

**Efnasamsetning vatns úr holu HO-01 á
Hofsstöðum – Niðurstöður úr dæluprófun og
tæringarprófun**

Hrefna Kristmannsdóttir

Greinargerð HK-97-02



EFNASAMSETNING VATNS ÚR HOLU HO-01 Á HOFSSTÖÐUM -NIÐURSTÖÐUR ÚR DÆLUPRÓFUN OG TÆRINGARPRÓFUN

Frá því að greinargerð Orkustofnunar (HK-9613) um efnasamsetningu vatns úr holu HO-01 á Hofsstöðum kom út hafa fengist mun áreiðanlegri sýni úr holunni. Meðan á dæluþrófun stóð voru tekin sýni tvisvar á dag til leiðnimælinga og í sumum þeirra sýna var einnig mæld selta og kísilstyrkur. Einnig voru tekin þrjú sýni til heildarefnagreininga. Niðurstöður allra efnagreininga þar sem mæld eru fleiri en 2-3 efni eru sýndar í töflu 1.

Í fyrri greinargerð kom fram að í sýni teknu með djúpsýnataka í lok borunar mældist mjög lágt sýrustig, en það var ekki talið trúverðugt þó svo að ekki væri auðséð hvað hefði getað gerst í sýnatökunni til að breyta sýrustiginu. Á þeim tíma var grunur um að styrkur koltvíoxíðs gæti verið hár og því talin hætta á að pH gildi gæti verið milli 6-7. Sýrustig sýnanna, sem tekin voru í dæluþrófun reyndust hins vegar hafa pH gildi 8,35-8,45, enda kom í ljós að styrkur koltvíoxíðs er lágur í vatninu og þetta því mjög eðlileg gildi miðað við efnasamsetningu. Sýni af því gasi, sem kemur upp með jarðhitavatninu sýnir að 77,5 % af því er köfnunarefni, en kolsýra innan við 1%. Þetta er í samræmi við það sem algengast er í lághitavatni á Íslandi þ.e. að gas í því er að mestu andrúmsloft að uppruna. Á Snæfellsnesi er hinsvegar talsvert um kolsýruuppstreymi frá djúptliggjandi kvikuinnskotum, sem berst í grunnvatn eins og þekkt er bæði í köldum ölkeldum þar og í jarðhitavatni eins og á Lýsuhóli. Slíkt jarðhitavatn er mjög tærandi, sér í lagi ef það er saltmengað að auki. Nokkur hætta var talin á að vatnið á Hofsstöðum gæti verið kolsýruríkt, en það reyndist ekki vera eins og fram kom hér á undan.

Selta reyndist mjög stöðug á prófunartímanum og var styrkur klóríðs um 2900 mg/l. Styrkur kalsíums er mjög hár og hlutfall kalsíums miðað við natríum óvenju hátt. Ljóst er nú að hár styrkur kalsíums tengist ekki háum kolsýrustyrk heldur hlýtur að stafa af miklum efnaskiptum við berg. Mælingar á súrefnissamsætum sýna að þetta vatn er mun léttara en vatn sem er upprunnið í fjallendinu sunnan við Stykkishólm eða á Snæfellsnesi yfirleitt. Samsætuhlutföllin benda þannig til að vatnið sé mjög gamalt og gæti það skýrt mikil efnaskipti við bergið.

Styrkur járnss er talsvert hærri en algengast er í jarðhitavatni, en þó ekki verulega hár og ætti ekki að valda vandræðum við nýtingu. Sama gildir um mangan. Styrkur áls er mjög lágur eins og algengt er í söltu vatni. Styrkur annarra þungmálma, kopars, síns, blýs og kvikasilfurs er mjög lágur. Allir þeir þungmálmar, sem mældir hafa verið eru langt innan hættumarka (a.m.k. stærðargráðu neðan við) fyrir neysluvatn.

Eins og bent hefur verið á er þetta nokkuð há selta og tæpast hægt að reikna með að unnt sé að nýta vatn með svo háa seltu beint í hitaveitukerfi. Seltan virkar sem hvati á öll hvörf og komist örlítið súrefni inn í vatnið verður mjög hröð stáltæring í því. Einnig má búast við því að við lágt hitastig í neysluvatnslögnum og ekki síst í krönum geti orðið útfelling efna, sem gera beina notkun hvimleiða til annars en til baða í heitum pottum og sundlaugum. Vatnið er einnig óhæft til neyslu vegna hárrar seltu.

Tafla 1. Efnagreiningar á vatni úr holu HO-01 frá Hofsstöðum. Sýrkur í mg/l.

Staður Dagsetning Númer	HO-01 96-10-28 96-0327	HO-01 96-10-29 96-0328	HO-01 96-11-26 96-0514	HO-01 97-03-12 97-0065	HO-01 97-04-28 97-0179	HO-01 97-06-25 97-0404
Hiti (°C)				86	85,5	87
Sýrusúg (pH/°C)			4,96/19	8,35/21	8,37/22	8,45/23
Kísill (SiO ₂)	68	43,6	72,2	72,6	72,0	72,9
Natríum (Na)	748	738	771	733	733	731
Kalkum (K)	14,3	14,9	14,7	14,0	14,0	13,9
Kalsíum (Ca)	1210	1240	1150	1150	1150	1150
Magnesium (Mg)	0,56	0,52	0,59	0,45	0,47	0,51
Heildarkarb. (CO ₂)			22,2	9,4	8,5	9,0
Súlfat (SO ₄)	324	323	325	321	318	325
Brennist.v. (H ₂ S)			0	0,05	0,09	0,07
Klóríð (Cl)	3173	3165	3000	2990	2960	2920
Flúor (F)			1,19		1,05	1,07
Uppl E			6125		5457	
Brómíð (Br)				9,9	9,9	9,9
Bór (B)					0,1	0,11
Al (Al)			0,041	0,0082	0,0072	0,0033
Járn (Fe)			0,23	0,0187	0,0096	0,0099
Mangan (Mn)			0,059	0,023	0,022	0,023
Kopar (Cu)				0,0004	0,0003	0,0005
Sínk (Zn)				0,0003	0,0008	0,0005
Kvikasilfur (Hg)				<0,00005	<0,000005	<0,000005
Blý (Pb)				<0,0005	<0,0005	<0,0005
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ SMOW)	-11,03	-11,06	-11,04		-11,1	11,1

Einnig er kalkmettun vatnsins nokkuð há og reyndar nálægt þeim efri mörkum þar sem hætta er talin á útfellingu kalks. Ekki varð vart við neina útfellingu í tæringarprófuninni, en breytingar í sýrustigi, hvirfilstreymi eða örlítillíflöndun kalds vatns gætu hugsanlega hrundið þeim af stað. Vegna hárrar seltu er enn meiri ástæða til að gæta varúðar við hönnun veitunnar með þetta í huga og fylgjast einnig vel með eftir að vinnsla hefst.

Tæringarprófun var sett upp samhliða dæluþrófuninni til að ganga úr skugga um tæringarþol mismunandi lagnaefna og málma við mismunandi aðstæður. Sett var upp afgösunarsúla, þar sem vatnið afgangsaðist undir þrýstingi (hemill), rennislíleið í stálröri þar sem vatninu var haldið undir þrýstingi, rennislíleið í stálröri þar sem þrýstingi var létt af vatninu og það látið "flassa", en hafður vatnslás og að lokum rennislíleið í plaströrum, þar sem haldið var uppi þrýstingi.

Í rennislíleiðunum voru settar upp tæringarprófunarplötur úr stáli, ryðfríu stáli, kopar og áli. Tvær plötur af hvorri gerð voru settar á hverjum stað vegna eftirfarandi úrvinnslu. Val á efnum til prófunar miðast við það að val á lagnaefni stendur um stál eða plast og varmaskiptar yrðu annað hvort úr ryðfríu stáli eða titani. Ekki er talin þörf á að prófa títan. Í stýritækjum er gjarnan eitthvað af kopar og einnig getur verið ál í slíkum kerfum. Hætt var við að hafa bronsplötur eins og áætlað var, en að lokinni prófun var skoðað hvernig brons í dæluþrófuninni staðist prófunina.

Í röri að kari var í settur upp tæringarprófunarbúnaður, sem unnt er á taka út án þess að loka fyrir rennsli og því skoða jafnóðum. Þar voru settar plötur úr fóðurrörastáli. Í úttökunum voru hins vegar notaðir einfaldir tappar með plötufestingum. Þeir voru skoðaðir eftir 60 daga og þá var skipt um aðra plötuna, en hin látin vera áfram í.

Helstu niðurstöður prófunarinnar voru þær að ryðfrítt stál og fóðurrörastál tærðist nánast ekkert og ál lítið. Mjög lítil tæring reyndist vera á stáli og eir við allar aðstæður nema eftir afloftunarsúluna, enda mældist þar verulegt súrefni í vatninu ($>100 \mu\text{g/l}$). Í úttaki eftir plast var tæring ekki veruleg þótt þar mældist um $70 \mu\text{g/l}$ af súrefni uppleyst í vatninu. Nokkuð kom á óvart að einnig koparinn reyndist tærast talsvert í úttaki eftir afloftunarsúlu. Mælingar á stál, eir og álplötum eru sýndar í töflu 2, en ekki var mælanlegt þyngdartap á ryðfría stálinu.

Niðurstöður tæringarprófunarinnar sýna að komist ekki súrefni í vatnið er ekki mikil hætta á tæringarvandamálum. Þar sem húskerfi eru aldrei alveg þétt og einungis örlítið súrefni nægir til að valda vandræðum í svo söltu vatni er ljóst er að vatnið frá Hofsstöðum verður ekki nýtt beint til hitunar. Einnig er það illnýtánlegt sem kranavatn vegna seltunnar. Ekki er þó ólíklegt að það henti til heilsuáða.

Til samanburðar við vinnslueiginleika vatnsins má geta þess að selta vatns í hitaveitu Seltjarnarness er tæplega 2000 mg/l , eða $2/3$ af því sem er á Hofsstöðum. Þar hafa verið veruleg tæringarvandamál í fyrri tíð meðan reynt var að nýta vatnið beint. Í Hitaveitu Seltjarnarness hafa hinsvegar ekki verið nein tæringarvandamál í aðveitukerfi og eftir að forhitningar voru settir upp í húsum, bæði á ofnakerfi og kranavatn hefur nýting vatnsins ekki verið miklum vandamálum bundin. Þar er vatnið nýtt beint í sundlaug bæjarins og mikil og almenn notkun er á affalli frá forhiturum í heita potta.

Tafla 2. Þynning málma í mm/ári reiknað frá þyngdartapi prófunarplatna

STÁL (Númer)	mm/ári (60 dagar)	Númer	mm/ári (105 dagar)
12	0,01	1	0,02
14	0,01	3	0,01
13	0,07	5	0,06
15	0,01	7	0,55
EIR			
27	0,005	16	0,005
29	0,003	18	0,003
28	0,13	20	0,078
30	0,10	22	0,054
ÁL			
42	0,09	31	0,14
44	0,08	33	0,05
43	0,02	35	0,07
45	0,13	37	0,07

Hönnun hitaveitu fyrir Stykkishólm með einum varmaskipti og dreifingu á vatni frá honum til beinnar nýtingar er lausn sem krefst stöðugar íblöndunar súrefniseyðandi efna. Upphitað ferskvatn inniheldur ekki neitt brennisteinsvetni til að eyða súrefni, sem alltaf kemst í vatnið í einhverjum mæli. Þær hitaveitur, sem nú nýta upphitað ferskvatn byggja allar á háhitaorku og hafa því tiltæka háhitagufu með brennisteinsvetni til að blanda í vatnið. Rekstrarkostnaður við stöðuga íblöndun súrefniseyðandi efna er nokkuð hár og auk þess er hætt við að ýmis vandamál gætu komið fram við rekstur á þannig hitaveitu. Því virðist nú í ljósi fenginna niðurstaðna að val á hönnun hitaveitu snúist einkum um það hvort hanna eigi veitu, sem nýtir vatnið með varmaskiptum við hvert hús bæði fyrir ofnakerfi og kranavatn, eða hvort sett verði upp tvöfalt lokað kerfi þar sem við hvert hús er varmaskiptir á kranavatni. Síðari kosturinn gefur miklu betri tækifæri á samnýtingu affalls fyrir sund- og baðaðstöðu, en girðir þá fyrir að einstakir notendur geti sett upp potta við hús sín a.m.k. með “heilsuvatni”.

Varðandi heilsueiginleika vatnsins þá hefur það svo hátt efnainnihald að það flokkast þess vegna undir efnaríkt (mineral water) vatn. Hins vegar er vatnið hvorki járnríkt, né hefur háan styrk annarra þungmálma og styrkur flestra annarra sporefna, sem heilsusamleg eru talin er einnig lágur. Þó nær styrku flúors þeim mörkum, sem þýskir heilsuvatnsstaðlar gefa upp. Sjálfsagt er að halda áfram rannsókn á þessum þætti. Einnig er verið að vinna að rannsókn á hitakærum örverum í vatninu.

Steinn Kristmannsdóttir