



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

**SÚREFNISUPPTAKA Í AÐVEITU-
ÆÐUM ÚR PLASTI**

Erindi flutt á aðalfundi Sambands íslenskra
hitaveitna í Vestmannaeyjum 2. - 3. júní 1988

Magnús Ólafsson

OS-88032/JHD-16 B

September 1988



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SÚREFNISUPPTAKA Í AÐVEITU- ÆÐUM ÚR PLASTI

Erindi flutt á aðalfundi Sambands íslenskra
hitaveitna í Vestmannaeyjum 2. - 3. júní 1988

Magnús Ólafsson

OS-88032/JHD-16 B

September 1988

Samband íslenskra hitaveitna.
Aðalfundur haldinn í Vestmannaeyjum 2. - 3. júní 1988.

SÚREFNISUPPTAKA Í AÐVEITUÆÐUM ÚR PLASTI

Magnús Ólafsson, Orkustofnun

Inngangur

Uppleyst súrefni í jarðhitavatni er líklega það efni, sem valdið hefur hvað mestum erfiðleikum við rekstur hitaveitna hérlendis. Súrefnið veldur málmþæringu á stálhlutum, sem vatnið fer um, svo sem rörum og ofnum.

Í grófum dráttum má segja að það eru einkum þrjár ástæður fyrir súrefni í heitu vatni hjá hitaveitum:

- Þar sem fremur kalt vatn er tekið grunnt er oft hætt á því, að uppleyst súrefni geti verið í vatninu.
 - Hitaveita Siglufjarðar
 - Hitaveita Suðureyrar
- Þar sem súrefni andrúmsloftsins kemst í snertingu við heitt vatn í miðlunargeymum.
 - Hitaveita Akureyrar
 - Hitaveita Reykjavíkur
- Þar sem súrefni andrúmsloftsins nær að "streyma" inn í aðveituæðar úr plasti.
 - Hitaveita Suður Skeiða
 - Hitaveita Reykjahlíðar

Samband íslenskra hitaveitna hefur lengi haft áhuga á vandamálum, sem tengjast innstreymi súrefnis í hitaþolin plaströr, og átti reyndar frumkvæði að rannsókn sem fram fór árið 1985 undir stjórn Ásbjarnar Einarssonar. Niðurstöður mælinga sem hér er greint frá eru í góðu samræmi við niðurstöður þeirrar rannsóknar. Á vetrarfundi SÍH, sem haldinn var í nóvember 1987, flutti Ólafur Bjarnason erindi um hitaveitur í sveitum. Ólafur fjallaði þar m.a. um notkun hitaþolinna plaströra í dreifikerfum lítilla hitaveitna, en þar var innstreymis súrefnis og vandamálum sem því getur fylgt, enginn gaumur gefinn.

Meginmarkmið þessa erindis er að greina frá niðurstöðum súrefnismælinga hjá nokkrum hitaveitum, sem nota hitaþolin plaströr í aðveituæðum. Mælingarnar voru framkvæmdar af höfundi og ýmsum öðrum starfsmönnum jarðefnafræðideildar Orkustofnunar.

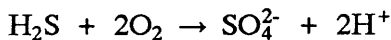
Jarðhitavatn og súrefni

Mest allt jarðhitavatn hérlendis er að uppruna regnvatn, sem hefur sytrað niður í jörðina og hitnað þegar það komst í snertingu við heitt berg. Þegar regnvatnið fellur til jarðar er það mettað af súrefni, sem hvarfast við bergið og súrefnismagn vatnsins lækkar. Allt vatn sem hefur hitnað upp fyrir suðumark og er við 100°C þegar það kemur upp á yfirborð, er

súrefnissnautt, en þegar það kólnar og kemst í snertingu við andrúmsloftið, dregur það til sín súrefni. Súrefnið er uppleyst í vatninu og skilst því ekki frá í gasskiljum.

Súrefnistæring er hröðust í söltu vatni eða því sem hefur hátt efnainnihald. Hátt efnainnihald virkar hvetjandi á öll efnahvörf og verður tæring og útfelling efna hraðari í söltu og efnaríku vatni en í efnasnauðu vatni. Almennt má segja að búast má við tæringu og útfellingum í vatni sem hefur klóríð-magn 100 mg/kg eða meira. Ef mikið súrefni er í efnasnauðu vatni verður einnig tæring, en hún verður hægari en í efnaríka vatninu. Þetta kemur t.d. fram hjá Hitaveitunum á Akureyri, Siglufirði og Ólafsfirði.

Víða er brennisteinsvetni (H_2S) til staðar í jarðhitavatni og almennt má segja, að styrkur brennisteinsvetnis í vatni aukist með hækkandi hitastigi þess. Brennisteinsvetni er þeirrar náttúru, að það eyðir súrefni úr vatninu á þann hátt, að það hvarfast við súrefnið og myndar sulfat- og vetnisjónir á eftirfarandi hátt:



Efnahvarf þetta gengur hratt fyrir sig og eyðast bæði efnin (H_2S og O_2) þar til annað er uppið. Súrefni og brennisteinsvetni eru því aldrei til staðar saman, ef þau hafa fengið tíma til að hvarfast.

Brennisteinsvetni er á þennan hátt hentugt efni til að eyða súrefni úr vatni. Á nokkrum stöðum, þar sem súrefni er í eða kemst í heitt vatn hjá hitaveitum, en ekkert brennisteinsvetni er til að eyða því, hefur verið gripið til þess ráðs, að blanda natríum-súlfíti (Na_2SO_3) í vatnið til að eyða súrefninu. Þetta er m.a. gert hjá Hitaveitunum á Akureyri og Siglufirði.

Súrefnisupptaka í plaströrum

Það hefur lengi verið þekkt, bæði meðal framleiðenda og notenda plaströra, að rörin hleypa í gegnum sig súrefni andrúmsloftsins. Súrefnið veldur síðan tæringu stálhluta, sem vatnið fer um.

Hér á landi eru aðallega notaðar tvær gerðir hitaþolinna plaströra í dreifikerfum hitaveitna;

- Pólýprópýlen-rör (PP-rör)
- Pólýbútýlen-rör (PB-rör)

Samkvæmt stöðlum, þá eru pólýbútýlen-rör sterkari heldur en pólýprópýlen-rör, sem eru aftur á móti ódýrari. Af þessum sökum hafa hitaþolin pólýbútýlen-rör yfirleitt verið framleidd veggþynnri heldur en pólúprópýlen-rör.

Einangrun hitaþolinna plaströra hefur verið með ýmsum hætti. Í fyrstu voru þau yfirleitt lögð óeinangruð, eða einangruð með vikri. Síðar var eitthvað notast við steinullarhólka, einkum á heimæðum og loks var farið að nota urethan einangrun. Í því sambandi er aðallega um tvenns konar frágang að ræða:

- Urethan-skálar frá Hjúp h/f
- Urethan-hólkar frá Set h/f og Pípum h/f

Urethan-skálarnar frá Hjúp h/f, eru klæddar að innan með pólýprópýlen-filmu og að utan með asfalt-pappa. Skálarnar eru 4 metra langar, tengdar saman að ofanverðu, en opnar að neðan. Þær eru spenntar saman með kassaböndum utan um hitaþolna plaströrið. Urethan-hólkarnir eru af sömu gerð og einangrun utan um stálrör, með hlífðarkápu úr pólýethýlen, en þó er um tvær gerðir að ræða. Pípur h/f hafa framleitt einangrunarhólka utan um

pólýprópylen-rör en Set h/f framleiðir hólkana utan um stálrör, sem síðan eru dregin úr og einangrunarhólkarnir eru þá þræddir upp á plaströrin.

Að framan var þess getið, að innstreymi súrefnis inn í plaströr væri vel þekkt meðal röraframleiðenda, enda hafa þeir ásamt ýmsum öðrum staðið fyrir mælingum og tilraunum í þessu skyni. Við þær rannsóknir hefur komið í ljós, að innstreymishraði er háður hitastigi vatnsins sem um rörið steymir. Til að lýsa innstreyminu er yfirleitt settur fram svokallaður flæðistuðull, sem fall af hitastigi. Flæðistuðullinn tekur tillit til þeirra þátta, sem hafa áhrif á innstreymið, þ.e. annarra en hitastigs vatnsins.

$$\frac{\mu g \times mm}{m^2 \times P \times t}$$

μg = míkrogrömm súrefni

mm = veggþykkt rörs í millimetrum

m^2 = yfirborð rörs í fermetrum

P = mismunaprýstingur súrefnis í bar

t = tími í sekúndum

Á vetrarfundi SÍH, sem haldinn var í nóvember 1985, greindi Ásbjörn Einarsson frá niðurstöðum rannsóknarverkefnis, sem unnið var af honum ásamt Hreini Halldórssyni og Alberti Albertssyni. Rannsóknin var gerð að frumkvæði SÍH og fólst í því, að mæla innstreymi súrefnis inn í hitaþolin plaströr af ýmsum gerðum. Niðurstaða þessara rannsókna var í stuttu máli sú, að súrefnisaukning var umtalsverð í rörum, þar sem andrúmsloft átti greiðan aðgang að röryfirborði, einkum þó þar sem hitastig vatnsins var hátt. Aftur á móti var unnt að draga verulega úr súrefnisinnstreymi, með því að hafa rörin í þéttri hlífðarkápu eða grafa þau í þéttan jarðveg.

Súrefnismælingar hjá nokkrum hitaveitum

Hér á eftir verður greint frá niðurstöðum súrefnismælinga í heitu vatni hjá nokkrum hitaveitum, sem nota hitaþolin plaströr í dreifikerfi. Flest allar mælingarnar voru framkvæmdar veturinn 1987-1988.

Uppleyst súrefni í vatni var mælt með svokölluðum CHEMET-ampúlum, en áður en mæling fór fram var vatnið kælt í stálspiral í 20-30°C.

Hitaveita Suður Skeiða, Skeiðahreppi, Árnessýslu

Hitaveita Suður Skeiða var tekin í notkun haustið 1986. Vatn er tekið úr holu 2 á Blesastöðum og er því dreift á tæplega 20 bæi á sunnanverðum Skeiðum. Niðurstöður efnasamsetningar vatns úr holu 2 eru sýndar í Töflu 10, og er rétt að benda sérstaklega á magn klóríðs (seltu) í vatninu, en það er rúmlega 500 mg/kg. Svo háur styrkur klóríðs virkar mjög hvetjandi á öll efnahvörf, svo sem tæringu málma, eins og fram hefur komið hér að framan. Hér má geta þess, að eftir borun holu 1 á Blesastöðum, varaði Jarðhitadeild Orkustofnunar við tæringarhættu af völdum heita vatnsins, ef súrefni kæmist inn í dreifikerfi hitaveitunnar (Greinargerð Orkustofnunar, 1981).

Meginhluti dreifikerfis hitaveitunnar er úr pólýbútýlen-rörum frá Berki h/f og þau eru einangruð með urethan-skálum frá Hjúp h/f. Stálrör eru reyndar frá gamalli tíð milli Blesastaða og Skeiðháholts og u.þ.b. 300 metra stálrör eru í blautri mýri milli Kálfhóls og Kílhrauns.

Uppleyst súrefni í heitu vatni var mælt við holutopp og á nokkrum bæjum. Niðurstöður eru sýndar í Töflu 1.

Tafla 1. Hitaveita Suður Skeiða
Súrefnismælingar

Staður	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg)
Hola 2, við holutopp	75	0,02
Hola 2, eftir gasskilju	75	0,02
Skeiðháholt	68	0,015
Kálfhóll	67	0,2
Kílhraun	-	0,12
Borgarkot	55	0,4
Arakot	69	0,18
Ólafsvellir	-	0,18
Andrésfjós	67	0,18

Í töflu 1 sést að lítið magn af uppleystu súrefni er í heita vatninu við holutopp og einnig eftir að vatnið hefur farið um gasskilju. Súrefni lækkar síðan lítillega í stálrörum heim að Skeiðháholti væntanlega vegna lítilsháttar tæringar í rörum. Aftur á móti eykst súrefni mjög mikið í plaströrum í dreifikerfinu. Mest er aukningin í Borgarkoti, en það stafar af hægu rennsli í aðveituæðinni vegna lítillar vatnsnotkunar, eins og sést á hitastigi vatnsins.

Á síðastliðnum vetri var könnuð tæring á nokkrum bæjum, sem eru tengdir veitunni. Tæringarplötum var komið fyrir í inntaksgrindum og voru þær hafðar í grindinni í rúma tvo mánuði. Í ljós kom, að um verulega tæringu er að ræða á öllum bæjum þar sem aðveituæðin er úr plasti. Helstu niðurstöður eru sýndar í Töflu 2.

Tafla 2. Hitaveita Suður Skeiða
Tæringarprófun

Staður	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg)	Tími (klst)	Rýrnun (%)
Skeiðháholt	68	0,015	1599	0,05
Ólafsvellir	67	0,18	1657	6,0
Kálfhóll	67	0,2	1657	10,5
Borgarkot	55	0,4	1658	11,0

Tæringarprófunin sýnir, að ágætt samband er á milli uppleysts súrefnis í vatninu og tæringarhraða.

Hitaveita Útbæja á Skeiðum, Skeiðahreppi, Árnessýslu

Hitaveita Útbæja á Skeiðum var tekin í notkun haustið 1987. Vatni er dælt úr holu 8 á Húsatóftum og dreift þaðan á rúmlega tíu bæi á vestanverðum Skeiðum. Niðurstöður efnagreininga vatnsins eru sýndar í Töflu 10, og rétt er að benda þar sérstaklega á klóríðmagn (seltu) vatnsins, sem er 170 mg/kg.

Dreifikerfi hitaveitunnar er úr pólýbútýlen-rörum frá Berki h/f, sem eru einangruð með urethan-skálum frá Hjúp h/f. Stálrör eru þó frá holunni í gegnum hlaðið á Húsatóftum.

Súrefni var mælt á nokkrum bæjum í febrúar 1988 og eru niðurstöður sýndar í Töflu 3.

Tafla 3. Hitaveita Útbæja á Skeiðum
Súrefnismælingar

Staður	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg)
Hola 8, við holutopp	73,5	0,02
Hola 8, úr gasskilju	73,5	0,1
Hola 8, eftir gasskilju	73,5	0,1
Syðri Brúnavellir	73	0,1
Vorsabær II	68	0,1
Fjall	57	0,4
Útverk	57	0,4
Álfstaðir	-	0,4

Í Töflu 3 kemur fram, að umtalsvert magn af súrefni komst í heita vatnið í gasskiljunnu á þeim tíma sem mælingin var gerð, og stafaði það af ófullkomnum útbúnaði við skiljuna. Í vor var skiljan lagfærð og mælingar eftir lagfæringuna sýna, að uppleyst súrefni er nú það sama inn á skiljuna og út af henni (0,02 mg/kg). Einnig hefur komið í ljós, að súrefnismagn hefur lækkað lítillega á Syðri Brúnavöllum (0,08 mg/kg) og verulega á Fjalli (0,25 mg/kg).

Tæringarplötum var komið fyrir í inntaksgrindum á Syðri Brúnavöllum og Fjalli og voru þær hafðar þar í tæplega tvo mánuði. Í ljós kom að um umtalsverða tæringu er að ræða, sérstaklega á Fjalli. Helst niðurstöður eru sýndar í Töflu 4.

Tafla 4. Hitaveita Útbæja á Skeiðum
Tæringarprófun

Staður	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg)	Tími (klst)	Rýrnun (%)
Syðri Brúnavellir	73	~0,1	1320	1,0
Fjall	57	0,25-0,4	1320	12,0

Hitaveita frá Hlemmiskeiði, Skeiðahreppi, Árnassýslu

Heitt vatn hefur verið lagt í fimm íbúðarhús að Hlemmiskeiði og tvö íbúðarhús að Votumýri, u.þ.b. 1 km suðaustan við Hlemmiskeið. Vatni er dælt úr holu 2 á Hlemmiskeiði, og eru niðurstöður efnagreininga á vatninu sýndar í Töflu 10. Rétt er að benda sérstaklega í þessu sambandi á klóríð-magn (seltu) vatnsins, 125 mg/kg.

Röragerðir í dreifikerfi hitaveitunnar eru eitthvað mismunandi. Frá holunni heim að Hlemmiskeiði II fer vatnið eftir u.þ.b. 50 metra löngu pólýprópýlen-röri innan í öðru slíku víðara, og er ekki um aðra einangrun að ræða. Að Hlemmiskeiði I er álíka langt pólýprópýlen-rör, einangrað með vikri og að Votumýri er aðveituæð úr pólýprópýlen-röri í

heilum urethan-hólk og plastkápu frá Pípum s/f. Innstreymi súrefnis er óverulegt í aðveituæðum, en niðurstöður eru sýndar í Töflu 5.

Tafla 5. Hitaveita frá Hlemmiskeiði
Súrefnismælingar

Staður	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg)
Hola 2, við holutopp	61	0,015
Hlemmiskeið I	59	0,025
Hlemmiskeið II	59	0,025
Votamýri I	56	0,015
Votamýri II	57	0,015

Hitaveita Gnúpverja, Gnúpverjahreppi, Árnassýslu

Svo til allir bæir í Gnúpverjahreppi hafa nú heitt vatn til upphitunar og ýmissa annarra nota. Bæirnir í Þjórsárdal, Ásólfstaðir og Skriðufell, svo og Skáldabúðir og Laxárdalur hafa þó enn sem komið er ekki tengst hitaveitum.

Hitaveitan í hreppnum er tvískipt. Bæir í syðri hluta hreppsins fá vatn frá Reykjum á Skeiðum, en bæir í kringum Árnes og þar ofan við fá vatn úr holu 1 í Þjórsárholti. Hér verður einungis fjallað um þennan efri hluta veitunnar. Sá hluti var tekinn í notkun um áramótin 1984-85 og síðan aukið við dreifikerfið um áramótin 1986-87.

Vatnssýni úr holu 1 í Þjórsárholti hefur verið efnagreint og eru niðurstöður sýndar í Töflu 10. Þar sést, að klóríð-magn (selta) vatnsins er mikið lægra en í vatni hjá þeim hitaveitum, sem fjallað hefur verið um hér að framan, eða aðeins 25 mg/kg.

Dreifikerfi hitaveitunnar frá Þjórsárholti samanstendur af asbest-röri, vestur að Árnasi, en að öllu öðru leyti af pólýprópýlen-rörum frá Plastmótun h/f, sem eru einangruð með urethan-skálum frá Hjúp h/f. Súrefnisinnstreymi í plaströrin er óverulegt, trúlega að hluta til vegna veggþykkari röra, en niðurstöður mælinga á nokkrum bæjum eru sýndar í Töflu 6.

Tafla 6. Hitaveita Gnúpverja
Súrefnismælingar

Staður	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg)
Hola 1, við holutopp	67	0,01
Háholt	53	0,015
Ásar, dælustöð	62,5	0,015
Hagi II	51	0,03

Í Töflu 6 kemur fram að súrefnisaukningin er mest í Haga, eins og við er að búast, enda er aðveitulögnin frá Þjórsárholti að Haga u.þ.b. 10 km á lengd.

Hitaveita frá Reykjadal, Hrunamannahreppi, Árnassýslu

Heitt vatn hefur verið lagt á tvo bæi frá holu 1 í Reykjadal, auk þess sem það er nýtt í Reykjadal. Bæir þessir eru Túnsberg og Berghylur. Vatninu er dælt úr holunni, og eru niðurstöður efnagreiningar þess sýndar í Töflu 10. Þar er rétt að benda sérstaklega á það, að vatnið inniheldur umtalsvert magn af brennisteinsvetni (H_2S).

Dreifikerfi hitaveitunnar er tvískipt. Frá holunni heim að Reykjadal eru stálrör, en pólýbútýlen-rör frá Berki h/f, einangruð með urethan-skálum frá Hjúp h/f, frá holunni að Túnsbergi og Berghyl.

Ekkert uppleyst súrefni mælist í heita vatninu, hvorki við holutopp né í Túnsbergi eða Berghyl. Innstreymi súrefnis í plaströrin má þó meta út frá lækkun á magni brennisteinsvetnis í vatninu, en að fram var þess getið að brennisteinsvetni eyðir súrefni úr vatni. Niðurstöður mælinga eru sýndar í Töflu 7.

Tafla 7. Hitaveita frá Reykjadal
Súrefnimælingar

Staður	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg)	Brennisteinsvetni (mg/kg)
Hola 1	100	0	2,6
Túnsberg	82	0	2,2
Berghylur	72,5	0	1,8

Í töflu 7 sést, að umtalsvert magn af súrefni "streymir" inn í plaströrin, sérstaklega í aðveituæð heim að Berghyl, en sú æð er næstum tvisvar sinnum lengri en aðveituæð að Túnsbergi.

Hitaveita Reykjahlíðar, Mývatnssveit, S-Þingeyjarsýslu

Hitaveita Reykjahlíðar var stofnuð árið 1969. Lengi vel var hún rekin á þann hátt, að kalt vatn var hitað beint með gufu af jarðhitasvæðinu í Bjarnarflagi. Þeirri upphitun fylgdu alls kyns vandamál, en helst vegna útfellinga í dreifi- og húskerfum. Haustið 1985 var tekin í notkun óbein upphitun í varmaskiptastöð í Bjarnarflagi. Kalt vatn úr Austaraselslindum er hitað upp í varmaskiptum og bætt í það gufu til að stýra sýrustigi, bæta afloftun og eyða súrefni. Efnasamsetning upphitaða vatnsins er sýnd í Töflu 10.

Dreifikerfi hitaveitunnar er að mestu leyti úr stálrörum, en aðveituæð, sem liggur suður með austanverðu Mývatni allt til Skútustaða, er úr pólýbútýlen-rörum frá Berki h/f. Rörin eru einangruð með urethan-skálum frá Hjúp h/f.

Nánast ekkert uppleyst súrefni mælist í upphitaða vatninu, en innstreymi súrefnis má merkja á lækkun brennisteinsvetnis, líkt og í veitunni frá Reykjadal. Niðurstöður mælinga eru sýndar í Töflu 8.

Tafla 8. Hitaveita Reykjahlíðar
Súrefnismælingar

Staður	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg)	Brennisteinsvetni (mg/kg)
Varmaskiptastöð, kalt inn	3,5	10,0	<0,05
Varmaskiptastöð, heitt út	97	0,02	1,1
Brunnur við Garði	70	0,02	0,6

Í Töflu 8 sést, að umtalsvert súrefni "streymir" inn í plaströr aðveituæðarinnar, en magn brennisteinsvetnis er þó nægjanlegt til að koma í veg fyrir málmtæringu. Plastlöggin suður að Garði er rúmlega 10 km á lengd.

Hitaveita Hríseyjar

Á síðastliðnum vetri urðu þáttaskil í rekstri Hitaveitu Hríseyjar. Þá tókst að finna heitara og betra vatn heldur en notað hafði verið fram að því og horfir nú allt til betri vegar hvað varðar rekstur veitunnar. Niðurstöður efnagreininga á vatni úr holu 10 eru sýndar í Töflu 10.

Nánast allt dreifikerfi hitaveitunnar er úr stálrörum, fyrir utan u.þ.b. 270 metra langa aðveituæð úr pólýprópýlen-röri, frá Reykjalundi, sem liggur frá holunni norður að Nautabúi. Löggin er niðurgrafin en óeinangruð að mestu. Talsvert súrefnisinnstreymi er inn í plaströrið, eins og kemur fram í Töflu 9, en varmaskiptir er fyrir vatn í Nautabúinu.

Tafla 9. Hitaveita Hríseyjar
Súrefnismælingar

Staður	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg)
Hola 10	79	0,005
Nautabú	61	0,07

Hitaveita frá Stóra Klofa, Landssveit, Rangárvallasýslu

Nýlega hefur verið lögð hitaveita á nokkra bæi í ofanverðri Landssveit. Bæirnir fá vatn úr holu 2 í landi Stóra Klofa, en einnig er vatnið nýtt í seiðaeldisstöð í Fellsmúla. Aðveituæð frá holunni að seiðaeldishúsi er um 3,2 km á lengd, úr pólýprópýlen-röri, sem er einangrað með steinull. Ásbjörn Einarsson hefur nýlega mælt súrefnisinnstreymi í plastlögginu og reyndist súrefni vera hverfandi í heitu vatni við holutopp, en 0,04 mg/kg þegar vatnið kom niður að seiðaeldisstöð. Efnasamsetning vatns úr holu 2 í Stóra Klofa er sýnd í Töflu 10.

Niðurstöður

Hér að framan hafa verið rakin dæmi um innstreymi súrefnis í hitaþolin plaströr í aðveituæðum nokkurra hitaveitna. Í langflestum tilfellum hefur mælst verulegt innstreymi, og í

sumum þessara veitna eru dæmi þess, að ofnar hafa gefið sig. Má í því sambandi nefna Hitaveitu Suður Skeiða og Hitaveitu Útbæja á Skeiðum. Í veitum þessum fer saman mikið súrefnisinnstreymi og há selta heita vatnsins, enda er nú svo komið, að verið er að setja upp, eða undirbúa uppsetningu, hitaskipta á flestum bæjum tengdum veitunum.

Innstreymi súrefnis er nokkuð mismunandi hjá hitaveitunum, og eru það nokkrir þættir sem þar spila inn í, en þó einkum fjórir. Þeir eru;

- Hitastig vatnsins
- Veggþykkt plaströra
- Tími vatnsins eða rennsli í rörunum
- Frágangur einangrunar

Svo virðist sem plaströr einangruð með urethan-skálum séu oft á tíðum lítt varin fyrir súrefni andrúmsloftsins, nema þar sem þess er sérstaklega gætt að vanda vel til frágangs við lagnir. Þá skiptir miklu máli að grafa aðveitulagnir í þéttan og þurrar jarðveg og einnig að búa vel um lagnir þar sem þær liggja yfir skurði, ár og læki, eða á öðrum stöðum þar sem ekki er unnt að grafa þær niður.

Full ástæða er til þess, að hanna þær hitaveitur sem nota hitaþolin plaströr, með það fyrir augum að hafa varmaskipta við inntak í hús. Eins og fram hefur komið hér að ofan, þá verður mest allt vatn, sem um slík rör fer, nánast ónothæft til beinnar upphitunar, nema þar sem til staðar eru súrefniseyðandi efni, svo sem brennisteinsvetni.

Að lokum vill höfundur þessa erindis taka undir lokaorð Ásbjarnar Einarssonar et al. eins og þau koma fram fundargögnum frá vetrarfundi SÍH 1985, en þar segir:

"Ógerlegt er að gefa nákvæmar reglur um mat af hættu á innstreymi súrefnis í gegnum hitaþolin plaströr, þar sem hitaveituvatn er mjög mismunandi að eiginleikum. Íhugun eftirfarandi spurninga á þó að geta leiðbeint um matið:

- Fer vatnið um viðkvæma stálhluti, t.d. stálofna, þegar það kemur úr plaströrunum?
- Hvað er vatnið heitt?
- Mun súrefni andrúmsloftsins eiga greiðan aðgang að rörunum?
- Eru hraðvirk súrefniseyðandi efni í vatninu?
- Er vatnið mjög salt?"

Heimildir

Ásbjörn Einarsson, Hreinn Halldórsson og Albert Albertsson: Mælingar á innstreymi súrefnis í hitaveituvatn í gegnum vegg hitaþolinn plaströra. Vetrarfundur SÍH, nóvember 1985.

Ólafur Bjarnason: Hitaveitur í sveitum. Vetrarfundur SÍH, nóvember 1987.

Greinargerð Orkustofnunar HK-81/03, 1981: Niðurstöður efnagreininga á vatnssýni úr holu 1 á Blesastöðum, Skeiðahreppi.

Tafla 10. Efnasamsetning vatns hjá hitaveitum (mg/kg)

Veita Staður	Hitaveita Suður Skeiða	Hitaveita Útbæja	Hitaveita Hlemmiskeiði	Hitaveita Gnúpverja	Hitaveita Reykjadal	Hitaveita Reykjahlíðar	Hitaveita Hríseyjar	Hitaveita Stóra Klofa
	Blesastaðir Hola 2	Húsatóftir Hola 8	Hlemmiskeiði Hola 2	Þjóraráholt Hola 1	Reykjadalur Hola 1	Varmaskiptastöð Heitt út	Hrísey Hola 10	Stóri Klofi Hola 2
Dags.	87-10-16	88-02-23	88-03-03	82-07-22	87-06-21	87-11-03	88-02-24	86-01-10
Hiti (°C)	75	73,5	61	66,5	~100	97	79	56,5
Sýrustig (pH/°C)	9,7/21	9,9/22	9,8/22	9,9/22	9,3/23	8,8/18	9,6/22	10,3/17
Kísill (SiO ₂)	69,0	71,1	70,4	70,8	127,2	25,9	69,2	62,9
Natríum (Na)	344,0	145,2	123,1	54,8	75,3	8,6	223,7	67,4
Kalí (K)	4,7	2,2	2,4	0,8	2,4	1,2	4,3	0,7
Kalsíum (Ca)	35,6	12,7	7,3	2,3	2,0	9,0	56,9	4,5
Magnesium (Mg)	0,001	0,012	0,05	0,01	0,009	4,9	0	0,04
Járn (Fe)	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	-
Mangan (Mn)	<0,05	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	-
Karbónat (CO ₂)	6,4	9,5	17,6	14,8	48,1	44,8	6,0	9,1
Súlfat (SO ₄)	117,5	64,6	51,6	39,4	48,2	5,6	47,8	71,6
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	<0,02	0,06	<0,03	<0,05	2,6	1,1	<0,03	<0,05
Klóríð (Cl)	501,4	169,9	125,3	24,9	23,9	3,3	388,8	19,7
Fíúor (F)	1,29	2,36	2,11	1,52	1,24	0,12	0,28	1,1
Uppleyst efni	1113	489	417	239	316	87	804	266
Súrefni (O ₂)	0,02	0,02	0,01	0,005	0	0,02	0,005	~0,01