

# LAGNAFRÉTTIR

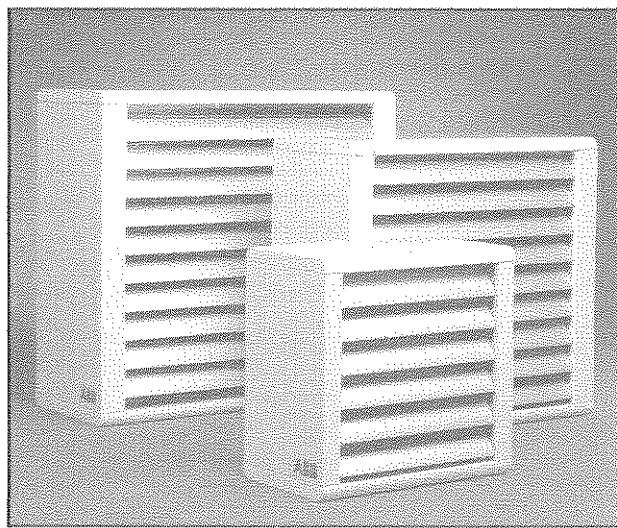
24

FRAMTÍDARSÝN Í LAGNAMÁLUM

## Hitablásarar frá ABB

Margar stærðir,  
mjög hagstætt verð.  
Kynntu þér málið.  
Hafðu samband við  
söolumenn okkar  
í síma 588 5000

**H**  
Háteknjihf.



Útgefandi:  
**LAGNAFÉLAG ÍSLANDS**

The Icelandic Heating, Ventilating  
and Sanitary Association

P.O. BOX 8026

128 Reykjavík

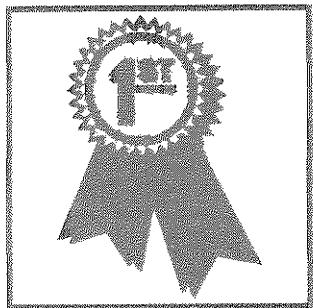
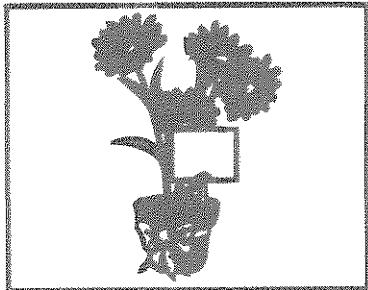
SIMI: 587 0660

Myndsendir: 587 4162

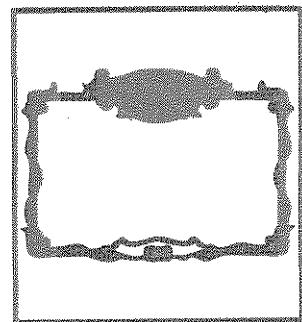
E-mail: laff@ishoff.is

RITSTJÓRN:  
KRISTJÁN OTTOSSON  
GUÐMUNDUR HALLDÓRSSON  
ABYRGÐ: KRISTJÁN OTTOSSON

I. TBL. 14. ARGANGUR JANUÁR 1999



# Auglýst er eftir Lofsverðu Lagnaverki



Lagnafélag Íslands  
auglýsir eftir tilnefningum um lofsvert  
lagnaverk fyrir árið 1998

Hver sem er getur tilnefnt verk til  
viðurkenningar, og hvort heldur verk sem  
heild eða einstaka þætti.

Verkunum, sem tilnefnd eru nú, skal hafa  
verið lokið á árinu 1998

Tilnefningum skal skila til Lagnafélags  
Íslands, Pósthólf 8026, 128 Reykjavík

Fax: 587-4162 Sími. 587-0660

# LAGNAFÉLAG ÍSLANDS

## FRAMTÍÐARSÝN Í LAGNAMÁLUM

### Fundarstaður:

Fundur á vegum Samorku, í samvinnu við Lagnafélag Íslands og fl.  
1. og 2. okt. 1998 að Grand Hótel Reykjavík.

### Ritstjórn:

Kristján Ottósson  
Guðmundur Halldórsson

### Ábyrgð:

Kristján Ottósson

### Setning og umbrot:

Kristján Ottósson

### Forsíðumynd:

Stjórnþúnaður:

Útgefandi:  
IDNÚ

# EFNISYFIRLIT



**Fundarstjóri:**  
Kristján Ottósson  
vélstjóri/blikksmiðam.  
framkvæmdastjóri  
Lagnafélags Íslands.



**Fundarstjóri:**  
Jón Sigurjónsson  
yggingsartverkfræðingur  
yfirverkfræðingur  
Rannsóknarst. bygg.



**Fundarstjóri:**  
Erlendur Hjálmarsson  
byggingalðnfræðingur  
byggingarfulltrúi  
Hafnarfjarðar



**Fundarstjóri:**  
Jóhann Bergmann  
verkfræðingur  
bæjarverkfræðingur  
Reykjaneshús

**FRAMSÖGUMENN:****BLADSÍDUTAL**

<i>Maria Jóna Gunnarsdóttir</i>	tæknifræðingur deildarstj. hitaveitu- og vainsveitusviðs Samorku	5
<i>Guðrún S. Hilmsdóttir</i>	verkfræðingur deildarstjóri umhverfisdeildar Sambands íslenskra sveitarfélaga	7
<i>Daniel Hafsteinsson</i>	tæknifræðingur Sambandi íslenskra tryggingafélaga	9
<i>Hrefna Kristmannsdóttir</i>	jarðfræðingur Orkustofnun	13
<i>Kate Nielsen</i>	efnaverkfræðingur Danmarks Tekniske Universitet	15
<i>Viðar Már Aðalsteinsson</i>	byggingarfulltrúi Reykjaneshús	21
<i>Grétar Leifsson</i>	verkfræðingur Félag byggingarefna- og húsmunakaupamanna	31
<i>Dr. Páll Valdimarsson</i>	prófessor í hitaveitum við Háskóla Íslands	35
<i>Áshjörn Einarsson</i>	efnaverkfræðingur	41
<i>Páll Árnason</i>	verkfræðingur Íöntækniðstofnun	47
<i>Ragnheiður Inga Þórarinsdóttir</i>	verkfræðingur Íöntækniðstofnun Íslands	49
<i>Ragnar Gunnarsson</i>	iðnfræðingur framkvæmdastjóri Verkvangs hf. verkfræðistofa	53
<i>Guðmundur Þóroddsson</i>	erkfræðingur Vatnsveitustjóri í Reykjavík	59
<i>Sigurður Sigurðsson</i>	efnaverkfræðingur Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns	61
<i>Örn Geir Jansson</i>	tæknifræðingur deildarstjóri veitukerfi Hitaveitu Reykjavíkur	69
<i>Pétur Kristjánsson</i>	tæknifræðingur svíðsstjóri rekstrarsviðs Vatnsveitu Reykjavíkur	73
<i>Einar Þorsteinsson</i>	tæknifræðingur deildarstjóri lagnadeilda Rannsóknarstofnunar byggingariðnaðarins	81
<i>Hreinn Frímannsson</i>	verkfræðingur Hitaveitu Reykjavíkur	83
<i>Sigurður Grétar Guðmundsson</i>	pípulagningameistari	85
<i>Pórður Ólafur Búason</i>	verkfræðingur formaður Lagnafélags Íslands.	87

*Maria Jóna Gunnarsdóttir tæknifræðingur  
deildarstj. hitaveitu- og vatnsveitusviðs Samorku*

Námstefnustjóri námstefnunnar 1. og 2. október '98

**Framtíðarsýn í lagnamálum – samantekt**

*Meðal þess sem kom fram var að nauðsynlegt væri að efla rannsóknir á þessu sviði. Það vantart t.d. að kortleggja sérlenskar aðstæður hvað varðar efnasamsetningu vatns. EKKI er nóg að þýða vottun á efni erlendis frá og vita ekki hvort það hentar á þessum ákveðna stað. Vatn á Íslandi hefur mjög mismunandi efnasamsetningu sem gerir val á lagnaefni flóknara. Nauðsynlegt er því að hafa aðgengilegar upplýsingar í góðum gagnagrunn um sérlenskar aðstæður á hverjum stað. Eftirfarandi eru helstu atriðin sem fram komu á námstefnunni.*



*Maria Jóna Gunnarsdóttir*

**Það er óásættanlegt að neysluvatnskerfin valdi reglulega slysum**

Það er ekki hægt að sætta sig við öll þessi slys sem hafa orðið af völdum heita vatnsins. Í nýrri byggingarreglugerð er krafa um að ekki skuli vera hætta á húðbruna af lagnakerfinu. En það þarf enga reglugerð til að segja okkur þetta. Við verðum að finna leiðir til að tryggja öryggi notenda eins og mögulegt er. Börnum, eldra fólki, fötluðum og erlendum ferðamönnum er hættast við að brenna sig og mörg átakanleg slys hafa orðið á undanförnum árum. Sem dæmi þá veldur 70-C heitt vatn annars stigs bruna á 10 sekúndum. Hitastig þarf að vera eins lágt og mögulegt er til að lámarka slysaþættu af völdum heita vatnsins en þarf hinsvegar að vera yfir kjörhitastigi hermannaveikibakteríunnar, sem er 55-C.

**Eina örugga lausnin að setja upp varmaskipta á neysluvatnið**

Ekki er hægt að sjá aðra tæknilega lausn, en að húseigendur setji upp neysluvatnsvarmaskipta á heita vatnið og geti þannig stýrt hitastigi á heita vatninu. Vandamálið er að galvaniseruðu stálrörin, sem eru víðast hvar í húsum, þola ekki upphitað kalt vatn. Þau myndu tærast á skömmum tíma. Krafa um varmaskipta yrði þá gerð til nýrra húsa og endurgerðra lagnakerfa. Þó er mjög líklegt að húseigandi hafi bótaábyrgð ef slys verður í gömlu húsi eftir að slíkar reglur hafa tekið gildi. Það er húseigandi sem ber ábyrgð á því að neysluvatnskerfið í húsi hans sé ekki hættulegt íbúum. Einföld aðgerð til að draga úr slysaþættu er að nota hitastýrð blöndunartæki. Þetta er einfaldur búnaður sem kallar á nokkuð viðhald, gæta þarf reglulega að pakkdósum og spindlum. Einnig þarf að athuga að fæst blöndunartæki eru gerð fyrir jafnháan hita og er á hitaveituvatni, flest eru gerð fyrir hámarkshittan 60-65\_C. En víðast hvar er hitaveituvatnið um 80-c heitt þegar það kemur inn í hús. Ekki er auðvelt að koma því við að lækka framrásarhita hitaveituvatnins. Það myndi þýða minna varmainnihald og þar sem 90% af vatninu er notað til hitunar, þyrfti að stækka ofna og lagnir í dreifikerfi.

**Nýr Evrópustaðall um veitukerfi**

Væntanlegur Evrópustaðall (EN806) gerir kröfu um að ekki sé slysaþættu af völdum neysluvatns og að neysluvatn sé ekki blandað vatni frá öðrum en viðkomandi vatnsveitu. Hér á landi er heita vatnið ekki skilgreint sem neysluvatn og mætti samkvæmt því ekki blandast kalda vatninu, eins og það gerir nú í blöndunartækjum og oft með millirennslu. Þetta ákvæði er sett í staðalinn til höfuðs lélegum vatnsbólum í einkaeigu eða í eigu fyrirtækja, sem eru í notkun jafnhliða hinu opinbera vatnsveitukerfi víða í Evrópu. Það hefur þó komið í ljós við athugun að líklega er auðvelt að fá undanþágu frá þessu ákvæði hér á landi vegna hitaveitukerfa okkar. Hinsvegar ef fyrirtæki eiga sína eigin borholu eða vatnsból má það vatn ekki tengjast inn á vatnsveitukerfið skv. þessum staðli. Það er einnig ljóst að að ekki yrði heimilt að blanda bakrásarvatni frá ofnum saman við drykkjarvatnið. Það er kominn tími til að við tökum þátt í þessu staðlastarfi til að sjá til þess að koma sjónarmiðum okkar á framfæri. Og til þess að fá að taka þátt í þessu starfi þarf aðeins að senda bréf.

### Galvaniserað stál ekki æskilegt fyrir kalt vatn

Galvanhúðað stál hefur verið hefðbundið efnisval í lagnir fyrir kalt vatn víðast á Íslandi. Þó eru undantekningar þar á. Á Suðurnesjum eru eirlagnir víða mjög algengar fyrir bæði kalt og heitt vatn. Galvanhúðað stál hefur aldrei verið æskilegt efnisval í lagnir fyrir kalt vatn hér á landi. Vatnið er of mjúkt og hreint fyrir þessi rör. Þetta hefur þó yfirleitt gengið, þar sem selta vatnsins er lítil eins og í Reykjavík. Þegar selta kalda vatnsins eykst aukast líkur á tæringu. Þá batnar hinsvegar staða eiröra. Þau endast t.d. vel á Suðurnesjum þar sem klóríð er um 70 mg/l. Lítíð notaðir töppunarstaðir þar sem kalda vatnið nær að standa og hitna eru varasamir. Þessi hitastigsaukning getur dugað til að margfalda tæringarhraða röranna, þar sem þau voru á hættumörkum áður vegna mjúka vatnsins. Allar tengingar úr eir auka svo enn á vandann. Galvaniserað stál hentar en síður í upphitað kalt vatn en er þó víða notað. Þar henta hinsvegar vel eirrör þó að þó dugi ekki fyrir kalda vatnið nema þar sem vatn er salt og pH-gildi yfir 7-7,5. Ryðfrítt stál hentar vel fyrir vatn upp að 60-65-C og ef klóríð er undir 150 mg/l.

### Plast gott í nær allar lagnir

Plast hentar vel fyrir allt vatn. Hitabolið plast hentar vel bæði fyrir upphitað kalt vatn og hitaveituvatn. Tölувert framboð er orðið á plasti og plastkerfum í lagnir innanhúss. Nauðsynlegt er að láta óháðan aðila prófa plaströrin og velja fyrir okkur bestu rörin. Nokkur hætta er á útskolu á andoxunarefnum sérstak-lega í einföldum kerfum. En þó er óljóst hvað sú hætta er mikil. Súrefnisupptaka hefur verið vandamál en nú er hægt að fá plaströr með súrefnissperru. Það er einnig takmörk fyrir því hvað vatnið má vera heitt sem fer inn á plaströrin. Einig þyrfти að finna hvaða gúmmí hentar best við okkar íslensku aðstæður. Og það þarf að vera til þekkingagrunnur sem hægt er að leita í.

### Góður árangur af átaksverkefni til að fyrirbyggja vatnstjón

Talið er að vatnstjón á Íslandi séu um 1 milljarður á ári þar af fara 600 milljónir í gegnum tryggingafélögin. Í nýlegu átaksverkefni var lagður grunnur að skráningu vatnstjóna hjá tryggingafélögunum og það er forsenda framfara í tjónavörnum. Í átakinu var gert átak í merkingum á lokum og aðgengi að tengigrind í húsum. Þegar farið var að safna upplýsingum um vatnstjón þá kom fram að um helmingur tjóna verða í húsum sem eru yngri en 30 ára. Einig er tölувert um að millirennslu valdi tjóni. Meginniðurstaða verkefnisins var sú að algengustu bilanirnar mátti rekja til þess að lagnir tærast í sundur vegna raka í umhverfinu þ.e. tæring utanfrá. Skilningur á fyrirbyggjandi viðhaldi hefur aukist mjög og með því að fára viðhaldsbók mætti lækka iðgjöld. En þó er óljóst hvað sú hætta er mikil.

### Ný Lagnamiðstöð og nauðsyn rannsóknar

Það er nauðsynlegt að nú verði hafnar hér öflugar rannsóknir á þeim vandamálum sem við er að glíma í lagnamálum. Lagnakerfismiðstöð var sett á stofn nú nýverið og hafa verið veittar til hennar 30 Mkr til byggingar húss fyrir starfsemina. Það er knýjandi að vinna að ýmsum verkefnum s.s. Það vanrar þekkingargrunn í lagnamálum, gagnagrúmm um eiginleika vatnsins á hinum ýmsu stöðum og gagnagrúmm um áhrif sérsíslenskra aðstæðna á endingu lagnaefna.

*Guðrún S. Hilmisdóttir verkfræðingur  
deildarstjóri umhverfisdeildar  
Sambands íslenskra sveitarfélaga*



**Setning námstefnu.**

Þessi námsstefnu sem nú er að hefjast um lagnir og val á lagnaefni er haldin af Samorka í samvinnu við Rannsóknastofnun byggingar-iðnaðarins, Iðntæknistofnun Íslands, Lagnafélag Íslands, Félag pípulagnameistara, Félag byggingarfulltrúa, Félag byggingarefna- og húsmunakaupmanna, Tækniþraðingafélag Íslands og Verkfræðingafélag Íslands og hefur námsstefnan yfirkriftina Framtíðarsýn í lagnamálum.

*Guðrún S. Hilmisdóttir*

**Ný öld**

Nú nálgst ný öld, sú tuttugasta og fyrsta, hröðum skrefum og þegar horft er til framtíðar blasir hún við. Við slík tímamót sem aldamót eru, er ágætt að staldra við, reyna að gera sér framtíðina eða nýju öldina í hugalund og líta til baka og skoða það sem hefur gerst og hvaða lærðóm má draga af því. Pannig ætti að vera hægt að meta hvað er gott og nýtilegt til framtíðar og fyrir komandi kynslóð og einnig hvað mætti betur fara.

Slík naflaskoðun og slíkt mat getur verið erfitt. Ekki er alltaf auðvelt að þurfa að horfast í augu við afleiðingar af því sem við höfum gert og erum að gera. Einnig er oft erfitt að koma á nauðsynlegum breytingum. Þó er ljóst að jörðin okkar stynur þungan og á erfitt með að jafna og eyða umhverfisáhrifum sem leiða af lífsmynstri nútímanançsins. Þegar líta á til framtíðar er nauðsynlegt að móta hugmyndir um hvernig hægt er að snúa þeiri þróun við og nýta auðlindir jarðar með sjálfbærum hætti og stuðla þannig að sjálfbærri þróun á nýri öld.

**Umhverfismál - Dagskrá 21**

Orðtakið sjálfbær þróun heyrist sífellt meira þegar fjallað er um umhverfismál og ekki síst um framtíð jarðar. Orðtakið er íslensk þýðing á enska orðtakinu sustainable development. Ein útskýring á því hvað átt er við þegar talað er um sjálfbæra þróun er sú að sjálfbær þróun sé efnahagslegt og mannlegt atferli sem fullnægi þörfum nýlifandi kynslóðar án þess að takmarka möguleika kynslóða framtíðarinnar til að fullnægja sínum þörfum.

Á Umhverfis- og þróunarráðstefnu Sameinuðu þjóðanna, sem haldin var í Rio de Janeiro árið 1992, samþykkti 181 ríki, þar á meðal Ísland, svokallaða Agenta 21 sem hlotið hefur íslensku þýðinguna Dagskrá 21. Í samræmi við Dagskrá 21 frá Ríó hefur Ríkissjórn Íslands samþykkt Sjálfbæra þróun í íslensku samfélagi, framkvæmdaáætlun til aldamóta. Þar eru sett fram stefnumið ríkistjórnarinnar til að stuðla að sjálfbærri þróun á Íslandi fram á nýja öld. Í þessari framkvæmdaáætlun eru marvíslegar ábendingar og áætlanir er varða sveitarfélög og veitustofnarnir.

Meðal annars eru sveitarfélög hvött til að vinna eigin framkvæmdaáætlun um umhverfismál í anda sjálfbærrar þróunar og umhverfisverndar eða svokallaða Staðardagskrá 21. Nú er hafið verkefni sem miðar að gerð Staðardagskrár 21 í sveitarfélögum og hafa 24 sveitarfélög sótt um þátttöku. Hjá sveitarstjórnunum er því áhugi á að taka umhverfismál sveitarfélaga til gagngerrar skoðunar meta núverandi stöðu og gera framkvæmdaáætlun um hvernig hægt er að stuðla að sjálfbærri þróun í hverju sveitarfélagi.

Þegar hugað skal að framtíðarsýn í lagnamálum er rétt að skoða umhverfismálin vel og vandlega og hvaða áhrif það getur haft á búskap jarðarinnar hvaða efni eru notuð. Einnig er nauðsynlegt að nýta heitavatnið og neysluvatnið með sjálfbærum hætti. Heita vatnið okkar er eitt af því sem skapar velmegun hér á landi og gerir þetta kalda land okkar byggilegt og hér á landi er mikið og gott

neysluvatn. Tryggja verður að komandi kynslóðir hafi nægan jarðvarma til að hita húsin sín og vatn til neysluvatnsnotkunar.

Heita vatnið okkar og nýting þess til húshitunar og annarar notkunar er eitt af auðlindum okkar Íslendinga. Okkur hefur tekist að nýta þessa auðlind á ódýran og hagkvæman hátt. Við tökum heita vatnið beint úr jörðu og leiðum það inn í húsin og beint í krana. Þetta þætti óhugsandi á ýmsum öðrum stöðum í heiminum þar sem millihitarar og alls kyns stýringar teljast nauðsynlegar. Pessar hagkvæmu lausnir okkar hafa þó þann ókost í för með sér að erfiðara er að stýra hitastigi og koma við ýmsum vörnum.

### Ný kynslóð

Ný kynslóð, eða kynslóð tuttugstu og fyrstu aldarinnar eru núna börnin okkar. Þau hafa litla möguleika eða tíma í dag til að horfa til framtíðar eða hafa áhrif á það hvernig sú framtíð verður sem þau fá afhenta frá okkur. Börn eru ekki eins og við fullorðna fólkið og ýmiss viðbrögð þeirra eru með öðrum haetti en okkar. Til dæmis kom það fram í grein Maríu Jónu Gunnarsdóttur í Tímaríti Samorku frá í febrúar sl. að viðbragðshæfni barna er ekki sú sama og fullorðinna. Boð um sársuka eru tvær til tvær og háfla mínuð að berast til heilans hjá börnum á meðan þau eru nokkrar sekúndur að berast til heilans hjá fullorðnu fólki.

Allir þekkja eldinn og eitt af því fyrsta sem börnum er kennt er að eldurinn sé heitur. En heitt vatn brennir eins og eldur en það eru ekki allir sem gera sér grein fyrir því. Í grein Jakobs S. Friðrikssonar í apríl blaði Samorku frá því í apríl sl. kemur fram að 70 gráðu heitt vatn veldur annars stigs bruna á 10 sekúndum og því heitara sem vatnið er því styttri tíma þarf til að valda alvarlegum skaða. Þannig eru börn, aldraðir, fatlaðir og ferðamenn í stæustum áhættuhóp hvað varðar slys af völdum heita vatnsins. Þannig er skert athygli og vankunnáttu talin vera ein meginástæða brunaslysa.

Í rannsókn á tíðni brunaslysa á íslenskum börnum á tímabilinu 1982 - 1995 kemur í ljós að að meðaltali brennir 21 barn sig ári. Í langflestum tilfellum eru brunavaldarnir heitt vatn eða heitir vökkvar og yngsti aldurhópurinn það er börn að fjögurra ára aldri sem eru í miklum meirihluta. Afleiðingar pessara slysa eru alvarlegar og oft geta hlutaðeigandi átt við þær í langann tíma og jafnvel alla æfina.

Þegar hugað er að framtíðarsýn í lagnamálum er nauðsynlegt að leita leiða til að að koma í veg fyrir slys af völdum heita vatnsins. Þannig verða allir að leggjast á eitt að finna lausnir sem stuðlar að öryggi okkar allra. En hér er ekki aðeins um öryggismál að ræða. Neysluvatn er skilgreint sem matvæli blandast í blöndunartækjum við heitt jarðhitavatn, sem ekki er skilgreint sem neysluvatn. Nýjir staðlar eru að öllum líkendum væntalegir frá Evrópubandalaginu sem kveða á um að ekki megi blanda saman neysluvatni við jarðhitavatn. Ný byggingareglugerð hefur tekið gildi sem á að tryggja okkur aukin gæði og öryggi og þar segir að allir evrópskir staðlar taki gildi sem íslenskir. Ef svo fer verður að finna nýjar lausnir fyrir þessa notkun á heita vatninu hér á landi.

### Að lokum

A þessari námstefnu um Framtíðarsýn í lagnamálum er þétt dagskrá þar sem leitast verður við að svara spurningum svo sem: Hað kosta vatnstjón okkur Íslendinga og hvernig er fólk og veitir tryggðar fyrir vatnstjónum, hvað er í vatninu sem við drekkum, hvaða nýjungar eru í lagnaefnum, hvað er að gerast varðandi vottun lagnaefna og margt fleira. Það mín ósk að þessi námstefna um lagnir og lagnaefni sem ber yfirskriftina Framtíðarsýn í lagnamálum verði góð og fræðandi og að hér skapist grundvöllur til skoðanaskipta hjá námstefnuþáttakendum. Ég segi námstefnuna hér með setta og fel Jóhanni Bergmann fundarstjórn hennar.

*Daniel Hafsteinsson tæknifræðingur  
Sambandi íslenskra tryggingafélaga*

## Framtíðarsýn í lagnamálum

Vátryggingin bætir tjón á vátryggðri húseign sem eiga upptök sín innan veggja hússins og stafa eingöngu af ófyrirsjánlegum, skyndilegum og óvæntum leka úr vatnsleiðslum, hitakerfi eða frárennslislögnum hennar.

### Undanskyldar áhættur

Skemmdir af völdum vatns sem þrýstist upp úr skolp- eða frárennslislögnum eða af völdum þess að lagnir geta ekki flutt allt það vatn er að berst. Vátryggingin bætir þó slíkar skemmdir ef þær verða beinlínis raktar til þess að leiðsla stíflast eða springur innanhúss. Tjón sem rekja má til missigs frárennslislagna bætast þó aldrei.



*Daniel Hafsteinsson*

Ofanritað er hluti af skilmálum fyrir svokallaðar húseigendatryggingar, sem eru samsettar tryggingar, en algengast er að fólk kaupi vatnstónstryggingar, sem hluta af stærri tryggingapakka.

Vátryggingin bætir tjón á almennu innbúi og persónulegum munum, sem fylgja almennu heimilishaldi af völdum vatns, gufu og olíu sem óvænt og skyndilega streymir úr leiðslum hússins. Jafnframt bætast tjón sem verða ef vatn streymir óvænt og skyndilega úr vatnsrúnum eða fiskabúrum vegna bilana. Einnig bætast vatnstjón, sem verða þegar vatn flæðir úr hreinlætistækjum vegna mistaka eða bilana á tækjunum. Sé ekki lokað fyrir vatnsaðstreymi í óupphituðum húsum þegar hætta er á frosti getur það valdið skerðingu eða missi bóta.

### Undanskyldar áhættur

Tjón vegna utanaðkomandi vatns, svo sem grunnvatns, úrkому, flóða eða vatns frá þakrennum eða frárennslisleiðslum þeirra. Tjón vegna vatns, sem þrýstist upp úr skolp- eða frárennslisleiðslum eða ef skolpleiðslur geta skyndilega ekki flutt allt það vatn er að berst, þó með þeirri undantekningu, ef leiðsla stíflast eða springur innanhúss.

Pessar tvær klausur eru ættaðar frá tveimur vátryggingafélögum, sú fyrri úr húseigendatryggingu og sú síðari úr svokallaðri innbústryggingu eða heimilistryggingu. Innbústrygging og húseigendatryggingar eru alls óskyldar innbyrðis, því innbústryggingin nær til tjóns á innbúi, (öllu lausu). Húseigendatrygging nær aftur á móti til tjóns á sjálfri húseigninni (öllu föstu) ásamt skaðabótaskyldu sem fallið getur á húseiganda vegna húseignarinnar, t.d. ef vatn lekur á milli síðu í blokk og veldur tjóni á eignum annarra.

### Vátryggingin bætir

Skemmdir á vátryggðri húseign sem eiga upptök sín innan veggja hússins og stafa eingöngu af ófyrirsjánlegum, skyndilegum og óvæntum leka úr vatnsleiðslum, hitakerfi eða frárennslislögnum hennar. Með orðalagi sem þessu er verið að reyna að skera það í pappa að tryggingunni er ekki ætlað að bæta tjón sem rekja megi til skorts á viðhaldi eða vegna hirðuleysis. Ekki tjóna sem eru að koma fram á löngum tíma, sem húseigandi hefði átt að tilkynna um strax og vart varð við fyrstu ummerki. Ef t.d. flísar byrja að losna af innmúruðu baðkeri má ljóst vera að tjón er að eiga sér stað. Því ber húseiganda að tilkynna slík um leið og hann verður var við að tjón er í uppsiglingu, en ekki eftir að stórtjón hefur átt sér stað. Það hefur að sjálfsögðu áhrif á bótaréttinn ef ekki er brugðist við fyrr en stórtjón er orðið.

Eins og fram hefur komið, kem ég frá SÍT. sem er hagsmunasamtök vátryggingafélaganna. Við verðum því að leita til félaganna í hvert skipti þegar okkur vantar upplýsingar og gögn um tjón. Eins

og ég nefndi hér áður eru þessar tvær klausur sem ég las ættaðar úr skilmálum tveggja félaga. Félögin sem bjóða frjálsar eignatryggingar innan okkar samtaka eru hins vegar fimm og því fimm mismunandi útgáfur af skilmálum og ekki má gleyma að þetta eru frjálsar tryggingar og því öllum frjálst að kaupa sér tryggingu eða ekki.

### Vátryggingar og veitufyrirtæki

Sjónarmið varðandi vátryggingamálefni veitufyrirtækja, þ.e.a.s. hitaveitna, rafveitna og vatnsveitna, eru áhekk því sem almennt gildir um atvinnurekstur hér á landi. Veitufyrirtæki eiga og nota margvíslegar eignir, bæði fasteignir, vélar og búnað, sem geta skemmt af ýmsum orsökum. Veiturnar hafa í sinni þjónustu starfsfólk, sem getur slasast við vinnu sína. Loks geta starfsmenn veitnanna valdið öðrum aðilum tjóni, sem veiturnar bera fulla ábyrgð á skv. reglum skaðabótaráttar. Veitufyrirtæki þurfa því að vera með margvíslegar eignatryggingar, slysatryggingar og ábyrgðartryggingar, ef vel ætti að vera.

Aðstaða veitufyrirtækja er þó frábrugðin því, sem venjulega tíðkast um almennan atvinnurekstur, að því leyti að um starfsemi veitna er jafnan mælt fyrir í settum lögum og reglugerðum. Þannig er mælt fyrir um hitaveitur og rafveitur í orkulögum frá árinu 1967, og um starfsemi hverrar hitaveitu og rafveitu gildir sérstök reglugerð, sem sett er með stoð í orkulögum. Gildandi reglugerðir fyrir hitaveitur og rafveitur eru því mjög margar. Um starfsemi vatnsveitna er fjallað í lögum frá árinu 1991 um vatnsveitir sveitarfélaga og þeim lögum til fyllingar hefur verið sett ein allsherjarreglugerð fyrir vatnsveitir allra sveitarfélaganna, sem er frá árinu 1992. Í þessum reglugerðum er að finna ýmis ákvæði, sem hafa samkvæmt orðanna hljóðan í för með sér allvíðtæka takmörkun á bótaskyldu vegna tjóns, sem rakið verður til reksturs veitnanna.

Ljóst er þó, að ef ákvæði áðurnefndra reglugerða um takmörkum skaðabótaábyrgðar stæðust alveg samkvæmt orðanna hljóðan, þá væri skaðabótaskylda veitna önnur og töluvert minni en tíðkast um almennan atvinnurekstur. Hitt er annað, að ýmsir hafa fært rök að því, að sumar þessar ábyrgðartakmarkanir standist ekki fyllilega í raun, komi til ágreinings. Mun ástæðan vera sú, að ábyrgðartakmarkanir a.m.k. sumra reglugerðanna gangi lengra heldur en efni laganna, sem reglugerðirnar styðjist við. Skaðabótaábyrgð veitna annars vegar og einkafyrirtækja hins vegar er því ekki mjög frábrugðin í reynd.

### Átaksverkefnið “Átak um forvarnir vatnstjóna”

Pegar ég er beðinn um að koma og ræða vatnstjónamál kemst ég ekki hjá því að nefna það átak sem ég tel hafa rutt brautina á síðustu árum í framförum varðandi vatnstjónavarnir og breyttan hugsanahátt bæði innávið hjá tryggingafélögunum og út á við bæði til almennings og fagfólks. Átakið var kallað “Átak um forvarnir vatnstjóna” og hóst í ársþyrjun 1992. Þetta átak var samstarfsverkefni Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins, Hitaveitu og Vatnsveitu Reykjavíkur, Félags pípulagningamanna, lagnaefnissala og Sambands íslenskra tryggingafélaga sem kostaði helming á móti hinum aðilum átaksins.

Í átakinu var lagður grunnur að því skráningarkerfi vatnstjóna sem félögin hafa stuðst við við gerð sinna skráningarkerfa á undanförnum árum. Það er jú ljóst að grundvöllur framfara á vatnstjónasviði eins og öðrum svíðum er að hafa samræmdar upplýsingar um tjónin þannig að hægt sé að sjá hvað veldur þeim.

Einnig má nefna merkingarátak sem varð til í átaksverkefninu. Hér er sýnishorn af lokamerkjum, hitaveitumerkin eru rauð og vatnsveitumerkin blá, um er að ræða tvö merki frá hitaveitu, á öðru stendur hitaveita og á hinu stendur hitaveita bakrás og er það auðvitað eingöngu sett upp ef bakþrístingur er á kerfinu. Á glærunni er einnig merki, sem framleitt hefur verið til að líma á hurðar.

Hitaveita Reykjavíkur reið á vaðið og Vatnsveita Reykjavíkur hófst handa stuttu eftir að Hitaveitan fór í gang og ætlar einnig að merkja öll sín inntök á næstu árum.

Hurðamerki er hægt að fá hjá því vátryggingafélagi sem tryggir viðkomandi húseign, en þetta getur verið ráðlegt í stærri fjölbýlishúsum.

Einnig gerði RB sérstakt reynslublað sem sýndi hugmyndir að leiðarlýsingu til stofnloka í stærri húsum.

Það hefur frá upphafi verið von okkar í stjórn átaksins að aðrar veitur um landið muni nýta sér þau gögn og þá vinnu sem unnin voru á vegum átaksins og merki inntaksloka á sínu svæði. Þessu hefur m.a. verið fylgt eftir af Vatnsthjónaráði, sem varð til sem framhald af átaksverkefinu um forvarnir vatnstjóna, og sem í sitja fulltrúar frá flestum hagsmunaaðilum sem tengjast vatnstjónum. Skv. nýlegum upplýsingum hafa 15-20 veitur víða að af landinu hafið merkingar stofnloka. Merking hf. hefur séð um framleiðslu merkjanna.

Það að merkja inntaksloka á þennan hátt gefur margvíslegan ávinning. Vonast er til að aðgengi að lokunum verði síður heft með alskins dóti og síðast en ekki síst að umfang vatnstjóna verði minna þar sem fyrr verður hægt að loka fyrir vatnslögn sem lekur.

#### Forvarnir

Vátryggingafélögin hafa stutt við fjölmörg forvarnarverkefni á undanförnum árum sem hafa það marmið að takmarka vatnstjón framtíðarinnar. Nefna má verkefni sem í vinnslu og hófst 1995 og er gert ráð fyrir að ljúki 2001 og nefnist "Tæring og ryðmyndun í heitsinkhúðuðum neysluvatnslögnum fyrir kalt vatn". Aðalstyrktaraðilar eru S.I.T. og Húsnaðisstofnun ríkisins, aðrir þátttakendur í verkefinu eru m.a. fjöldi veitna víða um landið. Verkefnið er unnið af RB og Verkfræðiþjónustu Péturs Sigurðssonar.

SÍ.T. lagði til verðlaunafé í tengslum við hugmyndasamkeppni um nýjar vatnstjónaöruggar lausnir sem fram fór á árinu 1995 að frumkvæði Lagnafélagsins.

Samband íslenskra tryggingafélaga afhenti Slökkvilið Reykjavíkur sérstaklega útbúinn verðmætaverndargám til notkunar í vatns- og brunatjónum á árinu 1996. Vátryggingafélögin festu kaup á búnaðinum í Svíþjóð og í Noregi, en í þeim löndum er hvað mest reynsla af slíkum sérhönnuðum búnaði.

Þetta samstarf á sviði verðmætaverndar hefur það að markmiði að takmarka tjón á eignum, jafnt húseignum sem lausafjármunum, vegna vatns og bruna. Samstarfið er ekki eingöngu bundið við þjónustusvæði Slökkviliðs Reykjavíkur, heldur getur komið upp sú staða í stærri tjónum að búnaðurinn geti nýst úti á landi. Fara þá slökkviliðsmenn með búnaðinum, og hafa umsjón með búnaðinum og björgunaraðgerðum.

Verðmætavernd snýst í stuttu máli um að bjarga verðmætum eftir tjón. Tiltölulega lítill bruni eða vatnstjón geta valdið gríðarlegu eftirtjóni ef ekki er brugðist hratt við. Menn hafa uppgötvað að hægt er að takmarka heildartjón verulega með því að reyna að bregðast hratt við og reyna að bjarga verðmætum frekar en að kaupa nýtt.

Fyrstu aðgerðir til að draga úr vatnstjóni gætu t.d. falist í að stöðva vatnsleka, dæla út vatni, bera út vélar/tæki/húsgögn, pakka verðmætum inn í plast, og hugsanlega að byrja þurrkun. Nefna má á í gáminum er rakaþurrrkarar frá Munters sömu gerðar og notaðir voru í vatnstjóninu í Iðunnarbókalagernum með góðum árangri fyrir fáum árum síðan. Það tjón hefði getað numið hundruðum milljóna króna ef ekki hefði komið til þessi þurktækni og þeir séfræðingar sem komu að málinu.

Segja má að gámurinn sé í raun umgjörð um fullbúið verkstæði með öllum þeim tækjum og búnaði sem nauðsynlegur er til að hefjast handa við verðmætabjörgun á tjónsstæð. Í gáminum eru m.a. rafstöðvar, ljóskastarar, vatnsdælur, öflugir loftblásarar, vatnssugur, tæki til að eyða lykt, ýmsar tegundir íláta, margskonar ábreiður, mikið úrval af rafmagnsköplum og rafmagnstengjum, og allar tegundir nauðsynlegra handverkfæra.

Auðvelt er að flytja gáminn t.d. á gámbíl eða vörubíl á áfangastað. Er óhætt að fullyrða, að búnaðurinn standist jafnfætis því besta, sem í þessum efnunum tilkast erlendis. Búnaðinum er komið fyrir á skipulegan hátt í hillum og festingum, sem eru sérstaklega hannaðar fyrir hvert tæki fyrir sig. Auðvelt er að flytja gáminn t.d. á gámbíl eða vörubíl á áfangastað.

Ef vátryggingafélagfélag óskar eftir afnotum af búnaðinum utan þjónustusvæðis Slökkviliðs Reykjavíkur fara sérstaklega þjálfandi menn frá Slökkvilið Reykjavíkur með búnaðinum. Nefna má að norðmenn keyra með búnaðinn allt að 6 tínum í tjón.

Um það leyti er átaksverkefninu um forvarnir vatnstjóna var að ljúka var haldinn fundur með öllum vátryggingafélögunum þar sem farið var yfir þau atriði sem vinna þurfti með áfram, bæði eftirfylgni innávið í tryggingafélögunum og út á við til almennings.

Forvarnir vátryggingafélaganna þegar horft er til vatnstjónapáttarins eru af ýmsum toga. Vátryggingafélögini hafa öll haft niðurstöður átaksverkefnisins til hliðsjónar eftir að átakinu lauk. Ég held að ég fari ekki með rangt mál ef ég fullyrði að öll félögin hafa tekið inn áhrif aldurs bygginga á iðgjaldabátt vatnstjónstryggingarinnar. Fyrir vátryggingafélagið er það forvörn að skoða þær eignir sem það hefur fengið beiðni um að vátryggja áður en vátryggingin er staðfest. Eins og með skilmála félaganna er staðið misjafnlega að þessu eins og örðu, sum félög skoða allar eignir, önnur skoða eignir sem hafa náð ákveðnum lágmarksaldri o.s.frv.

Hér fyrir nokkrum árum var sama iðgjald hjá húseigandum án tillits til aldurs húsa eða svæða. Nú er hins vegar reynt að nota áhættumat og er grundvöllur áhættumatsins gott skráningarkerfi. Fulltrúar félaganna koma og skoða húsin og hafa með sér gátlista sem farið er yfir. Það má nefna að mun algengara er nú en áður að vátryggingatöku er hafnað vegna lélegra aðstæðna, t.d. hefur komið upp að heilum fjölbýlishúsum hér í Reykjavík hefur verið hafnað um tryggingu á þeirri forsendu að allar lagnir hafa verið lagðar úr eir (súlfíð).

Nefna má að fulltrúar tryggingafélagsins spryja húseigendur m.a. hvort hann viti hvar á að loka fyrir heitt og kalt vatn inn í húsið komi til tjóns. Peirri spurningu er iðulega svarað neitandi og er þá farið í það með viðkomandi húseiganda að finna stofnlokana. Kannað er hvort barkar og slöngur að uppfvottavélu séu orðnir gamlir (eldri en 5 ára) o.s.frv.

Kannað er hvort lagnir eru sýnilegar eða í veggjum eða gólfum. Úr hvaða eftum lagnirnar eru o.s.frv.

Ef t.d. lagnakerfi hefur verið endurnýjað í gömlu húsi og húseigandinn getur sýnt fram á það hafi verið gert hefur það áhrif til lækkunar á iðgjaldi. Einhver félög hafa m.a. sett sérstakt álag á vatnstjónstryggingarnar á þeim svæðum sem hafa haft óeðlilega háá tjónatíðni. Nefna má að á undanförnum árum hafa verið mörg ofnatjón á Suðurnesjum og geta húseigendur losnað undan álaginu á trygginguna með því að setja upp varmaskipta.

Í átaksverkefninu um forvarnir vatnstjóna var safnað inn upplýsingum af höfuðborgarsvæðinu og mátti sjá að um helmingur tjónanna verða í húsum sem eru yngri en 30 ára. Meginniðurstaða verkefnisins var sú að algengustu bilanirnar mátti rekja til þess að lagnir tærast í sundur vegna raka í umhverfi þeirra. P.e. þær tærast í sundur utanfrá.

Samkvæmt könnun sem gerð var nýlega og unnin var úr gögnum frá öllu landinu má sjá að meginniðurstaðan er mjög áþekk.

**Hrefna Kristmannsdóttir jarðfræðingur  
og Magnús Ólafsson jarðfræðingur  
Orkustofnun**

**Flokkun hitaveituvatns og ferskvatns  
eftir efnasamsetningu**

Áreiðanlegar upplýsingar um efnainnihald vatns og mat á neyslu- og vinnsluhæfni þess þurfa að liggja fyrir áður en teknar eru ákvarðanir um efnisval og hönnun hitaveitna og vatnsveitna. Meta þarf einnig mögulegar breytingar, sem orðið geta í dreifikerfi og húslögnum við val á mismunandi lagnaefnum.

Efnasamsetning vatns er mjög mismunandi frá einum stað til annars og er háð ýmsum þáttum eins og t.d. hvort um er að ræða yfirborðsvatn eða grunnvatn. Einnig skiptir nálægð við sjó máli svo og gerð berggrunns. Þannig er grunnvatn á gömlu blágrýtissvæðunum allt annarrar gerðar en grunnvatn í ungu virku eldfjallabeltunum. Sé súrt berg í berggrunni hefur það áhrif á efnasamsetningu grunnvatnsins og mismunandi basaltgerðir móta einnig efnasamsetningu grunnvatns sem um þær rennur.

Flestallt kalt grunnvatn á Íslandi er neysluhæft með tilliti til efnainnihalds, en vinnslueiginleikar þess eru mjög mismunandi. Í flestum tilvikum er jarðhitavatn af lághitasvæðum einnig hæft til beinnar neyslu. Þó er sums staðar að finna vatn, sem ekki stenst ítrustu kröfur um drykkjarvatn og er jafnvel óneysluhæft, einkum vegna hárrar seltu eða hás flúorstyrks.

Fá dæmi eru þó um að jarðhitavatn sé beinlínis hættulegt til neyslu. Samkvæmt skilgreiningu reglugerðar Heilbrigðisráðuneytisins um neysluvatn er "hitaveituvatn hvorki ætlað til drykkjar né matargerðar, en er leitt í hús til upphitunar, baða og þvotta". Hitaveituvatn þarf því ekki að uppfylla kröfur, sem gerðar eru til drykkjarvatns.

Nokkur dæmi eru um að vatn hafi orðið óneysluhæft og jafnvel hættulegt til neyslu vegna rangrar hönnunar á veitum eða húskerfum. Því er mjög mikilvægt við hönnun veitukerfa að herma þau efnaverli sem geta orðið á leið vatnsins gegnum veitukerfin og sjá fyrir hugsanlega hvörfun vatnsins við lagnaefni af mismunandi gerðum.

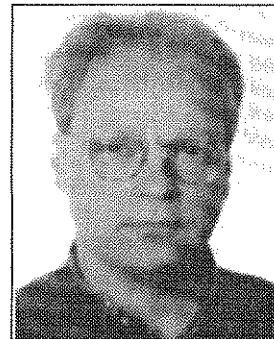
Við mat á nýtingarhæfni og vinnslueiginleikum vatns skiptir innihald ákveðinna gastegunda, selta og sýrustig (pH) einna mestu máli.

Súrefnismettun og styrkur frírrar kolsýru í vatninu skiptir miklu máli fyrir málmtæringu. Mun meiri hætta er á súrefnistæringu í heitu vatni en köldu. Jarðhitavatn heitara en 80 °C er undantekningarálaust súrefnissnautt þegar það kemur upp úr jörðinni, en getur tekið í sig súrefni í miðlunargeymum, um óþétt rörasamskeyti eða inn um veggi plastróra án súrefnissperru í dreifikerfi hitaveitna. Í jarðhitavatni skiptir tilvist og styrkur brennisteinsvetnis miklu máli fyrir málmtæringu. Brennisteinsvetni tærir kopar mjög hratt og er óráðlegt að nota koparhluti í hitaveituvatn, sem inniheldur það efni. Á hinn bóginn virkar brennisteinsvetnið sem innbyggð vörn gegn súrefnistæringu stáls þar sem það binst uppleystu súrefni og eyðir því úr vatninu. Brennisteinsvetni hvarfast við og myndar þetta járnsúlfssíðhúð innan á stállögnum og ofnum, sem hindrar frekari tæringu.

Selta ein og sér gerir vatn ekki tærandi né veldur útfellingum. Aukin selta virkar hins vegar sem hvati á efnahvörf og þar með tæringu og útfellingu. Sé vatn yfirmettað með tilliti til einhvers efnis eykur selta líkurnar á að útfelling hefjist. Kolsýru- og súrefnistæring er þannig mun hraðari í söltu, efnaríku



*Hrefna Kristmannsdóttir*



*Magnús Ólafsson*

vatni en efnasnauðu. Þá er tæringin mun hægari og til að verulegar tæringarskemmdir verði þarf mun meira súrefni og kolsýru í fersku vatni en söltu.

Allt grunnvatn á Íslandi (utan ölkelduvatns) er basískt, en yfirborðsvatn hefur lægra sýrustig. Það sem mestu ræður um sýrustig er gerð berggrunns og hvarftíminn. Þannig er sýrustig að jafnaði lægra í grunnvatni frá gömlu blágrytissvæðunum en í vatni sem hvarfast hefur við ung hraun, einkum fersk og glerkennd. Jafnvel yfirborðsvatn, sem notað er í vatsveitum hefur að jafnaði hærra pH en 6. Lághitavatn á Íslandi hefur yfirleitt mjög hátt sýrustig, með pH á bilinu 8,6-10,8. Sýrustigið hefur ýmiss konar áhrif á vinnslueiginleika vatns og hvaða lagnaefni er hentugast í hverju tilviki. Einnig hefur það áhrif á það hvort og í hversu miklum mæli frí kolsýra finnst í vatninu.

Nær einungis lághitavatn er notað beint í hitaveitur, en þar sem háhitavatn er notað til upphitunar eru að jafnaði byggðar varmaskiptastöðvar til að hita upp ferskvatn. Lághitavatnið er almennt ferskt, þ.e. klóríðstyrkur þess (sem er mælikvarði á seltu) er mjög lágur (<50 mg/l). Undantekning frá þessu er lághitavatn, sem orðið hefur saltmengað vegna innstreymis sjávar í jarðhitakerfið eða að vatnið hefur runnið um forn sjávarset. Jarðhitavatn er mettað af ýmsum efnasamböndum og við vinnslu getur vatnið orðið yfirmettað vegna kælingar, afloftunar við suðu eða jafnvel upphitun og þá er hætta á að efnasambandið falli út úr því.

Almennt má segja að veruleg hætta sé á tæringu og útfellingum í jarðhitavatni, sem hefur klóríðstyrk yfir 100 mg/l. Nær ómógulegt er að halda hitaveitukerfum alveg súrefnisfríum og sé vatnið saltmengað er hætt við tæringu þótt súrefnisstyrkur sé mjög lágur. Í sumum hitaveitum er blandað súrefniseyðandi efni (natríumsúlfít) í vatnið til að koma í veg fyrir tæringu. Auk þess að kopar tærist ört í vatni sem inniheldur súlfíð þá getur uppleystur kopar í vatni einnig örfað mjög stáltæringu.

Þær útfellingar, sem valda mestum vandræðum við nýtingu lághitavatns á Íslandi eru kalkútfellingar. Útfellingar eru yfirleitt ekki til vandræða í hitaveitum þar sem vatnið er ferskt og flestar hitaveitir sem hafa átt við veruleg útfellingavandamál að stríða nýta saltmengað vatn. Í mörgum veitum, sem nýta saltmengað vatn hefur þó tekist að sneiða hjá meiriháttar vandræðum vegna kalkútfellinga með rétti hönnun veitunnar og góðu tæknilegu eftirliti með rekstri þeirra.

Vandamál vegna magnesíumsflikatútfellinga hafa komið upp í öllum þeim hitaveitum, sem nota upphitað ferskvatn. Orsókin er sú að magnesíumsfliköt eru torleystari í heitu vatni en köldu og falla því út við upphitun. Auk styrks magnesíums og kísils hefur sýrustig veruleg áhrif á yfirmettun og útfellingu.

Í gagnagrunni Orkustofnunar eru varðveisittar umfangsmiklar upplýsingar um efnainnihald uppsprettuvatns, gass og gufu frá gufuhverum og vatns úr borholum frá flestum jarðhitasvæðum á landinu. Gögn um efnainnihald vatns eru einnig til hjá fleiri aðilum eins og Iðntæknistofnun og Raunvísindastofnun Háskólags. Gögnin spenna yfir langt tímabil og eru af mismunandi gæðum. Mun meiri og einnig betri gögn eru til um jarðhitavatn en ferskvatn. Verulega vantar á að nægilega góð gögn séu til um efnasamsetningu vatns sem nýtt er í vatsveitum. Með þeim reglugerðum sem nú eru komnar í gildi ætti það að breytast og jafnframt ætti að komast á reglulegt eftirlit með breytingum.

Reglulegt eftirlit með efnasamsetningu jarðhitavatns er hjá allflestum stærri hitaveitum og mörgum minni einnig. Tilgangur þess er bæði að fylgjast með breytingum á vinnslueiginleikum vatnsins og einnig vegna þess að yfirvofandi breytingar á jarðhitakerfinu, einkum kælingu, má oft sjá fyrir út frá breyttu efnainnihaldi vatnsins. Þegar niðurdráttar fer að gæta í jarðhitasvæði getur kalt vatn farið að renna inn í það. Kalda vatnið hitnar upp af bergeninu í jarðhitasvæðinu og kæling kemur yfirleitt ekki fram alveg strax, en hins vegar geta merki þessa innstreymis sést mun fyrr í breytti efnasamsetningu vatnsins.

Innstreymi af köldu vatni eða breytingar í blöndunarhlutfalli mismunandi vatnsæða við aukna dælingu úr holu geta breytt verulega vinnslueiginleikum vatnsins. Efnahvörf, sem verða í dreifikerfi geta breytt bæði vinnslueiginleikum og neysluhæfni vatnsins. Aukaefnum er sums staðar blandað í vatnið til súrefniseyðingar eða til að hefta kalkútfellingu. Þessi efni eru flest ekki hættuleg, en geta valdið kvillum sé styrkur þeirra langvarandi of hár. Nauðsyn á íblöndun hefur líka áhrif á forsendur efnisvals og hönnun veitna.

*Kate Nielsen efnaverkfræðingur  
Danmarks Tekniske Universitet*

**Tæring málma  
Orsakir og tæringarflokkar**



*Kate Nielsen*

**Inngangur.**

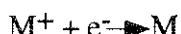
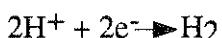
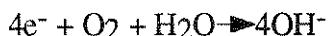
Tæring lagnaefna takmarkar endingu lagnakerfa vegna gegnumtæringar eða vegna þrenginga í leiðslum vegna útfellinga. Þá hefur tæring áhrif á vatnsinnihaldið og getur breytt gæðum vatnsins, þ.e. bragði, útliti og síðast en ekki síst getur málminnihald vatnsins orðið of hátt með tilliti til hollustu þess.

Hér á eftir mun tæring málma verða flokkuð eftir tegundum. Farið verður yfir orsakir tæringar og hvernig efnainnihald vatns getur haft áhrif á tæringarhraða. Mikil þekking er til um orsakir tæringar og um tæringarvarnir, þeir þættir sem valda tæringu vatnslagna eru almennt þekktir, þróaðar hafa verið aðferðir fyrir meðhöndlun vatns og lagnaefni er valið þannig að það henti viðkomandi vatni. Megináhersla í rannsóknum á tæringu í neysluvatnslögnum í Evrópu er nú lögð á að mæla málminnihald neysluvatns til þess að kanna hvort skilyrði hollstuverndar séu uppfyllt.

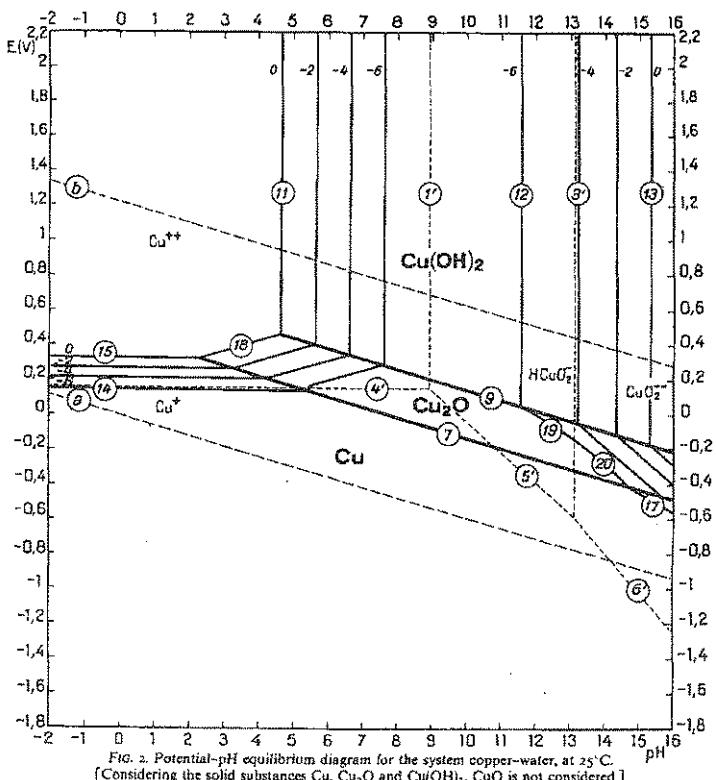
Tæring málma í vatnslögnum er rafefnafræðilegt hvarf milli málma og efna í vatninu. Anóðuhvarf er þegar málmur leysist upp í vatni og verður að hlaðinni málmjón sem leiðir rafstraum í vatni.



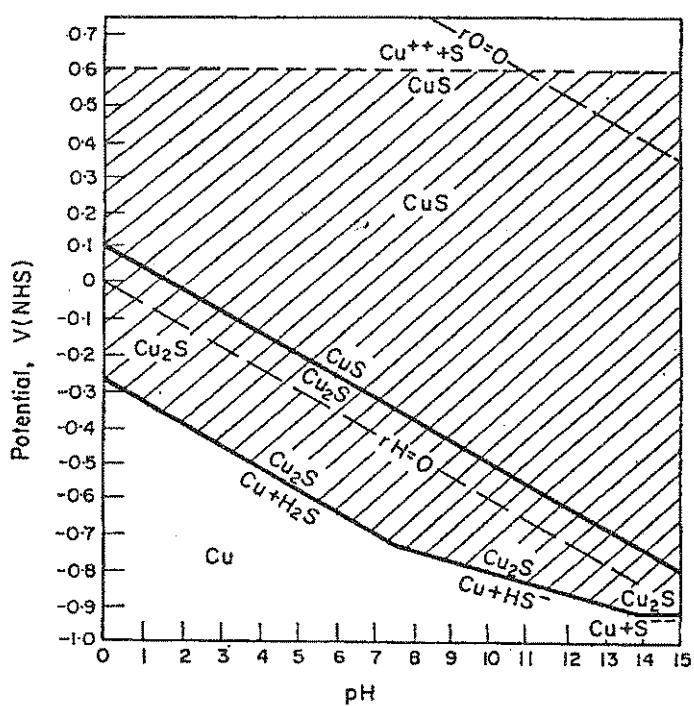
Elektrónan sem myndast notast við katóðuhvarfið, oftast er það súrefni sem afoxast, en önnur hugsanleg efnahvörf eru myndun vetrnis og/eða útfelling eðalmálms.



Málmar hafa mismikla tilhneigingu til að tærast eftir því hvar þeir eru í spennuröðinni. Sumir málmar geta verið eðalmálmar í ákveðnu umhverfi en ekki í öðru. Dæmi um þetta er kopar sem yfirleitt er talinn tæringarpolinn málmur, en getur tærst hratt ef súlfíð er til staðar eins og raunin er víða í hitaveitum hérlandis. Myndir 1 og 2 sýna svokölluð Pourbaix-rit fyrir kopar í vatni annars vegar með og hins vegar án súlfíð. Ef myndirnar eru bornar saman má sjá hvernig kopar fellur í spennuröðinni þegar súlfíð er til staðar og þar með eykst drifkraftur tæringar.



Mynd 1. Pourbaix-rit fyrir Cu-H<sub>2</sub>O



Mynd 2. Pourbaix-rit fyrir Cu-S-H<sub>2</sub>O

## Tæringsflokkar

Tæring er flokkuð í mismunandi tegundir eftir últiti og aðstæðum. Þær helstu eru eftirfarandi:

- \* Jöfn tæring (general corrosion).
- \* Rifutæring (crevice corrosion).
- \* Pyttatæring (pitting).
- \* Valtæring (selective attack).
- \* Kornamarkatæring (intergranular corrosion)
- \* Straumtæring (erosion).
- \* Spennutæring (stress corrosion cracking).
- \* Preytutæring (corrosion fatigue).
- \* Galvanísk tæring (galvanic corrosion).

Jöfn tæring er þegar allur málmlöturinn tærist nokkuð jafnri tæringu og sundurtæring er því sjaldan vandamál. Rifutæring, pyttatæring, valtæring og kornamarkatæring eru staðbundnari og sundurtæring getur átt sér stað á skömmum tíma, sérlega við pyttatæringu. Straumtæring, spennutæring og preytutæring eiga það sameiginlegt að tæring gerist undir álagi og yfirleitt er hægt að koma í veg fyrir tæringu með réttri hönnun. Galvanísk tæring getur átt sér stað þegar tenging mismunandi málma er óhentug, þ.e. málmar tengdir sem eru fjarri hvor öðrum í spennuröðinni við notkunaraðstæður og sérlega getur tæring orðið hröð þar sem yfirborð málmsins sem tærist frekar (anóðan) er minna en yfirborð málmsins sem tærist síður (katóðan).

## Áhrif umhverfis á tæringu

Mikilvægustu þættirnir í umhverfinu sem áhrif hafa á tæringu eru

- \* Sýrustig
- \* Súrefnisinnihald
- \* Saltinnihald
- \* Hitastig

Útfellingar á yfirborði málma mynda oft varnarlag gegn frekari tæringu. Það er þó misjafnt hversu stöðug slík varnarlög eru og hafa erlendar rannsóknaniðurstöður sýnt að í neysluvatni þurfi að vera ákveðið magn af kalsíum ( $\text{Ca}^{++}$ ) og karbónati ( $\text{HCO}_3^{-}$ ), auk þess sem vatnið þarf að vera á ákveðnu sýrustigsbili til þess að stöðug varnarlög myndist á innra yfirborði vatnsagna. Tafla 1 sýnir þær kröfur sem gerðar eru til innihalds neysluvatns í Noregi og tafla 2 sýnir gildi úr þýska staðlinum DIN 50930 fyrir galvaníseruð rör. Ef þessi gildi eru borin saman við efnainnihald neysluvatns á Íslandi á nokkrum stöðum, tafla 3, sést að íslenska vatnið stenst ekki þær kröfur sem gerðar eru í nágrannalöndum okkar. Hér lendis er karbónatinnihald víða undir 0,5 mmol/l, kalsíumstyrkur er víða um 4 mg/l langt undir viðmiðunargildum erlendis og sýrustig er víða hátt um 9,0.

Kröfur Norðmanna eru hvað minnstar t.d. hvað varðar karbónatinnihald  $>0,6 \text{ mmol/l}$ , en mörg lönd setja lágmarkið við 1,0 mmol/l og jafnvel er lágmarkið 2,0 mmol/l ef nota á galvaníserað stál. Kalsíumstyrkur á að vera á bilinu 15-25 mg/l og krafan til sýrustigs er víðast 7,5-8,5, þó er nokkur munur hér á milli landa. Á mynd 3 eru sýndar ráðleggingar sem gerðar eru til sýrustigs í 8 löndum.

**Tafla 1. Kröfur sem gerðar eru til innihalds neysluvatns í Noregi.**

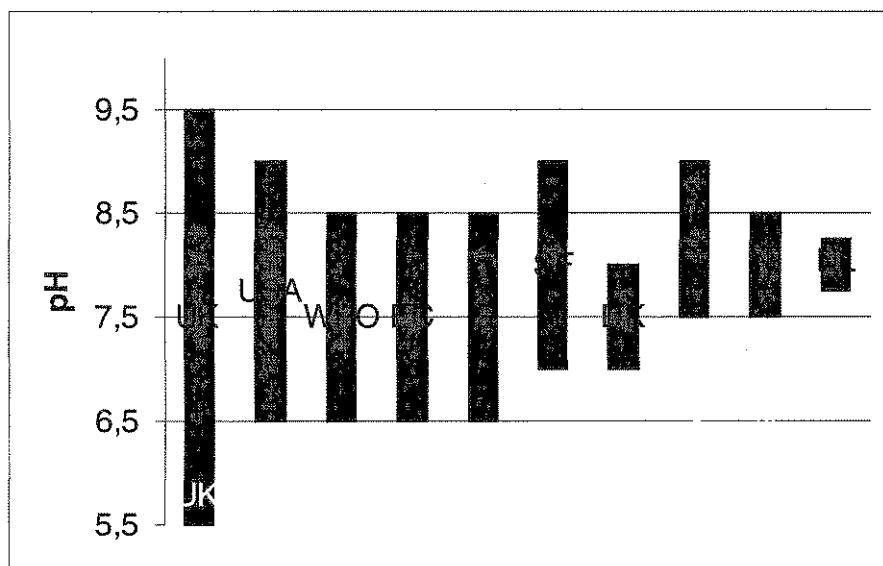
Water Quality Parameters	Drinking Water Criteria		Typical Norwegian Surface Water
	Recommended Quality	When Treated With Lime + CO <sub>2</sub>	
pH-value	7,5-8,5	8,0-8,5	~6,0
Alkalinity (mmol/l)	0,6-1,0	~1,0	~0,1
Hardness (mg Ca/l)	15-25	15-25	~2,5

**Tafla 2. Kröfur samkvæmt DIN 50930 til að varnarlag myndist í galvaníseruðum rörum.**

[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	> 2 mmol/l
([Cl <sup>-</sup> ] + 2[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ])	< 1
[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	
[Ca <sup>++</sup> ]	>20 mg/l

**Tafla 3. Sýrustig, kalsíum-, karbónat-, súlfat og klórstyrkur neysluvatns á Íslandi á nokkrum stöðum.**

	pH	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	$\frac{([Cl^-] + 2[SO_4^{2-}])}{[HCO_3^-]}$
Reykjavík Jaðar	9,0	4,3	0,48	3,0	9,8	0,83
Borgarnes Seleyri	6,8	51	~0	-	150	(10)
Akureyri	8,1	4,6	0,52	1,0	5,6	0,39

**Mynd 3. Ráðleggingar um hentugt sýrustig neysluvatns í mismunandi löndum.**

Málið er því ekki alveg einfalt, önnur efni í vatninu geta einnig haft töliverð áhrif á tæringarhraða. Fosföt og siliköt eru talin verja gegn tæringu, meðan súlfat og klór auka tæringarhættu. Auk þess eykur hækkandi hitastig vatnsins tæringarhraða.

Galvaníseraðar lagnir henta samkvæmt framansögðu illa fyrir mjúka efnissnauða vatnið í Reykjavík, en eru samt mest notaða lagnaefnið. Koparlagnir hafa verið minna notaðar en hér gilda svipuð lögmál. Það myndast í byrjun þunnt koparoxíðlag. Til þess að varnarlagið verði stöðugt þarf ofan á koparoxíðlagið að myndast karbónatlag. Þetta tekur oft 1-2 ár. Sé carbónatinnihaldið of lágt og/eða lögnin lítið notuð myndast ekki stöðugt varnarlag innan á lögn. Lítill göt geta komið á koparoxíðlagið og pyttatæring átt sér stað á skómmum tíma. Sundurtæring gerist helst í löngum og/eða lítið notuðum leiðslum eða þar sem lagnir eru þrýstiprófaðar löngu fyrir notkun.

Samkvæmt þeim efnagreiningum sem liggja fyrir og þeirri þekkingu sem til er, ætti að forðast notkun galvaníseraðra lagna og koparlagna víða í kaldavatnslagrin t.d. í efnissnauða vatninu í Reykjavík, en nota í staðinn ryðfrítt stál eða plast. Einnig væri hægt að meðhöndla vatnið með því að bæta út í það CO<sub>2</sub> og kalsium, það myndi auka endingu galvaníseraðra lagna og koparlagna.

Í súlfíðriku hitaveituvatni tærast eirlagnir jafnri tæringu og koparsúlfíð-útfellingar virðast ekki vernda málminn nægjanlega, hins vegar hafa stállagnir reynst vel, járnsúlfíð-útfellingar virðast vernda málminn gegn frekari tæringu. Í súlfíðriska vatninu ætti einnig að vera í lagi að nota ryðfrítt stál ef rétt er að farið. (Spennutæring getur átt sér stað við hitastig >65-C ef súrefnini og raki kemst að lögn utan frá). Þá eru plastlagnir líka hugsanlegur kostur ef súrefnisvörn er nægjanleg. Athuga þarf alltaf að samskeyti séu aðgengileg, því þar er hætta á að pakkningar gefi sig, t.d. er gúmmí viðkvæmt í súlfíðriku umhverfi.

Í lokin er rétt að benda á kosti aðgengilegra lagna, þar sem leki kemur fljótt í ljós og hægt að skipta út lögn á tiltölulega ódýran hátt.

byggjast á faglegri þekkingu  
og vönduðum tækjum.

**Héðinn verslun**

kappkostar að bjóða heimsþekktar  
gæðavörur, tryggan lager og góða  
þjónustu. Í söludeildinni starfa  
iðnaðar- og tæknimenn með góða  
þekkingu hver á sínu sviði. Þeir  
leggja sig fram um að aðstoða við  
val á réttu tækjunum í hvert  
úrlausnarefni.

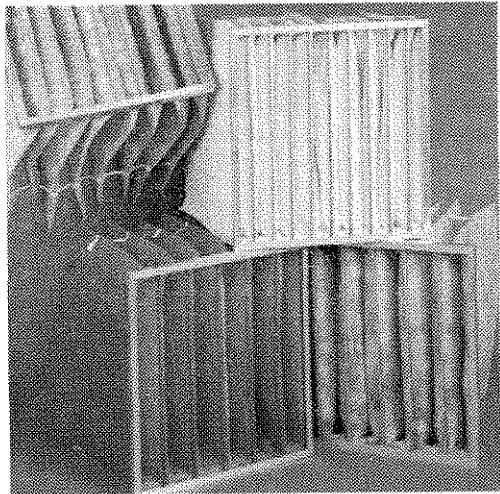
**HÉÐINN**  
VERSLUN  
SELJAVEGI 2 SÍMI 510 4100

Danfoss

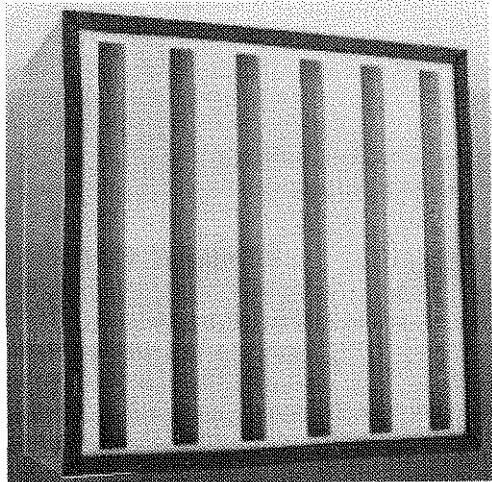
ESAB

LOWARA

# SÍUR FRÁ PÝSKA FYRIRTÆKINU EMW



Eigum á lager  
allar algengustu  
síur í loftraestikerfi



Pá eigum við einnig  
á lager EU 14  
filtera (absalutfiltera)  
ásamt lyktarfilterum  
ogöðrum sérfilterum

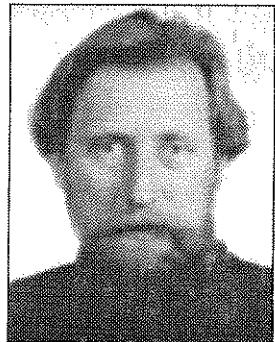
**BLIKKsmiðurinn hf.**

Malarhöfða 8 Simi: 577-2727 Fax: 577-2737

*Viðar Már Aðalsteinsson  
byggingarfulltrúi Reykjanesbæ.*

**1. Hverjar verða helstu breytingar í  
starfsumhverfi þeirra sem að byggingarmálum  
koma eftir að ný byggingarreglugerð tekur gildi**

Ný skipulags- og byggingarlög nr. 73/1997 og lög um breytingu á skipulags- og byggingarreglugerð nr. 135/1997 voru samþykkt á Alþingi og öðluðust gildi þann 1. janúar 1998.



Í lögum um breytingu á skipulags- og byggingarlögum segir í 13. gr. Eftirfarandi breytingar verða á ákvæði til bráðabirgða í lögunum:

*Viðar Már Aðalsteinsson*

1.a. 1.tölul. orðast svo: Skipulagsreglugerð skv. 10. gr. og byggingarreglugerð skv. 37. gr. skulu settar eins fljótt og við verður komið, í síðasta lagi 1. júlí 1998. Ný byggingarreglugerð hefur tekið gildi og var gefin út af Skipulagsstofnun í byrjun júlí sl. Þar sem byggingarreglugerðin er jú afleiðing skipulags- og byggingarlaganna og skýring þeirra er ekki ætlunin að fara frekar út í lögini en orðið er nema í þau sé vitnað.

Nýja byggingarreglugerðin veldur óhjákvæmilega verulegum breytingum í starfsumhverfi allra, sem að byggingarmálum koma. Ef við byrjum á þolandanum verður hann var við skýrari línum varðandi hönnun og byggingarstjórn, eftirlit og ábyrgðir. Það er einfaldlega eytt mun fleiri orðum í nýju reglugerðinni en hinni gömlu í útskýringar hvort sem er á breytingum eða áhersluatriðum. Einhver sagði hér um daginn þetta stendur allt í reglugerðinni. Eitt er þó það atriði, sem ekki stendur í reglugerðinni. Umhverfisráðuneytið boðar: Að nú skuli farið eftir þessu öllu saman og ekki gefið eftir eins og dæmin virðast sýna.

Ef við rennum í stuttu máli yfir helstu atriðin hjá hinum ýmsu aðilum og byrjum á **hönnuðum**. Eins og segir í 25. gr. Löggilding hönnuða. Rétt til að leggja fram uppdrætti vegna byggingarleyfis hafa þeir sem til þess hafa hlotið löggildingu ráðherra skv. 48. og 49. gr. skipulags- og byggingarlagu. Fórum yfir 48. og 49. gr.

**48.gr. Löggilding hönnuða.** Rétt til að leggja fram uppdrætti vegna byggingar- eða framkvæmdaleyfis hafa þeir sem til þess hafa hlotið löggildingu ráðherra. Arkitektar, byggingarfræðingar, tæknifræðingar, verkfræðingar, rafíðnfræðingar, innanhússhönnuðir eða landslagshönnuðir, sem sækja um löggildingu samkvæmt lögum þessum, skulu hafa hlotið heimild iðnaðaráðherra til starfsheitisins samkvæmt lögum um löggildingu nokkurra starfsheita sérfræðinga í tækni- og hönnunargreinum, nr. 8/1996.

*Umsækjendur, aðrir en arkitektar og byggingarfræðingar, skulu hafa sérhæft sig á viðkomandi löggildingarsviði og öðlast starfsreynslu hjá löggiltum aðila á svíðinu. Starfsreynslutíminn skal ekki vera skemmti en þrjú ár, þar af minnst eitt ár hér á landi.* Í vottorði um starfsreynslu skal gerð grein fyrir þeim verkefnum sem umsækjandi hefur unnið að á starfsreynslutímanum. Að starfsreynslutímanum loknum skulu umsækjendur sækja námskeið og undirgangast próf það sem mælt er fyrir um í 3. mgr. Ráðherra leitar umsagnar viðkomandi fagfélags áður en löggilding er veitt.

Ráðherra sendir árlega lista yfir löggilda hönnuði til Skipulagsstofnunar og byggingarfulltrúa.

**49.gr. Löggilding á sérsviði.** Verkfræðingar og tæknifræðingar með viðkomandi sémenntun geta fengið löggildingu ráðherra til að hanna og gera séruppdrætti að burðarvirkjum, boðveitum, rafkerfum og raflögnum í mannvirkjum, vatns-, hita- og fráveitukerfum, loftræsikerfum og lýsingarkerfum.

**50.gr. Löggilding prófhönnuða.** Verkfræðingar með sémenntun og löggildinu á viðkomandi hönnunarsviði geta hlotið sérstaka löggildingu ráðherra sem prófhönnuðir, sbr. 6. mgr. 42. gr., enda hafi þeir minnst sex ára starfsreynslu á þessu sviði, þar af minnst eitt ár við eftirlit með framkvæmdum.

Ráðherra setur nánari reglur um hæfnisskilyrði prófhönnuða, störf þeirra og starfshætti. Setja má það skilyrði að umsækjandi gangist undir próf.

Ráðherra sendir árlega lista yfir löggilda hönnuði til Skipulagsstofnunar og byggingarfulltrúa. **Pessi listi er í dag mjög ófullkomin og því ómarktækur.**

Eftir þessum lista er nú beðið þar sem hönnuðir verða nánast að sanna löggildingu sína gagnvart byggingarfulltrúa. Ráðgjöf Skipulagsstofnunar við bíðum listans frá ráðuneytinu

50. gr. flaut þarna með þar sem þarna er **um merka nýjung á Íslandi að ræða.** Þjóðverjar eru að vísu í æ riskari mæli að afleggja sína prófhönnuði þar sem þeim þótti af öllum mönnum þetta þyngja kerfið óhæfilega.

Að ofan er vitnað í 42.gr. laganna og þykir því rétt að hnýta henni við hér að aftan.

Byggingarfulltrúa er heimilt að fengnu samþykki sveitarstjórnar að fela prófhönnuði eða faggiltri skoðunarstofu yfirferð og samþykkt séruppráttu. Vegna yfirferðar séruppráttu skal greiða sérstakt gjald sem nemni þeim útgjöldum sem yfirferðin hefur í för með sér. Í byggingarreglugerð skal kveðið á um starfsreglur og gjaldtöku vegna þessa.

Samfara löggildingarmálunum kemur inn ábyrgðartrygging hönnuða. Víkjum að því hér á eftir. Í reglugerðinni er ákvæði um samræmingu uppdráttu endurvakið atriði í nýjum búningi eða eins og stendur í

17.gr. 17.1 Aðal- og sérupprættir skulu gerðir af hönnuðum sem fengið hafa löggildingu, sbr. gr. 25.

Hönnuðir skulu árita uppdrætti sína eigin hendi og þannig ábyrgjast að hönnun sé faglega unnin og í samræmi við lög og reglugerðir um byggingarmál. Með áritun sinni ábyrgist hönnuður að viðkomandi mannvirki standist þær kröfur sem til þess eru gerðar í reglugerð þessari, enda hafi verið fylgt að fullu uppdráttum hans, verklýsingu og skriflegum fyrirmælum.

**17.2 Sá sem áritar aðaluppdrátt ber ábyrgð á því að samræmi sé milli aðaluppdráttu og séruppráttu af hlutaðeigandi byggingu, og skal hann árita þá því til staðfestingar áður en þeir eru sendir til byggingarfulltrúa.**

**17.3 Hönnuður aðaluppdrátt ber ábyrgð gagnvart byggingaryfirvöldum á því að sérupprættir séu í samræmi innbyrðis eftir því sem við á, en hann getur falið öðrum, sem til þess er hæfur, að hafa samræminguna á hendi.**

Nog um þátt hönnuða að sinni víkjum að þætti *meistaranna*. Veigamikil breyting þar á þa er tilkoma byggingarstjóra, sem síðan ræður sér meistara. **Byggingarstjórinn er því ábyrgur fyrir byggingunni gagnvart byggingarfulltrúa.** Línum á 31. og 32. gr. reglugerðarinnar.

### 31. gr. Byggingarstjórar

Við stjórн byggingarframkvæmda hvers mannvirkis skal vera einn byggingarstjóri.

#### 31.1 Byggingarstjórar geta verið:

- Húasmíðameistarar, mýrarameistarar, pípulagningameistarar, vélvirkjameistarar, rafvirkjameistarar og byggingariðnfræðingar sem hlotið hafa viðurkenningu samkvæmt skipulags- og byggingarlögum og tilskilið starfsleyfi.
- Arkitektar, verkfræðingar, tæknifræðingar og byggingarfraðingar með þriggja ára reynslu af verk- og byggingarstjórn eða byggingareftirliti.

**31.2 Sá sem tekur að sér að vera byggingarstjóri við tilteknar byggingarframkvæmdir skal tilkynna byggingarfulltrúa um það og framvísa jafnframt nauðsynlegum gögnum eða skilríkjum um að hann uppfylli þau skilyrði sem sett eru um byggingarstjóra. Einnig skal hann, ef hann er ekki sjálfur eigandi byggingarréttarins, framvísa yfirlýsingu eða samningi**

við eigandann um að hann hafi verið ráðinn til verksins. Byggingarfulltrúi lætur byggingarstjóra í té staðfestingu á því að hann sé byggingarstjóri við viðkomandi byggingarframkvæmdir enda séu formskilyrði uppfyllt og byggingarstjórinn hafi með undirritun sinni staðfest ábyrgð sína á framkvæmd verksins.

**Byggingarstjóri þarf auk heldur að afla sér ábyrgðartryggingar á hvert það verk er hann tekur að sér, víkjum að því hér á eftir.**

Seljendur byggingarefna fá sín málefni umfjölluð í auknum mæli, víkjum að því í kaflanum um vottun lagnaefna.

Niðurstaða þessa kafla er sú séð með augum húsbyggandans þessi:

Hann stendur frammi fyrir 2. aðilum, sem að sjá nánast um bygginguna þ.e. samræmingarhönnuðurinn og byggingarstjórinn.

Nú sprýja menn er tími einkaframtaksins séð með augum byggjandans liðinn í þá veru að hann fær ekki lengur að vinna þetta sjálfur á kvöldin og um helgar og meistarinn kemur til úttekta í hjólastól af elliheimilinu?

Spurning sem vert væri að taka upp í umræðuhópnum hér á eftir.

Sama gildir um tilveru samræmingarhönnuða svo og tilgang prófhönnuða. Í kafla þessum er ef til vill farið full ítarlega í framangreind atriði en það þótti nauðsynlegt sökum vægi þeirra.

## 2. Hverju breytir nýja byggingarreglugerðin varðandi ábyrgð og úttekt?

Víkjum að hönnuðum en varðandi þau mál segir svo í 26.gr.

### 26. gr. Ábyrgðartrygging hönnuða

26.1 Hönnuður, sem leggur uppdrætti fyrir byggingarnefnd, skal hafa í gildi tryggingu vegna fjárhagstjóns sem leitt getur af gáleysi í starfi hans. Síka tryggingaskyldu getur hönnuður uppfyllt með því að kaupa starfsábyrgðartryggingu hjá våtryggingarfélagi, sem starfsleyfi hefur hér á landi, með því að afla sér ábyrgðar viðskiptabanka eða sparisjóðs eða leggja fram annars konar tryggingu sem umhverfisráðuneytið metur gilda. Tryggingin skal gilda í a.m.k. 5 ár frá lokauttekt skv. gr. 53 á viðkomandi mannvirki.

26.2 Tryggingin skal nema minnst 5.000.000 krónum vegna hvers einstaks tjónsatviks.

Heildarfjárhæð tryggingarþóta innan hvers tólf mánaða tímabils skal nema minnst 15.000.000 krónum. Fjárhædir þessar skulu miðast við byggingarvísitölu 229,8 stig og breytast 1. janúar ár hvert í samræmi við breytingar á vísitölunni. Þegar hönnuður tekur að sér mjög umfangsmikla hönnun getur byggingarfulltrúi að höfðu samráði við umhverfisráðuneyti krafist frekari trygginga vegna þess verks. Jafnframt geta lóðarhafi/byggjandi og hönnuður í samningi sín á milli kveðið á um frekari ábyrgðartryggingu en hér segir. Akvæði þessi gilda jafnt hvort sem um nýbyggingu er að ræða eða breytingar á eldra húsnæði.

26.3 Heimilt er að áskilja sjálfsáhættu tryggingartaka í tryggingarskilmálum, en slíkt má ekki skerða rétt þriðja manns til bóta úr hendi þess er tryggingu veitir.

26.4 **Hönnuður skal, áður en hann leggur uppdrætti fyrir byggingarnefnd, framvísa hjá viðkomandi byggingarfulltrúa staðfestingu þess, er tryggingu veitir, að hann hafi fullnægjandi tryggingu.**

26.5 Hafi hönnuður ekki lengur fullnægjandi tryggingu, samkvæmt framangreindu, er honum ekki heimilt að leggja uppdrætti fyrir byggingarnefnd.

26.6 Þar sem tveir eða fleiri hönnuðir starfa með sameiginlega starfsstofu og bera óskipta bótaábyrgð á störfum hvors/hvers annars, geta þeir fullnægt tryggingaskyldu sinni með því að leggja fram sameiginlega tryggingu, enda komi nöfn þeirra beggja/allra fram í tryggingarskjali. Sé starfsstofan rekin í formi hlutafélags eða einkahlutafélags þarf jafnframt að liggja fyrir yfirlýsing

hönnuðanna þess efnis að þeir beri óskipta ábyrgð á störfum hvors/hvers annars. Skulu þá lágmarksfjárhæðir, skv. mgr. 26.2 hækka um a.m.k. 10% fyrir hvern hönnuð umfram einn.

- 26.7 Skilmálar vegna trygginga hönnuða skulu kynntir umhverfisráðuneyti, áður en þeir eru boðnið viðkomandi aðilum. Sé um vátryggingu að ræða skulu skilmálarnir jafnframt kynntir Vátryggingaestirliti.

### 33. gr. Ábyrgðartrygging byggingarstjóra

- 33.1 Byggingarstjóri skal hafa í gildi tryggingu vegna fjárhagstjóns sem leitt getur af gáleysi í starfi hans. Slíka tryggingarskyldu getur byggingarstjóri uppfyllt með því að kaupa starfsábyrgðartryggingu hjá vátryggingarfélagi, sem starfsleyfi hefur hér á landi, með því að afla sér ábyrgðar hjá viðskiptabanka eða sparisjóði eða leggja fram annars konar tryggingu, sem umhverfisráðherra metur gilda. Tryggingin skal gilda í a.m.k. 5 ár frá lokum framkvæmdar sem hann hefur stýrt. Lok framkvæmdar miðast við dagsetningu lokaúttektar, skv. gr. 53.

- 33.2 Tryggingin skal nema minnst 5.000.000 krónum vegna hvers einstaks tjónsatviks. Heildarfjárhæð tryggingarbóta innan hvers tólf mánaða tímabils skal nema minnst 15.000.000 krónum. Fjárhæðir þessar skulu miðast við byggingarvísítolu, 229,8 stig, og breytast 1. janúar ár hvert í samræmi við breytingar á vísítolunni. Þegar byggingarstjóri tekur að sér byggingarstjórn mjög umfangsmikilla byggingarframkvæmda getur byggingarfulltrúi, að höfðu samráði við umhverfisráðuneyti, krafist frekari trygginga vegna þess verks. Jafnframt geta lóðarhafi/byggjandi og byggingarstjóri í samningi sín á milli kveðið á um frekari ábyrgðartryggingu en hér segir. Akvaði þessi gilda jafnt hvort sem um nýbyggingu er að ræða eða breytingar á eldra húsnæði.

- 33.3 Heimilt er að áskilja sjálfsáhættu tryggingartaka í tryggingarskilmálum, en slíkt má ekki skerða rétt þróðja aðila til bóta úr hendi þess er tryggingu veitir.

- 33.4 Byggingarstjóri skal áður en hann tekur að sér byggingarstjórn tiltekins mannvirkis leggja fram hjá viðkomandi byggingarfulltrúa staðfestingu þess, er tryggingu veitir, að hann hafi fullnægjandi tryggingu.

- 33.5 Falli trygging úr gildi skal sá, er tryggingu veitir, tilkynna það tryggingartaka og umhverfisráðuneyti. Ráðuneytið sendir þá tilkynningu án tafar til allra byggingarfulltrúa. Tryggingartímabili telst ekki lokið fyrr en 8 vikum eftir að sá, sem tryggingu veitti, tilkynnir tryggingartaka og umhverfisráðuneyti sannanlega um tryggingarslit, nema önnur fullnægjandi trygging hafi verið tekin.

- 33.6 Hafi starfandi byggingarstjóri ekki lengur fullnægjandi tryggingu, samkvæmt framangreindu, er honum skylt að segja sig af verki þegar í stað. Fer um skipti á byggingarstjórum eftir gr. 36.

- 33.7 Skilmálar vegna trygginga byggingarstjóra skulu kynntir umhverfisráðuneyti, áður en þeir eru boðnið viðkomandi aðilum. Sé um vátryggingu að ræða skulu skilmálarnir jafnframt kynntir Vátryggingaestirliti.

### Úttektir:

Víkjum að úttektum, sem nú eru alfarið á hendi byggingarstjóra gagnvart byggingarfulltrúa. Lokaúttektir fá aukið vægi, höggvum í reglugerðina.

### 35. gr. Tilkynning um úttektir

1. Byggingarstjóri gerir byggingarfulltrúa viðvart um lok úttektarskyldra verkþátta og skal hann vera viðstaddir úttektir. Hann skal jafnframt tilkynna viðkomandi meisturum og hönnuðum um hvenær úttekt hefur verið ákveðin og geta þeir sem þess óska þá verið viðstaddir.

2. Við lok framkvæmda skal byggingarstjóri staðfesta skriflega að byggt hafi verið í samræmi við samþykkta uppdrætti, lög og reglugerðir.

## 48. gr. Áfangaúttektir

- 48.1 Hlutaðeigandi byggingarstjórar skulu, með minnst sólarhrings fyrirvara, óska úttektar byggingarfulltrúa á eftirfarandi verkþáttum:
- a. Jarðvegsgrunni, áður en byrjað er á mótauppslætti eða fyllingu í síkan grunn.
  - b. Undirstöðuveggjum.
  - c. Lögnum í grunni, þ.m.t. rör fyrir rafmagnsheimtaug áður en hulið er yfir.
  - d. Raka- og vindvarnarlögum.
  - e. Grunni, áður en botnplata er steypt.
  - f. Járnalögnum.
  - g. Grind, bitum og þaki, áður en klætt er.
  - h. Frágangi á klæðningu þaka, bæði úr timbri og öðrum efnum, þ. á m. á neglingu þakjárnars eða öðrum tilsvarandi frágangi.
  - i. Frágangi á ystu klæðningu veggja.
  - j. Hita- og hljóðeinangrun.
  - k. Neysluvatns-, hitavatns-, hita- og kælikerfum ásamt einangrun þeirra.
  - l. Frárennslis-, regnvatns- og þerríkerfum.
  - m. Stokkalögnum og fhlutun þeirra fyrir loftræsi- og lofthitunarkerfi ásamt hita- og eldvarnaeinangrun.
  - n. Tækjum og búnaði loftræsi- og lofthitunarkerfa.
  - o. Úttekt á verkþáttum varðandi eldvarnir.
  - p. Páttum er varða aðgengi m.t.t. fatlaðra.
- 48.2 Skylt er byggingarstjóra að tilkynna til byggingarfulltrúa þegar bygging er fokheld.
- 48.3 Heimilt er að veita hlutaðeigandi byggingarstjóra og/eða iðnmeisturum leyfi til eigin úttekta á skilgreindum verkþáttum, enda verði byggingarfulltrúa afhent yfirlýsing um að úttektir og eftirlit fari fram í samræmi við áður gerða gæðaáætlun, sbr. mgr. 30.3 - 30.5.

## 50. gr. Viðvera byggingarstjóra við úttektir

- 50.1 Byggingarstjóra er skyld að vera viðstaddir þegar úttekt á verkþáttum, sbr. mgr. 48.1, fer fram.
- 50.2 Þegar byggingarfulltrúi gerir úttekt á húsi getur hann krafist þess að hlutaðeigandi meistarar séu viðstaddir og hafi tiltæka samþykkta uppdrætti.

## 53.gr. Lokaúttekt

- 53.1 Þegar smíði húss er að fullu lokið skal byggingarstjóri eða byggjandi óska eftir lokaúttekt byggingarfulltrúa. Einnig geta þeir, sem hönnuðir og byggingarstjóri keyptu ábyrgðartryggingu hjá, krafist lokaúttektar. Viðstaddir lokaúttekt skulu auk byggingarfulltrúa og slökkviliðsstjóra, vera byggingarstjóri og þeir iðnmeistarar og hönnuðir sem þess óska eða eru til þess boðaðir að kröfu byggingarfulltrúa. Í lokaúttekt skal m.a. taka út þætti er varða aðgengi.
- 53.2 Byggingarstjóri skal tilkynna hönnuðum og iðnmeisturum hvenær lokaúttekt fer fram.

### *Við lokaúttekt skal byggingarstjóri leggja fram eftirtalin gögn:*

- a. Staðfestingu löggildingarstofu um að rafvirkjameistari hafi tilkynnt til hennar að raforkuvirki byggingarinnar sé tilbúið til úttektar, eða eftir atvikum leggi fram úttektarskýrslu.
- b. Yfirlýsingu hönnuðar og rafvirkjameistara um að brunaviðvörunarkerfi sé fullbúið og þjónustusamningur vegna rekstrar kerfisins hafi verið gerður.
- c. Yfirlýsingu frá hönnuði og þípulagningameistara um að vatnsúðakerfi eða sambærilegt kerfi sé fullbúið og þjónustusamningur vegna rekstrar kerfisins hafi verið gerður.
- d. Yfirlýsingu frá Vinnueftirliti ríkisins um að lyfta og búnaður hennar hafi verið prófaður með fullnægjandi hætti og þjónustusamningur vegna reksturs hennar liggi fyrir.
- e. Yfirlýsingu frá þípulagningameistara um að hitakerfi hafi verið stillt samkvæmt hönnunarforskrift og stýritæki séu virk.
- f. *Yfirlýsingu hönnuðar og blikksmíða-, þípulagninga- og rafvirkjameistara um að loftræsikerfi hafi verið stillt, samvirki tækja prófuð og afköst séu samkvæmt hönnunarforskrift.*

Víkjum að þætti meistaranna, sem eru ábyrgir gagnvart byggingarstjóra og skiptingu milli verkþátta. Höggvum aftur í reglugerðina.

**40. gr. Pípulagningameistari**

- 40.1 Pípulagningameistari, sem staðfest hefur ábyrgð sína á verki, ber m.a. ábyrgð á:  
 Öllum frárennslis- og jarðvatnslögnum, og efstu fyllingu undir og að slíkum lögnum, ásamt útloftun þeirra og hæðarsetningu niðurfalla, lögnum varðandi vatnsúðakerfi og slöngukefli, lögnum varðandi hitakerfi, heitt og kalt vatn og einangrun slíksra lagna, uppsetningu hreinlætistækja og tengingu þeirra, tengingu þak- og svalaniðurfalla við frárennslislögn, að rotþrær séu gerðar samkvæmt uppdráttum, uppsetningu stýritækja að því er varðar starfssvið hans, að reyndaruppdrætti sé skilað til byggingarfulltrúa að verki loknu.

**42. gr. Blikksmíðameistari**

- 42.1 Blikksmíðameistari, sem staðfest hefur ábyrgð sína á verki, ber m.a. ábyrgð á:  
 Pakrennum og niðurföllum bæði frá þökum og svöldum, læstum eða lóðuðum þunnplötuklæðningum, öllum stokkalögnum fyrir loftræsikerfi, öllum stokkalögnum fyrir lofhita- eða loftkælierfi, einangrun og búnaði stokkalagna, uppsetningu stýritækja að því er varðar starfssvið hans.

**46. gr. Annað um ábyrgð iðnmeistara**

- 46.1 Ef ágreiningur verður um starfssvið iðnmeistara við tiltekið verk sker byggingarfulltrúi úr en skjóta má ákvörðun hans til úrskurðarnefndar, sbr. gr. 10.

- 46.2 Þeir iðnmeistarar sem annast uppsetningu byggingareininga sem framleiddar eru í verksmiðju eða á verkstæði, eða á aðflutum húsum, skulu árita sérstaka yfirlýsingum um ábyrgð sína á uppsetningunni.

- 46.3 Blikksmíða-, pípulagninga- og rafvirkjameistari hver á sínu sviði bera ábyrgð á brunapétingum með lögnum sem þeir leggja gegnum veggi, gólf og loft sem mynda brunahólf.

Ljóst er af ofangreindu að veigamiklar breytingar eru á ferðinni og hlutverk byggingarfulltrúa verður. Kalla eftir ábyrgðaskýrteinum í hverju tilfelli. Einnig hið aukna vægi lokaúttektanna, spurningin er hvernig hægt verður að framfylgja þessu. Í því sambandi má nefna að í smíðum eru vinnureglur og atriðalisti hjá byggingarfulltrúum. Þetta er vonandi til að einfalda mönnum málin.

**3. Ber byggingarfulltrúi ábyrgð á að lagnaefni sé vottað?**

**Í lögum segir svo um kröfur til efnisvals:**

Byggingarefnini, raðframleiddar byggingareiningar og hús skulu hafa hlutið vottun faggilrar prófunarstofu á byggingarsviði um að þau uppfylli ákvæði byggingar- og brunavarnareglugerða, standist staðla og falli að verklagi og sérlenskum aðstæðum áður en heimilt er að nota þau til byggingarframkvæmda.

Byggingarfulltrúi getur krafið framleiðanda eða innflytjanda um vottorð eða prófunarskýrslu frá faggilri prófunarstofu á viðkomandi byggingarsviði um að byggingarefnini, sem er til sölu, standist kröfur staðla og byggingarreglugerðar.

**Í reglugerðinni segir enn fremur.**

- 120.1 Byggingarvörur á markaði skulu uppfylla ákvæði reglugerðar um viðskipti með byggingarvörur. Ákvæði þeirrar reglugerðar um merkingar, samræmisvottorð og samræmisyfirlýsingar skulu uppfyllt, svo m.a. sé unnt á fullnægjandi hátt að meta notkunarsvið vörunnar.
- 120.2 Á meðan ekki eru til staðlar og/eða tæknisamþykki fyrir viðkomandi vöru til þess að ákvæði mgr. 120.1 verði virk skal krafist vottorða/umsagna um notkunarsvið vöru frá Rannsóknastofnun byggingaríðnaðarins, Brunamálastofnun riskisins eða öðrum þar til bærum aðilum sem umhverfisráðuneytið viðurkennir.

120.3 Telji byggingarfulltrúi ósannað að vara uppfylli kröfur reglugerðarinnar getur hann krafio ábyrgðaraðila um vottorð er sýni fram á notkunarsvið vörunnar á fullnægjandi hátt. Ennfremur segir svo í kafla um tæknibúnað.

188.10 Efnisvottorð skulu greina notkunarforsendur lagnaefnis svo glöggt komi fram við hvaða aðstæður nota megi efnið, fyrst og fremst varðandi tegund vatns, þrýsting og hita.

Það sem hægt er að lesa út úr lögnum og reglugerðinni varðandi ábyrgð á vottun lagnaefnis er. Að byggingarfulltrúi á að fylgjast með að þessi mál séu í lagi og reglunum fylgt. Ábyrgðin er jú framleiðenda og innflytjenda.

#### *4. Hamlar nýja byggingarreglugerðin framförum og nýjungum?*

Í kafla 9 er fjallað um lagnir almennt, þar segir svo:

- 188.1 Lagnir skulu þannig hannaðar og fyrir komið að notagildi þeirra sé tryggt og að uppfylltar séu allar kröfur um öryggi og hollustuhætti. Lagnakerfi skulu anna fyrirhuguðum afköstum og þola það ytra og innra álag sem vænta má að þau verði fyrir á endingartíma þeirra.
- 188.2 Efni sem notuð eru í lagnir skulu standast þau efnaáhrif sem vænta má að þau verði fyrir. Þau mega ekki gefa frá sér hættuleg efni. Eitruð og heilsuskaðleg efni mega ekki berast frá lagnakerfum eða með lögnum til ytra eða innra umhverfis.
- 188.3 Lagnir skulu vera aðgengilegar til þjónustu, hreinsunar, eftirlits og viðgerða þannig að mürbroti eða öðrum skemmdum á húsnæði sé haldið í lágmarki ef endurnýja þarf lagnir eða gera við þær.
- 188.4 Vatnslagnakerfi skulu vera útskiptanleg þannig að sem minnstar skemmdir verði á byggingu, þau skulu þannig hönnuð og frá þeim gengið að hugsanlegir lekar uppgötvist fljótt og leiði ekki til skemmda á öðrum lögnum eða byggingarhlutum.
- 188.5 Lagnakerfi skulu þannig gerð að orkunýting verði sem best.
- 188.6 Lagnakerfi skulu ekki auka hættu á eldi eða eldútbreiðslu.
- 188.7 Eftirtaldir staðlar gilda við kerfisuppbyggingu og hönnun lagnakerfa:

ÍST 62 Mannvirkjateikningar, tákni fyrir tæki í hita- og loftræsikerfum,

ÍST 65 Frárennslislagnir í jörðu,

ÍST 67 Vatnslagnastaðall,

ÍST 68 Fráveitulagnir í húsum,

ÍST EN 442-1:199, ÍST EN 442-2:1996 og ÍST EN 442-3:1997,

IEC 617-1 Graphical symbols for diagrams,

IEC 606 17,

ÍST ISO 4067/1 Tækniteikningar, teiknitákn fyrir fráveitu-, neysluvatns-, hita- og loftræsilagnir,

ÍST ISO 4067/2 Tækniteikningar, einföld myndtákn fyrir hreinlætistæki og

ÍST ISO 4067/6 Tækniteikningar, teiknitákn fyrir vatnsveitu- og holræsalagnir í jörðu.

*Ennfremur má hafa hliðsjón af norrænum stöðlum t.d.*

DS 418, DS 469, DS 452 og DS 447.

- 188.8 Um brunaviðvörunarkerfi gilda ákvæði ÍST EN 54 og reglur Brunamálastofnunar ríkisins. Um vatnsúðakerfi vílast í gr. 162.
- 188.9 Við val á lagnaefni er, auk staðla, bent á leiðbeiningar viðkomandi veitna þar sem þær eru fyrir hendi og leiðbeiningarrit Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins.
- 188.10 Efnisvottorð skulu greina notkunarforsendur lagnaefnis svo glöggt komi fram við hvaða aðstæður nota megi efnið, fyrst og fremst varðandi tegund vatns, þrýsting og hita.
- 188.11 Leiðbeiningar um rekstur lagnakerfa skulu vera skýrar og fullnægjandi til þess að rekstur þeirra geti ávallt gengið snurðulaust við eðlilega starfsemi í byggingunni.

**189. gr. Almennt um hitakerfi**

- 189.1 Hitakerfi skulu þannig hönnuð að orkunýting verði sem best og þau auki ekki hættu á bruna, sprengihættu, eitrun eða mengun.
- 189.2 Hitapípur, í barnaheimilum, hjúkrunarheimilum og öðrum vistheimilum barna og aldraðra, sem hafa yfirborðshita sem valdið getur húðbruna (yfir 60\_C) skulu varðar þannig að tryggt sé að ekki verði slys á fólk.
- 189.3 Pípur í hitakerfi skulu einangraðar þannig að ekki verði ónauðsynleg orkueyðsla og að ekki valdi óæskilegri upphitun á öðrum lögnum og byggingarhlutum.
- 189.4 Ef gólf eða loft eru notuð sem varmagjafar skulu þau einangruð frá öðrum rýmum en þeim sem varmann eiga að nýta.
- 189.5 Hitakerfi skulu búin stjórnþúnaði sem tryggir að herbergishiti verði ekki of hár og jafnframt að hægt sé að minnka upphitun þegar byggingin eða hluti hennar er ekki í notkun.
- 189.6 Hitagjafar skulu búnir stillibúnaði til jafnvægisstillingar á hitakerfinu.
- 189.7 Afsköft hitakerfis skulu miðast við að lofthiti fari ekki meira en 3\_C undir lægsta ráðgerða herbergishita.
- 189.8 Um innivist fyrir venjulegar íbúðir, skrifstofur, vistheimili og sambærilegar stofnanir skal hafa hliðsjón af ISO 7730:1986.

**190. gr. Hitaveitukerfi**

- 190.1 Hitakerfi sem fá orku frá jarðhita skulu búin stjórn og stillibúnaði þannig að nýting varmaorkunnar verði sem best og öryggis gætt.
- 190.2 Auðveldur aðgangur skal vera að jafnvægisstillibúnaði.
- 190.3 Hitakerfi skulu búin þrýstistýribúnaði þannig að tryggt sé að þrýstingur við efsta ofn sé nægjanlegur og að hægt sé að stýra ráðgerðum rekstrarþrýstingi og mismunaþrýstingi yfir hitakerfið á fullnægjandi hátt.
- 190.4 Þrýstistillibúnaður skal vera þannig gerður að þrýstimunur fram- og bakrásar sé stöðugur og eins lítill og unnt er.
- 190.5 Öryggisþrýstibúnaður skal tryggja á fullnægjandi hátt að ekki skapist hætta vegna of hás þrýstings á kerfinu fyrir lagnir, annan búnað og fólk. Þetta skal tryggja með öryggislokum bæði á fram- og bakrás hitakerfa. Pípa frá öryggisloka skal lögð niður að gólf og skal henni þannig fyrir komið að ekki stafi hætta af útrennsli frá henni og þannig að komast megi að lögnum til aðgerða ef öryggisloki opnast. Gólfniðurfall skal vera í sama herbergi og öryggisloki er staðsettur í.
- 190.6 Sé bakrennslisvatni veitt í frárennsliskerfi skal þess gætt að tryggt sé að hitastig þess sé ekki það hátt að lagnaefni í frárennsliskerfi geti orðið fyrir skemmdum. Eins skal tryggt að ekki verði bakrennslí frá frárennsliskerfi í hitakerfi undir neinum kringumstæðum.
- 190.7 Pípum, tækjum og stjórnþúnaði skal þannig valinn staður að hávaði frá þeim valdi ekki óþægindum í byggingu eða umhverfi hennar.
- 190.8 Tenging hitakerfis við hitaveitukerfi skal gerð í samræmi við tengiskilmála viðkomandi veitu. Auðvelt skal vera að komast að tengigrind hitakerfis til mælaaflestrar, viðhalds og viðgerða.
- 190.9 Mælar skulu vera á bakrás og framrás hitakerfis svo örugglega megi fylgjast með hita og þrýstingi í kerfinu. Kvarði þrýstímæla skal geta sýnt a.m.k. 50% hærra gildi en ráðgerðan rekstrarþrýsting.
- 190.10 Áfyllingarbúnaður lokaðra hitakerfa skal þannig gerður að tryggt sé að vatn (vökvi) af hitakerfi geti ekki undir neinum kringumstæðum runnið inn á neysluvatnskerfi. Einstreymisloki skal vera af viðurkenndri gerð.
- 190.11 Þéttleika allra hitakerfa skal sannreyna með þrýstiprófun. Þeir kerfishlutar sem huldir eru af öðrum byggingarhlutum skulu þéttleikaprófaðir áður en þeir eru huldir. Sjá leiðbeiningu í DS469.

- 190.12 Um efni til hitalagna fer eftir aðstæðum á hverjum stað en í grundvallaratriðum má styðjast við ÍST 67. Þar að auki ber að leita upplýsinga viðkomandi veitu um eiginleika vatns í kerfi hennar, m.a. efnainnihald, þrýsting og hita, þannig að velja megi það lagnaefni sem best hentar.

Almennt verður að segjast að búið sé að aðlagu reglugerðina varðandi lagnir að því umhverfi sem nágrannalöndin búa við. Aðlögunin á sér stað að hluta til með tilkomu Evrópustaðlanna. Ný efni hafa verið og eru að líta dagsins ljós. Reglugerðin er því í öllu opnari varðandi framfarir og nýjungrar en hin gamla var.

## 5. Er þörf á breyttum samskiptum milli aðila?

Þessu má hiklaust svara játandi. Vil í þessu sambandi benda á gr. 30 í reglugerðinni varðandi gæðamál. Kafli sem eflaust á eftir að þróast og taka breytingum.

- 30.1 Í undirbúningi að mannvirkjagerð skal gera þarfagreiningu þannig að óskir byggjanda og tilgangur með ákveðnu mannvirki liggi fyrir áður en hönnun hefst. Þarfagreining skal undirrituð af aðalhönnuði og byggjanda.

- 30.2 Við hönnun mannvirkis skal velja efni og aðferðir er henta fyrir íslenskar aðstæður, bæði er varðar framkvæmd og áhrif umhverfis. Taka skal tillit til hagkvæmni varðandi heildarkostnað vegna byggingar, rekstrar og viðhalds. Byggingarfulltrúi getur krafist greinargerðar fyrir einstök mannvirki þar sem gerð er sérstök grein fyrir nauðsynlegri aðgát eða aðferðum er varða rekstur og viðhald.

- 30.3 Í allri framkvæmd við mannvirkjagerð skal gæta þess að nauðsynleg undirbúningsvinna, s.s. verkskipulag, fari fram áður en verk hefst. Á verktíma skal þess gætt að allar samþykktar breytingar séu skráðar.

- 30.4 Beita má aðferðum eigin estirlits og skal þá við upphaf verks liggja fyrir áætlun um hvernig staðið verði að gæðaeftirliti og gæðatryggingu með framkvæmdinni. Forsenda þess að byggingarfulltrúi geti fellt niður einstakar úttektir, sbr. gr. 48, er að lögð hafi verið fram, og samþykkt af byggingarfulltrúa, gæðaáætlun um verkið.

- 30.5 Skrár yfir framvindu verks, kaup á vörum og þjónustu og reyndarteikningar skulu afhentar byggjanda áður en lokaúttekt fer fram.

## 6. Að lokum.

*Ljóst er að þetta er stór málaflokkur og af miklu að taka.*

Ég hef hér að framan stuðst við beinar tilvitnanir í skipulags- og byggingarlög auk byggingarreglugerðarinnar. Þótti mér nauðsynlegt að fara svo að ráði mínu, þó að í miklu minni það á söguna um litlu gulu hænuna. Ekki er þó alsendis víst að allt verði þulið upp þó að á pappínum standi.

Ég hef ekki farið mikið inn á hinn eiginlega þátt tæknimálanna enda tíminn stuttur og allmargir sem fjalla um þau mál og öll þessi umræða skal jú rýmast innan laganna. Nokkur atriði skulu þó dregin fram.

*Ákvæðið um vatnshitastig. En þar segir að vatnshitastig við töppunarstað skal ekki vera svo hátt að hætta sé á húðbruna. Gamla reglugerðin gerði kröfu um að hitastig neysluvatns fær ekki yfir 80-. Eftir er að sjá hver þróun þessara mála verður.*

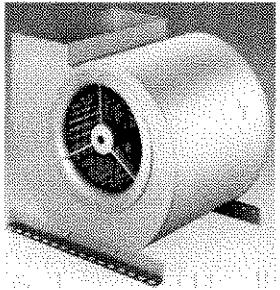
*Annað er ákvæðið um að lagnir skulu vera útskiptanlegar þannig að sem minnstar skemmdir verði, hér er mjög áhugavert að sjá hver þróunin verður og ekki eru allir sammála um hvernig túlka eigi þetta.*

Minnast má á vaxandi notkun gólfhita í því sambandi má benda á, að aukin fræðsla er nauðsýnleg, á reyndar við um aðra þætti engu síður.

Eitthvað af slíku er þegar í vinnslu.

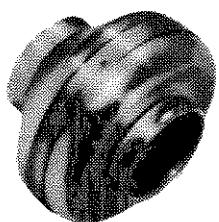
# BLÁSARAR OG HRAÐABREYΤΑΡ

frá  
Nicotra og LTI



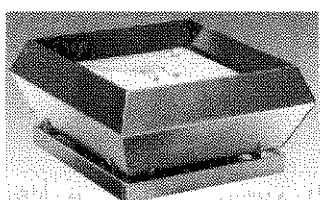
Eftirfarandi blásarar  
ávalt á lager

Reimdrifnir blásarar



Blásarar með innbyggðum  
mótor

Rörblásarar



Þakblásarar

Viftur

Hraðabreytar við  
flesta blásara

## BLIKKsmiðurinn hf.

Malarhöfða 8 Simi: 577-2727 Fax: 577-2737

## *Grétar Leifsson verkfræðingur Félag byggingarefna- og húsmunakaupamanna*

### **Sjónarmið lagnaefnissala á vottun lagnaefnis**

Vottun er úttekt og samþykki annars óháðs aðila en framleiðandans á því að varan uppfylli ákveðna staðla. Staðlar geta sagt fyrir um efnisgæði, hita- og þrýstípol, mál, merkingar, o.s.frv. Staðlanir eru nefndir ýmsum nöfnum, en þekktustu eru líklega IST og DIN. Staðlarnir eru bundnir við lönd og eru því mismunandi frá einu landi til annars, þó oftast megi finna samlíkingu á milli staðla og er þróunin í átt að því að sameina þessa staðla eða hafa einn Evrópustaðal.

Vottun í einu landi í Evrópu þýðir því ekki endilega að varan fáiist viðurkennd í öðru landi. I hverju landi eru því mismunandi

stofnanir sem framkvæma þessar vottanir, en þær sem við könumst kannski best við eru VA í Danmörku og DVGW í Þýskalandi, sem hefur oft verið viðmiðun hérlendis. Á seinni árum hafa síðan fyrirtækin fengið gæðakerfi sín vottuð.

Það er algengur misskilningur að hægt sé að setja saman lagnakerfi í heilt hús úr vottuðu efni eingöngu. Það skal tekið strax fram, að ekki eru til staðlar sem fjalla um allt lagnaefni. Vottunarstofnanir eru fyrst og fremst að prófa lagnaefni sem er notað í neysluvatnskerfi eða skolpkerfi, en ekki miðstöðvarkerfi. Þetta helgast meðal annars af því að miðstöðvarkerfi eru oftast lokuð kerfi í Evrópu með lágum þrýsting t.d. 6 bar eða lægri og súrefnisfrí, en neysluvatnskerfi eru opin kerfi, gerð fyrir allt að 10 bar og súrefnisríkt vatn, þ.e. beintengd við veituna. Það er ljóst að afleidd tjón geta orðið meiri á beintengdum kerfum.

Vottun tryggir að framleiðsla á tiltekinni gerð af rörum passar við tiltekna gerð af tengjum, svo dæmi sé tekið, og að ákveðnum lágmarks gæðum er uppfyllt. Þó eru oft leyfinlegt nokkuð vítt spilrúm sem gæðin geta rokkað innan hvers staðals.



*Grétar Leifsson*

### **Rannsóknarstofnun Byggingariðnaðarins**

RB hefur sett á fót vottun á lagnaefni. Í raun og veru er aðeins þýðingu og staðfærsla á erlendum viðurkenningum að ræða. Engar sjálfstæðar prófanir eru gerðar, enda engin aðstaða til slíks. Það álit sem efnissalar hafa á vottunardeild RB kristallast líklega í því að aðeins hafa verið gefin út um 10 vottanir á um 3 árum, flestar um nýjungar, pex og ryðfrítt. Þetta hlýtur að segja allt sem segja þarf. Þegar vottun var fengin, var hinsvegar aðeins fyrri hálfleikur búinn, byggingafulltrúar áttu eftir að segja sitt álit. Það er t.d. fyrst í ár að rör-í-rör kerfi eru leyfð í Reykjavík. Hvers vegna þá að eyða tíma og peningum í að fá vottun sem síðan þarf ekki að taka mark á. Hinsvegar er það tímaþátturinn. Það getur tekið marga mánuði og margar ferðir upp á RB til þess að fá vottun. Það verður að teljast undarlegt að þurfa skoða öll skjöl ofan í kjölinn eins og rannsóknarréttur. Allur seinagangur er fráhrindandi og svo verður að líta á sjónarmið efnissalanna sem missa af sölu eða tækifærum á slíkum seinagangi. Allt tal um sérlenskar aðstæður er marklaust ef þessar aðstæður eru ekki skráðar og aðferðir til þess prófunar skráðar líka.

Þörf efnissala til þess að fá vottun í dag er fyrst og fremst af tvennum toga spunnin. Annarsvegar vottorð fyrir ný lagnaefni sem ekki hafa verið algeng á markaði hérlendis og ekki fengið almennilegt leyfi frá byggingafulltrúum s.s. pex-rör og síðan hefðbundnara efni, sem ekki hefur fengið nægjanlega markaðshlutdeild. Pessar vottanir eru því notaðar sem markaðshvati, einskonar töfrasproti sem reiddur er á loft til þess að heilla byggingafulltrúa, hönnuði og verktaka. Það verður að segjast eins og er, að um leið og efnið er vottað, þá sé eins og það megi nota efnið að vild, fáir nenna að lesa um þær forsendur og takmarkanir sem oft er getið um í vottunum. Þetta ber að varast.

Samkvæmt ofansögðu þá mætti í dag eingöngu selja pex og ryðfrítt lagnaefni fyrir neysluvatnskerfi ef krafa væri um vottun á öllu lagnaefni. Það væri því óhætt að loka strax.

### Markaðurinn

Þrátt fyrir að fá efni séu vottuð af RB þá telja flestir efnissalar að þeir séu með gott lagnaefni á boðstórum, en því verður ekki neitað að það eru viðskiptavinirnir sem ráða ferðinni að miklu leiti. Gæði eru útskýrð þanning, að verið sé að uppfylla væntingar viðskiptavinarins. Ef væntingar viðskiptavinarins eru litlar, viðskiptavinurinn er illa upplýstur um virkni og endingu, þá er í raun verðið sem verður viðmiðunin. Þá er ekki mikið spurt um vottanir.

Það hefur oft verið talað um hin tvö svið markaðarins, þ.e. hið opinbera eða útboðssviðið og hið almenna eða undanbragðasviðið. Útboðslýsingar geta vitnað í staðla, en sjaldan talað um að efnið þurfi að vera vottað. Reyndar er oftast hnýtt aftan við lýsingarnar "eða sambærilegt", sem hefur gefið mörgum verktakanum tækifæri til þess að velja það sem honum þykir henta hverju sinni. Hinsvegar er það "undanbragðasviðið", þar sem næstum því allt er leyfilegt, sérstakelga á þetta við um viðhald og viðgerðir sem falla ekki undir úttektarskyldu hins opinbera. Pagar mörkin eru óljós, þá er ekkert skrýtið að reynt sé að velja ódýrara óvottað og oft lélegra efni.

Pó svo að tvær vörur tveggja framleiðanda séu báðar vottaðar, þýðir ekki að þær endist jafn lengi við sömu aðstæður. Petta þekkjum frá bílaiðnaðinum, t.d. fá bílar frá Austur-Evrópu og Svíþjóð báðir skoðun, en annar dugir 10 ár, en hinn um 20 ár. Petta leiðir hugann að öðru mikilvægu atriði, en það er sú staðreynd að "allt lagnaefni er forgengilegt". Það hefur ekki ennþá verið markaðsett lagnaefni sem dugir að eylifu, og þó svo slíkt efni væri til, væri það líklega svo dýrt að enginn vildi kaupa það. Pagar við kaupum okkur bíl, þá vitum við að hann muni slitna, þurfa viðhald og að endingu bila eða missa verðgildi sitt og úreldast og við þurfum að kaupa nýjan. Það nákvæmlega sama á við um lagnaefni. Það sem skiptir höfuð máli er að gera sér grein fyrir þessu strax í upphafi og ganga þannig frá málunum að þegar kerfið bilar, þá verði fljótt vart við leka, afleidd tjón verða í lágmarki og auðvelt verður að skipta um lagnir.

### Jafnræðisreglan

Það verða að gilda sömu reglur um alla efnissala. Benda má á að enginn innlendir framleiðandi lagaefnis hefur fengið vottun. Heldur ekki hafa vatns- og hitaveitur sóst eftir vottunum sem eru mjög umsvifamiklir innflytjendur og efnissalar.

Heldur er ekki hægt að taka eingöngu fyrir ný efni s.s. pex, en eldri og þekktari vöruflokkar eins og rennilokar og einstreymislokar fá enga athygli.

Heldur er ekki hægt að banna notkun í einu sveitarfélagi og leyfa í öðru. Er ekki sama byggingareglugerð í gildi á landinu öllu?

Hér verður að vera samræmi, jafnræðisreglan þarf að gilda.

### Framtíðin

Það er engin spurning að innflytjendur og innlendir framleiðendur og endurseljendur lagaefnis vilja selja áraðanlegan varning, varning sem uppfyllir þær væntingar sem viðskiptavinurinn hefur. Ég er ekki viss um að hinn almenni kaupandi geri sér grein fyrir því að til sölu hérlandis sé bæði til vottað og ekki vottað lagnarefni, þessu þarf að breyta. Ef kaupandinn er illa upplýstur, velur hann oftast út frá verði.

Flestir efnissalar telja vottanir af hinu góða, en í ljósi reynslu undanfarinna ára verðum við að leita nýrra leiða til þess að finna einfaldari, hraðvirkari og ódýrari vottanir, þannig að veruleg fjölgun verði á vottuðu efni á markaði hérlandis. Margir hafa bent á að einfaldast væri að hengja sig á vottanir frá hinum Norðulöndunum eða Pýskalandi og láta nægja einfalda þýðingu. Það gengur ekki að bíða þurfi í margi mánuði eftir vottun, slíkt eru óbeinar markaðshindranir og hamla þróun. Þróun getur oft kostað fórmir, en þróun gerist ekki nema við raunverulegar aðstæður sem taka ár eða áratugi. Að setja peninga í fullkomna vottunarstöðu, þar sem hægt er að vera með rannsóknir og eftirlit á öllu lagnarefni, er ekki fýsilegur kostur eins og er. Lagnakerfismiðstöðin getur ef til vill hjálpað okkur

eitthavað með hinum sérlensku aðstæður þegar fram í sækir, en fyrst þarf að skrásetja og skilgreina þessar sérlensku aðstæður.

Það er hönnuða og pípulagnameistara að taka ákvörðun um að nota ákveðið lagnaefni, en ekki vatns- og hitaveitna eða byggingafulltrúa. Ákvörðun og ábyrgð eiga að fylgjast að. Burtu með forsjárhryggju. Það er með öllu ósættanlegt fyrir húseignanda að fá ekki áhleypingu hitaveitu vegna þess að veitunni lískar ekki lagnaefni viðkomandi húss. Benda má á að fyrir nokkrum árum voru fjarlægðir nokkrir metrar af pex-rörum úr Þjóðminjasafni Íslands, en í dag eru lagðir í sama hús hundruðir metra af samskonar efni.

Tryggingarfélög mættu hvetja meira til fyrirbyggjandi aðgerða t.d. með því að veita bónusa fyrir aðgerðir sem hindra vatnstjón, en ekki bara að velta auknum kostnaði við tjón jafnt út í iðgjöldin. Peir sem eru í húsum með vönduð lagakerfi eiga að fá að njóta þess í lægri iðgjöldum.

Ábyrgð efnissala er einunigs eitt ár samkvæmt kaupalögum og er í flestum tilvikum aðeins brot af þeim tíma sem efnið á að duga t.d. 50 ár fyrir rör. Ef seld eru léleg rör sem duga kannski í 10 ár og viðskiptavinurinn verður fyrir tjóni, er ábyrgðin samt aðeins 1 ár og dugar því ekki til. Heyrst hefur að útvíkka þessa ábyrgð kaupalaga í 2 ár en það breytir ekki stóru.

Eins og bent var á áður þá er vottun ein og sér engin trygging fyrir góðri virkni og endingu, þar kemur til líka kunnátta hönnuðar og pípulagnameistara, ásamt notkunar- og umhverfisþáttum. Þó vottun sé ákveðin grunnur eru mörg ljón á veginum, enda benda erlendar rannsóknir á að aðeins lístill hluti tjóna er vegna lélegs lagnaefnis. Vottanir tryggja samræmi og lágmarks gæði og ber því að gera hlut þeirra meiri heldur en raunin hefur orðið á.

Á næstu árum eiga eftir að koma ný efni og aðferðir á markað. Það hefur tekið 25 ár að fá pex-rör, eitt vottaðasta lagaefni í Evrópu sem ég þekki, viðurkennt í Reykjavík, lárum slíkt ekki endurtaka sig.

# TRYGGASTA VÖRNIN ER AÐ HALDA SIG VIÐ GEÐIN

## FROSTLÖGUR ALPHI - 11

- Notkunarsvið.

Fernox Alpi 11 er samvirk frost-og tæringavörn sem hentar til að verja hitakerfi jafnt sem kerfi fyrir kælt vatn. Það hindrar ryðmyndun, gerlamengun og kalkútfellingar.

- Notkun og blöndun.

Mælt er með að blandan sé aldrei veikari en 25%, til að tryggja nægilega vörn gegn tæringu. Þessi styrkleiki veitir vörn niður að -11°C. Hámarksstyrkur er 40% blanda sem veitir vörn allt að -30°C. (sjá töflu að neðan). Alphi 11 hentar fyrir alla málma þ.m.t. ál. Hentar einnig sem íblöndunarefní fyrir lokuð kerfi.

- Efnasamsetning.

Alphi 11 er úr móno-própýlen glýkóli.



### ALPHI 11

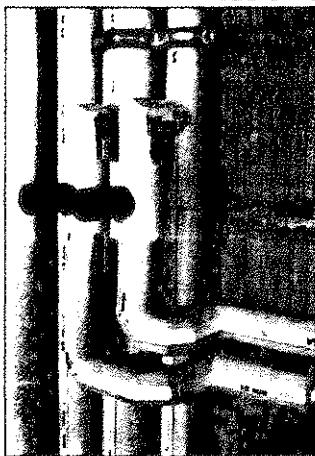
- Sameinar vörm gegn frosti og tæringu
- Hentugt fyrir alla málma
- Eykur endingartíma
- Léttir dælingu
- Kemur í veg fyrir gerlamengun
- Vörm allt niður að -30°C
- Engin eiturefni, umhverfisvænt

Búnaður	Geymateg.	Málvernd	Frostlögur	Frostmark -11-30°C	pH lágmark
Heimilis/ þóraður	Allar	Alla	Alphi 11	25% -11/-15    30% -15/-20    35% -18/-24    40% -22/-30	7,0



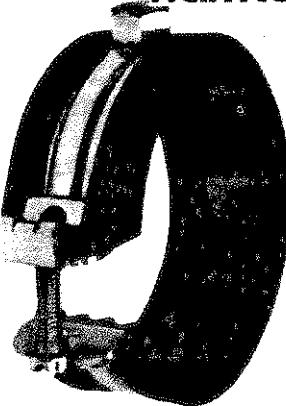
## Markmið okkar er að tryggja góða þjónustu

**missel**



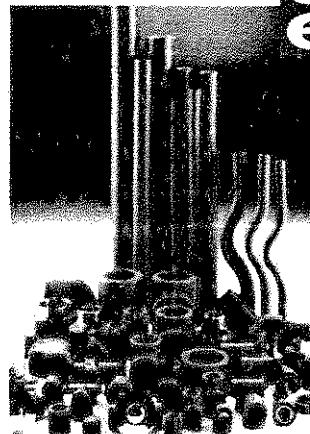
Feti framar

**flamco**



Örugg festing

**coes**



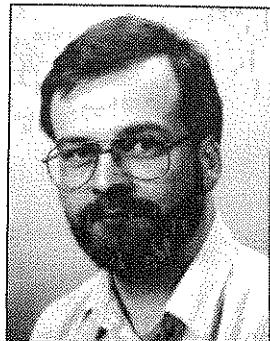
Engin tæring



Hringás

*Dr. Páll Valdimarsson  
prófessor í hitaveitum við Háskóla Íslands*

**Evrópustaðall um neysluvatnsagnir  
EN806-1, 2 og 3**



Páll Valdimarsson

**Helztu niðurstöður**

Væntanlegur evrópustaðall (EN806) gerir kröfu um að ekki sé slysahætta af völdum neyzluvatns, og að neyzluvatn sé ekki blandað vatni frá öðrum en viðkomandi vatnsveitu. Engin bein stjórnvaldsfyrirmæli hafa fundist, sem krefjast takmarkana á neyzluvatnshita af öðurum ástæðum en orkusparnaði. Leitað var í gögnum frá Þýzkalandi, en þar er ekki mikil feimni gagnvart útgáfu stjórnvaldsfyrirmæla og reglugerða.

Það er óásættanlegt að neyzluvatnskerfin valdi reglulega alvarlegum slysum, og því þarf að draga úr slysahættu af völdum heita vatnsins, hvort sem staðlar gera kröfur til þess eða ekki. Ekki er hægt að sjá aðra tæknilega lausn, en að húseigendur setji upp neyzluvatnsvarmaskipta. Krafa um þá yrði þá gerð til nýrra húsa og endurgerðar lagnakerfa. Þó er mjög líklegt að húseigandi hafi bótaábyrgð, ef slys verður í gömlu húsi eftir að slíkar reglur hafa tekið gildi. Um drykkjarvatn gildir ströng tilskipun ESB, og mikill fjöldi reglugerða. Til dæmis er ljóst að ekki yrði heimilt að blanda retúrvatni frá ofnum saman við drykkjarvatn. Brunaslys

Orsök slysanna er misjöfn, en oft má kenna um bilun í búnaði, en ástæðan er einnig oft mannleg, óvarkárnir eða gáleysi. Atburðirnir eru fljótir að gerast og brunasár verða alvarleg, jafnvel við stutta snertingu við vatnið. Sem dæmi má nefna að 70-C heitt vatn veldur annars stigs bruna á 10 sekúndum. Því heitara sem vatnið er þeim mun styttri tíma þarf til að valda alvarlegum skaða. Börn, aldraðir, fatlaðir og ferðamenn eru í stærstum áhættuhópi, skert athygli og vankunnáttu virðast vera ein meginástæða brunaslysa. Brunaslys af völdum heits neysluvatns verða einnig vegna bilaðs búnaðar og þá er slælegt viðhald búnaðar helsta orsókin. Hætta á brunaslysum af völdum heits vatns er fyrir hendi og verður það áfram.

Í flestum tilfellum ráða náttúrulegar aðstæður hitastigi vatns í dreifikerfum, það hitastig sem einstaka vinnslusvæði skila frá sér. Í öðrum tilfellum eru ýmsar rekstrarforsendur til staðar, svo sem að til þess að unnt sé að tryggja nægileg afl til neytenda, þarf að tryggja nægjanlega hátt hitastig hjá þeim sem fjerst búa frá vinnslu- og/eða dreifingarstöðum. Þeir sem ekki hafa hitaveitum nota rafmagn eða gas til að sjá sér fyrir heitu neysluvatni. Vatnstúpur og gaskyntir vatnshitarar hita kalt vatn og getur hitastigið orðið sambærilegt og hjá hitaveitum eða hærra. Því er ekki síður hætta á brunaslysum í þeim tilfellum.

Hitastig þarf að vera eins lágt og mögulegt er til að lágmarka slysahættu af völdum heita vatnsins en þarf að vera hærra en kjörhiti legionellu-bakteríunnar.

Almennt um staðla og stjórnvaldsfyrirmæli.

Staðall er skjal, sem inniheldur lýsingu á því sem er hæfilegt, eðlilegt, í takt við tímann og góður praxis samkvæmt beztu manna yfirsýn. Staðallinn er unnin með því að gefa þeim sem telja sig hafa hagsmunu að gæta eða hafa sérþekkingu á svíðinu kost á að koma skoðunum sínum á framfæri. Samkomulag þessarra manna um staðalinn og innihald hans er síðan sent út til almennrar gagnrýni í þátttökulöndunum, og náist almennt samkomulag, er staðallinn gefinn út sem Evrópustaðall. Þar sem þátttakan í þessu starfi er opin, er ekki hægt að koma eftir á og segja "ég get ekki notað þetta, þetta er asnalegt og vitlaust, og auð þess kom enginn að spryja mig hvort mér fyndist þetta í lagi". Skyldan til þess að fylgjast með og gæta hagsmunu sinna á ábyrgan hátt er því ótvírað.

Stjórnvaldsfyrirmæli eru fólgir í lögum, reglugerðum, og nú síðast í tilskipunum Evrópusambandsins sem hafa lagagildi hér á landi. Það eru fyrirmæli, sem borgurunum ber að fara eftir, hvaða leið sem kann að hafa verið farin við samningu þeirra. Hin nýja aðferð Evrópusambandsins sameinar staðla og stjórnvaldsfyrirmæli að nokkru leyti, þar sem tæknilegar lýsingar eru ekki hafðar með í reglugerðum, heldur vísað í staðla. Þannig tryggja stjórnvöld að hinar tæknilegu kröfur séu eðlilegar, hæfilegar, í takt við tímann og góður praxís, auk þess að almennt samkomulag um innihaldið er til staðar.

Frjáls eftirbreytni staðals þýðir einfaldlega, að enginn er skyldugur að fylgja staðlinum, nema því aðeins að stjórnvöld hafi krafist þess. Hver og einn má fara aðrar leiðir, en ber þá um leið fulla ábyrgð á gerðum sínum. Hins vegar telst sá, sem fylgir staðli hafa hegðað sér eðlilega og fylgt góðum praxís. Þetta nefnist "Presumption of conformity", sé staðli fylgt, er um leið talið að hinar opinberu kröfur séu uppfylltar. Ef aðrar leiðir eru farnar, verður viðkomandi að geta sýnt fram á að fyllsta öryggis hafi verið gætt, og að allar opinberar kröfur sem kunna að varða málið séu uppfylltar. Opin aðild að staðlastarfí þýðir að gögn tækninefnda eru opin, og að hægt er að fá aðild að nefndunum eftir nánari reglum Staðlasambandsins. Þær felast að mestu í því, að viðkomandi þarf að koma fram með umboð staðlastofnunar heimlands síns. Staðlaráð Íslands er slík stofnun hér á landi. Hins vegar þarf hagsmunaaðilinn að vita hvar hann ætlar að gæta hagsmuna sinna, og enginn kemur til með að vara hann við verkefnum sem geta skaðað hann. Þess vegna er nauðsynlegt að vera á varðbergi gagnvart hinum evrópsku staðlaverkefnum, þannig að hægt sé að hafa áhrif á staðla, sem skaðað gætu.

### Opinberar kröfur á Íslandi

Byggingareglugerð fyrir 1. júlí 1998

Byggingarreglugerð gerir kröfu um að hitastig neysluvatns megi ekki fara yfir 80-C. Að sama skapi má heitt kranavatn eða steypiböð á almenningsbaðstöðum ekki fara upp fyrir 50-C. Misjafnt er hvernig staðið er að efnisvali, en það er meðal annars háð efnainnihaldi vatnsins og ríkjandi hefðum.

Byggingarreglugerð eftir 1. júlí 1998

Kveður á um að vatnshitastig við töppunarstað skal ekki vera svo hátt að hætta sé á húðbruna og á opinberum baðstöðum skuli tryggt að vatn verði ekki heitara en 55-C. Að auki er krafist öryggisbúnaðar sem tryggir að vatn komist ekki á milli kerfa, svokallað millirennslu.

Staðallinn EN 806 hefur enn ekki tekið gildi, hann hefur einu sinni verið tekinn til atkvæðagreiðslu og var þá felldur. En í næstu atkvæðagreiðslu má búast við að hann verði sampykktur með lítilsháttar breytingum og síðan taki hann gildi innan fárra mánaða. Evrópustaðall öðlast sjálfkrafa gildi á Íslandi, en hann verður ekki krafa eða stjórnvaldsfyrirmæli fyrr en vísað er í hann í reglugerð. Það verður því stjórnvalda að ákveða hvort krafist skuli að fara eftir staðlinum eða ekki. Staðall lýsir því sem talið er eðlilegt og í takt við tímann og því er erfitt að réttlæta frávik frá staðlinum. Því er erfitt að sjá fyrir sér að íslensk stjórnvöld geti annað en gert staðalinn að stjórnvaldsfyrirmælum.

Þýkar kröfur um neyzzluvatnshita

Orkusparnaðarreglugerð Sambandslýðveldisins nr. 285/93 (Heizungsanlagen - Verordnung - HeizAnLV) gerir í grein 8, lið 2 kröfu um að neyzzluvatnshiti fari ekki yfir 60-C, nema því aðeins að eðli notkunarinnar krefjist þess eða að lengd lagna sé undir 5 metrum. Staðallinn DIN 4747 (Sicherheitstechnische Ausführung von Hausstationen zum Anschluß an Heizwasser - Fernwärmenetze) tekur fram að ekki er gerð nein sérstök krafa um öryggisbúnað í tengigrindum ef tryggt er að framrásarhiti hitaveitunnar fari aldrei yfir 100-C. Engar kröfur eru gerðar til neyzzluvatnshita frá tengigrindinni.

### Staðallinn EN806

Hér er í raun ekki ennþá um Evrópustaðal að ræða, heldur frumvarp að staðli, prEN806. Frumvarpið var samið af tækninefnd á vegum evrópska staðlasambandsins CEN. Það félldi í atkvæðagreiðslu meðal aðildarlanda sambandsins, og ekki er ennþá ljóst hvert framhald vinnunnar við frumvarpið verður.

Um hvað er staðallinn? Fullt nafn hans er "Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption".

Fyrirhugað er að staðallinn verði í fimm hlutum:

1. General
2. Design
3. Pipe sizing
4. Installation
5. Operation and maintenance

Hlutar 1. og 2. eru í fyrnefndu frumvarpi, en hinir hlutarnir skemmra á veg komnir.

Staðallinn tekur ótvíraett til húskerfa hér, þar sem hann tekur til neyzluvatns. Þótt hitaveituvatn sé skilgreint sem vatn til uphitunar, þvotta og baða, en ekki drykkjarvatn, þá má hvergi blanda vatni af öðrum uppruna (non-drinking water) saman við drykkjarvatn. Skilgreining staðalsins á drykkjavatni er: "... drinking water shall be taken to be water which is suitable for human consumption as defined by the national authorities for water intended for human consumption and which may be used for drinking. This water may also be used for washing, cooking and sanitary purposes at temperatures up to 95-C ...". Allt annað vatn er skilgreint sem "non-drinking water".

Hvað okkur varðar eru það tvær kröfur í staðlinum sem ekki eru uppfylltar í núverandi kerfum:

Ekki má vera slysahætta af heita vatninu

Ekki má blanda "non-drinking water" í drykkjarvatnið

Verði staðallinn að stjórnvaldsfyrirmælum gildir hann frá og með gildistöku þeirrar reglugerðar sem vísar til hans. Hann kemur til með að gilda um nýjar byggingar og endurnýjun eldri bygginga en ekki asturvirkum um eldri hús.

### Hver ber ábyrgðina?

Húseigandi ber ábyrgð á því að neyzluvatnskerfið í húsi hans sé ekki hættulegt íbúunum. Hitaveita afhendir vatn við tengigrind, sem er nægjanlega heitt til þess að halda húsinu heitu, og undir nægjanlegum þrýstingi til þess að reka húskerfið. Þannig er það á ábyrgð húseigandans að húskerfi hans sé ekki hættulegt íbúunum. Ekki er hægt að sjá undir hvaða eftirlitsaðila húskerfin falla, þar sem slys af völdum heita vatnsins falla væntanlega ekki undir Vinnueftirlitið nema á vinnustöðum. Núverandi byggingarreglugerð tekur ekki þannig á þessari slysahættu að fullnægjandi sé, svo vart er hér mál byggingareftirlits.

### Hvað vill notandinn?

Við viljum flest hafa mjög heitt vatn í eldhúskrananum. Það er venja að hreinsa feiti af diskum með því að skola þá með sjóðheitu vatni, í stað þess að nota sápu til þess að gera feitina vatnsleysanlega. Þar sem hægt er að stýra neyzluvatnshita er algengt að vatnið sé haft mun heitara en 60-C af þessum sökum. Pessi venja hefur fleiri galla, þar sem feitin storknar síðan í skólplögnunum og getur valdið stíflu.

Önnur venja eykur enn á slysahættuna, oftast þarf að fara undir sturtuna til þess að ná í kranana. Í mörgum tilfellum væri hægt að staðsetja blöndunartækið til hliðar, þannig að sturtuvatnið lendi ekki á því.

### Hvað er hægt að gera?

Nokkrar leiðir eru mögulegar til þess að draga úr slysahættu. Setja má upp neyzluvatnsvarmaskipti í öllum tengigrindum, setja upp hitastýrð blöndunartæki, lækka framrásarhita hitaveitunnar, eða setja upp neyzluvatnsveitu.

Eina framkvæmanlega lausnin sem uppfyllir staðalinn er að setja upp neyzluvatnsvarmaskipta.

### Varmaskiptar

Kostir þess að hafa varmaskipti á kranavatni eru ýmsir, en það fylgja því líka gallar. Línum nú á helstu afleiðingar þess ef almennt yrðu settir upp varmaskiptar fyrir kranavatn. Slysahætta vegna heitavatnsins verður að öllum líkindum minni. Hægt er að stýra hitastigi á heitu kranavatni á tiltölulega auðveldan hátt.

Kalt vatn inniheldur súrefni og upphitað er það skæður tæringavaldur í stáli. Í eldri húsum eru kranavatnslagnir að stofni til úr svörtu eða galvaniseruðu stáli, sem ekki þolir súrefnisrfkt heitt vatn. Það þarf því að endurskoða val á lagnaefnum í kranavatnslagnir. Efni eins og ryðfrítt stál, plast, kopar, ál og eir munu hafa ótvíræða kosti umfram stálið. Í gegnum tíðina hefur galvaniserað og svart stál verið algengasta lagaefnið í kranavatnslögnum, mikil tregða hefur verið hjá opinberum aðilum til

að leyfa notkun annarra lagnaefna. Með nýjum forsendum (varmaskiptum) hljóta hins vegar slík sjónarmið að víkja og spurning er hvort ekki beri að leyfa nýjungar í lagnaefnum strax svo hægt sé með góðu móti að setja upp varmaskipti þegar og ef að því kemur að staðallinn taki gildi og verði að stjórnlvaldsfyrirmælum. Gamlar lagnir úr galvaniseruðu og svörtu stáli þola ekki lengi upphitað kalt vatn, því þarf að endurnýja allar kranavatnslagnir vilji menn á annað borð setja varmaskipti. Miðað við venjur síðustu áratuga að múra inn lagnir þá er hér um afar stórt mál að ræða.

Varmaskiptir ásamt stjórntækjum er tiltölulega flókin búnaður sem eykur möguleika á bilunum. Því kallað það á meira eftirlit og viðhald að setja upp slíkan búnað. Stýring á neysluvatnsvarmaskiptum er erfið, þá sérstaklega á gegnumstreymisvarmaskiptum. Krafist er skjótrar svörunar og stöðugleika og að sjálfsögðu þarf stjórnlokinn að vera lokaður þegar ekki er þörf á heitu neysluvatni. Það má nefna að hæsta bilanatíðni í tengibúnaði erlendra hitaveitna er í stjórbúnaði neysluvatns. Petta kallað því á að aukið eftirlit og viðhald með stjórbúnaði til að minnka bilanahættu, sem er atriði sem ekki er vanþörf á jafnvel við aðstæður dagsins í dag. Það verður enginn var við neitt ef vatn rennur stjórnlaust í gegnum varmaskiptinn fyrr en uppgjörsreikningur kemur.

Hitaveitur geta bætt þrýstirekstur í dreifikerfinu því ekki þyrfti lengur að tryggja nægjanlegan kranavatnsþrýsting á efsta töppunarstað. Nú gætu þær einbeitt sér að því að tryggja nægjanlegan þrýsting fyrir hitakerfið eitt og sér. Ef notast á við varmaskipta á neysluvatn þarf að endurskoða hönnunarálag á vatnsveitum og á holræsakerfi, rennsli eykst sem nemur neysluvatnsnotkun á heitu vatni. Annað vandamál sem menn standa frammi fyrir ef krafa verður um varmaskipta á neysluvatn er hvernig beri að velja varmaskiptinn. Við hvaða aðstæður á hann að vinna? Velja þarf varmaskipti miðað við mesta álag og mesta álag á varmaskipti er á sumrin þegar hitastig í dreifikerfi hitaveitna er lágt en miðað er við að kranavatnsnotkunin sé óháð árstíma. Hitaveitur þurfa því að veita upplýsingar um hitastig inn í hús háð álagi í dreifikerfinu.

Tveir möguleikar eru fyrir hendi, að nota kalda vatnið til að kæla heita vatnið og hins vegar að nota heita vatnið til að hita upp kalda vatnið. Ef fyrرنefndi möguleikinn er notaður má samkvæmt EN806 ekki blanda saman heita og kalda vatninu á töppunarstað. Síðarnefndi mögleikinn hins vegar tryggir að heita kranavatnið er drykkjarhaeft vatnsins og því má blanda vatni saman á töppunarstað; nota blöndunartæki. Síðarnefndi kosturinn útilokar einnig hættu á millirennslu þar sem þrýstimunur milli heita og kalda vatnsins verður næstum enginn. Gera má ráð fyrir að notkun á htaveituvatni aukist um 1% vegna þess að virkni varmaskipits er ekki 100%.

### **Hitastýrð blöndunartæki**

Einfaldasta aðgerðin til þess að draga úr slysaþættu er að nota hitastýrð blöndunartæki. Heitt og kalt vatn er þá leitt að töppunarstað og notað þar hvort um sig eða blandað saman. Petta er einfaldur búnaður sem kallað á takmarkað viðhald, gæta þarf reglulega að pakkdósum og spindlum. Þau uppfylla hins vegar ekki kröfu EN806 um að blöndun á "non-drinking water" við drykkjarvatn. Eins þarf að athuga að fæst blöndunartæki eru gerð fyrir jafnháan hita og er á hitaveituvatninu, flest þeirra eru gerð fyrir hámarkshítann 60- til 65- C. Það er staðreynd að heita vatnið getur náð um 80-C hita og því má búast við minni endingu en ella.

Eins má hugsa sér að setja upp hitastýrt blöndunartæki í tengigrind Uppblöndun á köldu vatni í heitt neyzluvatn veldur aukinni tæringu, og aukinni hættu á millirennslu, auk þess að valda hættu á útfellingum. Þrýstijöfnun mill heits og kalds vatns verður væntanlega nauðsynleg. Bilun í blöndunartæki eða þrýstifall á köldu vatni getur hins vegar valdið því að mjög heitt vatn komist í snertingu við þá er vatnið nota og valdið bruna.

### **Lækkun á framrásarhita hitaveitunnar**

Petta er e.t.v. ekki aðgengileg lausn þar sem lækkað hitastig þýðir minna varmainnihald hvers rúmmeters. Þar sem 90 % af heitu vatni fer til upphitunar húsnæðis þá er ljóst að auka þyrfti verulega það magn sem dreift er. Það þyrfti m.a. að auka þvermál lagna í dreifikerfinu til að anna varmaþörfinni og að auki þyrfti að stækka varmagjafa innan híbýla fólks til að skila sama varma til upphitunar. Tímabundin lækkun á framsrásarhita veldur aukinni slysaþættu þann hluta ársins, sem kerfið er rekið með 80-C hita.

### Neysluvatnsveita

Einnig má hugsa sér þá lausn að leggja sér veitu fyrir heitt neysluvatn og hafa varmaskiptastöðvar á vissum stöðum í dreifikerfinu, t.d. eina í hverri götu eða strjálar. Þar með yrði tryggð fagleg umsjón með neysluvatnsveitunni og áreiðanleiki búnaðar. Viðskiptavinir þyrftu því ekki að fjárfesta í búnaðinum sjálfir heldur yrði fjárfestingin á höndum viðkomandi veitu, verð á vatni myndi hins vegar hækka sem samsvarar kostnaði við fjárfestinguna. Kröfur EN806 yrðu þá uppfylltar, en tæringarhætta á húslögnum áfram til staðar. Þetta er mjög dýr lausn.

### Að lokum

Ég er ekki að mæla með einni lausn frekar en annarri og þar sem ljóst er að mikið veltur á því hvort staðallinn EN 806 verði samþykktur eða ekki. Það væri gott að fá fagmenn úr evrópskastaðlasamstarfinu með í umræðuna því þeir geta varpað ljósi á stöðu staðalsins í dag og mögulegar aðgerðir. Að sama skapi eru stjórnvöld mikilvægur aðili að slíkri umræðu, það skiptir sköpum hvaða stefnu þau taka í málinu. Það hefur lítið heyrst frá þessum aðilum en mín von er sú að á því verði breyting.

Ef staðallinn tekur gildi lítt breytur þá ber skv. ítrrustu kröfum hans að setja upp varmaskipti og hita kalt neysluvatn upp. Lækkun hitastigs á hitaveitunni eða notkun blöndunartækja koma ekki til greina, nema hitaveituvatn verði skilgreint sem drykkjarvatn og fari í gegnum allan þann feril sem því fylgir. Varmaskiptir á heitt neysluvatn er því eina framkvæmanlega lausnin sem uppfyllir staðalinn EN-806.

 Alfa Laval

F O R Y S T A I Á R A T U G I

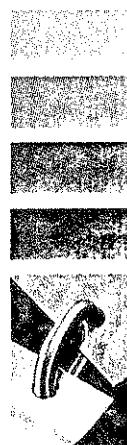
## VARMASKIPTAR

### F Y R I R :

- Miðstöðvarhitun - engin tæring
- Neysluvatnshitun - ferskt vatn
- Snjóbræðslur - til frostvarnar



Í þrjá áratugi hafa húseigendur á Íslandi sett traust sitt á ALFA LAVAL plötuvarmaskipta. Reynsla sem enginn annar býr að. Það þarf því ekki að leita annað.



Heildarlausnir á varmaskiptakerfum:  
Dælur, þensluker, lokar, mælar.

**SINDRI**  
-sterkur í verki

SÍMI 575 0000 • FAX 575 0010

# LAGNAFÉLAG ÍSLANDS

The Icelandic Heating, Ventilating and Sanitary Association

P.O. BOX 8026, 128 Reykjavík, S: 587 0660, FAX: 587 4162

Nafn

Kennitala

Starfsheiti

Sími

Heimilisfang

Sveitarfélag

Póstnúmer

Óska hér með eftir að gerast félagi í LAGNAFÉLAGI ÍSLANDS

Óska eftir að fá sendar LAGNAFRÉTTIR NR.:

Verð kr:

- |                          |  |       |
|--------------------------|--|-------|
| <input type="checkbox"/> | 1. Varmaendurvinnsla.....  | 1.000 |
| <input type="checkbox"/> | 2. Snjóbræðslulagnir.....  | 1.000 |
| <input type="checkbox"/> | 3. Eftirlit og úttekt á lofræsti- og hitakerfum.....   | 1.000 |
| <input type="checkbox"/> | 4. Stjórnþúnaður, lofræsti- og hitakerfi.....  | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 5. Brunavarnarkerfi.....   | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 6. Leiðbeiningar varðandi uppsetningu á reyk-, hitageisla- og brunalokum í lofræstikerfi.....    | 1.000 |
| <input type="checkbox"/> | 7. Lagnir í fiskeldi.....  | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 8. Handbók fyrir lagnakerfi.....   | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 9. Ráðstefna á Akureyri um þróun lagnamál.....   | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 10. Ráðstefna á Ísafirði um þróun lagnamála, bætt samskipti lagnamanna og byggingarfulltrúa..... | 2.000 |
| <input type="checkbox"/> | 11. Fráveitur og sorp.....   | 2.000 |
| <input type="checkbox"/> | 12. Ráðstefna á Egilsstöðum um þróun orkumála.....   | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 13. Snjóbræðslur og jarðvegshitun.....   | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 14. Ráðstefna á Selfossi um fagbekkingu og þróun orkunýtingar.....                               | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 15. Skemmdar lagnir í húsum.....   | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 16. Einangrun og upphengjur.....   | 1.000 |
| <input type="checkbox"/> | 17. Votrými í húsum.....   | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 18. Samræmt byggingareftirlit allra hagur.....   | 1.500 |
| <input type="checkbox"/> | 19. Rör í rör lagnakerfi.....  | 500   |
| <input type="checkbox"/> | 20. Loftræsting í skólum.....  | 2.000 |
| <input type="checkbox"/> | 21. Nýjungrar í lögnum.....  | 2.000 |
| <input type="checkbox"/> | 22. Nýjungrar í hugbúnaði og vélbúnaði.....  | 2.000 |
| <input type="checkbox"/> | 23. Lagnir í skipum.....   | 2.000 |

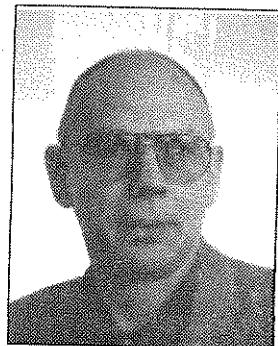
## Ásbjörn Einarsson efnaverkfræðingur

### Kostir og gallar mismunandi lagnaefna

#### Inngangur.

Ýmislegt hefur verið skrifað um endingu lagnaefna og efnisval í vatnslagnir á undanförnum áratugum. Elsta ritið, sem höfundur á um þetta efni er frá 1953. Ær það skýrla bandaríksks ráðgjafafyrirtækis um tæringu í vatni Hitaveitu Reykjavíkur. Síðan koma greinar Svavars Hermannssonar um tæringu í hitaveituvatni og fjörlit Rannsóknastofnunar iðnaðarins, sem fjalla bæði um kalt vatn og hitaveituvatn. Árið 1980 er svo vatnslagnastaðallinn ÍST67 gefinn út.

Hann endurspeglar ágætlega þekkingu þess tíma, en hann er löngu orðinn úreltur á ýmsum sviðum t.d. hvað varðar efnisval.



Ásbjörn Einarsson

Á seinni árum hefur verið fjallað um tæringu og efnisval á fundum og ráðstefnum hjá SÍH, síðar SAMORKU, Lagnafélaginu og fleirum. Kafli um þetta efni er í Hitaveituhandbókinni. Orkustofnun, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Iðntæknistofnun og Hitaveita Reykjavíkur hafa einnig gefið út mörg rit, þar sem finna má upplýsingar um þessi mál. Í þessum ritum er þó nær eingöngu fjallað um hefðbundin lagnaefni, en lítið sem ekkert um þau nýju efni, sem lítið hafa dagsins ljós á lagnaefnamarkaði á síðstu árum. Fróðlegt væri að taka saman lista yfir öll þessi rit, en til þess vannst ekki tími nú. Þetta er sá upplýsingabanki, sem lagnamenn geta leitað í um prófanir og reynslu á lagnaefnum í íslensku vatni. Síðan eru að sjálfsögðu til margvísleg erlend rit, staðlar og jafnvel tölvuforrit, sem fjalla um tæringu og efnisval í vatnslagnir, en taka ber skýrt fram, að vatn á Íslandi hefur ýmsa séreiginleika, sem þar er ekkert tillit tekið til.

Lagnamenn þurfa einnig að vita, að kröfur um ákveðið val á lagnaefnum fyrir húskerfi má finna í reglugerðum sumra hitaveitna, t.d. Hitaveitu Reykjavíkur. Einnig setja byggingarfulltrúar viða ákveðnar kröfur um val á lagnaefnum hver á sínu svæði. Þessar kröfur eru jafnvel ekki alltaf samræmdir milli sveitafélaga, sem nota sama vatnið. Þær eru hins vegar sá rammi, sem vinna þarf innan í dag. Það nýjasta í þessum efnum eru sennilega sampykktir, sem Reykjavíkurborg hefur látið semja og fjalla meðal annars um efnisval í innanhússlagnir fyrir kalt og heitt vatn í Reykjavík. Er þar miðað við eiginleika vatns frá Vatnsveitu Reykjavíkur og Hitaveitu Reykjavíkur. Gera má ráð fyrir, að þessar sampykktir verði gefnar út á næstu mánuðum. Spurning er, hver verður síðan þróunin í þessum efnum hjá öðrum sveitarfélögum, þar sem notað er vatn með öðrum eiginleikum.

Efnisval í vatnslagnir þarf ekki að vera mjög flókið viðfangsefni. Hins vegar koma þar oft inn ýmsir þættir svo sem íhaldsseimi, nýjungagirni, hefðir, sérviska, smekkur og þekkingarleysi, sem flækja dæmið. Einng þarf að hafa hugfast, að tæring getur ekki síður myndast utanfrá í lagnakerfum en innanfrá, þannig að meta þarf báða þessa möguleika hverju sinni. En lítum nú á helstu lagnaefnin fyrir mismunandi vatn og mat höfundar á notkunarsviði þeirra, kostum og göllum.

#### Kalt vatn.

Galvanhúðað stál hefur verið hefðbundið efnisval í lagnir fyrir kalt vatn víðast á Íslandi. Þó eru undantekningar þar á. Í byggðunum á Suðurnesjum eru t.d. eirlagnir víða mjög algengar fyrir kalt og heitt vatn og hjá Varnarliðinu á Keflavíkurflugvelli er eirinn nær einráður.

Galvanhúðað stál hefur aldrei verið aðskilegt efnisval í lagnir fyrir kalt vatn hér á landi. Vatnið er of mjúkt og hreint fyrir þessi rör. Þetta hefur þó yfirleitt gengið, þar sem selta vatnsins er lítil eins og í Reykjavík. Þó er strax um 1970 farið að skrifa um tæringu í galvanhúðuðum rörum í Reykjavík. Gerð var tilraun til úrbóta með því að fara að nota eirrör í kringum 1970, en sú tilraun mistókst hrápalega. Eirrörin tærðust hratt og var kolefnishimnu í mjúkum rörum kennt um. Hins vegar hafa ekki eingöngu mjúk rör tærst, þannig að það er ekki eina skýringin. Ekki verður farið nánar út í skýringar hér, en þessi reynsla kennið mönnum um skeið að minnsta kosti, að vatn hegðar sé ekki

alls staðar eins frá tæringarsjónarmiði, þótt erfitt geti verið að sjá af hverju.

Þegar selta kalda vatnsins eykst, aukast vandamálin með galvanhúðaða stálið. Þá batnar hins vegar staða eirröranna. Þau endast t.d. vel á Suðurnesjum, þar sem klóríð er um 70 mg/l. Þetta er þó afar viðkvæmt jafnvægi. Pannig hafa verið veruleg tæringarvandamál í eirrörum á Keflavíkurflugvelli, eftir að hann tengdist vatnsveitu svæðisins. Mismunurinn er, að þar er örliatum klór blandað í vatnið. Við það lækkar pH-gildi vatnsins auk þess sem klórinn eykur tæringarhættu. Þessi tæring fannst hins vegar ekki áður, þegar notað var "verra" vatn úr borholum á flugvellinum.

Einstaka dæmi eru þekkt um "grænt" vatn úr eirlögnum vegna jafnrar upplausnar röranna. Þetta hefur hins vegar ekkert verið skoðað, svo höfundur viti.

Á seinni árum hefur umræða um tæringu í galvanhúðuðum rörum aukist. Ein helsta skýring þess er án efa, að hönnun og frágangur lagnakerfa og breyttar kröfur um þægindi hafa stóraukið fjölda lítið notaðra töppunarstaða, þar sem kalda vatnið nær að standa og hitna. Þessi hitastigsaukning getur vel dugað til að margfalda tæringarhraða galvanhúðuðu röranna, þar sem þau voru á hættumörkum áður vegna mjúka vatnsins. Alla tengingar á búnaði úr eir, eirblöndum eða ryðfríu stáli við galvanhúðaða stálið auka svo enn á vandann.

#### **En hvaða efni á að velja í lagnir fyrir kalt vatn í dag ?**

Galvanhúðuð stálrör. Mikla varúð þarf við val á þessu efni. Þau eiga mestan rétt á sér í lagnir, þar sem rennsli er mikið. Vatnið þarf að vera lítið salt (klóríð <20 mg/l) og með pH-gildi yfir 7. Lagnir þurfa að vera vel einangraðar. Rörin eru viðkvæm fyrir tæringu utanfrá, ef þau liggja í röku umhverfi.

Eirrör. Notist eingöngu þar sem vatn er frekar salt (klóríð sennilega yfir 65 mg/l) og með pH-gildi yfir 7-7.5. Nota skal hörð rör og huga að takmörkunum á rennslishraða. Rörin þola vel utanaðkomandi raka.

Ryðfrí stálrör með þrýstitengjum. Þau henta vel fyrir kalt vatn. Nota skal minnst AISI 316, þ.e. efni 1.4401, ÍST-EN 10088/1995. Erlendis er sums staðar ekki mælt með þessum rörum, ef klóríð er yfir 150 mg/l vegna hættu á tæringu í tengjunum. Rétt er að virða það einnig hér. Rörin þola vel utanaðkomandi raka, þegar þau eru notuð fyrir kalt vatn.

Plaströr. Plaströr eru heppileg fyrir kalt vatn. Velja þarf réttan þrýstiflokk og tæringarþolin tengi. Par þarf einna helst að hafa í huga afsínkun, ef eir/sínk blöndur eru notaðar. Ekki er nauðsynlegt að nota hitabolið plast, en höfundur hefur lengi verið þeirrar skoðunar (ein sérvískan enn!), að nota eigi sama efni í lagnir að krönum með heitu og köldu vatni, ef þess er nokkur kostur. Þá þarf að nota sömu hitabolin plaströr og fyrir heita vatnið. Þetta kemur einnig í veg fyrir hugsanlegar skemmdir, ef millirennslí verðut í blöndunartækjum. Rörin eiga að vera aðgengileg, t.d. með rör-í-rör kerfinu. Plaströr þola vel utanaðkomandi raka.

Plast/ál/plaströr með þrýstitengjum. Venjulega eru þessi rör með PEX innsta lagi. Þau hafa sömu eiginleika og plaströrin hér að ofan hvað varðar tæringu, en þau eru stífari og henta vel í utanáliggjandi lagnir.

Aðrar ábendingar. Öll ofangreind efni þurfa að vera vottuð fyrir neysluvatn hér á landi af Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins eða sambærilegum aðila. Lagnir eiga að vera aðgengilegar. Einnig þarf að vinna hvert verk eingöngu með efni, sem á saman. Pannig geta minnstu galvanhúðuð tengistykki, sem tengjast ryðfríum rörum eða eirrörum gefið mikinn ryðlit í vatnið. Sama má segja um svarta búta í galvanhúðuðum lögnum. Fleira mætti telja, en slík dæmi má finna í flestum handbókum.

#### **Upphitað kalt vatn**

Galvanhúðað stál var og er sennilega enn algengasta efnið í lagnir fyrir upphitað kalt vatn, sem notað er sem heitþ neysluvatn. Þetta er ótrúlegt og öllum, sem tengjast lagnamálum til lítils sóma. Strax eftir byggingu Árbæjarhverfisins um 1970 komu upp viðtæk og stórfeld vandamál með galvanhúðaðar lagnir fyrir upphitað kalt vatn. Fljótlega þar á eftir voru fyrstu ritin gefin út, þar sem mælt var gegn notkun þessara röra. Vandamálið var hins vegar, að einu fáanlegu rörin, sem dugðu í þá daga, voru eirrör. Gekk illa að sannfæra fólk um, að þau væru ónothæf fyrir kalda vatnið en nothæf fyrir það eftir upphitun, þegar tæringarhættan virtist meiri. Á stöðum, þar sem eirrör voru í lagi fyrir kalda

vatnið, gekk betur að innleiða þau í þessar lagnir. En nú, þegar komin eru mun fleiri heppileg efni í þessar lagnir, er enn verið að skoða 3-5 ára ónýtar galvanhúðaðar lagnir fyrir upphitað kalt vatn. Svo innleiða menn allskonar "lausnir" til þess að reyna að bjarga vitleysunni, svo sem fosfatísböndun og segultæki.

Búast má við aukinni notkun á upphituðu köldu vatni í framtíðinni með tilkomu nýrrar byggingarreglugerðar. Einnig getur Evrópustaðallinn prEN-806 haft viðtæk áhrif í þessa átt, sérstaklega ef hann verður tekinn upp hér á landi. En lítum nú á valkostina í efnisvali.

Galvanhúðuð stálrör. Aldrei á að nota galvanhúðað stál í lagnir fyrir upphitað kalt vatn, hvaða hitastig sem valið er.

Eirrör. Þau reynast ágætlega í þessar lagnir og eru t.d. góður valkostur, þar sem vatn er salt (klóríð yfir 65 mg/l) og pH-gildi yfir 7-7.5. Þar má þá einnig nota þau fyrir kalda vatnið. Nota skal hörð rör og huga að takmörkunum á rennslishraða. Rörin þola vel utanaðkomandi raka, eins og áður var sagt.

Ryðfrí stálrör með þrýstitengjum. Þau henta vel fyrir upphitað kalt vatn, ef hitastig þess fer ekki upp fyrir um 60-65-C og klóríð er undir 150 mg/l. Nota skal minnst AISI 316, þ.e. efni 1.4401, ÍST-EN 10088/1995. Ef hitastig vatsins fer upp fyrir um 65-C, koma upp vandamál vegna tæringarhættu utanfrá, ef raki kemst að rörum (spennutæring, "stress corrosion cracking"). Tæring á kranavatnslögnum utanfrá hefur lengi verið vandamál, þannig að þar er vart á bætandi. Ef ryðfrí rör eru notuð við hitastig yfir um 65-C, þarf því að huga vel að möguleikum á utanaðkomandi raka, og hafa rörin vel aðgengileg. Reyndar ætti það alltaf að vera svo, því auðvelt er að auka hitastig í þessum lögnum, ef notendur hafa áhuga á því síðar meir, hverjar sem upphaflegar hönnunarforsendor eru. Það er svolítið sérstæð tilviljun, að hitastigsmörkin fyrir spennutæringu á ryðfríu stáli AISI 316 eru nokkurn vegin þau sömu og leyfilegt hámarkshitastig fyrir heitt neysluvatn skv. prEN-806.

### **Hitapolin plaströr**

Hitapolin plaströr eru heppileg fyrir upphitað kalt vatn. Velja þarf réttan þrýstiflokk og tæringarþolin tengi eins og í kalda vatninu. Nota skal hitapolíð plast skv. EN-12202, EN-12318 og EN12319, sem fullnægir kröfum í flokki 2 skv. prEN 12318, þ.e. 70-C í 49 ár, 80-C íl ár og 95-C í 100 klst við 10 bar þrýsting og öryggisstuðul minnst 1,3. Rörin eiga að vera aðgengileg, t.d. með rör-í-rör kerfinu. Rörin þola vel utanaðkomandi raka.

Hitapolin plast/ál/plaströr með þrýstitengjum. Þau hafa sömu eiginleika og plaströrin hér að ofan hvað varðar tæringu.

Aðrar ábendingar. Öll ofangreind efni þurfa að sjálfsögðu að vera vottuð fyrir neysluvatn og notkunarhitastig af Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins eða sambærilegum aðila. Lagnir eiga að vera aðgengilegar. Einnig þarf að vinna hvert verk eingöngu með efni, sem á saman. Þannig geta minnstu galvanhúðuð tengistykki, sem tengjast ryðfríum rörum eða eirrörum, gefið mjög mikinn ryðlit í vatnið í þessum kerfum. Fleira mætti telja, en slík dæmi má finna í flestum handbókum.

### **Hitaveituvatn**

Umfjöllun um hitaveituvatn er skipt í tvennt, þ.e. lagnir fyrir heitt kranavatn og hitakerfi.

### **Heitt kranavatn frá hitaveitu**

Galvanhúðað stál er sennilega algengasta efnið í lögnum fyrir heitt kranavatn frá hitaveitu. Einnig er eitthvað notað svart stál í þessar lagnir, þar sem hitaveituvatnið inniheldur súlfíð, t.d. í samræmi við reglugerð Hitaveitu Reykjavíkur. Eir er víða notaður á Suðurnesjum. Hann er einnig talsvert notaður á smærri stöðum, þar sem súrefni og mikið klóríð er í vatni. Þetta efnisval hefur reynst ágætlega með tilliti til tæringar innan frá. Eina undantekningin er, að eirinn hefur valdið meðburði af svörtum ögnum úr eirsúlfíði, þar sem hann er notaður fyrir hitaveituvatn með súlfíði. Svarta og galvanhúðaða stálið er hins vegar varasamt m.t.t. tæringar utanfrá og eru mörg dæmi um tjón af þeirra völdum í baðherbergjum og þvottahúsum.

Ef Evrópustaðallinn prEN-806 fer að hafa áhrif hér á landi á næstu árum, mun notkun á upphituðu köldu vatni sem heitt kranavatn aukast. Ekki er hægt að setja það vatn inn á svört eða galvanhúðuð

rör, sbr. umræðu hér að framan. Því er spurning, hvort ekki eigi að breyta efnisvali á næstu árum þannig, að möguleikum á skiptum yfir í millihitun sé haldið opnum í nýjum húsum, ef hún er ekki tekin upp strax. Höfundur telur kosti þess ótvíraða.

### Lítum á möguleikana:

Svört stálrör venjuleg eða þunnveggja. Þessi rör eru tæringarþolin vegna tæringar innan frá í vatni með súlfíði. Þau má hins vegar ekki nota fyrir kalt vatn, þannig að þau falla ekki að áður nefndri áherslu höfundar á notkun á sama efni í lagnir fyrir heitt og kalt kranavatn. Þau eru einnig viðkvæm fyrir tæringu utan frá. Því er mælt gegn notkun þeirra í þessar lagnir, jafnvel þótt hitaveituvatnið innihaldi súlfíð.

Galvanhúðuð stálrör. Þessi rör eru tæringarþolin vegna tæringar innan frá í flestu hitaveituvatni, nema ef til vill þar sem vatn er mjög salt og með súrefni. Sínið í galvanhúðinni getur valdið útfellingu sínsilikats í búnaði, sem vatnið fer um, t.d. síum á krönum, þannig að óhreinindi setjast þar fyrr en ella. Þetta er þó ekki til umtalsverðra vandræða. Rörin má nota fyrir kalt vatn, en frekar er mælt gegn því hér að framan, þannig að þau hæfa heldur ekki fullkomlega áður nefndri áherslu höfundar á notkun á sama efni í lagnir fyrir heitt og kalt kranavatn. Þau eru einnig viðkvæm fyrir tæringu utan frá. Því er frekar mælt gegn notkun þeirra í þessar lagnir nema að aðrir valkostir séu ekki leyfðir.

Eirrör. Þessi rör á alls ekki að nota þar sen súlfíð er í hitaveituvatni. Þau eru hins vegar valkostur, þar sem vatnið er súlfíðlaust eða með súrefni. Skiptir þá ekki máli, þótt vatnið sé einnig salt. Á stöðum þar sem hitaveituvatnið er salt, er kalda vatnið oft einnig salt, þannig að þar má nota rörin fyrir bæði kerfin. Nota skal hörð rör og huga að takmörkunum á rennslishraða. Eirrör þola einnig vel upphitað kalt vatn, ef skipt yrði yfir í millihitun. Eirlagnir þola vel utanaðkomandi raka.

Ryðfrí stálrör með þrýstitingum. Nota skal minnst AISI 316, þ.e. efni 1.4401, ÍST-EN 10088/1995. Hér koma hins vegar upp tvö vandamál. Annars vegar er spurning um langtímaendingu gúmmispéttингa í þrýstitingjunum, þegar súlfíð er í hitaveituvatninu, en ending á gúmmí í þannig hitaveituvatni hefur lengi verið vandamál. Því er mælt með, að tengin séu vel aðgengileg. Hins vegar koma einnig upp vandamál vegna tæringarhættu utanfrá, ef hitastig vatnsins er yfir um 65°C eins og yfirleitt er í hitaveitum og raki kemst að rörunum (spennutæring, "stress corrosion cracking"). Ef ryðfrí rör eru notuð við þessi skilyrði, þarf því að huga vel að utanaðkomandi raka, og hafa rörin vel aðgengileg. Þau má hins vegar í flestum tilfellum einnig nota fyrir kalda vatnið (klóríð<150 mg/l), eins og áður hefur verið talað um, og fyrir upphitað kalt vatn, ef skipt yrði yfir í millihitun.

Hitaþolin plaströr. Mjög æskilegt væri, ef samkomulag næðist um að nota hitaþolin plaströr í lagnir fyrir hitaveituvatn sem heitt kranavatn, þar sem plaströrin eru ekki viðkvæm fyrir utanaðkomandi raka og þau verða sjálfsgagt innan tíðar ráðandi í lögnum fyrir kalt vatn (lögmál höfundar um sama efni í báðar lagnir). Hitaþolin plaströr hafa reyndar lengi verið notuð í þessar lagnir hér og þar á landinu, og sennilega er komin á þau um tveggja áratuga reynsla. Er hún oftast sögð góð, enda ekki mjög löng frá lagnasjónarmiði, en þó er hún misjöfn, eftir því hver spurður er. Hins vegar hafa engar skipulagðar prófanir eða aðrar athuganir farið fram á notkun hitaþolinna plaströra fyrir hitaveituvatn með súlfíði. Iðntæknistofnun hefur bent á, að súlfíð og hátt hitastig geti saman flýtt öldrun röranna.

Einnig er þar bent á, að ending mismunandi andoxunarefna í rörunum geti verið misjöfn í hitaveituvatni. Vandamálið þar er m.a., að andoxunarefnin eru ekki stöðluð fyrir rörin, þannig að framleiðendur gefa ekki upp tegund þeirra og geta jafnvel breytt henni án þess að það komi nokkurs staðar fram. Höfundi finnast hins vegar kostir plaströrranna vega það þungt á móti óvissunni með 50 ára endingu, að rétt sé að skoða vel notkun þeirra í lagnir fyrir hitaveituvatn sem heitt kranavatn, þar sem hitastig vatnsins fer ekki mikil upp fyrir 70°C, jafnvel þótt súlfíð sé í vatninu. Ef ekki er súlfíð í vatninu, eru fá rök til þess að mæla gegn notkun röranna. Velja þarf réttan þrýstiflokk og tæringarþolin tengi eins og í kalda vatninu.

Nota skal hitaþolið plast skv. EN-12202, EN-12318 og EN12319, sem fullnægir kröfum í flokki 2 skv. prEN 12318, þ.e. 70-C í 49 ár, 80-C í 1 ár og 95-C í 100 klst við 10 bar þrýsting og öryggisstuðul minnst 1,3. Rörin skulu vera vottuð fyrir neysluvatn og fyrir hitaveituvatn, með eða án súlfíðs. Rörin þurfa að vera aðgengileg, t.d. með rör-í-rör kerfinu. Plaströrin henta einnig vel fyrir kalt vatn, eins og áður hefur verið talað um, og fyrir upphitað kalt vatn, ef skipt yrði yfir í millihitun.

Plast/ál/plaströr með þrýstingjum. Það sama gildir um þessi rör og um hitaþolnu plaströrin.

Aðrar ábendingar. Öll ofangreind efni þurfa að vera vottuð fyrir neysluvatn af Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins eða sambærilegum aðila, jafnvel þótt hitaveituvatn sé ekki skilgreint sem neysluvatn. Það fer í sömu krana og kalda vatnið. Þau þurfa einig að vera vottuð fyrir hitaveituvatn, þar sem litið er á súlfíð, súrefni, seltu og hitastig. Lagnir eiga að vera aðgengilegar. Einnig þarf að vinna hvert verk eingöngu með efni, sem á saman.

### Hitalagnir

Venjulegt svart stál er ráðandi í hitalögnum, þar sem hitaveituvatn er notað beint. Reynist það vel í flestum veitum, en það hefur þó þann ókost að vera viðkvæmt gegn tæringu utanfrá. Ef örlítið súrefni er í hitaveituvatninu, nota menn sums staðar galvanhúðað stál og jafnvel eirrör, einkum þar sem bæði er súrefni og salt í vatninu. Við þær aðstæður þarf einnig að nota pottofna eða jafnvel álofnan, ef þeir þola hitaveituvatnið. Pekkt eru dæmi um langa endingu eirröra í hitakerfum, þar sem súlfíð er í vatninu, en ekki er mælt með notkun eirs við þau skilyrði. Þannig ætti eingöngu að hafa lofthitablásara úr eir í lokuðum hringrásarkerfum, ef súlfíð er í vatni. Ef hitablásari er beintengdur við hitaveitu með súlfíði, er best að nota ryðfrítt stál.

### En lítum nánar á efnisvalið

Svört stálrör, venjuleg eða þunnveggja. Þessi rör eru mjög tæringarbolin m.t.t tæringar innan frá í vatni, sem ekki inniheldur súrefni. Þau eru hins vegar viðkvæm fyrir tæringu utan frá. Því standa menn frammi fyrir tveimur valkostum, þ.e. annað hvort að verja rörin vel gegn utanaðkomandi raka og hafa þau vel aðgengileg eða að velja annað efni, sem er þolnara gegn tærinu utanfrá. Þrýstingi á þunnveggja stálrörum skulu alltaf vera vel aðgengileg.

Galvanhúðuð stálrör. Sínið í galvanhúðinni getur valdið útfellingu sínsilikats í stjórnþúnaði sem vatnið fer um, t.d. ofnlokum, þannig að óhreinindi setjast þar fyrr en ella og stíflir búnaðinn. Því ætti aðeins að nota þessi rör þar sem súrefni í hitaveituvatninu tærir svörtu rörin. Tæringahætta utan frá er svipuð og með svörtu rörin hér að ofan.

Eirrör. Þessi rör á ekki að nota þar sem súlfíð er í hitaveituvatninu. Þau eru hins vegar valkostur, þar sem vatnið er súlfíðlaust eða með súrefni. Ekki hefur orðið vart við, að eirinn flýti tæringu á stálofnum, ef ekkert súrefni er í vatninu. Ekki skiptir máli fyrir eirrörin, þótt vatnið sé einnig salt. Nota skal hörð rör og huga að takmörkunum á rennslishraða. Eirrör þola vel utanaðkomandi raka.

Ryðfrí stálrör með þrýstingjum. Hér koma upp sömu tvö vandamálin og fyrir heita kranavatnið frá hitaveitu. Annars vegar er spurning um langtímaendingu gúmmíþéttинга í þrýstingjunum, þegar súlfíð er í hitaveitvatninu, en ending á gúmmí í þannig hitaveituvatni hefur lengi verið vandamál. Hins vegar koma einnig upp vandamál vegna tæringarhættu utanfrá, ef raki kemst að rörum og hitastig vatnsins fer yfir um 65-C eins og í flestum hitaveitum (spennutæring, "stress corrosion cracking"). Ef ryðfrí rör eru notuð við þessi skilyrði, þarf því að huga vel að utanaðkomandi raka, og hafa rörin vel aðgengileg. Þessi rör eru því best í utanáliggjandi lagnir, eða því sem næst. Nota skal minnst AISI 316, þ.e. efni 1.4401, ÍST-EN 10088/1995.

Hitaþolin plaströr. Mun fleiri spurningar vakna um notkun plaströra í hitakerfi með stöðugu gegnumstreymi en notkun í kranavatnslagnir fyrir hitaveituvatn. Meiri hætta er á útskolun andoxunarefna úr rörum í þessum kerfum skv. Iðntæknistofnun, þar sen streymi er stöðugra um rörin. Hitastigið er sennilega einnig hærra að staðaldri og því meiri spurning um áhrif súlfíðs á öldrun röranna. Með notkun hitaþolins plasts í þessar lagnir er einkum verið að fjárfesta í auknu öryggi gegn tæringu utan frá. Öryggið m.t.t vatnsskaða eykst hins vegar enn frekar, ef notaður er millihitari og lokað hringrásarkerfi fyrir hitakerfið. (Gert er ráð fyrir, að ekki sé sjálfvirk áfylling, sem stöðugt hleypir inn vatni, ef leki myndast.) Ef notuð er millihitun, er verið að nota rörin við sömu aðstæður og erlendis, og er þá ekkert, sem mælir gegn notkun hitaþolinna plaströra með súrefnisvörn. Niðurstaða höfundar er því, að núverandi þekking á áhrifum hitaveituvatns á plaströr leyfi ekki notkun þeirra beint í hitakerfi með gegnumstreymi, þar sem hitastig er 70-80-C og súlfíð í vatni.

Þar sem hitastig er lægra og ekkert súlfíð í vatninu, eru hitaþolnu rörin betri kostur. Hins vegar þarf einfaldlega að rannsaka notkun hitaþolinna plaströra fyrir hitaveituvatn og því fyrr sem hafist er handa við það verk, þeim mun betra. Benda má á ágætt rit Iðntæknistofnunar frá 1998, Ending

plastlagnaefna og gúmmípakkninga í íslenskum heitavatnslögnum, þar sem þörfin á frekari athugunum er sett fram á skilmerkilegan hátt.

Plast/ál/plaströr með þrýstutengjum. Sama gildir um þessi rör og um hitaþolnu plaströrin.

Aðrar ábendingar. Öll ofangreind efni þurfa að sjálfsgöðu að vera vottuð fyrir hitaveituvatn af Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins eða sambærilegum aðila, þar sem liðið er á súlfíð, súrefni, seltu og hitastig. Lagnir eiga að vera aðgengilegar. Einnig þarf að vinna hvert verk eingöngu með efni, sem á saman.

### Lokuð hringrásarkerfi, húshitun

Öll þau efni, sem rætt hefur verið um hér að framan, koma til greina í lokuð hringrásarkerfi, sem hituð eru með varmaskipti, þ.e. venjuleg og þunnveggja svört stálrör, galvanhúðuð rör, eirrör, ryðfrí stálrör, hitaþolin plaströr og plast/ál/plaströr. Spurningin er mest um mat á tæringarhættu utanfrá. Nefna ber þó, að eirrör virðast í sumum tilfellum valda meiri vtnismyndun í ofnum en önnur rör. Einnig eiga frostlögur og galvanhúðað stál oft illa saman.

Varmaskiptar fyrir hringrásarkerfi skulu vera úr ryðfríu stáli, minnst AISI 316, þ.e. efni 1.4401, ÍST-EN 10088/1995, eða tæringarþolnari efnim. Sama má segja um varmaskipta fyrir upphitað kalt vatn, sem notað er sem heitt kranavatn.

Ekki verður fjallað um gólfhitalagnir hér, en benda má á væntanlegan staðal prEn-1264 um gólfhitalagnir.

### Lokaorð

Reynt hefur verið að setja fram kosti og galla lagnaefna með tilliti til tæringar á sem einfaldastan hátt. Síðan bætist við spurningin um kostnað við notkun mismunandi efna, en hún er utan þessarar umræðu hér.

Ýmsum kann að finnast höfundur óvæginn í garð sumra lagnaefna. Þeir þekkja þá jafnvel fjölmörg dæmi um ágæta endingu efna, sem hér eru talin óhæf. Þá vaknar spurningin: Hvað er eðlilegt, að mörg húskerfi eða einstakir lagnahlutar valdi tjóni, áður en eitthvað er gert? Þeir stóru "tæringarfaraaldrar", sem komið hafa upp stóku sinnum og verið til umræðu í fjölmörgum, hafa ef til vill valdið sýnilegu tjóni í um 5% húsa á tæringarsvæðinu. Minna auglýst dæmi eru því með mun minna prósentuhlutfall. Það er því ekkert einkennilegt, að menn þekki fullt af dæmum um góða endingu óhæfra efna. Höfundur telur val þeirra jafn vitlaust fyrir því.

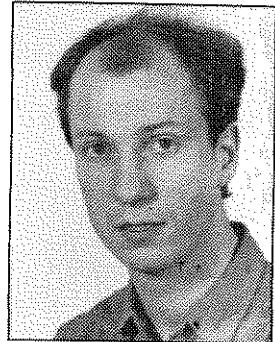
Að lokum má nefna, að ofangreint val á lagnaefnum er í flestum aðalatriðum í samræmi við væntanlegar samþykkir Reykjavíkurborgar um innanhússlagnir fyrir kalt og heitt vatn í Reykjavík. Í þessari umfjöllun eru hins vegar einnig settir fram valkostir fyrir fleiri vatnsgerðir en í Reykjavík. Síðan þurfa lagnamenn aðeins að þekkja vatnseiginleikana á hverjum stað, ef þeir vilja nýta sér þessar tillögur.

*Páll Árnason verkfræðingur  
Iðntæknistofnun*

**Plastlagnir og plastefni**

**Inngangur**

Í þessu erindi er aðallega ætlunin að kynna helstu niðurstöður heimildaleitar í verkefninu "Ending plast- og gúmmiefna í íslenskum heitavatnslögnum", sem styrkt var af Rannís. Verkefninu lauk með skýrslu Iðntæknistofnunar í mars '98.



*Páll Árnason*

**Ending plastagna**

Miklar rannsóknir eru til í hinum stóra heimi á endingu plastagna. Þessar rannsóknir hafa m.a. leitt í ljós sambandið milli hitastigs, þrýstings og endingar hinna mismunandi tegunda plastefna og er endingin mjög háð þessum þáttum. Umhverfi plastefnisins hefur þó einnig sýnt sig að geta haft neikvæð áhrif á endinguna við sérstakar aðstæður. Þeir umhverfisþættir sem þar gætu komið til eru: Sólarljós getur brotið niður plastefnið.

Kemisk efni geta brotið niður plastefnið.

Lífrænt efni og jafnvel heitt vatn getur leyst til sín og skolað út aukaefni úr plastinu.

Yfirborðsvirk efni geta minnkað þrýstipol.

Erlendir staðlar og vottun á lagnaefni miða við að efnið endist í 50 ár miðað við tiltekið hitastig og þrýsting og setja öryggisstuðla á þá útreikninga. Mat þetta á endingartíma byggir á þrýstiprófunum á vatnsfylltum rörbútum í heitu vatni. Þeir gera því ráð fyrir að aðrir þættir en hitastig og þrýstingur hafi nánast engin áhrif á endinguna og það hefur sýnt sig að svo er að jafnaði raunin í hefðbundnum lagnakerfum í Evrópu og því á að vera hægt að treysta því að lagnirnar endist.

Með aukinni notkun plastagna hérlandis er sjálfsagt að skoða hvort það sé eithvað í okkar aðstæðum sem gæti gert það að verkum að erlendar reikniaðferðir á endingu plastefnanna stæðust ekki hér. Það var kveikjan að þeirri heimildaleit sem hér er lýst og tók einnig til gúmmiefna í lagnakerfum.

**Heimildaleit.**

Heimildaleitin var unnin með það að markmiði að fá svar við; hver sé staða þekkingar á útskoluṇ andoxunarefna við séríslenskar aðstæður, hver sé staða þekkingar á áhrifum H2S á endingu lagnahlutanna.

Séríslenskar aðstæður og hugsanleg áhrif þeirra á endingu plast- og gúmmiefna í íslenskum heitavatnslögnum hafa í verkefninu verið skilgreindar eins og sýnt er í eftirfarandi töflu:  
Séríslenskar aðstæður

Áhrif sem stytta endingartímann. Opin hitaveitukerfi (gegnumstreymiskerfi)  
Útskoluṇ aukaefna. Hátt hitastig kranavatns. Hraðari útskoluṇ og niðurbrot efnis  
H2S-innihald vatnsins. Lengri árlegur upphitunartími. Kemískt niðurbrot efnis. Styttri líftími.

Niðurstaða heimildaleitar á stöðu þekkingar á þessu sviði er eftirfarandi:  
Séríslenskar aðstæður. Plaströr. Gúmmípakkningar  
Útskoluṇ andoxunar-efna í gegnum-streymis-kerfum

Áhrifaþættir útskolunar eru vel þekktir, prófunarferli fyrir mælingar á skammtímaútskoluṇ hefur verið skilgreint, en langtímaútskoluṇ úr plaströrum hefur lítið verið skoðuð. Ekki hefur verið hægt að staðfesta hvernig útskoluṇin úr plaströrum í gegnumstreymiskerfi breytist með tíma, en slík þekking er forsenda þess að hægt sé á grundvelli skammtímaprófana að áætla útskoluṇ á 50 ára líftíma. Hefur sést hérlandis í PP.

Flæði andoxunarefna úr einum gúmmífasa í annan hesur verið rannsakað þó nokkuð, en ekkert fannst í heimildaleit um flæði úr gúmmí í vatn.

Áhrif herra hitastigs kranavatns á endingu.

Áhrif hitastigs á niðurbrot og útskolun eru pekkt en ekki áhrif á H2S-öldrun.

Endingartími er, samkvæmt grófri þumalfingurreglu, talin helmingast við 10-C hitastigshækun.

#### Áhrif H2S á endingu

Þekkingargrundvöllur á áhrifum H2S á algengustu plastefni í lögnum er það veikur að í nýjasta ISO staðlinum um efnaþolni plaströra eru fyrri fullyrðingar um H2S-þol dregið til baka og skilin estir eyða.

Hefur þó nokkuð verið rann-sakað í olíulögnum og eitthvað í vatnslögnum. H2S er talið flýta fyrir öldrun gúmmis, þó í mismíklum mæli eftir gúmmítegundum.

Niðurstaðan er sú að líkur eru á að í einhverjum tilfellum gæti ending plaströra verið önnur en útreiknuð ending og verulegar líkur á að gúmmípakningar hafi í sumum lagnakerfum minni líftíma en uppgefið er. Með rannsóknum væri hægt að skilgreina áhrif íslenskra aðstæðna á endingartíma plast- og gúmmíefna.

#### Framtíð plastlagna, kostir og ókostir

Það má öllum ljóst vera sem fylgst hafa með þróuninni að plastefni koma til með að taka yfir stóran hluta hesðbundinna vatnslagna í nánustu framtíð. Plastið er auðvelt að leggja, er samkeppnishæft í verði og það sem mestu máli skipti að það tærist ekki. Hægt er að fá þá endingu sem menn vilja. Auðveldlega er hægt að loka fyrir súrefnisupptöku sem um tíma var vandamál. Í málum verður að vísu alltaf hægt að fá nettari utaná liggjandi lagnir.

Það þurfti ekki mikla þekkingu til að velja galvaniserað fyrir kalt vatn og svart fyrir heitt. Helsti ókostur plastlagnanna er að það er mun flóknari lagnaefnaflóra sem krefst miklu meiri þekkingar af öllum þeim aðilum sem að þeim koma. Það er almennur þekkingarskortur á þeim og upplýsingarskortur frá söluaðilum um fyrir hvaða aðstæður lagnaefnið hæfir. Þekkingin er grundvöllur þess að reglugerðir geti með eðlilegum hætti tekið mið af breyttu efnisvali, hönnuðir hannað og píparar lagt svo vel sé.

## Ragnheiður Inga Þórarinsdóttir verkfræðingur Iðntæknistofnun Íslands

### Tæring eirlagna

Eirrör hafa verið mikið notuð fyrir vatnslagnir bæði hérlandis og erlendis. Þau hafa þann kost að auðvelt og ódýrt er að leggja þau. Í erindinu verður gerð grein fyrir orsökum tæringar eirröra í köldu neysluvatni annars vegar og í súlfíðrsku hitaveituvatni hins vegar.

Tilhneiting málma til að gefa frá sér elektrónu og leysast upp er hægt að mæla sem spennu. Því ofar sem málmar eru í spennuröðinni, því minni er tæringarhættan.



Ragnheiður Inga Þórarinsdóttir

### Tæringarform í eirlögnum

- Jöfn tæring
- Pyttatæring, I, II, III
- Ólgutæring / straumtæring
- Þreytutæring
- (Valtæring lóðmálma)

### Súrefnisríkt neysluvatn.

Í súrefnisríku neysluvatni er eir almennt tæringarbolinn málmur. Það myndast verndarhúð á yfirborð eirsins, oxíðlag, sem verndar gegn áframhaldandi tæringu. Fyrst myndast þunn oxíðhúð, en til þess að varnarlagið sé stöðugt þarf ofan á oxíðlagið að myndast karbónatlag. Á Íslandi búum við víðast við afar hreint, efnissnautt neysluvatn með lágt kalkinnihald og nokkuð hátt sýrustig. Við slíkar aðstæður tekur langan tíma fyrir stöðugt varnarlag innan á lögn að myndast. Lítill göt geta komið á koparoxíðlagið og rör geta tærst í sundur pyttatæringu á skömmum tíma. Þetta hefur einkum sést í stórum byggingum þar sem um langar lagnir er að ræða sem lítið eru notaðar, en einnig þar sem langur tími líður frá því að lagnir eru þrýstiprófaðar þangað til þær eru teknar í notkun.

### Niðurstaða / neysluvatn

- Pyttatæring
  - Týpa III, í löngum lítið notuðum leiðslum
  - Týpa I, bætt framleiðsluaðferð
- Jöfn tæring í neysluvatni
  - Lítill tæringarhraði
  - Uppleystur kopar

## Súlfíðríkt hitaveituvatn

Í súlfíðríku umhverfi lækkar eir umtalsvert í spennuröðinni og tærist jafnri tæringu. Við það myndast svartar, harðar og stökkar eirsúlfíð-útfellingar. Útfellingarnar stöðva ekki frekari tæringu. Talið er að tæringarhraðinn stjórnist aðallega af magni brennisteinsvetnis og súrefnis, en aðrir þættir s.s. sýrustig og silíkatmagn geta einnig haft áhrif.

## Efnainnihald vatns

	Jarðhitavatn		Upphitað ferskvatn
	Árbær	Bolholt	
Hitastig, °C	80	80	80
pH (25°C)	9,6	9,5	8,5
Uppleyst súrefni, mg/l	<0,003	<0,003	<0,003
Súlfíð, mg/l	0,2-0,9	0,5-0,7	0,2-0,4
Karbónat (CO <sub>2</sub> ), mg/l	23	17,5	36,5
Silíkat, mg/l	96	150,2	20,9
Natrium, mg/l	47	70,3	9,4
Kallum, mg/l	1	3,5	1,1
Kalsíum, mg/l	1,5	3,7	8,6
Magnesium, mg/l	0,01	<0,005	5,0
Súlfat, mg/l	19	28,7	12,1
Klórið, mg/l	14	55,6	8,0
Leiðni, µS/cm (25°C)	200	345	129

## Niðurstaða / hitaveituvatn

- Jöfn súlfíðtæring
  - Ending u.p.b. 20-30 ár (<0,05 mm/ári)
  - Munur á milli hverfa
- Sjáum ekki ólgutæringu í hitaveituvatni við straumhraðaðnn 1,6 m/s og 80°C

## Samsetningar eirröra

Til samsetningar eirröra eru notaðar ýmsar gerðir af lóðmálum. Algengir lóðmálmrar eru eir-fosfór, eir-silfur-fosfór, tin, silfur og látún. Reynslan sýnir misjafna endingu í súlfíðríku hitaveituvatni.

Rannsökuð voru sýni frá þremur prófunargrindum á mismunandi stöðum í dreifikerfi Hitaveitu Reykjavíkur eftir 12 mánuði. Á einum staðanna var vatn frá Nesjavöllum og á hinum tveimur var jarðhitavatn. Grindurnar voru byggðar úr eirrörum, samsett með átta mismunandi lóðmálum. Notaðir voru tveir tin-lóðmálmrar, annar með 3% silfur (S-SnAg3) og hinn með 3% eir (S-SnCu3), tveir silfur-lóðmálmrar, báðir með 40% silfur, annar með kadmiúm (L-Ag40Cd) og hinn með tini (L-Ag40Sn) og fjórir eir-fosfór-lóðmálmrar með 0%, 2%, 5% og 15% silfur (L-CuP6, L-Ag2P, L-Ag5P og L-Ag15P).

## Lóðmálmrar

- Eir-fosfór (L-CuP6)
- Eir-silfur-fosfór (L-Ag2P, L-Ag5P)
- og L-Ag15P)
- Silfur (L-Ag40Sn og L-Ag40Cd)
- Tin (S-SnAg3 og S-SnCu3)

Tæring í jarðhitavatninu var á báðum prófunarstöðunum mjög svipuð, enda ekki merkjanlegur munur á efnasamsetningu vatnsins á þessum tveimur stöðum. Hins vegar tærast eirrör og eir-fosfór lóðmálmrar mun hraðar í hitaveituvatninu frá Nesjavöllum. Þar er vatnið upphitað ferskvatn með nokkuð annað efnainnihald en jarðhitavatnið. Innihaldið af magnesíum og kalsíum er hærra, silíkat- og súlfíðinnihaldið lægra og sýrustigið nokkuð lægra. Á öllum þremur prófunarstöðum mælist hverfandi magn súrefnis.

Allir eir-fosfór-lóðmálmarnir tærast jafnri tæringu í jarðhitavatninu, þó greinist örlítil valtæring í eiríku fösunum. Í upphitaða vatninu tærast eir-fosfór-lóðmálmarnir valtæringu um það bil 2 mm inn með skilfletinum að eirröri.

EKKI er teljandi munur á tæringarhraða tin- og silfurlóðmálma milli prófunarstaða. Tæring tinlóðmálma er lítil á öllum prófunarstöðum. Það skal þó nefnt að oft er mælt gegn notkun tinlóðmálma í heitavatnskerfum, þar sem styrkur þeirra minnkar með hækkandi hita.

Annar silfurlóðmálmurinn, sá sem inniheldur tin og um 40% eir, tærist valtæringu og tæringu í

skilfleti upp að eirröri um 1 mm. Hinn silfur-lóðmálmurinn, sá sem inniheldur 20 % kadmíum og innan við 20% eir, er hins vegar tæringarþolinn á öllum prófunarstöðunum. Víðast í nágrannalöndum okkar hefur notkun lóðmálma með kadmíum-innihald >0,1% verið bönnuð, nema með sérstakri undanþágu frá vinnueftirliti.

Aðrar rannsóknir á lagnaefnum sem verið hafa í notkun við eðlilegar aðstæður styðja áðurnefndar niðurstöður. Í eldri bygggingum þar sem víða hafa verið notaðir látn-lóðmálmrar eða silfurlóðmálmrar með lágu koparinnihaldi hafa eirrör tærst í sundur á nokkrum áratugum meðan lóðmálmrar hafa verið lítið tærðir. Hins vegar eru mörg dæmi þess að lóðuð samskeyti með eir-fosfór og eir-silfur-fosfór hafa tærst í sundur á fáum árum í súlfíðiskum hitaveitukerfum.

- Tæring lóðmálma í súlfíðíku umhverfi
  - Hröð tæring eir-fosfórs, eir-silfur-fosfórs og silfurs m/háu eirinnihaldi (2 mm/ári)
  - Góð ending látns og silfurs með lágu eirinnihaldi (Cd) (-)
  - Tin-lóðmálmrar (<0,1 mm/ári) / styrkur minni

## Mismunandi gerðir pyttatæringa:

### • Týpa I

Kolefnisfilma í mjúkum koparrörum  
Kalt neysluvatn

Ekki lengur vandamál vegna bættrar  
framleiðsluaðferðar

### • Týpa II

Súrefnísíkt ferskvatn

Hitastig  $>60^{\circ}\text{C}$

pH  $< 7.4$

$\text{HCO}_3^-$  0-100 mg/l

$\text{SO}_4^{2-}$  15-40 mg/l

### • Týpa III

- í bæði hörðum og mjúkum rörum
- í löngum leiðslum í stærri byggingum
- lítið vatnsrennsli

Kalt súrefnísíkt neysluvatn

Hátt sýrustig

Lítið kalsíuminnihald

Lítið bíkarbónatinnihald

*Ragnar Gunnarsson iðnfræðingur  
framkvæmdastjóri Verkvangs hf. verkfræðistofa*

**Nýir kostir í lagnamálum**

Þegar ég tók að mér að halda þennan fyrirlestur leit ég á það sem lítið mál. Það er mjög einfalt að hafa skoðun á nýjum lagnaefnum og lýsa reynsluheimi sínum. Hins vegar fannst mér nauðsynlegt að leita til annarra sem málið varðar því annars væri ég aðeins að fjalla um nýja kosti í lagnaefnum eins og ég sé þá, en ekki að fjalla um raunveruleikann. Þegar farið var að tala við þessa aðila kom í ljós að hver og einn skynjaði málið út frá sínum eigin reynsluheimi. Til að útskýra þetta langar mig til að sýna eitt dæmi þar sem ekki er byggt á rökum, heldur tilfinningum.



*Ragnar Gunnarsson*

Lítum á mynd af ungrí konu (mynd 1).



Mynd 1



Mynd 2

**Skoðum og lýsum konunni sem við sjáum á (mynd 2).**

Líklega svara flestir því að um myndarlega konu sé að ræða, tígurleg, um 25 ára gömul með lítið nef. En hvað ef ég segði að þetta væri kona á sjötugsaldri, raunaleg og hefði allt of stórt nef. Hver hefur rétt fyrir sér. Við erum að lýsa sömu myndinni.

Ef við settumst niður gætum við útskýrt okkar sýn augliti til auglitis.

En af því að við getum það ekki skulum við skoða þriðju myndina (mynd 3).

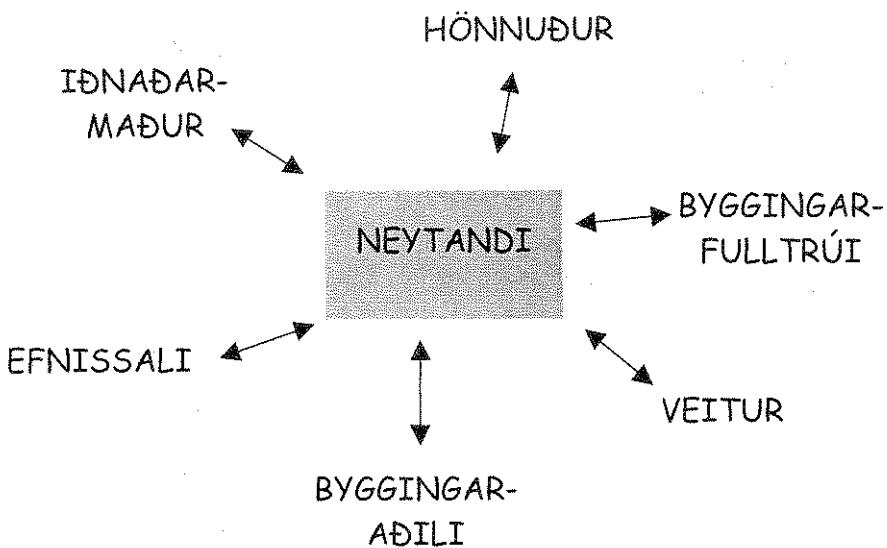
Skoðaðu nú aftur mynd 2. Sérðu gömlu konuna núna. Eins og þetta dæmi sýnir þá sjá einlægir og greindir einstaklingar hlutina á mismunandi hátt þar sem hver lítur á málið út frá sínum skilyrðingum.

Á þennan hátt upplifði ég hvernig fjallað hefur verið um ný lagnaefni hér á landi.

Við erum fagmenn í mismunandi hlutverkum. Megin markmið okkar hlýtur að vera það að uppfylla þarfir viðskiptavinarsins (ekki óskir, en þær bera oft keim af undanbragðasviðinu). Hinn endanlegi neytandi er ekki endilega sá sem er að byggja, heldur eru það börn okkar og barnabörn.



Mynd 3



Þegar gefa á yfirlit yfir nýja kosti í lagnaefnum þarf að spyrja sig margra spurninga. Nokkrum ætla ég að reyna að svara.

1. Yfirlit yfir ný efni. Hver eru þau? Leysa þau þann vanda sem verið er að glíma við? Er hætta á nýjum vandamálum?
2. Má nota þessi nýju efni? Má nota þau almennt? Má nota þau á tilteknum stöðum?
3. Er það hagkvæmur kostur fjárhagslega að nota þessu nýju efni?
4. Er efni í lagi með tilliti til útlits og áferðar?

### Yfirlit yfir ný efni

Það mætti skynja þá umræðu sem nú er í gangi eins og einn viðmælandi minn sagði “það líður varla sá dagur að ekki komi nýtt kerfi á markaðin”. Svo er reyndar ekki og þótt efni fyrirlestursins sé að skoða nýja kosti í lagnaefnum þá er staðreyndin sú að flestir þessir kostir eru komnir til ára sinna og eru jafnvel áratuga gamlir.

### Hvaða efni eru það sem eru að koma inn á markaðinn?

Ekki er nægilegt að flokka nýjungar í lagnaefnum eftir því efni sem lögnin er framleidd úr. Framleiðendur eru með mismunandi tengiaðferðir og það getur verið munur á efnablöndum. Það þarf því að gera greinarmun milli framleiðenda kerfa og ekki blanda saman rörum og tengjum frá mismunandi framleiðendum. Því verður að fjalla um málið út frá kerfum, en ekki rörum.

### PEX rör

Algengast er að PEX rör séu notuð sem rör í rör kerfi. Rör í rör kerfi samanstendur af fjórum aðalþáttum. Þeir eru; kjarnarör, kápurör, tengidósir og deilirör. Kjarnarörin í Rör í rör kerfum eru útskiptanleg sem er mjög mikilvægt ef skemmd kemur á lögn af einhverjum ástæðum. Einnig er mikilvægt að ef leki kemur á kjarnarör þá á vatn að renna um kápurör að niðurfalli. Fjölmörg kerfi eru til staðar og nokkur þeirra flutt inn hingað til lands. Nokkrir aðilar sem selja rör í rör kerfi hér á landi eru; Ísleifur Jónsson (Wirsbo), Byko (Viega), Tækja-Tækni (Sanipex) og Húsasmiðjan (Giacomini). Allir þessir aðilar eru með kjarnarör úr PEX. Wirsbo og Sanipex eru með vatnsþéttar dósir. Kerfin eru með mismunandi aðferðum til þettingar á tengjum. Giacomini notar O hringi, Wirsbo er að fara yfir í „Quick and Easy” þettingar með PEX hring, Sanipex „flansar” endann á plaströrinu þannig að kraginn lendir á milli kóniska hluta tengisins.

Fjöltengi (Rehau) er með Pex rör sem ekki eru ætluð til notkunar sem rör í rör kerfi. Kerfið samanstendur af pex rörum og tengjum úr messing sem eru þrykkt saman.

Af þessum kerfum hefur Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins gefið út lagnaefnisvottorð sem neysluvatkerfi fyrir heitt og kalt vatn fyrir Viega, Wirsbo, og Rehau. Það hefur einnig gefið út samsvarandi leyfi fyrir Pexep rör í rör kerfi.

Elstu Pex rörin í notkun hér á landi eru nú um 25 ára (neysluvatnskerfi) og 20 ára gamalt ofnhitakerfi. Þessi kerfi hafa reynst áfallalaust.

Sky. upplýsingum frá Ísleifi Jónssyni þá er sala hjá þeim á PEX rör í rör kefum um 130 km á ári og hefur sala á 12 og 15 mm kjarnarörum tvöfaldast milli ára.

### Mannesmann þunnveggja stálrör

Rör til hitalagna eru þunnveggja, PP húðuð stálrör. Í neysluvatn eru notuð þunnveggja rör út ryðfríu stáli. Tengi eru með O hringjum og eru þau þrykkt saman.

Elstu Mannesmann kerfin eru frá 1970 og hafa reynst vel. Upphaflega voru Mannesmann rörin notuð við utanáliggjandi lagnir, en nú er einnig farið að nota Mannesmann við innmúraðar lagnir í nýbyggingum. Frá því Tækja-tækni tók við umboðinu 1995 hafa þeir selt um 115 km af rörum og 90 Novopress pressuvélar. Á þessu ári hefur Tækja-tækni selt rúmlega 50 km af rörum1 sem er tæplega 50% söluaukning milli ára.

Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins hefur gefið út lagnaefnisvottorð fyrir Mannesmann neysluvatnslagnaefni.

Nú er einkaleyfi Mannesmann til að framleiða og selja lagnaefni með „Mannesmann” aðferðinni útrunnið og eru nokkrir aðilar komnir með umboð fyrir sambærileg kerfi. Ænn hafa þó ekki verið gefin út samsvarandi lagnaefnisviðurkenning og „Mannesmann”.

### Wirsbo þunnveggja stálrör

Wirsbo rörin (Ísleifur Jónsson hf) eru rilsanhúðuð og með krómuðum kóniskum tengjum frá TA úr ametal. Rörin hafa verið notuð í nokkur ár til endurlagna og hafa þau reynst vel. Dæmi um hús þar sem Wirsbo rör voru notuð við endurlögn er Linnetstígur 6 í Hafnarfirði sem fékk viðurkenningu Lagnafélags Íslands sem lofsvert lagnaverk og hús iðnaðarins að Hallveigarstíg 1.

### Cetatherm PP kerfi

Kerfi þetta er einkum fyrir kalt vatn, en getur einnig verið notað fyrir heitt vatn ef hitastig í neysluvatnskerfum hefur verið lækkað. Tengimáti er múffusuða, múffa hituð að innan, rör að utan á sama tíma og röri síðan skotið inn í múffu.

### Samlokurör

Samlokurör (plast/ál/plast) hafa enn ekki verið notuð hérlandis. Ekki hefur fengist viðurkenning á rörunum þar sem ekki eru til staðlar til að prófa þau. Unicor kerfið (Tengi) er með þrýstitingum með O hring.

### Gólfhitakerfi

Ýmiss plaströr koma til greina við lagningu gólfhitakerfa. Helstu lagnaefni fyrir gólfvarma eru; PEX rör, PB rör og MD polyetenrör. Einnig kemur til greina að nota samlokurör. Þá hafa eirrör og svört stárlör verið notuð í gólfhitakerfi.

Samkvæmt upplýsingum frá Ísleif Jónssyni hf þá er sala á PEX lögnum í gólfhita um 25 km á ári2. Megnið af þessu fer út á land.

### Leysa þessi nýju efni þau vandamál sem nú er verið að glíma við?

Þau vandamál sem helst er verið að glíma við í núverandi lagnakerfum er tæring. Þau efni sem hér hafa verið nefnd leysa vandamál við tæringu. Í neysluvatnslögnum er nú þegar algengt að nota ryðfrítt Mannesmann lagnaefni eða PEX rör. Í matvælaiðnaði hafa Cetatherm rörin verið notuð við góðan orðstír. Í hitakerfum hafa þunnveggja stárlör frá Mannesmann og Wirsbo verið notuð í þó nokkrum mæli. Nokkuð er um að Mannesmann rör séu innmúruð og einangruð á sama hátt og skrúfuð svört rör.

### Er hætta á að ný vandamál komi upp samhliða nýjum efnum?

Það verður fjallað um ókostí nýrra lagnaefna í öðrum fyrirlestrum, en mikilvægt er þó að taka fram að það er ekki einungis val á lagnaefni sem getur valdið vandamálum.

**Peir sem vinna við þessi nýju efni verða að tileinka sér ný vinnubrögð og nýjan hugsunarhátt. Það gildir ekki einungis um lagnamenn, heldur einnig aðra sem koma að húsbyggingunni.**

Það mætti taka námskeið um rör í rör kerfi til fyrirmynadar þar sem búið var til námskeið sem tók á þeim þáttum sem skiptu máli við þessa nýju lagnaaðferð.

### 2. Má nota þessi nýju efni?

**Eru þau leyfð almennt?**

Í nýrri byggingarreglugerð eru eftirfarandi greinar um byggingarvörur.

- 120.1 Byggingarvörur á markaði skulu uppfylla ákvæði reglugerðar um viðskipti með byggingarvörur. Ákvæði þeirrar reglugerðar um merkingar, samræmisvottorð og samræmisfirlýsingar skulu uppfyllt, svo m.a. sé unnt á fullnægjandi hátt að meta notkunarsvið vörunnar.
- 120.2 Á meðan ekki eru til staðlar og/eða tæknisamþykki fyrir viðkomandi vöru til þess að ákvæði mgr. 120.1 verði virk skal krafist vottorða/umsagna um notkunarsvið vöru frá Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Brunamálastofnun ríkisins eða öðrum þar til bærum aðilum sem umhverfisráðuneytið viðurkennir.
- 120.3 Telji byggingarfulltrúi ósannað að vara uppfylli kröfur reglugerðarinnar getur hann krafio ábyrgðaraðila um vottorð er sýni fram á notkunarsvið vörunnar á fullnægjandi hátt. Samkvæmt þessu skal vera staðall eða tæknisamþykki um viðkomandi lagnaefni áður en hægt er að samþykkja það í byggingar. Ef ekki er til staðall eða tæknisamþykki getur Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins gefið út vottorð eða samþykki um notkunarsvið. Því hefur ekki verið svarað hvort erlendar viðurkenningar, t.d. VA viðurkenning feli í sér næga viðurkenningu til að leyfa efni hér á landi. Í framkvæmd hefur það þó viða ekki dugað til.

**Eru þau leyfð á viðkomandi stað?**

Reynslan sýnir að ekki er hægt að taka það sem gefið að lagnaefni sem reynist vel í einu sveitarfélagi reynist vel annars staðar. Efnahinnihald vatns er misjafnt og veituþrýstingur og hitastig er breytilegt. Því verður að byggja á upplýsingum viðkomandi veitna um veituskilyrði við val á lagnaefni eins og bent er á í reglugerð.

- 188.9 Við val á lagnaefni er, auk staðla, bent á leiðbeiningar viðkomandi veitna þar sem þær eru fyrir hendi og leiðbeiningarrit Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins.
- 188.10 Efnisvottorð skulu greina notkunarforsendur lagnaefnis svo glöggt komi fram við hvaða aðstæður nota megi efnið, fyrst og fremst varðandi tegund vatns, þrýsting og hita.
- 190.12 Um efni til hitalagna fer eftir aðstæðum á hverjum stað en í grundvallaratriðum má styðjast við ÍST 67. Þar að auki ber að leita upplýsinga viðkomandi veitu um eiginleika vatns í kerfi hennar, m.a. efnainnihald, þrýsting og hita, þannig að velja megi það lagnaefni sem best hentar.

Á veitusvæði Hitaveitu Reykjavíkur er þó framkvæmd samþykktá á lagnaefnum misjöfn eftir sveitarfélögum.

Í samtali við Þórð Búason hjá byggingarfulltrúa í Reykjavík kom fram að það sé ekki í verkahring þeirra að leyfa né banna tiltekið lagnaefni. Hans sýn er sú að ef hönnuðir með löggildingu leggur fram teikningu með vottuðum efnum þá verði hún samþykkt. Ef löggiltur pípulagningarmeistari sem sótt hefur námskeið eða getur sýnt fram á nægilega þekkingu og reynslu um viðkomandi lagnaefni er skrifadur fyrir verkinu er lögnin tekin út. Í reynd myndi þetta þýða að ef vottorð eða umsögn Rannsóknarstofnunar byggingariðnaðarins liggi fyrir og að löggiltur hönnuður leggi fram teikningar þá er kerfið samþykkt. Þórður Búi lýsti aðstöðu þeirra svipaðri og hjá öku kennara sem hefur engin hjálpartæki við kennslu nemenda sinna örðrum en svissinn. Það er annað hvort af eða á.

Heyrst hefur að byggingarfulltrúa sé „bannað fyrst um sinn“ að samþykkja efni sem þó eru vottuð, t.d. PEX án forhitara vegna þess að ekki hafi verið rannsokuð áhrif hitaveituvatns á surefniskápu, og að sennilega sé það eina leiðin til þess að fá þetta á hreint er að fá dóm um það að byggingarfulltrúa sé bannað að banna.

Árni Björnsson hjá Byggingarfulltrúa í Reykjavík hefur bent á að þeir vilji fá skilgreint vinnuumhverfi t.d. með því að fara eftir samþykktum um lagnir í Reykjavík sem enn eru ekki samþykktar og staðfestar af ráðuneyti eða aðrar sambærilegar leiðbeiningar þar sem tekið er á hvaða efni skuli leyfð og hvaða efni skuli ekki leyfð.

Í samtali við Erlend Hjálmarsson byggingarfulltrúa í Hafnarfirði kemur fram að þegar hönnuður hefur útfært sína hönnun og útskýrt hana og aflað vottana eða umsagna þá eru teikningar stimplaðar og samþykktar á ábyrgð hönnuðar. Dæmi um kerfi sem hafa verið samþykkt eru: Mannesmann, Rör í rör kerfi og Rehau.

Í Kópavogi hafa Mannesmann og Rör í rör kerfi verið samþykkt af byggingarfulltrúa. Í byggingum bæjarins hannað af tæknideild bæjarins eru neysluvatnsagnir úr ryðfríu Mannesmann eða rör í rör.

**Er hvati til að nota ný efni?**

Þegar Byggingarfulltrúi hefur samþykkt teikningar áritar hann þær og leyfir notkun á ábyrgð hönnuðar. Samkvæmt reglugerð eru hönnuðir sem leggja inn teikningar fyrir bygginganeftnd skuldbundnir að „hafa í gildi tryggingu vegna fjárhagstjóns sem leitt getur af gáleysi í starfi hans“. (Byggingareglugerð grein 26.1)

Í skilmálum vátryggingarfélags er eftirfarandi málsgrein undir kafla um hvað vátryggingin bætir ekki: „Bótakrafna er stofnast vegna þess að notað er nýtt og óreynt efni, ný óreynd hönnun, vinnuaðferð eða útbúnaður, sem að álíti sérfræðinga þótti ekki varlegt að nota, þegar ákvörðun um notkun var tekin, þegar hönnun fór fram eða þegar tjón bar að höndun.“ (VÍS skilmáli nr. AP22, grein 12)

Þetta þýðir væntanlega að hönnuður stendur frammi fyrir því að bera sjálfur alla ábyrgð á nýjum efnum sem notuð eru við íslenskar aðstæður. Túlka mætti þetta þannig að öll efni sem ekki hafa fengið viðurkenningu Rb væru alfarið á ábyrgð hönnuðar. Hönnuður verður því að vera viss um ágæti nýs efnis þegar hann tekur ákvörðun um að nota það.

### 3. Er hagkvæmur kostur fjárhagslega að nota þau? Hver er kostnaður við efni og vinnu?

Efniskostnaður við hin nýju lagnaefni er yfirleitt nokkru hærri en fyrir hefðbundin skrúfuð rör. Í rör í rör kerfum eru lagnaleiðir yfirleitt talsvert lengri þar sem að jafnaði er lagt að sérhverjum töppunarstað frá deilikstu. Ryðfrítt Mannesmann lagnaefni er talsvert dýrara en galvaniseraðar stállagnir. Samkvæmt upplýsingum frá mælingastofu er reynslan sú að kostnaður við vinnu sveina við Mannesmann og skrúfuð rör sé sambærilegur. Vinna við Rör í rör kerfi í neysluvatn sé hins vegar 10-15% meiri en fyrir skrúfaðar lagnir.

Samkvæmt upplýsingum frá pípulagningamanni vönum hinum nýju lagnaefnum þá er verð á hitakerfi (efni + vinna) með þunnveggja stálrörum lítið ef nokkuð dýrara en fyrir skrúfuð svört rör. Í neysluvatni er lögnin um helmingi dýrari en fyrir galvaniseraðar lagnir ef notað er ryðfrítt eða rör í rör.

#### Hver er kostnaður við rekstur og viðhald?

Oft hefur verið rætt um að árlegur kostnaður vegna vatnstjóna sé um 1 milljarður á ári. Allt bendir til þess að þessi nýju lagnaefni leysi hluta þess vandamáls sem verið er að glíma við. Hluta þessa mikla kostnaðar má rekja til þess að lagnir eru huldar og er erfitt að finna og greina leka. Ef nýju efni eru falin eins nú er gert má gera ráð fyrir skemmdir verða jafn miklar þegar lekar koma fram. Hins vegar má gera ráð fyrir að hin nýju efni séu tæringarþolnari en hin gömlu þannig að vandamálið ætti að vera minna.

### 4. Er efni í lagi með tilliti til útlits og áferðar?

Almennt má segja að fólk vilji forðast sýnilegar lagnir og er sú hefð að múa inn lagnir ríkjandi. Þetta má sjá í því að ný lagnaefni sem gerð eru til að vera utanáliggjandi eru jafnvel múruð inn. Þótt efni séu nettari en hefðbundnar lagnir er samt leitast við að fela þær.

Viðhorfsbreytingu meðal almennings og hönnuða þarf til að utanáliggjandi efni nái fótfestu. Þetta má líkja við þá gömlu hefð þegar ofnar voru pakkaðir inn í trékassa eða grafnir niður í gryfjur til að fela þá.

Þetta viðhorf hefur breyst og líta flestir á ofna á veggjum sem sjálfsagðan hluta af húsinu. Viðhorf til utanáliggjandi lagna getur breyst á sama hátt.

Hitastig lagna getur leitt til brunasára ef þær eru ekki einangraðar eða settar í stokka. Plastkápan sem þunnveggja rör eru með leysir að hluta það vandamál, en æskilegt er að lagnir í íbúðum séu í stokkum vegna hættu á brunasárum barna.

Lagnastokkar leysa flest vandamál vegna útlits, en kostnaður við tilbúna lagnastokka eða lista hækkar byggingarkostnað nokkuð.

1 Til viðmiðunar hef ég dæmi um að við endurnýjun á hitalögnum í stórrí íbúð í fjölbýli fari um 70 metrar af rörum á íbúð. (50 km- 700 íbúðir)

2 Í einbýlishús má reikna með 700-1000 metrum af lögn í gólfhitakerfi. (25 km - 35-50 hús)

## Guðmundur Póroddsson verkfræðingur Vatnsveitustjóri í Reykjavík

### Aukin samvinna í lagnamálum

Erindi það sem mér er úthlutað hér er um samvinnu í lagnamálum og þá væntanlega hvernig hún getur skilað sé í batnandi lagnakerfum í framtíðinni.

Samvinna í lagnamálum er nokkuð flókið mál enda mjög margir sem koma að lagnamálum. Þar eru vatnsveitur og hitaveitur, þar eru fagfélög iðnaðarmanna, hönnuða og neytenda, þar eru rannsóknastofnanir og skólar, tryggingafélög, félög atvinnurekanda, efnissalar og síðast en ekki síst löggjafinn og byggingarfulltrúar. Töluverð samvinna er raunar þegar meðal þessara aðila eins og það að þessi ráðstefna skuli vera haldin ber með sér. En hvar er helst samvinnu þörf:

Við getum skipt sviðinu upp í þrennt,  
Rannsóknir og kennsla  
Fræðsla fagfólks og almennings  
Gæðamál



Guðmundur Póroddsson

Eflaust er hvergi nauðsynlegra að góð samvinna sé á milli allra sviða en einmitt í rannsóknum og kennslu. Samvinna er nauðsynleg á öllum skólastigum og þá sérstaklega milli skólanna og atvinnulífsins. Það er nauðsynlegt að skólarnir séu fljótt meðvitaðir um þær nýjungar og breytingar sem verða í þessum málum og uppfraði sína nemendur þannig að menn séu jafnan með það nýjasta á takteinunum þegar þeir koma út úr skólunum og skólarnir verði boðberar nýrra siða og tækni. Það er einnig nauðsynlegt að stundaðar séu séríslenskar rannsóknir sem miða að því að kortleggja hinn séríslenska lagnaheim og hvernig best sé að bregðast við honum. Mikilvægt er að þeir sem stunda rannsóknirnar séu í beinum og sterkum tengslum við þá aðila sem standa í eldlínunni til að hvorutveggja séu rannsóknirmar á þeim sviðum sem mest brenna á mönnum og að niðurstöðurnar séu fjótar að ná til þeirra sem koma til með að nýta þær.

Á undanförnum árum hefur verið að þróast margskonar öflugt samstarf á þessu sviði og má til dæmis nefna þann vettvang sem vatnstjónaráð hefur verið, einnig er gott dæmi sá farvegur sem rör í rör fræðslan komst í með samvinnu margra aðila. Lagnafélagið hefur verið öflugur vettvangur fyrir skoðanaskipti og sama má segja um einstök félög eins og til dæmis Samorku. Framundan er kærkomin viðbót í verkfærakistu okkar lagnamann þar sem er tilkoma lagnakerfamiðstöðvarinnar sem mun verða bylting í þeiri aðstöðu sem verður til rannsókna í landinu og einnig í þeiri verklegu kennslu sem haegt verður að veita. Það er okkur alveg lífsnauðsynlegt að nú verði hafnar hér öflugar rannsóknir á þeim vandamálum sem við er að glíma í lagnamálum. Það verður að fara að taka upp þau öguðu vinnubrögð að menn skilgreini vandamálin og leysi þau svo með skipulögum rannsóknum.

Sá siður að fylgja ákveðnum trúarbrögðum sem eru svona af því bara vísindi hefur verið allt of lengi við líði hér á landi. Sem dæmi má nefna að ég er til dæmis dálítið hissa á því hversu afdráttarlaus Samtök iðnaðarins hafa verið í yfirlýsingum sínum gegn notkun á galvaniseruðum rörum. Ég get ekki séð að þau hafi neinar marktækjar rannsóknir í höndunum sem réttlæta þessar yfirlýsingar. Raunar eru til rannsóknir og kannanir sem benda til þess að galvaniseruð rör standi sig í flestum tilvikum vel hér á landi þó að undantekningar séu á því. Ég get ekki betur séð en að þau séu galopin fyrir því að einhverjir vilji fá skaðabætur úr þeirra höndum fyrir að hafa lækkað verðmæti húseigna með galvaniseruðum kerfum með gálausu tali.

Ég er einnig hissa á því hversu afdráttarlaus heilbrigðisvottorð eru gefin fyrir önnur lagnaefni úr þeirra herbúðum án þess að mikil reynsla sé komin á þau. Sérstaklega er ég hissa á því hversu

afdráttarlaust ritstjóri Vatnspóstsins, fréttabréfs félags pípulagningameistara hefur tekið ryðfrítt stál upp á sína arma og talið það gallalaust í ljósi þeirrar takmörkuðu reynslu sem er af því í lagnakerfum

hér á landi og hversu misjafnlega það hefur reynst í þeim hitaveitum þar sem það hefur verið notað. Ekki það að ég er sammála mörgum þeim niðurstöðum sem úr þeim herbúðum hefur komið eins og til dæmis að rétt sé að horfa til fleiri lagnaefna og að ef til vill sé kominn tími til að horfa til að nota varmaskipta og hita upp kalt vatn í stað þess að nota hitaveituna beint. Það að aðskilja veiturnar með varmaskipti myndi leysa ótalmög vandamál; til dæmis verða allar takmarkanir á efnisnotkun miklu minni, millirennslí milli veitna verður úr sögunni, hægt er að stilla hitastig á neysluvatni þannig að ekki sé brunahætta og svo mætti lengi telja. Það er virkilega ástæða til að ihuga hvort kostirnir við aðskildar veitur eru ekki farnir að vera miklu stærri en þeir ókostir sem felast í hærri stofnkostnaði húskerfa og meiri vatnsnotkun vatnsveitna.

Hér er verðugt samvinnuverkefni vatnsveitna, hitaveitna og byggingafulltrúa. Það er míin trú að þess sé ekki langt að bíða að kröfur neytenda og einnig kröfur löggjafans muni einnig þvinga okkur til þess að fara þessa leið. Ótalmög verðug viðfangsefni bíða hinnar nýju lagnakerfamiðstöðvar, ekki bara í efnisvali heldur einnig í vinnubrögðum, í stýrkerfum, viðhaldsmálum, í kerfisútreikningum, stillingum, í hávaðavöldum og svo mætti lengi telja. Það að það eygir í að komið verði á fót rannsóknasetri eins og lagnakerfamiðstöðin vonandi verður, þar sem skólar, rannsóknastofnanir og aðilar markaðsins eins og veitur, tryggingafélög, fagfélög, efnissalar og fleir geta sameinast um að koma þekkingu okkar lengra áleiðis og möguleikar skapast á að koma upp séríslenskum þekkingagrunni eru meiriháttar góðar fréttir fyrir lagnamenn landsins.

Með lagnakerfamiðstöðinni skapast einnig nýr vettvangur fyrir alla eftirmenntun, þar verður hægt að hafa verklega kennslu í því sem nýjast er á döfinni svo og því sem eldra er og ekki er síður þörf á að rétt sé gert. Ég sé einnig fyrir mér að efnissalar geti notað miðstöðina til að kynna nýjungar, geta sett upp kerfi í miðstöðinni og sýnt þau í verki.

Einn er sá þáttur samstarfs í lagnamálum sem ekki hefur verið minnst á enn og það er samstarf í gæðamálum. Auðvitað er það sem á undan er sagt hluti af gæðamálunum en ef takast á að koma gæðamálum lagnamanna á hærra stig þarf samstíga átak til. Það eina sem á eftir til að gera gæðamál að föstu verklagi í lagnakerfum hér á landi er að markaðurinn tali. Ef kaupendur lagnakerfa byrja að krefjast þess að unnið sé eftir gæðakerfum og ekki síst að lagnaefnið sé viðurkennt fyrir íslenskan markað þá fyrst eigum við eftir að sjá einhverjar stórstígar framfarir í gæðamálum greinarinnar. Það er ekki hægt að ætlast til að efnissalar leggi í þann kostnað að bjóða viðurkennda vöru ef öllum öðrum er sama. Það er nauðsynlegt að við sjáum eitthvað fara að gerast í gæðamálunum og það gerist ekki nema við stöndum saman og förum að krefjast þess og þá náttúrulega einnig að borga fyrir það að eðlilegum gæðakröfum sé sinnt.

Erindi þetta ber yfirschriftina hvernig má auka samvinnu í lagnamálum og eftir að hafa velt málínu fyrir mér og farið yfir svíðið er ég raunar ekkert viss um að það þurfi neitt sérstaklega að auka samvinnu í lagnamálum. Mér sýnist að samvinnan sé í nokkuð góðu horfi. Ef við sem dæmi horfum á verkefni eins og könnun á vatnþjónum, eða lagnakerfamiðstöðina, vatnþjónaráð, athugun Rb, veitna, ráðgjafastofa og fleiri á tæringum á vatnskerfum, samstarf VR og byggingafulltrúans í RvÍK um tæringarathuganir, rör í rör samstarfið, samvinnu um vinnu við athugasemdir við byggingarreglugerð svo fátt eitt sé nefnt af samvinnuverkefnum síðustu ára sjáum við að gífurleg gróska hefur verið á lagnasviðinu.

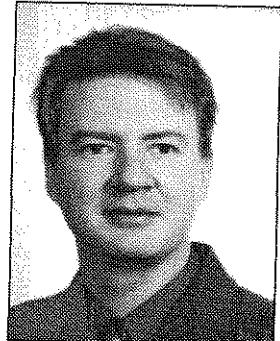
Ég sé ekki að það þurfi neitt að gera til að koma á samvinnu, hún er þegar til staðar og allir greinilega tilbúnir til samstarfs ef áhugavert verkefni er til staðar. Ein spurning væri ef til vill að koma á einhverjum vettvangi þar sem samstarfsverkefni á lagnasviðinu yrðu til/væru metin. Persónulega er ég ekki fylgjandi því að slíkur vettvangur verði til. Ég er andvígur því að einhver eigi svíðið og verði að vera með í öllum samvinnuverkefnum á lagnasviðinu. Ég held að það sé styrkur að samstarfið sé fjölbreytt og að þeir hafi samstarf sem hug hafa á því að starfa saman að einhverju málefni en að enginn einn eigi svíðið og hafi úrskurðarvald um hvað má og hvað ekki. Því er míin niðurstaða að meðan sama gróska er og hefur verið, ekki síst nú þegar hillir undir lagnakerfamiðstöðina, þá er engin ástæða til að gera neitt sérstakt til að auka samstarf á lagnasviðinu, ágætis samstarf er nú þegar til staðar á þeim svíðum þar sem menn hafa lagt áherslunar til þessa.

## *Sigurður Sigurðsson efnaverkfræðingur Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns*

### **1 INNGANGUR**

Galvaníseruð stálrör hafa lengst af verið algengasta efni í neysluvatnsagnir hérlandis, bæði fyrir heitt og kalt neysluvatn.

Þar sem kalt vatn er hitað upp og notað sem heitt neysluvatn, hefur lengi borið á því að lagnir tærðust. Í seinni tíð hefur þó tæring í sinkhúðuðum stálrörum fyrir kalt neysluvatn orðið meira áberandi, sérstaklega í tiltölulega nýlegum lagnakerfum. Helst ber á ryðlituðu vatni eftir að það hefur staðið í rörnum yfir nött eða lengri tíma, t.d. í endalögnum að tæki sem sjaldan er notað. Þá ber á ryðlit stutta stund fyrst þegar vatn er látið renna.



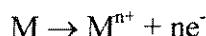
*Sigurður Sigurðsson*

Ýmsar tilgátur hafa komið fram um orsakir tæringar í galvaníseruðum neysluvatnslögnum. Má þar nefna breytta efnasamsetningu vatnsins þ.e.a.s. minna magn uppleystra efna í vatninu sem myndu falla út á yfirborði röra og mynda verendarhimnu, hærra sýrustig vatnsins, en einnig notkun á lélegu lagnaefni, löngum dvalartíma vatns í lagnakerfinu og e.t.v. óheppilega uppröðun lagna í húsum.

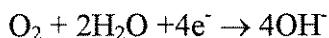
Um nokkurt skeið hefur verið reynt að ráða bót á innri tæringu sinkhúðaðra lagna með íblöndun á fosfatsamböndum. Árangur hefur í sumum tilfellum verið nokkur. A.m.k. hefur ryðlitur horfið. Þessi íblöndun þarf að vera stöðug til að árangur sé viðvarandi og rennslí um rörin virðist þurfa að vera nokkuð mikið til að árangur haldist. Svo virðist því sem lítið notaðar lagnir fái ekki nægjanlega vörn við fosfatíblöndunina.

### **2 TÆRING**

Við tæringu málma verða aðallega tvær efnabreytingar á yfirborði þeirra (mynd 1). Málmurinn sem er anóða leysist upp í vatninu og myndar jákvætt hlaðnar málm-jónir.

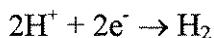


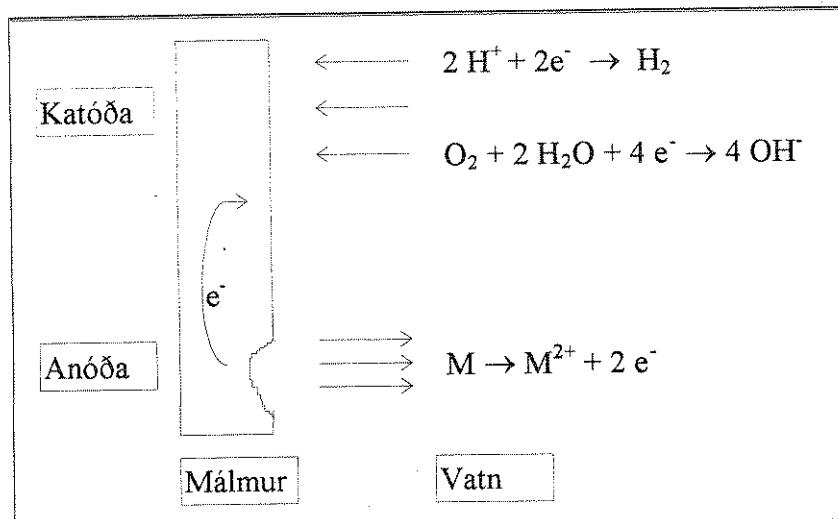
Þar með verður neikvæð rafhleðsla eftir í málminum sem þarf að fjarlægja við katóðuna svo jafnvægi haldist. Í súrefnisíku vatni gerist þetta með eftirfarandi efnahvarfi:



Það myndast því hýdroxyl-jónir sem geta sameinast t.d. járn jónum,  $Fe^{2+}$ , og myndað járnhydrosíð,  $Fe(OH)_2$ , þ.e.a.s. ryð.

Í súrefnislausu vatni verður eftirfarandi efnahvarf við katóðuna:





*Mynd 1. Algengustu efnahvörf við tæringu málma*

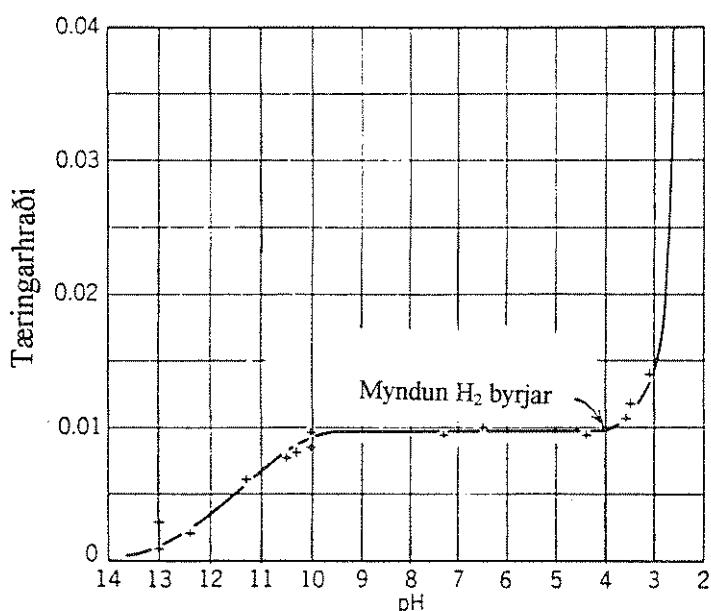
Tæring galvaníseraðra neysluvatnsagna er háð m.a.:

- magni uppleysts súrefnis
- hörku vatnsins
- sýrustigi (pH)
- hitastigi
- magni uppleystra anjóna í vatninu, svo sem Cl⁻ og SO₄²⁻
- flæðihraða vatnsins

Tæring verður aðeins ef einhver oxunarmiðill er nærverandi og í neysluvatnslögnum er það súrefni sem veldur tæringu.

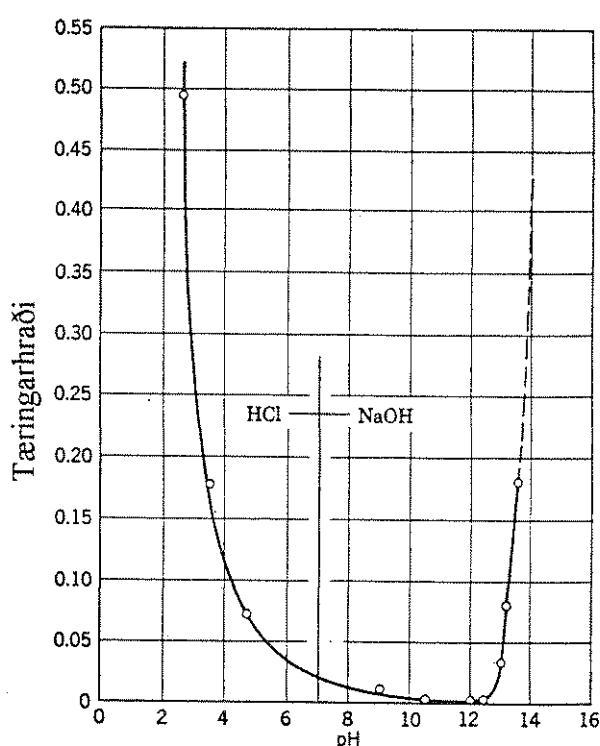
Harka vatns orsakast aðallega af katjónunum Ca<sup>2+</sup> og Mg<sup>2+</sup>, sem geta myndað útfellingar með ýmsum anjónum í vatninu. Harka vatns er venjulega gefin upp sem magn CaCO<sub>3</sub> i mg/l eða í þýskum gráðum °dH (=10 mg CaO/l). Mörkin milli mjúks og harðs vatns liggja við um 75-150 mg/l CaCO<sub>3</sub> eða um 5 °dH. Í hörðu vatni myndast útfellingar sem vernda sinkið gegn tæringu.

Sýrustig hefur mikil áhrif á tæringu málma en á mismunandi hátt. Eins og sjá má á mynd 2 fer tæring járvns (Fe) örт vaxandi við pH ≤ 4, er nokkuð stöðug við 4 ≤ pH ≤ 10, en fer örт minnkandi við pH ≥ 10.



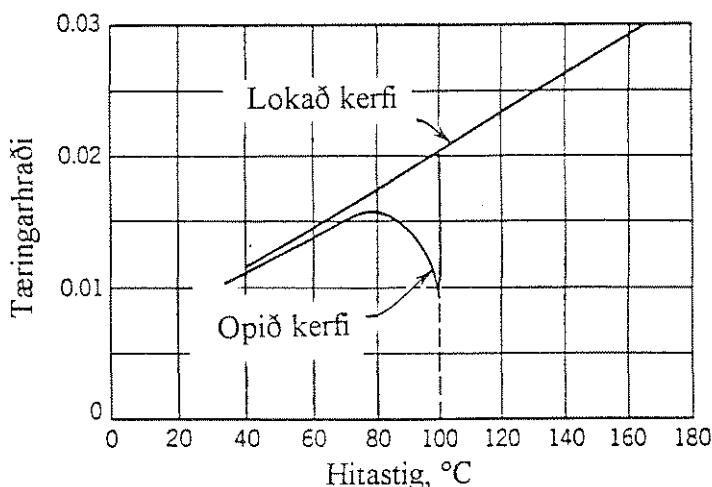
Mynd 2. Áhrif sýrustigs, pH, á tæringu járns í súrefnisríku vatni við um 25°C [1].

Sink er hinsvegar amfóterískur málmur og tærist því mest bæði við lágt og hátt sýrustig ( $\text{pH} \leq 4$ ,  $\text{pH} \geq 12$ ) en er nokkuð stöðugt við  $6 \leq \text{pH} \leq 12$ . (Sjá mynd 3).



Mynd 3. Áhrif sýrustigs, pH, á tæringu sinks í súrefnisríku vatni við 30°C [1].

Hækkandi hitastig í neysluvatnslögnum veldur breytingum á tveimur grundvallarþáttum. Hækkandi hitastig vatns minnkar leysni súrefnis í vatninu og eykur hvarfshraða þess við viðkomandi málm. Tæringarhraðinn eykst því eins og sést í mynd 4.



*Mynd 4. Áhrif hitastigs á tæringu járns í súrefnisríku vatni [1].*

Aukinn styrkur ýmissa anjóna svo sem  $\text{Cl}^-$  og  $\text{SO}_4^{2-}$  eykur tæringarhraða málma. Þar sem  $\text{Cl}^-$  er miklu magni í vatninu verður pyttatæring oft áberandi.

Tæring getur orðið vegna straumhraða í lögnum. Þetta getur því einnig orðið við þrengingar í lögnum.

### 2.1 Langelier gildi

Myndun varnarhimnu vegna útfellinga  $\text{CaCO}_3$  er mikilvægur þáttur í tæringarvörn sinkhúðaðra röra. Til að meta tæringarhættu vatns er því oft stuðst við s.k. Langelier gildi (LSI) sem segir til um leysni  $\text{CaCO}_3$  í vatni eða:

$$\text{LSI} = \text{pH} - \text{pH}_s$$

þar sem pH er mælt sýrustig vatnsins og  $\text{pH}_s$  er það sýrustig sem vatnið væri mettað af kalsíum bíkarbónati. Gildið  $\text{pH}_s$  er reiknað út frá mældum gildum á heildarmagni uppleystra fastra efna, hitastigi, magni kalsíums og alkaliniteti vatnsins.

Neikvætt Langelier gildi þýðir að  $\text{CaCO}_3$  leysist upp og jákvætt gildi að  $\text{CaCO}_3$  falli út og myndi verndarhimnu. Neikvætt Langelier gildi þýðir því aukna tæringarhættu.

## 3 GALVANÍSERUD RÖR

Algeng vörn gegn tæringu á stáli er galvanísering, þ.e.a.s. að húða stálið með bráðnu sinki. Varnarhúðin samanstendur þá af ytra lagi af sinki og innra lagi af sink-járn blöndu og er þykkt sinkhúðarinnar um 60  $\mu\text{m}$ .

Í galvaníseruðum rörum ver sinkið undirliggjandi járnið gegn tæringu, en vörnin dugir aðeins meðan sinkhúðin er til staðar.

Langtíma vörn stáls með galvaniseringu byggir þó ekki aðeins á fórnartæringu sinksins heldur einnig myndun varnarhúðar vegna útfellinga ýmissa salta úr vatninu og efna sem myndast hafa vegna tæringu sinks. Myndun slíkra útfellinga er háð samsetningu vatnsins.

Mjúkt vatn og þá sérstaklega með háu klóríð innihaldi myndar ekki slíka verndarhimnu á galvaníseruðu stáli. Sinkhúðin leysist því hratt upp og tæring á undirliggjandi stáli hefst. Sinkhúðuð rör eru einnig talin endast illa í alkalísku (basísku) vatni.

Varnarhúð myndast auðveldast í vatni með mikilli hörkum. Varnarhúðin sem myndast í hörðu vatni samanstendur oftast af kalsíum karbónati ( $\text{CaCO}_3$ ) og sink karbónati ( $\text{ZnCO}_3$ ).

## 4 TÆRING Í GALVANÍSERUÐUM LÖGNUM FYRIR KALLT NEYSLUVATN

### 4.1 Efnasamsetning kalds neysluvatns í Reykjavík

Efnagreiningar á köldu neysluvatni í Reykjavík sýna eftirfarandi

- Vatnið er mjúkt með hörkuna  $15 \text{ mg/l CaCO}_3$  ( $1^\circ\text{dH}$ )
- Sýrustigið er hátt þeas  $\text{pH} \approx 9$
- Langelier gildi er  $\text{LSI} = -2,7$

Þessar niðurstöður sýna að kalda neysluvatnið er tærandi fyrir galvaníseraðar lagnir.

Í stærri byggingum getur vatnið náð að hitna allt upp í  $20^\circ\text{C}$  ef það er kyrrstætt vegna lítillar notkunar. Þetta eykur tæringarhraðann.

### 4.2 Tæring í galvaníseruðum lögnum fyrir upphitað neysluvatn

Við upphitun á köldu neysluvatni í varmaskipti fæst heitt vatn sem er yfirmettað af súrefni og því mjög tærandi. Svipað er upp á teningnum ef hitaveituvatn er kælt með íblöndun kalds neysluvatns. Þess ber að geta að ef hitastig í galvaníseruðum rörum er hærra en  $60-65^\circ\text{C}$  getur myndast í þeim húð af sink-oxíði sem er eðlara en bæði sink og járn og tærist því síður. Ef göt koma hinsvegar á þessa himnu geta myndast blettir þar sem undirliggjandi sink og járn tærast.

## 5 TÆRINGARVARNIR

Til að hindra tæringu á neysluvatnslögnum er hægt að beita mismunandi aðferðum. Þetta er þó háð ýmsum aðstæðum svo sem efnasamsetningu vatnsins á hverjum stað. Algengustu aðferðirnar eru:

- Stýring á sýrustigi og hörkum vatns til að fá jákvætt Langelier gildi.
- Notkun íblöndunarefna svo sem sílikata og fjölfosfata til myndunar varnarhimnu í rörum.
- Jónun - "Eðalmálmsíkti", málun, jafnstraumsspennur.

### 5.1 Íblöndunarefni

Algengt er að nota siliköt og fjölfosfót sem íblöndunarefni til tæringarvarnar í neysluvatnslögnum.

#### Siliköt [2]

Þau siliköt sem aðallega eru notuð til tæringarvarnar eru Na-siliköt með almennu efnajöfnuna  $\text{Na}_2\text{O} \cdot x\text{SiO}_2$  þar sem  $x$  stendur fyrir móhlutfall silíkats og alkalíoxíðs. Í vatni með  $\text{pH} > 7$  er mælt með að  $x$  hafi gildið 3,3, en í vatni með  $\text{pH} < 7$  er mælt með að  $x$  hafi gildið 2.

Vatnsrof á silikati myndar mínuhlaðnar örsvisfsagnir sem leita að anóðusvæðum og mynda himnur, á innra yfirborði röranna, sem minnka tæringarhraðan.

#### Fjölfosfót [2]

Til íblöndunar í neysluvatn eru aðallega notuð Na-fjölfosfót með almennu efnajöfnuna  $\text{Na}_{(n+2)}\text{P}_n\text{O}_{(3n+1)}$  og Na-hexametafosfat,  $\text{Na}_3(\text{PO}_3)_6$ .

Þessi fjölfosfót mynda jákvætt hlaðnar örsvisfsagnir með t.d. Ca-jónum, sem leita að katóðusvæðum og mynda himnu, á innanverðum rörveggjum, sem minnkar tæringarhraðan. Myndun verndarhimnu er talin möguleg við pH milli 5 og 8,5. Streymi vatnsins er mikilvægt og hefur það komið í ljós að virkni fjölfosfata er minni í kyrrstæðu vatni.

#### Notkun fjölfosfata í neysluvatni í Reykjavík.

Fjölfosfót hafa fengist hérlandis í rúman áratug, en takmarkaðar upplýsingar liggja fyrir um árangur við notkun fosfatíblöndunar í neysluvatn. Um er að ræða natrium-hexametafosfat sem selt er í hylkjum sem komið er fyrir í neysluvatnslögnum.

Það eru nokkrir þættir sem takmarkað gætu virkni fjölfosfata í að hindra tæringu sinkhúðaðra neysluvatnslagna í Reykjavík.

Styrkur kalsíumkarbónats þarf að vera meiri en 35 mg/l en er aðeins um 15 mg/l í neysluvatni í Reykjavík.

Sýrustig vatns má ekki fara yfir 8,5 en er um 9 í neysluvatni í Reykjavík.

Af þeim fáu mælingum sem gerðar hafa verið hérlandis virðist þó sem hexametafosfat minnki tæringu. A.m.k. hefur ryðlitrur horfið. Þessi íblöndun þarf að vera stöðug til að árangur sé viðvarandi og rennsli um rörin virðist þurfa að vera nokkuð mikið til að árangur haldist. Helst ber á ryðlituðu vatni eftir að það hefur staðið í rörnum yfir nött eða lengri tíma, t.d. í endalögnum að tæki sem sjaldan er notað. Þá ber á ryðlit stutta stund fyrst þegar vatn er látið renna. Svo virðist því sem litið notaðar lagnir fái ekki nægjanlega vörn við fosfatíblöndunina.

Komið hafa upp þær hugmyndir að kísill auki áhrif fosfatíblöndunar. Vörn hexametafosfats byggir á myndun sameindarþykkrar himnu sem í kalsíumríku vatni inniheldur kalsíum, járn og fosfat, en líklegt er talið að í kalsíumsnauðu neysluvatni Reykjavíkur komi siliköt einnig við sögu.

Einn framleiðandi þessara íblöndunarefna hefur lagt til að notaðar séu blöndur af fjölfosfati og silikati [3]. Einnig hefur komið fram að auka megi virkni fjölfosfata með því að auka styrk kalsíumjóna í vatninu, með því að bæta í vatnið kalsíum-súlfati ( $\text{CaSO}_4$ ) [4] eða kalsíumklóríð ( $\text{CaCl}_2$ ) [4, 5].

Notkun blöndu af fjölfosfati og orto-fosfati er einnig talið geta hindrað tæringu galvaníseraðra neysluvatnslagna [6]

Athuga þarf einnig hvort um sé að ræða sýndarlausnir þ.e. að ryðlitur hverfi við notkun fjölfosfatsins, en tæring sé enn til staðar. Fjölfosfót hafa þann eiginleika að "komplex"- binda kalsíum, járn og sink jónir [2, 7] og geta valdið því að þessar jónir haldist stöðugar og uppleystar í vatninu. Þetta getur einnig komið í veg fyrir myndun járnoxíða,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  og sinkoxíðs,  $\text{ZnO}$ , sem gefa vatninu ryðlit. Tæringin getur því enn verið til staðar og styrkur járn- og sinkjóna verið of hár þó að liturinn hverfi. Efnagreiningar á neysluvatninu fyrir og eftir íblöndun gefa þó svar við þessum spurningum.

### 5.2 Ný lagnaefni

Á markaðnum eru ýmiss lagnaefni fyrir neysluvatn sem eru tæringarþolnari en galvaníseruð stálrör. Má þar nefna ryðfrí stálrör og plaströr.

## 6 ÁHRIF ÍBLÖNDUNAREFNA Á HEILSU FÓLKS

Notkun fjölfosfata telst ekki skaðleg heilsu fólks og hefur Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur samþykkt íblöndun fosfats í neysluvatn í tveimur byggingum að því tilskyldu að magn þess fari ekki yfir, 5,0 mg/l, sem er leyfilegt hámark skv reglugerð 319/1995.

## 7 SAMSTARFSVERKEFNI

VGK hefur undanfarin tvö ár tekið þátt í samstarfsverkefni með Rannsóknarstofnun Byggingariðnaðarins sem stutt er af Rannsóknarráði ríkisins. Verkefnið er forverkefni og ber heitið "Tæringarvarnir fyrir heitsinkhúðadur neysluvatnslagnir". Markmið verkefnisins er að leita upplýsinga um aðferðir til að hreinsa og tæringarverja neysluvatnskerfi úr sinkhúðu stáli að innan.

VGK hefur undanfarin tvö ár einnig tekið þátt í ýmsum prófunum á aðferðum til að hindra tæringu í neysluvatnslögnum. Til að fylgjast með árangri þessara prófana hefur vatnið verið efnagreint m.t.t. ýmissa þátta eins og magni járn- og sinkjóna, sýrustigs, gruggs og litar vatnsins.

Gerð var athugun á notkun "fjölfosfatkristalla" í neysluvatni í byggingu þar sem kvartað hafði verið undan ryðlituðu vatni. Hylki með natrium-hexametafosfati á föstu formi var komið fyrir í stofnlögn. Við réttar aðstæður eiga þessir kristallar að leysast upp í vatninu og fjölfosfatið á síðan að falla út á innra yfirborði röranna og mynda þannig varnarhimnu gegn tæringu.

Til að fylgjast með áhrifum íblöndunarinnar voru tekin sýni af vatninu úr einu úttaki með ákveðnu millibili til að fylgjast með sýrustigi vatnsins og magni járns (Fe), sinks (Zn) og fosfats í vatninu. Þegar tekin voru sýni aður en notkun hexametafosfatsins hófst var enginn ryðlitur á vatninu, en styrkur járn- og sinkjóna var notaður til ákvörðunar á umfangi tæringar. Notkun kristalsiunnar sýndi engin áhrif á tæringu lagnanna.

Magn fosfats mældist ávallt undir leyfilegum mörkum, meðan magn uppleysts járns og sinks var mjög breytilegt. Magn járns mældist 0,02 - 1,84 mg/l (LHS = 0,2 mg/l) og magn sinks 0,04 - 5 mg/l (LHS = 3 mg/l). Styrkur járns og sinks fer því yfir leyfileg mörk eftir að vatnið hefur verið kyrrstætt í lögnum í lengri tíma.

Magn uppleysts járns og sinks er mest eftir kyrrstöðu vatnsins, en lækkar þegar rennsli kemst á. Liklegasta skýringin á þessu er að súrefnisríkt vatnið nær að hitna í lögnunum vegna litillar eða engrar notkunar. Hækkan á hitastigi súrefnisríks vatnsins eykur síðan tæringarhraða í lögnunum og því mælist aukinn styrkur járns og sinks. Styrkur járns og sinks minnkar þegar vatnsnotkunin eykst og meira streymi er um lagnirnar.

Liklegt er að leysni hexametafosfatsins hafi verið of lítil miðað við streymi vatnsins og styrkur þess því of litill til að mynda varnarhúð í lögnunum. Til að tryggja að styrkur fjölfosfatsins sé ávallt nægilega hár er heppilegra að bæta fjölfosfatlausn í neysluvatnið með skammtadælu.

Einnig hafa staðið yfir prófanir í tæpt ár á eðalmálmsíu í sömu byggingu. Síur þessar eiga að hlutleysa hlaðnar agnir í vatninu og koma þannig í veg fyrir tæringu.

## 8 HEIMILDIR

- [1] H. H. Uhlig, Corrosion and Corrosion Control, John Wiley & Sons, 1971.
- [2] R. G. Ainsworth, Corrosion inhibitors in distribution systems, Water Services, 145, March 1980.
- [3] Tim Stubbing, Houseman (Scandinavia) A/S, munnlegar upplýsingar, 1996.
- [4] Patrick Gill, Calgon Corporation, skriflegar upplýsingar, 1997.
- [5] Dr. Schwenkreis, Grünbeck Wasseraufbereitung, munnlegar upplýsingar, 1996.
- [6] E. Sahr, Preussag, Wasser und Rohrtechnik, skriflegar upplýsingar, 1997.
- [7] Ivo Wagner, Löst die Behandlung von Trinkwasser die Korrosionsprobleme in der Hausinstallation, Korrosion in Kalt- und Warmwassersystemen der Hausinstallation, Deutsche Gesellschaft für Metallkunde E.V., 257-279, 1984.

*Örn Geir Jensson tæknifræðingur  
deildarstjóri veitukerfi Hitaveitu Reykjavíkur*

## Lagnaefni í dreifikerfi hitaveitna

### 1.0 Algengustu gerðir hitaveitulagna.

Hér á landi hafa verið notaðar ýmsar gerðir hitaveituæða. Ýmiss atriði koma til árita þegar velja á milli gerða, og má þar m.a. nefna stofnkostnað, viðhaldskostnað, rekstrarkostnað og kröfum um endingu. Þessi atriði hafa vegið misþungt á mismunandi tímum og tækninni hefur fleygt fram. Því eru eldri lagnir af ýmsum gerðum eftir því hvenær þær voru lagðar. Helstu gerðir hitaveituæða sem lagðar hafa verið hér á landi er lýst í stuttu máli hér að neðan.



*Örn Geir Jensson*

#### 1.1 Stálpípur á stöplum.

Á óbyggðum svæðum þar sem unnt er að hafa sverar ( $> \phi 250$  mm) aðfærsluæðar ofanjarðar hentar vel að hafa stálpípu á stöplum. Pípan er þá að jafnaði einangruð með steinull og hefur hlífðarkápu úr zinkhúðuðu stáli eða áli. Pípan hvílir þá á steyptum stöplum sem eru með 5 til 20 m millibili eftir vídd pípunnar. Ofan á stöplana eru settir sleðar úr stáli, sem bípan getur hreyfst á þegar hún hitnar og kólnar. Á æðina eru settar festur og þanar eða þenslulykkjur með vissu millibili.

Kostirnir við þessa lausn eru m.a. að hún er hlutfallslega ódýr, auðvelt er að fylgjast með ástandi lagnarinnar og að komast að henni til viðhalds.

Ókostir eru m.a. þeir, að lögnin er ofanjarðar og er því hindrun fyrir umferð, og erfitt er að láta hana falla vel inn í umhverfið. Einnig er hætta á að bípan tærist ef raki kemst undir hlífðarkápuna, ef hann á ekki greiða leið út úr henni aftur.

#### 1.2 Stálpípur í steyptum stokk.

Stálpípur í steyptum ( $> \phi 250$  mm) stokk eru, ásamt foreinangruðum pípum í plastkápu, ein vandaðasta gerð hitaveituæða sem notaðar hafa verið, og þær sem helst koma til greina ef leggja þarf sverar lagnir í jörðu.

Helstu kostir stokksins eru að endingartíminn er mjög langur og viðhaldskostnaður líttill. Stofnkostnaður slíkra hitaveituæða er hins vegar hárr og stokkurinn tekur mikil rými í götum og gangstígum.

#### 1.3 Stálpípur einangraðar með úretani í plastkápu.

Stálpípur einangraðar með úretani í plastkápu er sú gerð hitaveitulagna sem mest er notuð hér á landi. Mikil aukning hefur verið í notkun þessara lagna á undanförnum árum m.a. vegna aukinnar tækni og gæða við pípuframleiðsluna og pípusamsetninguna. Margar nýjungrar hafa einnig komið fram á þessu sviði.

Helstu kostir þessa kerfis eru m.a. góð einangrun og vatnsvörn. Helstu ókostirnir eru þeir að pípukerfið er frekar dýrt, einkum í sverari pípum og að plastkápan þolir illa högg og punktálag t.d. vegna steina.

#### 1.4 Plastlagnir.

Plastpípur eru sveigjanlegri hitaveitulagnir en hefðbundin kerfi með stálpípum, samskeyti eru færri og fljótlegt er að leggja þær.

Á undanförnum árum hefur tölvert verið lagt af einangruðum plastlögnum (pólýpropýlen, pólýbútelen o.fl.) í sveitaveitum, þar sem hver heimaeð er mjög löng miðað við það sem þekkist í þéttbýli. Astæðan fyrir notkun plastlagna í slíkum hitaveitum er, að langar lagnir til lítila notenda eru ekki hagkvæmar nema pípur, frágangur þeirra og einangrun séu ódýr.

Með því að nota einangraðar plastpípur í hitaveitur í litlu byggðarlagi er unnt að spara stofnkostnað m.v. hefðbundin stálpípukerfi. Mestur sparnaður er í grennri lögnum, hins vegar verður kostnaðurinn við plastlagnir meiri en við hefðbundnar stálpípur í sverum lögnum.

Plastlagnir sem notaðar hafa verið í sveitaveitur hafa ýmist verið einangraðar með steinull eða úretanhólkum. Þetta hitaveitukerfi er einungis hægt að nota í sæmilega þurru landi þar sem einangrunin helst burr mest allt árið. Í þurrum jarðvegi kólnar vatnið lítið meira en í foreinangruðum pípum, en í vætutíð má gera ráð fyrir aukinni kælingu.

Ókostur við þessar plastlagnir er að súrefni kemst í einhverjum mæli í gegnum pípuna og inn í lagnakerfið með vatninu, og þarf að huga að þessu þegar hitaveitukerfi er hannað.

Á seinni árum hafa komið fram plastlagnir með súrefnissperrum, sem hindra upptöku súrefnis í gegnum plastpípuna. Einnig hafa samsetningar batnað til muna með tilkomu þrýstisamsetningana. Þessar pípur eru einangraðar með úretani í plastkápu á svipaðan hátt og hefðbundin pípa úr stáli. Þessi gerð einangraðra plastpípna hefur verið notuð hjá nokkrum hitaveitum, aðallega í heimæðar.

## 2.0 Samsetningar.

Sá hluti hitaveitukerfisins, sem hvað mikilvægast er að vanda vel, er frágangur á pípusamskeytum. Rannsóknir á Norðurlöndum hafa leitt í ljós að 60 til 80% af bilunum í dreifikerfum eru á pípusamskeytum. Stærsti hluti þessara bilana er vegna óvandaðra vinnubragða á samsetningu plastkápunnar.

Til eru margar mismunandi aðferðir og efni til að setja saman plastkápu á pípusamskeytum. Algengustu aðferðinar eru eftirfarandi:

### Samsetningar með plastmúffu einföld þéttung.

Þetta er einfaldasta gerð samsetninga og sú sem mest hefur verið notuð á Íslandi.

### Samsetningar með plastmúffu tvöföld þéttung

Þessi samsetning er dýrari og flóknari í framkvæmd en einföld þéttung. Þær eru hins vegar mun öruggari og nota æ fleiri hitaveitur þessar samsetningar á Íslandi í dag, þar á meðal Hitaveita Reykjavíkur.

### Suðusamsetningar.

Þessi samsetning er nær eingöngu notuð á sverar lagnir á Íslandi(>300 mm plastkápa).

## 3.0 Efnisgæði og staðlar.

Það er á valdi hverrar hitaveitu hversu mikil og hvaða gæði hún vill hafa í sínum hitaveitulögnum. Algengt er að hitaveit ur noti ÍST-EN staðla, og eru helstu staðlar eftirfarandi:

### 3.1 ÍST-EN 258.

Staðallinn gildir fyrir stálpípur einangraðar með úretani í plastkápu og kom fyrst út árið 1990, en var endurskoðaður í framhaldi af banni við notkun freons. Ný útgáfa var samþykkt 1993 og 1994 var hann gefinn út sem ÍST staðall. Í staðlinum er m.a. skilgreind gæði stálröra, úretan einangrunar, PEH- plastkápu og viðloðunar milli þessara efna. Þar er einnig kveðilð á um gæði suðu á stálrörum og hæfni suðumanna stálröra.

### 3.2 ÍST-EN 448.

Staðallinn gildir fyrir tengistykki og var samþykktur árið 1993 og gefinn út sem ÍST staðall 1994. Staðallinn gerir svipaðar kröfur til stálröra, einangrunar, plastkápu og viðloðunar og EN 253, að auki koma sérkröfur fyrir tengistykki, s.s. um mál á kaldbeygðum rörum, útfærslu tenginga og suðuferla.

### 3.3 ÍST-EN 489.

Staðallinn gildir fyrir samsetningar og var samþykktur árið 1993 og gefinn út sem ÍST staðall 1994. Staðalinn gerir svipaðar kröfur til einangrunar, viðloðunar, gæði stálrörasúðu, suðuferla og hæfni suðumanna og ÍST-EN 448, en þar bætast við nýjar kröfur um styrkleika kápunnar.

### 3.4 Notkun staðla og ISO 9000.

Framangreindir staðlar eru engin lög heldur sameiginleg niðurstaða helstu kaupenda og seljenda í Evrópu á því hvað séu eðlilegar gæðakröfur. Framleiðendum er eftir sem áður frjálst að framleiða hvaða gæði sem er og á sama hátt geta kaupendur skilgreint sínar gæðakröfur með öðrum hætti. Staðlanir eru þess vegna góð gæðaviðmiðun og er þægilegt að geta með t.d. með einu númeri (t. d. ÍST-EN 253) skilgreint alla eiginleika vörunnar. Vert er að geta þess hér, að mikil er um að fyrirtæki státi sig af gæðastöðlum sem kallaðir eru ISO 9000, ISO 9001 og ISO 9002. Þessir staðlar tryggja í sjálfu sér ekki gæði. Það sem þeir tryggja er að varan uppfyllir þær kröfur sem fyrirtækið gerir til vörunnar. Þess vegna er það mikilvægt að kaupendur geri sér það ljóst þó framleiðandi hitaveitulagna uppfylli eithvern ISO 9000 staðhana tryggir það ekki að lagnaefnið uppfylli kröfur kaupanda nema gæði vörunnar sjálfrar hafi verið líka skilgreind t.d. með ÍST-EN 253.

#### Heimildaskrá.

Hitaveituhandbók.

Námskeið í samsetningu hitaveituröra.

#### SÍH

Samorka og Iðntæknistofnun.

# *Loftstokkahreinsun*

Við hreinsum loftræstikerfi í fyrirtækjum, stofnum, fjölbýlishúsum, skipum og bátum.

*Fyrir hreinsun*

Hafið samband og fáið upplýsingar.

Við komum og metum  
ástandið og gerum  
kostnaðaráætlun og  
gerum það sem gera þarf.

*HREINSUN*

Hreint loftræstikerfi – betri heilsa.

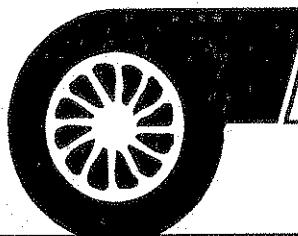
*Eftir hreinsun*

Róbótar og fjarstýrð myndavél.

Sími: 567- 0882

Farsími: 893 - 3397

Fljót og góð þjónusta  
Reynsla - Pekking



*breint loft*



Geymið þessa  
auglýsingu

Pétur Kristjánsson tæknifræðingur  
sviðsstjóri rekstrarsviðs Vatnsveitu Reykjavíkur



Pétur Kristjánsson

## Lagnaefni í dreifikerfum vatnsveitna

Í þessu erindi verður fjallað um lagnaefni í Vatnsveitu Reykjavíkur (VR). Þar er að finna flest það efni sem notað er í öðrum vatnsveitum á Íslandi.

## Lagnategundir, skilgreining hugtaka\*.

\* Ath. hér er um skilgreiningu starfsmanna VR að ræða og er hún nokkuð ýtarlegri en skilgreining reglugerðar um lagnahugtök.

<b>1. Safnæð</b>	Vatnslögn sem liggur frá borholu (lind) að safngeymi og/eða aðalæð.
<b>2. Aðalæð</b>	Vatnslögn sem liggur frá vatnsbóli að miðlunarstað.
<b>3. Stofnæð</b>	Vatnslögn sem liggur frá aðalæð að einstökum borgarhlutum eða hverfum.
<b>4. Dreifiæð (Götuæð)</b>	Vatnslögn sem liggur frá stofnæð og heimæðar tengjast við.
<b>5. Heimæð</b>	Vatnslögn sem liggur frá dreifiæð og er ætlað að sjá einstökum notendum fyrir vatni.
<b>6. Brunahana-leggur</b>	Vatnslögn sem liggur frá aðal-, stofn- eða dreifiæð og er ætlað að sjá brunahana fyrir vatni.

## Pípuefni í dreifikerfum vatnsveitna:

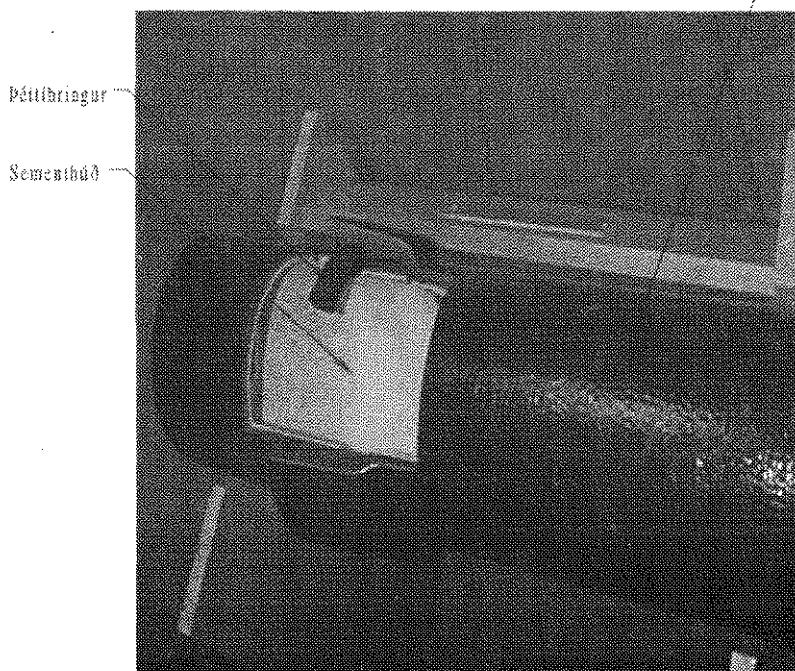
Hvar efnið er helst að finna í dreifikerfi VR:

1. Seigjárnsípur (ductile).	Í safnæðum, aðalæðum, stofnæðum og dreifiæðum.
2. Forspennt steinrör (Premo).	Í aðalæðum og stofnæðum.
3. Pottrör.	Í stofnæðum, dreifiæðum og brunahanaleggjum.
4. Stálrör (bikað, bikað og vafið galv.)	Í safn-, stofn- og dreifiæðum, brunahanaleggjum og heimæðum.
5. Plaströr (PEH, PEL, PEX, (PVC)).	Í stofnæðum, dreifiæðum, brunahanaleggjum og heimæðum.
6. Asbeströr.	Í dreifiæðum.
7. (Trérör).	Var í aðalæð en er nú aflagt.
8. (Blýrör).	EKKI til í dreifikerfi VR.

## Annað helsta efni í dreifikerfum (geymar, fittings og minni lagnahlutar).

9. Steinsteypa.	Í vatnsgeymum.
10. Kopar.	Í fittings; lokum og tengistykjum
11. Ryðfrítt stál.	Í dælum og einstaka lagnahlutum í dælustöðvum.
12. Ál.	Í tengistykjum; t.d. borspöngum.
13. Blý.	Í blýpakkningum pott- og stálröra.
14. Gúmmí.	Í pakkningum o.p.h.
15. Hampur.	Í tengimúffum pott- og stálröra og ýmsum tengistk.

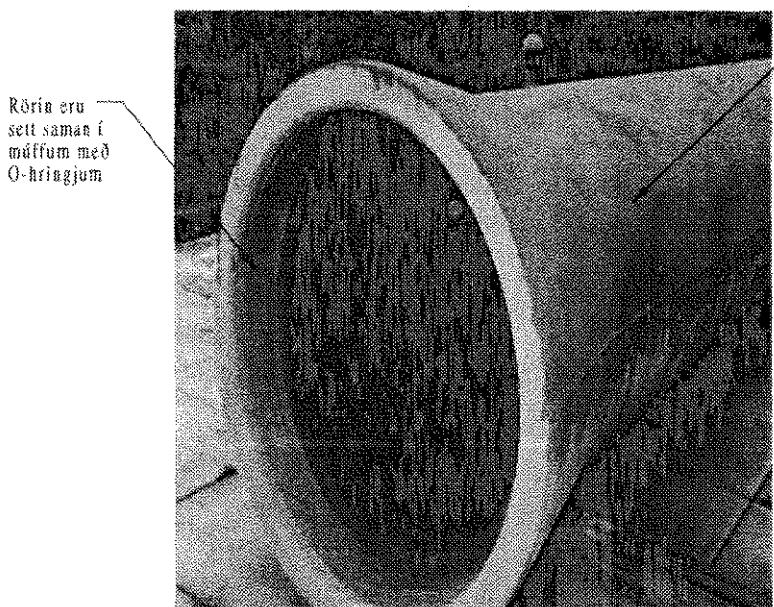
## Seigjárnsípa (ductile)



### Helstu eiginleikar:

Kostir:	Ókostir:
Hljóðlogð Svigjáaleg Viðkám gegn áverkum Auðvelt ad tengja Ódýr	Tæringaráðita sártaklega við viss jarðvegsskil- yrði. Nauðsynlegt er ad veija plast- filma um lagningas

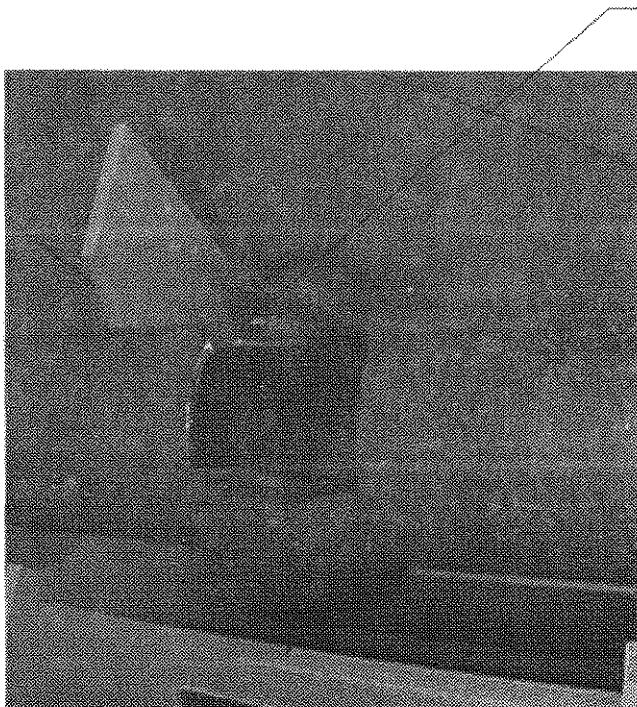
## Steinrör (Premo).



### Helstu eiginleikar:

Kostir:	Ókostir:
Traustar og endingagöðar.	Erfitt ad gera við Tengingar dýrar

## Pottrör

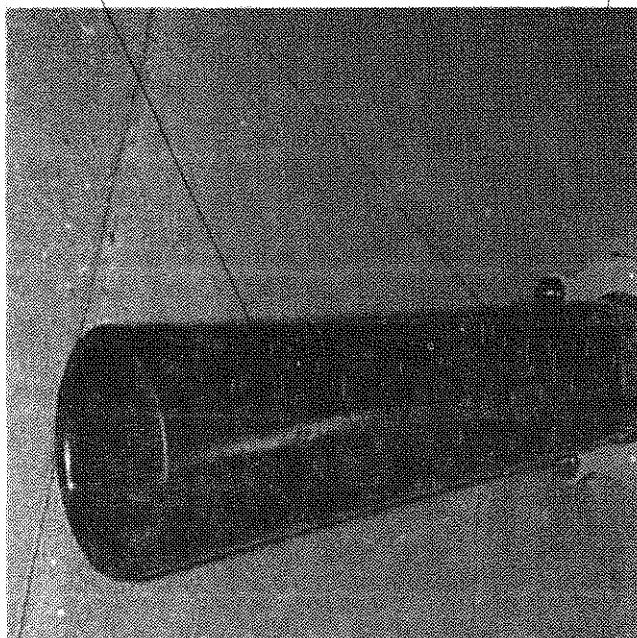


### Helstu eiginleikar:

Kostir:	Ókostir:
Traustar og endiafragðar. Tæringarþóinat	Ósveigjanlegar Brothættar Sterri xðar geta valdið verulegu tjóni ef þær langriðna.

Astalihúð að  
utan sem innan

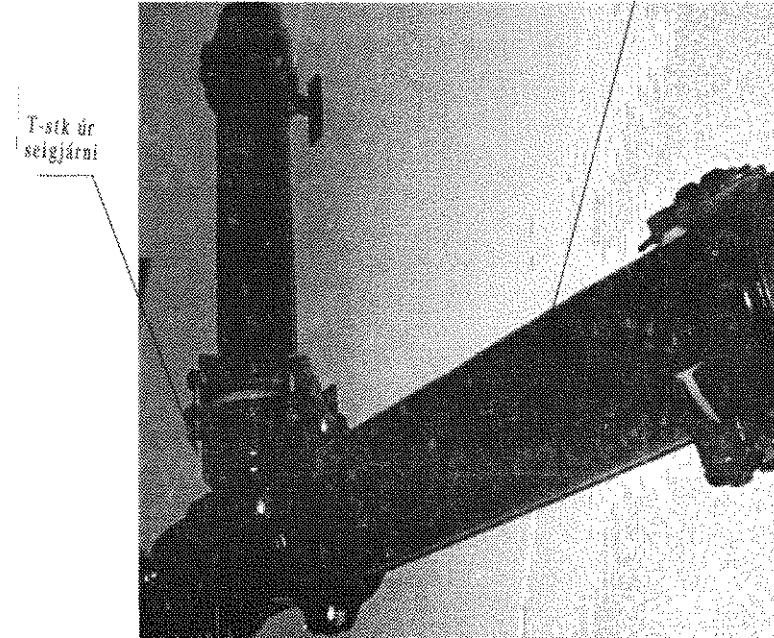
## Bikað stálrör.



### Helstu eiginleikar:

Kostir:	Ókostir:
Sveigjanlegar Henta vef í innök og til smíða í dalu- og lokahúsum. Gott viðnám gegn áverkum.	Tæringarþættar Há bilanaföndi í jarðlögnum.

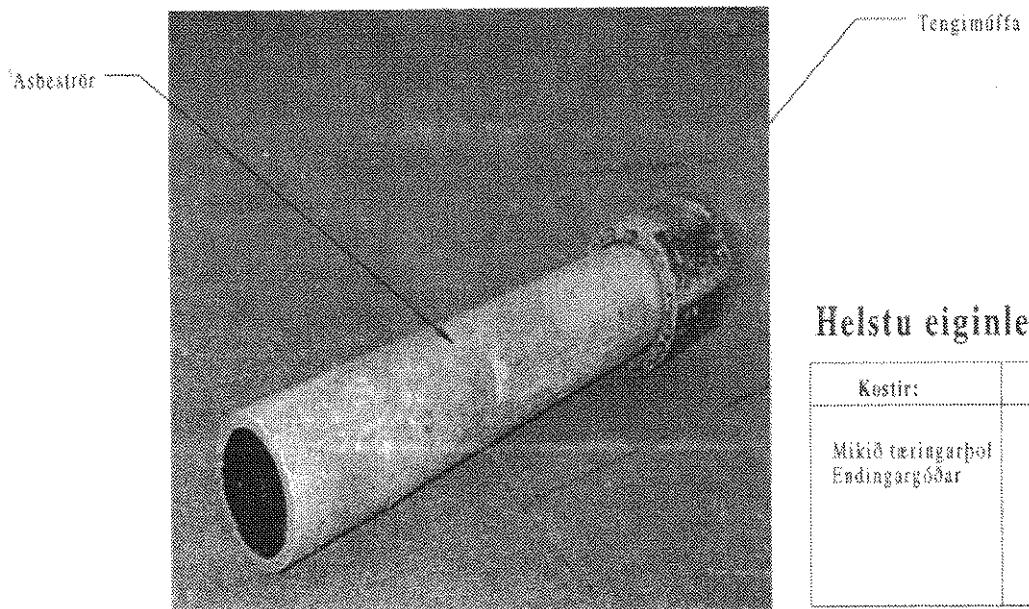
## Plaströr



### Helstu eiginleikar:

Kostir:	Ókostir:
Ódýr ( $\leq 315$ ) Sveigjaalegar Auðvelt að leggja Mikið tæringarþol	Litið viðnám gegn áverkum Þola illa hita (PEH) Tengingarárðuleikar Nemar fyrir umhverfi

## Asbestpípa

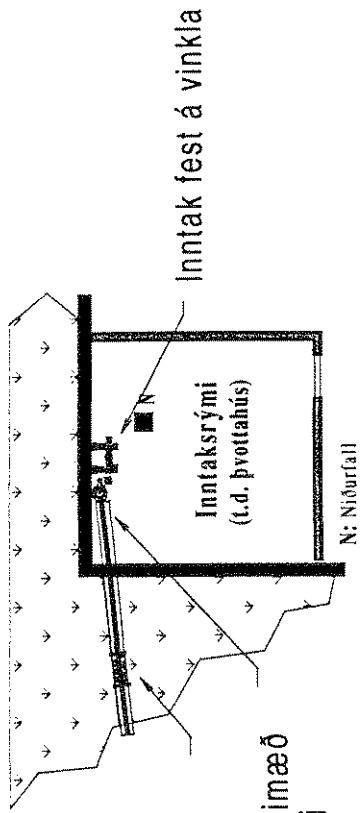


### Helstu eiginleikar:

Kostir:	Ókostir:
Mikið tæringarþol Endingargóðar	Brotta illa verði þær fyrir áverkum Óheilnæmi að vinna með efnið

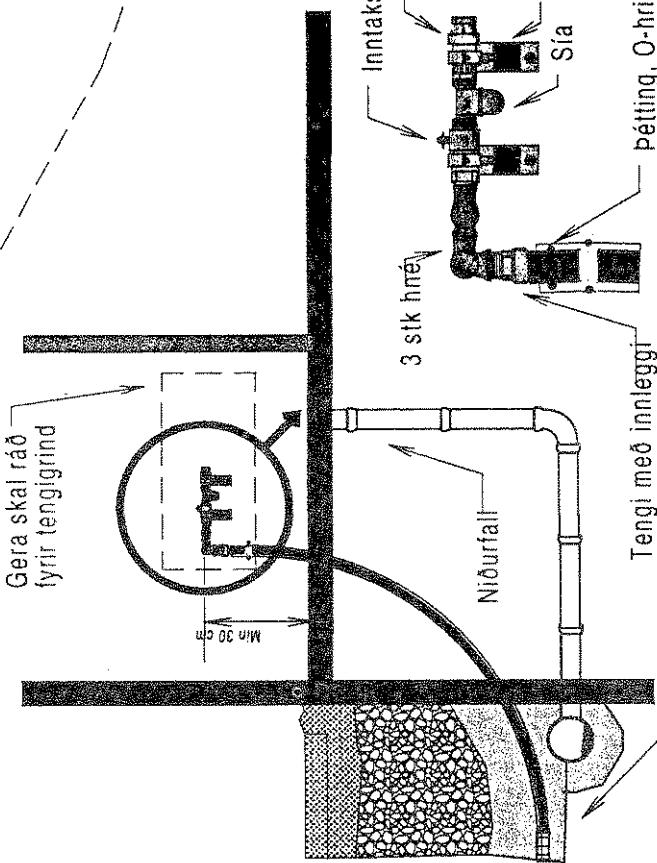
## Vatnsveita Reykjavíkur

Plast alla leið: Inntak.



Drengöt á lágpunkti ídráttarrörs  
ídráttarrör og heimæð  
tekin upp úr gólfí

### Grunnmynd



Teikning nr.:  
04 - RS

Drengöt á lágpunkti  
ídráttarrörs.

Snið

péting, O-hringur, milli  
ídráttarrörs og heimæðar  
varnar því að vatn komist  
inn í intaksými eftir  
ídráttarrörinu.

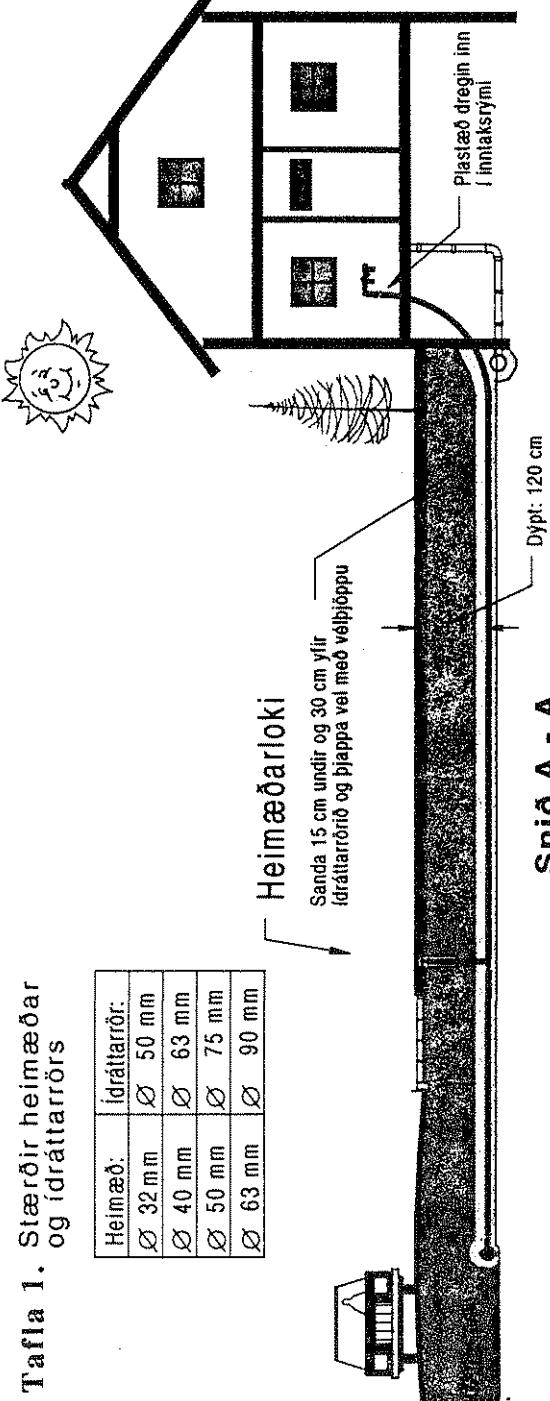
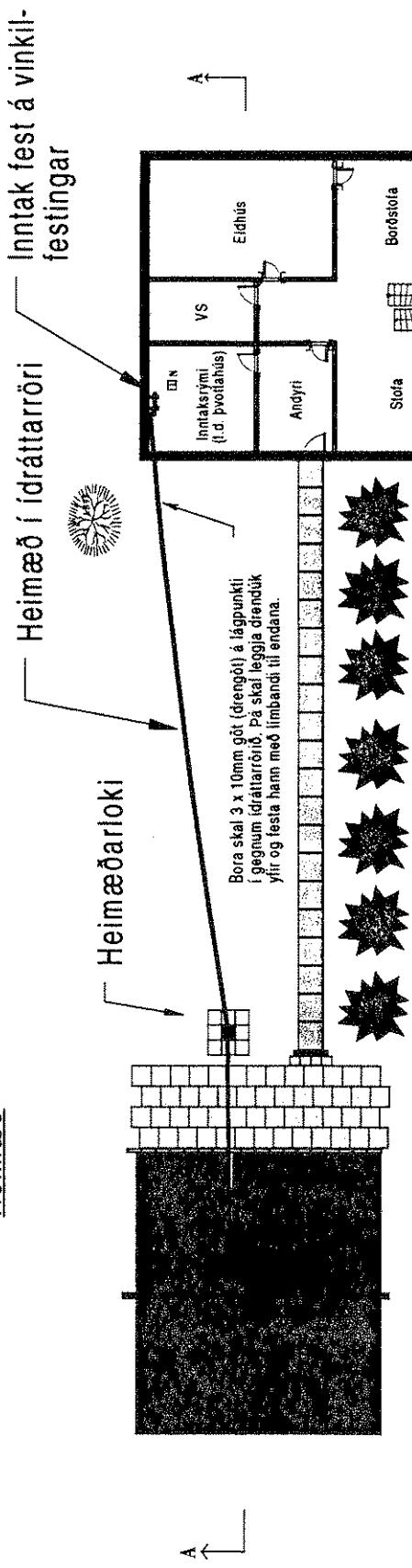
P.K. 4911 1997.

19



## Vatnsveita Reykjavíkur

Plast alla leið: Heimæð



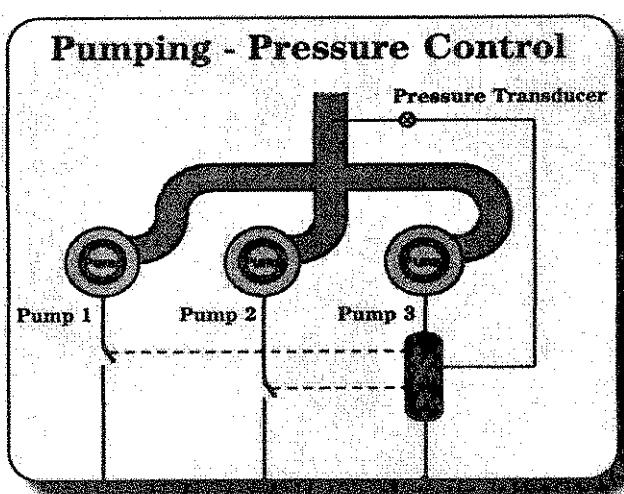
# Ný og hagkvæmari hraðastýring

Nýja Unidrive hraðastýringin frá Control Techniques opnar möguleika fyrir hagkvæmari stjórnun dælu- og lofræstikerfa.

Öll stjórnun er frá hraðastýringunni sjálfri, engin þörf fyrir sérstakan stýribúnað.

Grípur sjálfkrafa inní ef ein dæla hefur ekki undan og heldur þrýstingnum stöðugum við breytilega notkun.

Unidrive hraðastýringin heldur þrýstingnum jöfnum í kerfinu eftir því sem flæðið breytist. Þegar dæla 3 er á fullum afköstum og þrýstiskynjarinn gerir kröfur um meira flæði, gangsetur hraðastýringin dælu 2 og minnkar samstímis flæðið frá dælu 3 til að viðhalda jöfnum þrýstingi. Þegar flæðið nær aftur hámarki, gangsetur Unidrive hraðastýringin dælu 1 og minnkar aftur flæðið frá dælu 3 þar til aftur er þörf á meira flæði. Á sama hátt velur hraðastýringin sjálfkrafa hagkvæmustu stýringu þegar flæðispörfin minnkar.



Niðurstaðan er mjög fullkomin stjórnun á þrýstingi sem hingað til hefur einungis verið hægt að ná fram með flóknari búnaði. Í Unidrive einingunni er þessi aðgerð mjög einföld í notkun og uppsetningu. Stjórnunin er alsjálfvirk og þrýstingnum haldið jöfnum án nokkurra handstillinga. Þar að auki sparast umtalsverður orkukostnaður þar sem aðeins því magni er dælt sem þörf er á hverju sinni.

**Einföld í notkun • Ódýr í uppsetningu  
Lægri rekstrarkostnaður • Minni raforkunotkun**



Lyngás 13 • 210 Garðabær

Sími: 510 5200 • Fax: 510 5201  
Tölvupóstur: [info@samey.is](mailto:info@samey.is)

*Einar Þorsteinsson, tæknifræðingur  
deildarstjóri Lagnadeilda  
Rannsóknarstofnunar byggingariðnaðarins*

**Vottun lagnaefnis**

**Reglugerð um viðskipti með byggingarvörur**

Í viðauka IV við reglugerð um viðskipti með byggingavörur er fjallað um:

**Samræmismerkingu,**

**Samræmisvottorð og Samræmisyrílýsingar**

Par stendur m.a. um **SAMRÆMISVOTTORD:**

Í samræmisvottorði skal einkum tilgreina:

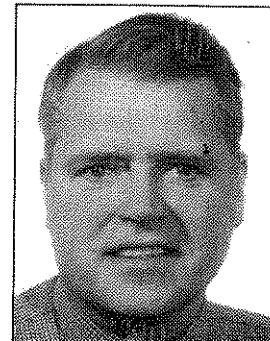
nafn og póstfang vottunaraðila, nafn og póstfang framleiðanda

eða umboðsmanns hans, lýsingu á vörunni, ákvæðin sem varan er

í samræmi við, sérstök skilyrði sem varan er í samræmi við, númer

vottorðsins, skilyrði fyrir gildi og gildistíma vottorðs, ef einhver eru, nafn og stöðu einstaklings sem hefur umboð til að skrifa undir vottorðið.

Hér skipta ákvæðin sem varan er í samræmi við og sérstök skilyrði fyrir notkun hennar mestu máli



*Einar Þorsteinsson*

Og um **SAMRÆMISYFIRLÝSINGU:**

Í samræmisyfirlýsingu skal einkum tilgreina:

Nafn og póstfang framleiðanda eða umboðsmanns hans, lýsingu á vörunni, ákvæðin sem varan er í samræmi við, sérstök skilyrði fyrir notkun vörunnar, nafn og stöðu einstaklings sem hefur umboð til að skrifa undir yfirlýsingu fyrir hönd, framleiðanda eða umboðsmanns hans.

Vottorðið og samræmisyfirlýsingin skulu vera á opinberu tungumáli eða tungumálum aðildarríkis þar sem nota á vöruna.

**Byggingareglugerð**

Í nýrri byggingareglugerð segir m.a.:

**118. gr. Almennt um byggingarefni húsa, gerð og burðarþol**

118.1 *Hús og önnur mannvirki skulu jafnan gerð úr haldgóðum og hentugum byggingarefnum, sem þola íslenskt veðurfar og þá áraun sem ætla má að húsið eða mannvirkid verði fyrir. Enn fremur skal tryggt að framkvæmdir séu með tæknilega og faglega fullnægjandi hætti.*

**120. gr. Byggingarvörur**

120.1 *Byggingarvörur á markaði skulu uppfylla ákvæði reglugerðar um viðskipti með byggingarvörur. Ákvæði þeirrar reglugerðar um merkingar, samræmisvottorð og samræmisyfirlýsingar skulu uppfyllt, svo m.a. sé unnt á fullnægjandi hátt að meta notkunarsvið vörunnar.*

- 12.2. Á meðan ekki eru til staðlar og/eða tæknisamþykki fyrir viðkomandi vörum til þess að ákvæði mgr. 120.1 verði virk skal krafist vottorða/umsagna um notkunarsvið vörum frá Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Brunamálastofnun ríkisins eðaðrum þar til bærum aðilum sem umhverfisráðuneytið viðurkennir.
- 120.3 Telji byggingarfulltrúi ósannað að vara uppfylli kröfur reglugerðarinnar getur hann kraftið ábyrgðaraðila um vottorð er sýni fram á notkunarsvið vörunnar á fullnægjandi hátt.

#### Lagnaefnisvottorð

Vottorð þau sem Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins gefur út um lagnaefni eru að efnisinnihaldi sambærileg við samræmisvottorðin, þ.e. að í vottorðinu er tilgreint:

nafn og póstfang vottunaraðila, nafn og póstfang framleiðanda eða umboðsmanns hans, lýsingu á vörunni, ákvæðin sem varan er í samræmi við, sérstök skilyrði sem varan er í samræmi við, númer vottorðsins, skilyrði fyrir gildi og gildistíma vottorðs, ef einhver eru, nafn og stöðu einstaklings sem hefur umboð til að skrifa undir vottorðið.

og auð þess lýsing á merkingu vörunnar, þ.e. vottunarmerki.

Síðasttalda aðriðið er e.t.v. það mikilvægasta, því ef ekki er á óyggjandi hátt hægt að bera kennsl á vöruna er vottorðið marklaust.

Alltof oft eru vottorð meðhöndluð sem staðfesting á því að nota megi vöruna en ekki til þess að staðfesta eignleika hennar og notkunarsvið.

Til þess að vottorðin gegni hlutverki sínu þarf að lesa þau og bera saman við merkingu vörunnar.

#### Dæmi um merkingu lagnaefnis:

"**JÄKL KARVINA, DIN 2444, DIN 2441, GESCHWEISSTE, DIN-DWGW Z1 233**".

Fremst er nafn framleiðanda eða heiti vörunnar, þá er vitnað í þá staðla sem varan er framleidd eftir, síðan er þess getið að rörin séu með saum sem ekki eru nauðsynlegar upplýsingar en að lokum kemur vottunarmerkið sem er það mikilvægasta og tengir vöruna við vottorðið sem gefur upplýsingar um notkunarsvið hennar.

**Hreinn Frímannsson verkfræðingur  
Hitaveitu Reykjavíkur**

**Niðurstöður umræðuhóps nr. 1  
Vatnsthjón og öryggismál**

Páttakendur í hópnum voru yfirleitt á bilinu 10 – 15 og voru þær fjörugar og þurfti að takmarka tímann

**Vatnsthjón**

Fram kom, að kostnaður vegna vatnsthjóna, þ.e. tjóna vegna bilana á lögnum í húsum væri um 1 milljarður á ári. Pví væri það hið þarfasta mál að finna ráð til að minnka þennan kostnað.

Komu fram margar hugmyndir, sem nýta mætti til betrumbóta.



*Hreinn Frímannsson*

**Pessar voru helstar:**

Leiðbeiningar frá Vatns- og Hitaveitum.

Allar veitur gæfu út leiðbeiningar með ráðleggingum um efnisval í lögnum.

Tryggingarfélög gæfu afslátt vegna endurbóta og/eða endurnýjunar á lögnum ogtækjum.

Lánastofnanir og/eða tryggingarfélög veittu lán til endurbíta á lögnum.

Eigendur láti framkvæma fyrirbyggjandi viðhald, t.d. með þrýstiprófunum á lögnum.

Gefnar verði útleiðbeiningar um endurnýjun. Þar verði tekið fyrir efnisval, tæki o.f.

Hönnuðir gefi út handbók með kerfum. Í handbók eru leiðbeiningar um notkun og viðhald lagnakerfisins.

Hönnuðir og pípulagnagningamenn sérhæfi sig í reksti og viðhaldi kerfa með endurmenntun og þjálfun.

Lagnir og rekstur þeirra verði komið inn í grunnskólana. Það eru notendur framtíðarinnar. Gerð verði ferlibók um hvert lagnakerfi.

Par verði safnað saman öllum upplýsingum um rekstur og endurnýjun í kerfinu (að nokkrum leiti það sama og nr. 6)

Komið verði í veg fyrir millirennslu með athugunum og góðu viðhaldi á blöndunartækjum.

**Öryggismál**

Mest var rætt um slys á börnum vegna bruna af heitu vatni.

Lögð var áhersla á, að tryggjaverði, að hiti kranavatns fari ekki yfir 60-C.

Hægt er að gera það með hitastýrðum blöndunartækjum, en þeim verður að halda vel við. Einnig er hægt að gera það með varmaskipti á kranavatni.

Rætt var um upplýsingagjöf til að skerpa athygli foreldra með börnum í baðherbergi, því meiri hluti brunaslysaverður þar. Þetta mætti gera með upplýsingum í fjölmödlum.

Þegar hér var komið umræðunni var tíminn á þrotum.

## Sigurður Grétar Guðmundsson pípulagningameistari



### Niðurstöður umræðuhóps nr. 3 Lagnaefni og efnisval

Pátttaka í þessum hópi var mjög góð, líklega hefur meirihluti ráðstefnugesta valið að vera í honum. Umræða varð skiljanlega mikil um ný lagnaefni til hita- og neysluvatnslagna, eða efni sem alllöng reynsla er af hérlandis.

Þessi lagnaefni eru ýmiskonar plastlagnir, svo sem úr polyeten og er þar helst að nefna krossbundið polyeten, PEX; polypropen og polybuden; ryðfrítt stál, þunnveggja stálrör með þrykktum tengjum og það nýjasta er álpex.

Sigurður Grétar Guðmundsson

Einnig var rætt um hefðbundin lagnaefni, svart og galvaniserað stál og kopar (eir). Það kom fram mjög ákveðið hjá ýmsum í hópnum að val á lagnaefnum hefði lengi verið staðnað hérlandis og langt á eftir því sem hefur verið að gerast í nágrannalöndum, en á móti bentu aðrir á sérstöðu okkar vegna jarðvarmans, þess vegna sé ekki mögulegt að nota reynslu annara alfarið, þeirra sem ekki búa við sömu skilyrði.

Eigi að síður var það samdóma álit flestra sem tjáðu sig að hérlandis hefði alltof lengi rskt mikil mótsstaða gegn þróun í lagnamálum. Staðið hefði verið á móti notkun plastagna, en ekki hirt um að stöðva notkun á lagnefnum sem ekki hafa reynst vel, svo sem galvaniseruð rör til kaldavatnslagna og ekki síður til lagna fyrir upphitað kalt vatn, auk þess sem eirlagnir hefðu reynst illa á vissum svæðum.

Þegar rætt var um svonefnd ný lagnaefni var bent á að t. d. hefðu pexrör verið notuð hérlandis í aldarfjórðung, pexrör hefðu bæði verið notuð til hitalagna og fyrir heitt neysluvatn í svo langan tíma. Einnig var bent á að fyrsta kerfið lagt úr þunnveggja stálrörum með þrykktum tengjum hefði verið lagt hérlandis 1970 og hefði verið í notkun óslitið síðan með beinu innrennsli (gegnumstreymi) hitaveituvatns án nokkurra áfalla.

Bent var á að miklir möguleikar væru á að rannsaka hvað hefði raunverulega gerst í þessum lögnum, ofnum og ventum, en sú hugmynd fékk dræmar undirtektir hjá þeim sem starfa við rannsóknir og eftirlit.

Bent var á af sömu aðilum að gera þyrfti meiri prófanir á plaströrum og „nýrr“ lagnaefnum áður en hægt væri að gefa þau að öllu leyti frjáls en aðrir töldu að reynslan væri ólygnust, engar prófanir hefðu verið gerðar á svörtum eða galvaniseruðum stálrörum eða eirrörum, en reynslan af þeim væri mikil og á henni byggt.

Engin andstaða var gegn því að álpex væri leyft og heildarniðurstaðan var sú að leyfi til notkunar nýrra lagnaefna (sem þó eru ekki öll ný) þyrfti að komast í betri og hraðari farveg.

#### Íslenska vatnið

Hópurinn var eindregið sammála því sem komið hafði fram hjá mörgum frummælendum að bráðnauðsynlegt væri að leggja umtalsvert fjármagn í að rannsaka vatn, bæði heitt og kalt, hérlandis, slíkar fjárveitingar mundu örugglega skila sér margfalt aftur með endingarbetri lagnakerfum.

Vatn hérlandis er svo mismunandi að ekki er hægt að gefa út ein samræmd fyrirmæli um hvaða lagnaefni má nota og hver ekki. Bent var á að þó ekki gengi að nota eir á höfuðborgasvæðinu væri

hann víða notaður annarsstaðar með góðum árangri t. d. á Suðurnesjum.

Hópurinn var sammála um að eitt brýnasta hagsmunamál lagnamanna, húsbýggjanda og raunar allra landsmanna sem neytenda, væri að hefja nú þegar rannsóknir á vatn hvarvetna og koma upp banka upplýsinga sem hönnuðir og aðrir lagnamenn gætu leitað til og valið lagnaefni eftir þeim upplýsingum sem þar fást.

Nú þegar eru til miklar upplýsingar hjá Orkustofnun og var bent á að þar væri slíkur gagnabanki vel kominn.

Um fjármögnum rannsókna á íslensku vatni kom fram ákveðin tillaga um það yrði gert með því að lítið brot af andvirði vatnsölu hjá veitum stæði undir þessu, en það fékk dræmar undirtektir veitumanna, sem voru margir á fundinum.

Bentu þeir á þá leið í staðinn að tekið yrði sérstakt gjald af innfluttu og framleiddu lagnaefni en þar voru færri til andsvara.

Allir sem til máls tóku voru einhuga um að ráðstefnan hefði tekist vel og verið gagnleg.

*Pórður Ólafur Búason verkfræðingur  
formaður Lagnafélags Íslands.*

**Niðurstöður umræðuhóps nr. 4  
Samvinna í lagnamálum.**

Í vinnuhópi um samvinnu í lagnamálum voru ekki  
margir en niðurstaðan af þeirri umræðu er að  
forsendan fyrir samvinnu er að fyrir hendi.  
Ótrúlega víða má finna vilja til samvinnu.

Hinns vegar væri ástæða til að skoða sérstaklega  
hversu miklir möguleikar væru til að ná árangri  
með samvinnu af því aðkoma lagnamanna er mjög misjöfn.

Iðnmeistarar og sveinar, sem starfa í lagnagreinum á Íslandi hafa ákveðna formlega menntun í  
sínu fagi, sem er nokkuð stöðluð. Þar er símenntun nauðsyn svo að iðnaðarmenn fylgist með í  
sínum greinum.

En á sviði lagnahönnunar hefur verið fólk sem er með sín próf frá mörgum misjöfnum löndum  
og skólum og lagnir hafa ekki alltaf verið teknar alvarlega við þessa skóla, frekar en húsagerð  
(arkitektúr).

Þessir aðilar þurfa einnig á símenntun að halda en hún gagnast misvel  
því meirihluti aðila hefur ekki sömu byrjunarstöðu.

**Niðurstaðan er því:**

Vænlegt til þess að samvinna í lagnamálum beri árangur er að koma á bættri formlegri menntun  
lagnahönnuða við Íslenska tækni- og háskóla, svo að samvinnan verði ekki einræði þeirra, sem  
halda að þeir viti alt en vita ekki hvað þeir vita lítið eða þannig.

Íslenskur æðri skóli sem leggur metnað sinn í að mennta lagnahönnuði er  
nauðsynlegur.



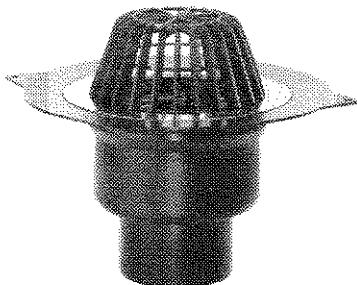
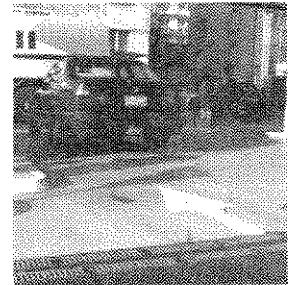
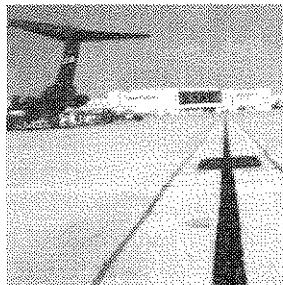
*Pórður Ólafur Búason*

# FJÖLBREYTT ÚRVAL NIÐURFALLA

*Plast niðurköll - Pott niðurköll - Ryðfrí niðurköll*



Gólf- og göturennur í mörgum stærðum og gerðum. Allt frá gangandi umferð upp í umferð flugvéla.



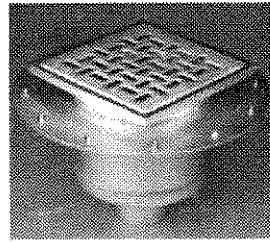
Þýsk gæðavara sem hefur verið á markaði hérlandis um áraraðir. Gólf-svala- og þakniðurköll o.m.fl. Einnig fáanleg gólfniðurköll með pottrist og ramma fyrir þunga umferð.



**BLÜCHER**



Blücher ryðfrí niðurköll í mörgum stærðum og gerðum bæði fyrir léttu og þunga umferð. Einnig eru fáanlegar ryðfriar gólfrennur. Blücher ryðfrí frárennslisrör og fittings. Stærðir frá 50mm til 200mm.



**VATNSVIRKINN ehf.**

Ármúla 21 • 108 Reykjavík  
Sími 533 2020 • Bréfasími 533 2022



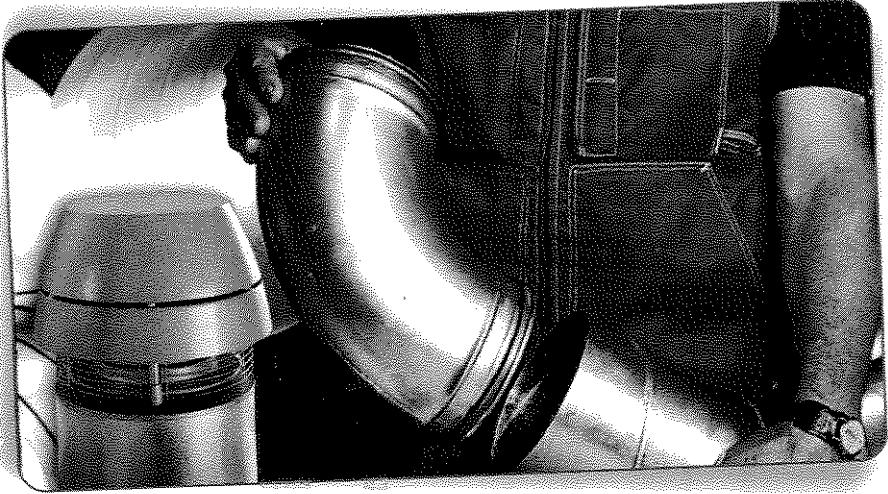
GÖTT FÁLLE - SÍMA - 2124

Láttu hlutina  
ganga upp...  
...eins og í  
**sögu.**



**Lindab**

# Loftraestikerfi og síur



TÆKNIDEILD ÓJ&K  
**B**  
BLIKKSMÍÐJAN

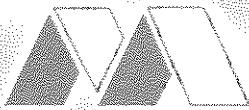
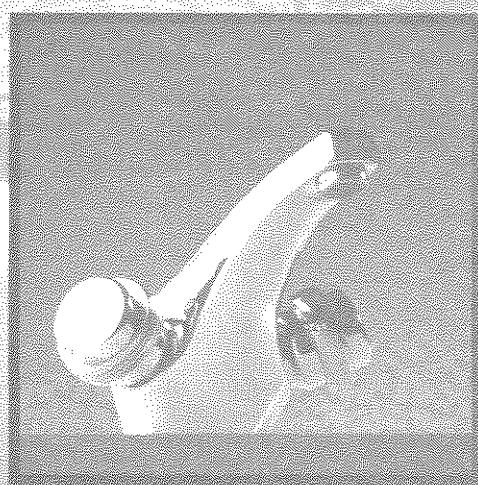
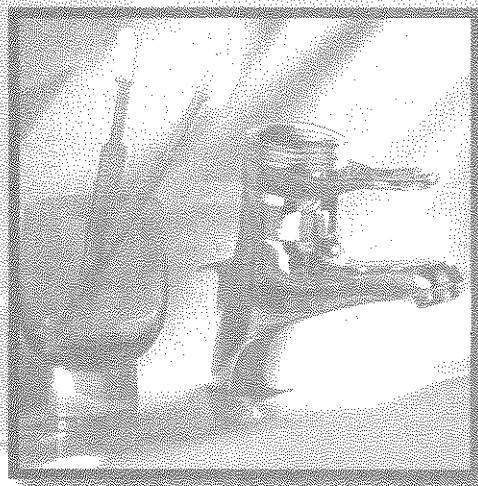
FAGPEKKING  
REYNSLA  
ÖRUGG PJÓNUSTA

Sérhaefð þjónasta  
í 30 ár

Smiðshöfða 9 • 132 Reykjavík • Sími 587 5699 • Fax: 567 4699

Láttu ekki heita vatnið  
koma bér á óvart!

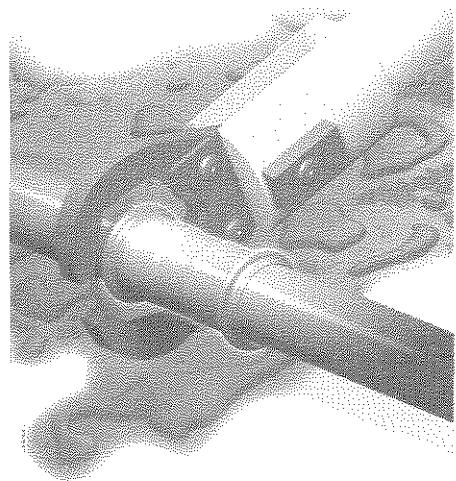
GROHE



METRÓ-NORMANN ehf

Hallarmúli 4 • 108 Reykjavík • Sími: 553-3331 • Fax: 581-2664

# NiroSan® MultiFit®



Pressfittings.

Ryðfrítt sýruhelt stál AISI 316  
Stærðir: 12-54 mm á lager.

Stílhrein og falleg tengi.

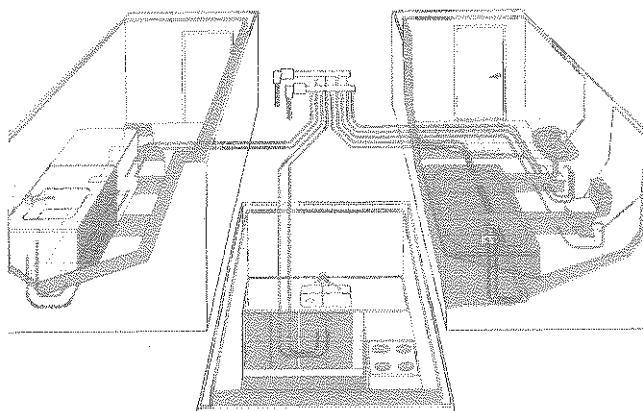
Fljóttleg og örugg samteinging röra.

Einnig skrúfaður fittings  
AISI 316 fyrirliggjandi.

## WIRSBO

RÖR Í RÖR LAGNAKERFI FRAMTÍÐAR

REYNSLA RÁÐEJÓF OG ÞJÓNUSTA



Mæl tilkomi Wirsbo rör í rör kerfisins verða hinskegðir öruggar. Rörin eru dregin í, svipab og rafmagn, og eru ótekiptanleg en þó fallin. Örhindi er, ótölunar og höð hefur ekki upp og tryggar þess hrekt og gött veim. Kerfið er hágvert og án hágga og er vburkennt af Rannsóknarstofanum Byggðarfréttunum.



ÍSLIEFUR JÓNSSON  
-vildurkenar pipelagunni-

Betholt 4

601 000 40 • Fax 600 040

[www.wirsbo.com](http://www.wirsbo.com)