var hætt þann 14. september. Fyrsta sýnið var tekið þar sem vatnið frá Svartsengi kemur inn í dælustöðina. Brennisteinsvetnið sem mældist þar, er úr gufunni sem bætt er í vatnið en ekki lágu fyrir upplýsingar um magn gufunnar. Það mun þó vera mjög lítið, en er greinilega nægilegt til að eyða því súrefni sem kann að hafa komið í vatnið á leiðinni frá Svartsengi, því ekkert súrefni mældist þarna. Ekki mældist heldur marktækt súlfít enda íblöndun ekki hafin. Talan sem gefin er upp er neðan greiningarmarka. Í næsta dálki eru niðurstöður mælinga á vatni sem fer út á kerfið, eftir að íblöndun natríumsúlfíts hafur farið fram. Súlfít mælist 1,22 mg/l, sem er mjög lágt gildi. Þar sem íblöndun sem þessari er beitt er yfirleitt miðað við að 2-3 mg/l af súlfíti séu eftir í vatni sem hefur runnið um kerfi sem inniheldur súrefni (Hrefna Kristmannsdóttir, 1988). Þetta sýnir að við sýnatöku hefur íblöndun verið svo lítil að hún hefði vart komið að notum ef á súrefnisupptöku hefði reynt. Mjög athyglisverð er sú niðurstaða að brennisteinsvetni hefur hækkað í vatninu við íblöndunina. Tvær skýringar koma til greina; í fyrsta lagi að sveiflur séu í íblöndun gufunnar í Svartsengi svo brennisteinsvetni mælist mishátt. Þetta er þó hæpið þar sem brennisteinsvetni mælist jafnvel enn hærra á þeim stöðum í dreifikerfinu þar sem mælt var (Tafla 1). Til að reyna að staðfesta svona sveiflur var brennisteinsvetni frá Svartsengi mælt tvisvar með nokkurra klst. millibili þann 22. september (Tafla 2). Enginn munur kom þá fram. Í öðru lagi er hugsanlegt að hluti natríumsúlfítsins hvarfist yfir í brennisteinsvetni og súlfat þegar vatn hefur svo hátt sýrustig (8,9). Þetta er ekki vel þekkt vegna þess hve sjaldgæft er að vatn innihaldi bæði brennisteinsvetni og súlfít, en útreikningar á magnhlutföllum styðja þessa tilgátu. Styrkur súlfíts í vatninu virðist hafa minnkað nokkuð úti á kerfinu, en í raun eru öll gildi fyrir súlfít í töflu 1, nema gildið í dálki 2, neðan greiningarmarka þegar hefur verið leiðrétt vegna áhrifa brennisteinsvetnis á mælingaraðferðina. Gildið 1,22 mg/l er einnig mjög lágt, en sú staðreynd að súlfítið er alveg horfið þegar út á kerfið er komið sýnir að annaðhvort hefur súlfítið breyst í brennisteinsvetni eins og talað var um hér að ofan, eða eitthvert súrefni komist inn í lögnina.

Í töflu 2 sést að tveimur vikum eftir að íblöndun natríumsúlfíts var alveg hætt, mældist hvergi súlfít á marktækan hátt. Brennisteinsvetni var komið niður í 0,07 mg/l á öllum sömu mælistöðum og virðist það stöðugt gildi því sama gildi fékkst 11. október (Tafla 3). Ef við lítum nánar á mælingarnar sjáum við að á Lyngmóa 8 mældist brennisteinsvetni aðeins 0,04 mg/l og þar mældist einnig 0,03 mg/l af súrefni. Vel sést hve súrefnið er fljótt að eyða brennisteinsvetninu. Í því sambandi skiptir ekki máli að líklega var þessi súrefnisupptaka staðbundin við krana sem aðeins lak á meðan á sýnatöku stóð og því er ekki ástæða til að ætla að þarna sé súrefnisupptaka í kerfið. Auðvelt er að sjá hversu miklu súrefni tiltekið magn af brennisteinsvetni getur eytt. Samkvæmt jöfnu;  $H_2S + 2O_2 = SO_4^{2-} + 2H^+$ , gengur ein sameind af brennisteinsvetni í samband við tvær sameindir af súrefni. Oft gengur þetta hvarf ekki alla leið strax og má reikna með að heldur meira þurfi af brennisteinsvetni en það segir til um. Sameindir þessara tveggja efna eru um það bil jafn þungar, þannig að brennisteinsvetnið eyðir tvöföldum þunga sínum af súrefni. Þannig hafa 0,07 mg/l mátt til að eyða 0,14 mg/l af súrefni. Ef við lítum aftur á dæmið frá Lyngmóa 8 sést að þar hafa 0,03 mg/l af brennisteinsvetni horfið úr

vatninu sem samsvarar 0,06 mg/l af súrefni. Þarna hafa því 0,09 mg/l af súrefni komist inn um einn óþéttan krana. Þessi leki sást aðeins á því að samskeyti við kranann vöknuðu aðeins á meðan sýnataka fór fram. Af þessu er dregin sú ályktun að 0,07 mg/l af brennisteinsvetni sé í raun of lítill styrkur til að vera öryggisventill á jafnvel minnsta súrefnisleka inn í kerfið.

Þann 11. október voru einnig tekin tvö heilsýni. Hið fyrra við inntak í dælustöð og hið síðara í Sandgerði, þar sem vatnið var búið að fara langa leið um kerfið. Tilgangurinn var að sjá hvort efnasamsetning vatnsins breyttist eitthvað á leið sinni um lagnirnar, en það myndi líklega gerast ef tæring væri virk. Niðurstöður eru sýndar í töflu 3 og þar má sjá að engin breyting hefur orðið á vatninu á leið þess um kerfið.

#### 4. SAMANTEKT

- Niðurstaða þessarar athugunar er því sú að ástand vatnsins eftir að súlfítíblöndun var hætt er nokkuð gott og ekki sjást í því merki um tæringu. Hins vegar verður að benda á að styrkur brennisteinsvetnis er allt of lágur til að eyða súrefni sem líklegt er að komist inn í kerfið við jafnvel lítinn leka. Því er mikilvægt að mæla súrefni á kerfinu reglulega og verði vart við grugg eða útfellingar í vatninu væri rétt að kanna jafnóðum samsetningu þeirra.
- Bent er á að brennisteinsvetni tærir koparlagnir og því er ekki æskilegt að hafa slíkar lagnir inni á kerfi þar sem súrefni er eytt með brennisteinsvetni.
- Verði vart við grugg eða útfellingar í vatninu væri rétt að kanna jafnóðum samsetningu þess. Með röntgengreiningu má oftast sjá hver er uppruni efnisins.

#### 5. HEIMILDIR

Hrefna Kristmannsdóttir, 1988: *Hitaveituvatn á Íslandi. Efnasamsetning og flokkun*. Orkustofnun OS-90042/JHD-23 B.

**Tafla 1.** Niðurstöður mælinga frá 5. september 1994 (mg/l).

Staðsetning	Dælustöð Fitjum Inntak frá Svartsengi	Dælustöð Fitjum Út á kerfi eftir íblöndun	Dælustöð Fitjum Bakrennsli frá flugvelli	Lyngmói 8 Á bæjarlögn nær	Norðurgarður 6 Á bæjarlögn fjær
Númer	94-0171	94-0172	94-0170	94-0169	94-0168
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S mg/l)	0,13	0,25	0,31	0,30	0,32
Súlfít (SO <sub>2</sub> )	(0,33)	1,22	(0,73)	(0,71)	(0,88)
Súrefni* (O <sub>2</sub> )	0	0	-	-	-

\* Súrefnismæling var framkvæmd af starfsmanni Hitaveitu Suðurnesja.

( ) neðan greiningarmarka.

**Tafla 2.** Niðurstöður mælinga frá 22. september 1994 (mg/l).

Staðsetning	Dælustöð Fitjum Frá Svartsengi kl 10:30	Dælustöð Fitjum Út á kerfi engin íblöndun	Dælustöð Fitjum Bakrennsli frá flugvelli	Lyngmói 8 Á bæjarlögn nær	Norðurgarður 6 Á bæjarlögn fjær	Dælustöð Fitjum Frá Svartsengi kl 15:30
Númer	94-0186	94-0187	94-0188	94-0189	94-0190	94-0191
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	0,07	0,07	0,07	0,04	0,07	0,07
Súlfít (SO <sub>2</sub> )	(0,46)	(0,43)	(0,33)	(0,03)	(0,08)	-
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0*	0*	-	0,03	0	-

Súrefnismæling var framkvæmd af starfsmanni Hitaveitu Suðurnesja.

ekki mælt

( ) neðan greiningarmarka.

**Tafla 3.** Niðurstöður mælinga frá 11. október, og heildargreiningar (mg/l).

Staðsetning	Dælustöð Fitjum Frá Svartsengi	Dælustöð Fitjum Út á kerfi engin íblöndun	Dælustöð Fitjum Bakrennsli frá flugvelli	Norðurgarður 6 Á bæjarlögn	Klapparstígur 3 Sandgerði
Númer	94-0207	94-0206	94-0205	94-0204	94-0208
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08
Súlfít (SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0	-	-	-	-
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0	0	0	0,002	0
Hiti (°C)	105,4	-	-	-	72,5
Sýrustig (pH/°C)	8,86/24	-	-	-	8,85/24
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	13,0	-	-	-	12,9
Natríum (Na)	34,3	-	-	-	34,4
Kalíum (K)	1,5	-	-	-	1,5
Kalsíum (Ca)	8,1	-	-	-	8,2
Magnesíum (Mg)	6,9	-	-	-	6,9
Kargónat (CO <sub>2</sub> )	6,0	-	-	-	7,7
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	11,2	-	-	-	11,2
Klóríð (Cl)	74,7	-	-	-	75,3
Flúoríð (F)	0,07	-	-	-	0,06
Járn (Fe)	0,006	-	-	-	0,005
Mangan (Mn)	0,001	-	-	-	0,001
Ál (Al)	0,003	-	-	-	0,002
Uppleyst efni (TDS)	153	-	-	-	154
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0	0	0	0,002	0

- ekki mælt