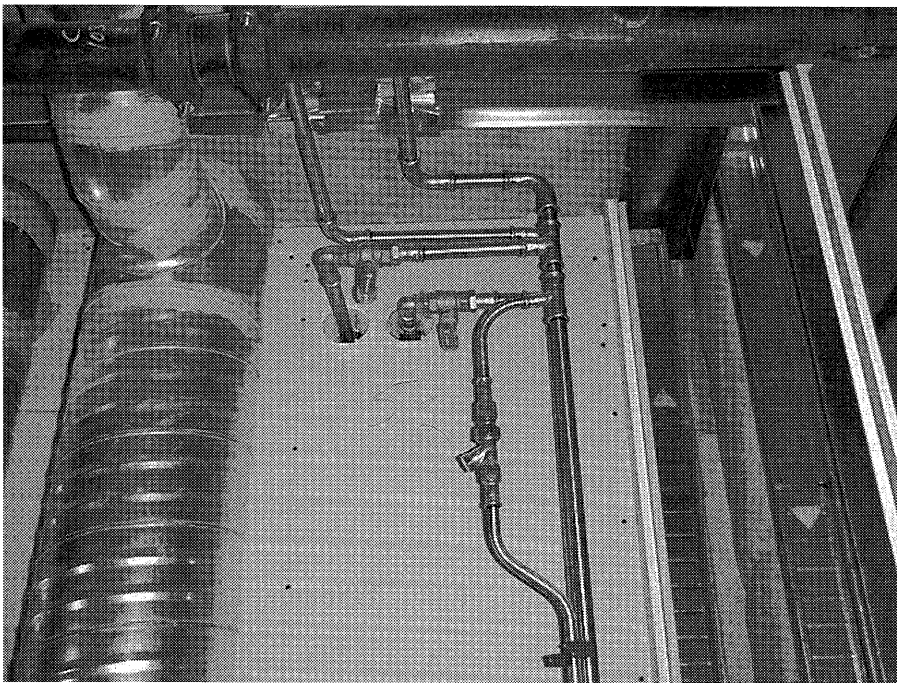


CHALMERS



Rostfritt stål som ett alternativt material
till koppar i tappvattenledningar för
bostäder

ULF RYDNE

BENGT ZETTERBERG

Vatten Miljö Transport

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg

Examensarbete 2000:4

Förord

Denna rapport ingår i en delstudie i ett större projekt om framtidens distribution av dricksvatten, som sker vid institutionerna Vatten Miljö Transport, Chalmers Tekniska Högskola och Kemi, Göteborgs Universitet.

Tappvattensystem av koppar bidrar på grund av korrosion till stor del med den koppar som återfinns i slam från avloppsreningsverk.

Detta examensarbete belyser problem som kan uppkomma och jämför kostnader vid användning av rostfria rör istället för kopparrör i tappvattensystem.

Vi vill tacka våra handledare

Professor Torsten Hedberg Institutionen Vatten Miljö Transport CTH

Docent Bo Berghult och Tekn Dr Ann Elfström-Broo Institutionen för Oorganisk Kemi GU

Tekn Lic Agneta Sander VBBVIAK

samt de representanter från olika firmor och organisationer som givit råd och på olika sätt bidragit till detta examensarbete;

Anders, Claes och Leif	Gamlestadens Rör AB
Jan Hägglund	Rostfria VA-system i Stofors AB
Magnus Ericson	BM NOCOR AB
Anders Järliden	Storfors kommun
Kaj Eklund	Skanska AB
Kjell Palmeby	Kjell Palmeby Arkitektkontor AB
Greger Kjellberg	FM Mattsson AB
Mats Ångqvist	GPA-plast AB
Dan Hörnquist	Wirsbo Industrial Plastic AB

och övriga.

Ulf Rydne

Bengt Zetterberg

Innehållsförteckning

FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	4
ABSTRACT	5
1. INLEDNING	6
1.1 SYFTE OCH MÅL	6
1.2 AVGRÄNSNINGAR	6
1.3 METODBESKRIVNING	6
2. AVLOPPSSLAM	7
2.1 METALLER I SLAMMET	7
2.2 ÅTGÄRDER FÖR ATT BEGRÄNSA KOPPARINNEHÅLLET I SLAM	9
3. KORROSION	10
3.1 GRUNDBEGREPP	12
3.2 KORROSIONENS DRIVKRAFT	13
3.3 KORROSIONSHASTIGHET	13
3.4 KORROSIONSTYPER	14
3.5 FAKTORER SOM PÅVERKAR KORROSIONSHASTIGHETEN I KOPPARLEDNINGAR	17
4. VATTENSKADOR RELATERADE TILL RÖR I BOSTÄDER	18
4.1 STATISTIK OCH UPPFÖLJNING	18
4.2 UPPSKATTNING AV KOSTNADERNA FÖR SKADOR I SVERIGE	18
4.3 OLIKA TYPER AV VATTENSKADOR	18
4.4 SKATTNING AV SKADEOMFATTNINGEN	19
5. ALTERNATIVA MATERIAL TILL KOPPAR	22
5.1 OLIKA TYPER AV PLAST	22
5.2 ROSTFRITT STÅL	23
6. BERÄKNINGSGRUNDANDE FÖRUTSÄTTNINGAR	25
6.1 OBJEKTSVAL	25
6.2 MATERIAL	25
6.3 ARBETE	25
7. INSTALLATIONS BESKRIVNING	26
7.1 ALLMÄNT	26
7.1.1 Kulvert	26
7.1.2 Stammar	26
7.1.3 Inbyggda rör	26
7.1.4 Fördelningsledningar	26
7.1.5 Kopplingsledningar	27
7.2 VÅRA OBJEKT	27
7.2.1 Valt monteringsätt	27
7.2.2 Villa	27
7.2.3 Lägenheter	27
7.2.4 Skillnader på koppar och rostfritt	28
7.3 REDOVISNING AV PROVADE INKOPPLINGSALTERNATIV	28
7.3.1 Förutsättningar	28
7.3.2 Bestämmelser	29
7.3.3 Begränsningar	29
7.3.4 Kopplingsalternativ	30
7.4 BERÄKNING AV MATERIAL OCH ARBETE	32
7.4.1 Begränsningar	32
7.4.2 Kalkyler	33

7.4.3 Resultat.....	34
8. SLUTSATSER.....	35
9. REFERENSER.....	37
Appendix A (ritningar)	
Appendix B (kalkyler)	
Appendix C (ordlista)	
Appendix D (enkät)	

Sammanfattning

Transport av vatten till våra bostäder sker genom distributionsnät och tappvattensystem. Vi tar för givet att detta vatten är av bra kvalitet, men det är även viktigt att vi kan tillgodogöra oss de gödningsämnen i avloppsslammet som kommer ut i andra änden. Våra distributionsnät består till stor del av järnrör, medan tappvattensystemen är av koppar. Drickvattnets kvalitet avseende korrosion kan inte anpassas till båda ingående materialen. Den främsta källan till koppar i avloppsslam är korroderande tappvattenledningar.

Vi har studerat rör av rostfritt stål som ett alternativ till kopparrör i tappvattensystem. Härvid har vi främst tittat på skillnader vad avser ekonomi och utförande.

Slutsatserna är att det idag finns fungerande system i rostfritt stål för tappvatteninstallationer, men att dessa bör utvecklas och kompletteras. Komplettering bör ske med fler rördelar och utveckling av en eller ett par dimensioner som är mindre än nu tillgängliga. Utveckling av färdigisolerade och mjuka rör bör ske så att enklare dold förläggning kan göras.

Ett val av rostfria rör innebär

- en högre investeringskostnad än för kopparrör och denna är 1-4% med vårt val av utförande utslaget på den totala värme- och sanitetsinstallationen.
- sannolikt en lägre driftskostnad och driftstiden bedöms som lång.
- inga emissioner jämfört med kopparrör.
- att man vid montering undviker "heta arbeten".
- ett mindre lättbearbetat material än koppar, vilket ställer andra krav på konstruktörer och montörer.

Det är inte realistiskt att snabbt bli av med koppar i avloppsslam enbart genom att byta befintliga tappvattensystem av koppar till andra material. Det är ett alternativ, men kan ta lång tid och är kostsamt.

Abstract

Transportation of potable water to our homes is carried out through domestic net ware and private plumbing systems. Good quality of potable water is often taken for granted, but it is also important that we can benefit from the fertilisation products in the sewage sludge. The majority of our domestic net ware is made of iron, while the private plumbing system is made of copper. The quality of the potable water, concerning corrosion, cannot be adjusted to both materials present. The prime source of copper in sewage sludge is corroding private plumbing systems of copper.

We have studied pipes of stainless steel as an alternative to copper in private plumbing systems and primarily differences in economy and installation methods.

The conclusion is that today there are well functioning systems in stainless steel for private plumbing systems, but that these should be further developed and complemented. The system should be complemented with further components and development of one or more dimensions smaller than now available. Development of pre isolated and soft pipes should also be done to facilitate hidden installations.

A choice of stainless pipes in an installation means

- a higher cost of investment than for copper pipes, which is 1-4% with our choice of installation seen in the total cost of heat and sanitary installation.
- most probably a decreased operation cost and the estimated operation time is long.
- no emissions compared to copper.
- avoiding “hot works” during installation.
- a material that is harder to work up.

It is not realistic to get rid of copper in sewage sludge by only changing the present private plumbing system made by copper into other materials. It is an alternative, but it may take long time and cost a lot of money.

1. Inledning

1.1 Syfte och mål

Syftet med examensarbetet är att utreda rostfritt stål som ett alternativt material till koppar i tappvattenledningar för bostäder.

Målet är att jämföra rostfria rör och kopparrör avseende;

- Montering
- Funktion
- Totalekonomi (kostnader och livslängd)

1.2 Avgränsningar

I Sverige finns idag endast ett alternativ, Mapresssystemet, om man vill använda rostfria tappvattenledningar.

Beräkningarna grundar sig på två objekt;

- ett småhus
- ett flerfamiljshus med 27 lägenheter.

Valt förläggningssätt är icke dolt.

En större byggarbetsplats har studerats, Scandic Mölndal. Detta beror främst på avsaknad av objekt med tappvattensystem av rostfritt stål.

1.3 Metodbeskrivning

I studien har två olika typhus undersökts, vilka representerar ett genomsnittligt boende i Sverige idag. Ett är ett småhus och det andra är ett flerfamiljshus med 27 lägenheter fördelade på 5 våningsplan. Med utgångspunkt från dessa typhus har ritningsunderlag framtagits.

Ett flertal besök har gjorts på byggarbetsplatser där även en enkät och intervjuer genomförts bland montörer. Detta har givit underlag för att bedöma arbetstider och monteringsalternativ. Dessutom har ett antal befintliga tappvattensystem av koppar studerats.

I verkstad har olika kopplingsalternativ för armaturer provats.

Vid beräkning av arbetstid har "Normtid VVS" använts.

2. Avloppsslam

Då avloppsvatten behandlats färdigt och vattnet återförts till recipient återstår avloppsslam. Slam har ett högt näringsvärde och det viktigaste gödningsämnet är fosfor. Fosfor är en ändlig naturresurs, som med nuvarande förbrukningstakt bedöms räcka ytterligare 200 år.

Den senaste tiden har slammets vara eller inte vara inom jordbruket kommit mer i fokus, då man förutom tungmetaller även funnit bromerade flamskyddsmedel härrörande från behandlad elektronisk utrustning och sjukdomsalstrande organiska ämnen med ursprung från sjukhus.

Det pågår forskning inom slambehandling för att kunna avskilja fosfor ur slammet och på så sätt undvika att sprida slammet på åkrar. Avskiljningen går till så att starka syror tillförs slammet varefter det hettas upp och till slut fällt fosfor ut. Denna utvinning av fosfor är mycket dyr och priset blir mellan 20-30 gånger högre än nuvarande dagspris, Hellström (2000).

Slammets negativa egenskaper har lett till att det under perioder inte har fått användas inom jordbruket. För att kunna göra sig av med slammet återstår antingen deponi eller förbränning.

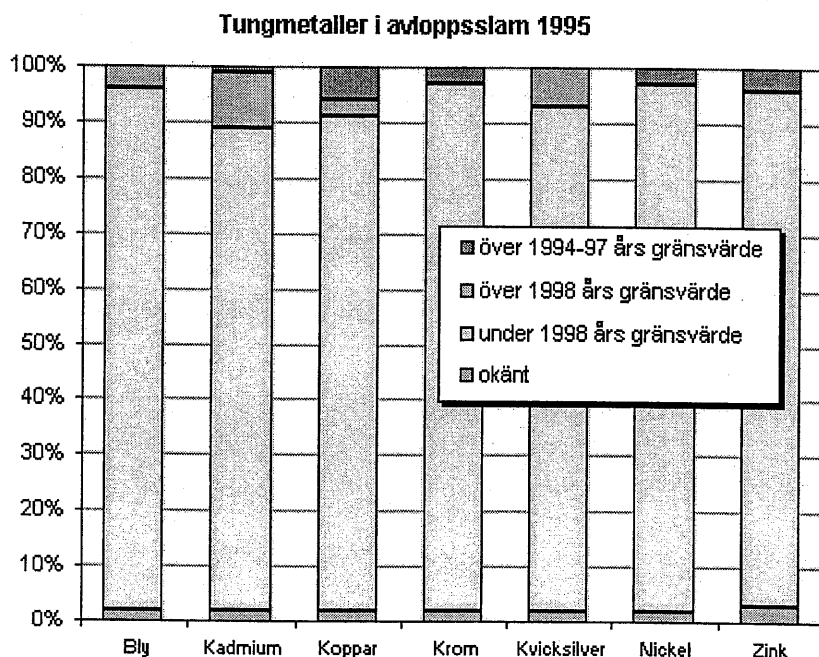
2.1 Metaller i slammet

Till tungmetallerna brukar man räkna de metaller vars densitet överstiger 5 g per kubikcentimeter. Ett stort antal grundämnen hör till den gruppen, men i miljösammanhang figurerar i första hand de som nämns nedan. Övriga tungmetaller uppträder bara undantagsvis i så höga halter att de får skadliga effekter. Arsenik brukar räknas till de miljöfarliga tungmetallerna trots att den egentligen är en halvmetall.

Grundämnen farliga i miljösammanhang.

Bly	(Pb)
Kadmium	(Cd)
Kobolt	(Co)
Koppar	(Cu)
Krom	(Cr)
Kvicksilver	(Hg)
Nickel	(Ni)
Tenn	(Sn)
Vanadin	(V)
Zink	(Zn)

Tabell 2.1 Tungmetaller i avloppsslam 1995.



Gränsvärden har därför införts för hur höga metallhalter slammet får innehålla för att kunna användas på åkermark. För slammets halter av vissa organiska ämnen finns *riktvärden* (som alltså är vägledande snarare än bindande). Såväl riktvärden som gränsvärden har relativt nyligen skärpts.

Tabell 2.1 visar hur stora andelar av den totala mängden avloppsslam som år 1995 klarade eller inte klarade de olika gränsvärdena. Detta är spreds ungefär 30% av slammet på åkermark och 15% på annan mark. Återstoden deponerades på avfallsupplag

Tabell 2.2 Gränsvärden för slam som skall användas på åkermark.

Ämne	Gränsvärde 1994-97	Gränsvärde 1998-
mg/kg torrsubstans		
Bly (Pb)	200	100
Kadmium (Cd)	4	2
Koppar (Cu)	1200	600
Krom (Cr)	100	100
Kvicksilver (Hg)	5	2,5
Nickel (Ni)	50	50
Zink (Zn)	800	800

Den högsta tillförsel av koppar, vid gödsling med slam, som tillåts från år 2000 är 300 g koppar per hektar och år. I praktiken innebär detta att kopparhalten inte bör vara väsentligt högre än 400 g koppar per ton TS om avsikten är att använda slammet i jordbruket. Anledningen till detta är att det är vanligt att man lägger på 5 ton slam per hektar vart sjunde år. Av praktiska skäl bör inte givan vara väsentligt lägre än så. Om kopparhalten skall vara högst 300 gram per hektar och år får kopparhalten i slammet då vara högst 420 gram per ton TS, Wallgren (1999)

Många avloppsreningsverk klarar inte av att få ned gränsvärdena i slammet till dessa nivåer, varför annan avsättning för slammet får sökas.

2.2 Åtgärder för att begränsa kopparinnehållet i slam

Sedan alla större punktkällor åtgärdats är det numera vanligt att huvudparten av kopparn i kommunalt slam kommer från kopparrör i tappvattensystemet, Wallgren (1999).

För att få ned kopparinnehållet i slammet kan olika åtgärder vidtas. Nedan följer några förslag på sådana åtgärder.

Förändring av vattenkvaliteten

Det går att förändra vattenkvaliteten så att den inte blir aggressiv mot kopparledningar. Vid en sådan förändring av kvaliteten uppstår emellertid egenskaper som ökar korrosionen på andra i nätet ingående material. Det kommer även i fortsättningen ske korrosion, om än i mindre mängd.

Avskiljning av koppar ur slammet

Det är möjligt att avskilja koppar och andra ämnen ur slammet och på så vis rena slammet. Metoden för att göra detta bygger på tillsatser av starka syror, upphettning och flockning. Denna process är mycket kostsam och idag inte något alternativ, Hellström (2000).

Utbyte av material i tappvattensystem

Om slammet skall användas i jordbruket finns det goda skäl att ersätta rör av koppar med rör av något material som inte avger koppar eller andra miljöfarliga ämnen och som uppfyller de tekniska krav som ställs.

Vidtagna åtgärder i landet

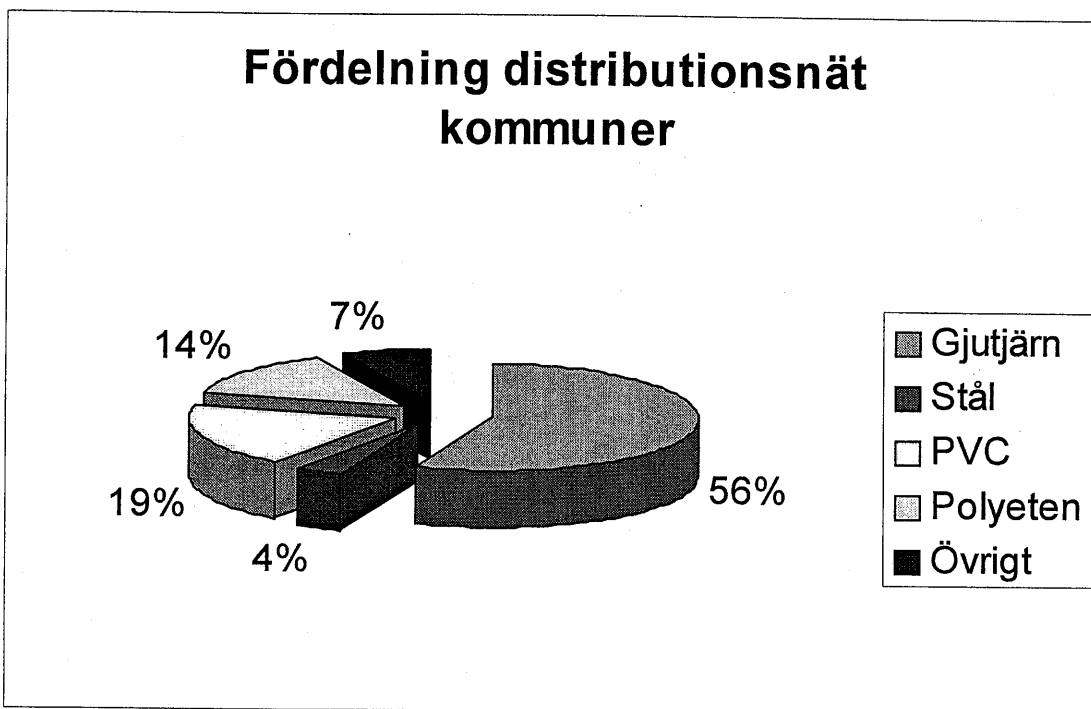
Bland annat Gotland har grundvattentäcker i kalkrik miljö, vilket leder till snabb korrosion av koppar. Där fattade tekniska nämnden 1996 följande beslut om riktlinjer avseende kopparrör;

- Inga kopparrör skall installeras vid nybyggnation inom nämndens verksamhetsområde.
- Kopparrör skall undvikas så långt det är möjligt vid reparation och ombyggnad.

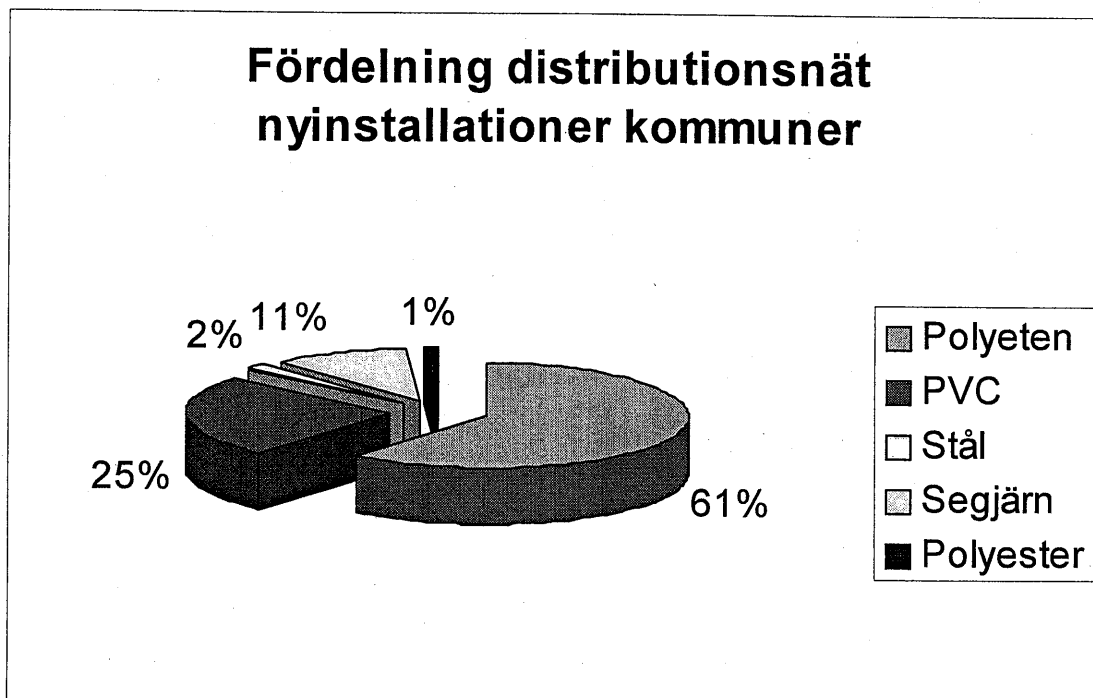
Nämndens verksamhetsområde innefattar bl a skolor och daghem. Beslutet gäller inte kommunala bostadsbolag. Inom kommunen pågår även arbete med en avhärdningsanläggning för att göra det naturligt hårda vattnet mjukare och mindre korrosionsaggressivt mot koppar.

3. Korrosion

Olika vattenkvaliteter påverkar ledningsmaterial på olika sätt. I distributionsnät och tappvattennät för dricksvatten ingår ofta många olika typer av rörmaterial innan vattnet slutligen når konsumenten.



Figur 3.1 Fördelning av olika rörmaterial i befintligt distributionsnät (VAV 1994)



Figur 3.2 Fördelning rörmaterial nyinstallationer (VAV 1994)

Distributionsnätet definieras som rörnätet mellan vattenverk och servisledning. Rörmaterial i det befintliga distributionsnätet framgår av *Figur 3.1*. I *Figur 3.2* visas hur materialvalet ser ut i nyinstallationer i distributionsnätet, men med en utbyteshastighet på 240 år slår materialen i det befintliga nätet igenom nästan totalt. Det innebär att större delen av distributionsnätet består av olika typer av järn, VA-FORSK RAPPORT (1997)

Tappvattennätet är rörnätet från servisledning fram till tappvattenställe, till exempel tvättställ eller dusch. Rörmaterial i tappvattensystem har varierat under olika tidsperioder, men det befintliga tappvattensystemet består idag nästan uteslutande av koppar, även om användningen av olika plastmaterial på senare tid blivit vanlig.

En vattenkvalitet som lämpar sig för ett material kan vara direkt olämpligt för ett annat. Detta medför att det vatten som distribueras inte bara skall uppfylla högt ställda krav för konsumenten, utan även uppfylla krav som gör att distributionsnätet inte tar skada. Med de material som finns i dagens distributionsnät och tappvattennät kan inte vattnets kvalitet optimeras till varken det ena eller andra materialet, utan en kompromiss är nödvändig. Sambandet mellan korrosion och vattenkvalitet är väl dokumenterat för järn och koppar.

Tabell 3.1 Vattenkvalitet för att undvika korrosion på järn och koppar.

Material	Alkalinitet	Hårdhet	pH
Järn	Hög	Hårt	Lågt
Koppar	Låg	Mjukt	Högt

Det finns olika möjligheter att minska andelen kopparföreningar i röstlammet. En möjlighet är att förändra vattenkvaliteten så att den blir minimalt korrosiv mot kopparledningarna. Avhårdning och sänkning av alkaliniteten är tänkbara alternativ, men detta ger då ge en ökad korrosion på järnrör, med bl a missfärgat vatten som följd. En annan möjlighet är att reducera användningen av kopparledningar och på så sätt minska mängden koppar som kan utsättas för korrosion.

Korrosion på tappvattenledningar av koppar kan medföra vattenhygieniska olägenheter. Dessa uppkommer i allmänhet först under mycket ogynnsamma förhållanden. Även om förhållandena kemiskt sett är goda sker en allmän korrosion. Detta leder till förhöjda halter av kopparprodukter i dricksvatten. Speciellt gäller detta vatten som stått stilla en längre tid och ett exempel är så kallat nattståndet vatten. Därför är det viktigt att spola ur ledningarna, om man vet att vattnet stått stilla länge, innan vattnet används för konsumtion. Små barn är känsliga för höga halter koppar och kan få problem i form av diarréer. Idag är den allmänna korrosionen på tappvattenledningar den överskuggande största bidragande orsaken till de höga kopparnivåerna i avloppsslam i Sverige. Dessutom bidrar punktkorrosion till ökade vattenskador i fastigheter.

Rostfritt stål är ett material som är lämpligt för att användas i tappvattennät, men som på grund av sin höga kostnad inte använts i så stor utsträckning i Sverige. Rostfritt stål är ett väl dokumenterat material och med tillräckligt hög kvalitet på stålet sker i princip inga emissioner alls. Rostfritt stål har också lång livslängd, vilket framkommit under användning i miljöer med extremt höga funktions- och kvalitetskrav, såsom sjukhus, off-shore industri, livsmedelsindustri och kärnkraftsverk.

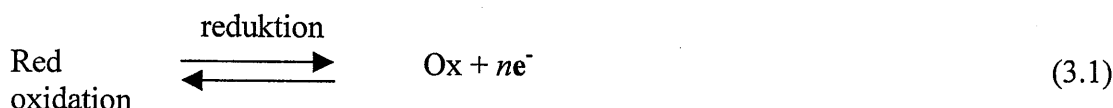
För att kunna förstå bakgrunden till högt kopparinnehåll i avloppsslam samt svårigheter med att utforma ett system av ett alternativt material, som rostfritt stål, beskrivs allmänt korrosionens mekanismer och förlopp.

3.1 Grundbegrepp

Ordet korrosion kommer från latinets *corrodere*, som betyder gnaga sönder. Både metalliska och icke-metalliska material korroderar. Icke-metallers korrosion är av kemisk natur.

Flertalet korrosionsprocesser är av elektrokemisk natur.

En elektrokemisk reaktion kännetecknas av att den sker under avgivande eller upptagande av elektroner. Schematiskt kan man skriva en sådan reaktion:



där

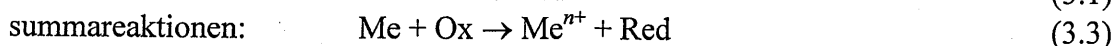
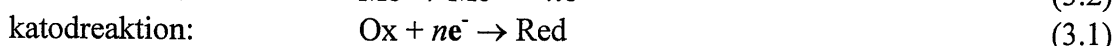
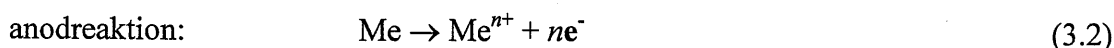
Red är ett reduktionsmedel (elektrongivare)
 Ox är ett oxidationsmedel (elektronmottagare)
 n anger det antal elektroner, e^- , som deltagar i reaktionen

Då reaktionen sker under avgivande av elektroner, d v s då den fortlöper åt höger, talar man om oxidation. Sker reaktionen åt vänster, är det fråga om reduktion. Samhörande reduktionsmedel och oxidationsmedel kallas ofta redoxpar och reaktionen redoxreaktion.

Elektroner kan inte existera fria i en lösning i nämnvärd koncentration. Elektroner som avges vid en oxidationsreaktion måste därför förbrukas genom en samtidig reduktionsreaktion. Huvudparten av i praktiken betydelsefulla korrosionsprocesser är av typen elektrokemisk korrosion. Denna äger rum genom verkan av galvaniska celler, som kallas korrosionsceller. Det finns två huvudtyper av sådana celler:

- korrosionsceller med särskiljbara anod- och katod ytor, t ex aluminiumplåt med fästskruv av mässing, där aluminium utgör anod och mässing katod,
- korrosionsceller utan särskiljbara anod- och katodytor; hela metallytan tjänstgör som både anod och katod; detta kan tänkas ske genom att anod- och katodytorna är små och mycket talrika samt att de med korta tidsintervaller byter plats.

I korrosionscellerna sker i princip följande elektrodreaktioner (Me=godtycklig metall):



För att elektrokemisk korrosion av en metall skall kunna äga rum är det således nödvändigt att ett oxidationsmedel finns närvarande, som kan reduceras i enlighet med formel (3.1). I praktisk fall av korrosion utgörs oxidationsmedlet vanligen av i vatten löst syrgas eller i vissa fall av H^+ -joner. Katodreaktionerna blir i dessa fall:



respektive



3.2 Korrosionens drivkraft

Av primär betydelse inom korrosionsläran är frågan om det finns drivkraft för korrosion. Finns sådan, är reaktionshämningarnas storlek av väsentlig betydelse och ofta avgörande för korrosionshastigheten.

Hos de flesta metaller finns en drivkraft för omvandling till föreningar liknande dem som ingår i de malmer ur vilka metallen framställs. En förutsättning för att en metall i en viss tillståndsform (Me , Me^{n+} eller Me_2O_n) spontant skall reagera och ombildas till en annan tillståndsform är att reaktionen sker under avgivande av energi. Det finns då termodynamisk drivkraft för reaktionen. Skulle omvandlingsreaktionen fordra energitillförsel, innebär detta, att omvandling inte kan ske spontant (utan energitillförsel). Det finns då med andra ord inte någon termodynamisk drivkraft för reaktionen. Metallen är i så fall termodynamiskt stabil i den föreliggande tillståndsformen.

Vilken tillståndsform en metall som är stabil i beröring med en vattenlösning beror på sådana faktorer som vattenlösningens redoxpotential och pH-värde samt systemets temperatur. I ett sk potential-pH-diagram kan man överblicka vilken tillståndsform som är stabil vid olika potential-pH-förhållanden.

Den belgiske vetenskapsmannen M. Pourbaix har utarbetat en atlas med potential-pH-diagram för ett stort antal system, de flesta av typen metallvatten vid $25^\circ C$. Potential-pH-diagram kallas därför ofta Pourbaix-diagram. Under förhållanden rådande i rörledningar av metall är dessa diagram inte till någon större hjälp på grund av tillkommande faktorer som t ex strömningsförhållanden, temperaturskillnader och en kontinuerlig variation av vattenkvaliteten.

3.3 Korrosionshastighet

Om det finns termodynamisk drivkraft för en korrosionsprocess, äger denna process också rum. Korrosionshastigheten kan emellertid variera inom vida gränser. I vissa fall kan den vara hög och orsaka avsevärd skada på materialet. I andra fall kan den vara låg och praktiskt betydelselös; detta på grund av reaktionshämningar hos elektrodreaktionerna.

Korrosionens omfattning kan uttryckas som t ex materialets viktändring, djupet hos den bortkorroderade ytzonen eller hos förekommande frätgropar, mängden bildade korrosionsprodukter, ändringen av materialets brottgräns, sträckgräns eller brottförlängning. Förändringen av dessa storheter per tidsenhet är ett mått på korrosionshastigheten.

3.4 Korrosionstyper

Med hänsyn till korrosionens orsaker och förlopp samt skadans utseende kan man särskilja ett flertal korrosionstyper.

- *Allmän korrosion*
- *Lokal korrosion*
- *Galvanisk korrosion*
- *Selektiv korrosion*
- *Spaltkorrosion*
- *Avlagringskorrosion*
- *Läckageströmskorrosion*
- *Erosionskorrosion*
- *Mikrobiell korrosion*

Allmän korrosion

Den allmänna korrosionen förlöper med ungefär samma hastighet på hela den yta som är utsatt för korrosivt medium. Den leder därför till relativt jämn avfrätning. Den allmänna korrosionens omfattning kan anges genom viktförlusten per ytenhet eller genom medelfrätningen, som är medeldjupet av det bortfrätta ytskiktet. Detta kan bestämmas genom direkt uppmätning eller genom beräkning ur viktförlusten per ytenhet, då materialets densitet är känd. Allmän korrosion kommer vanligen till stånd genom verkan av korrosionsceller utan särskiljbara anod- och katodytor.

Allmänskorrosionen på koppar är låg, ca 10 μm per år. Detta beror på att kopparn efter en tids användning blir täckt med ett skikt av kopparoxider eller kopparhydroxidkarbonat, som hindrar fortsatt utlösning. Skiktet kan lokalt brytas ned varvid ett punktangrepp erhålles där korrosionen går mycket snabbare.

Lokal korrosion (punktkorrosion)

Korrosion som är koncentrerad till vissa begränsade delar av den yta som är utsatt för korrosivt medium kallas lokal korrosion. Om angreppet utgörs av frätgropar med liten utbredning, kallas den lokala korrosionen punktfrätning eller gropfrätning. Vid lokal korrosion verkar i allmänhet korrosionsceller med särskiljbara anod- och katodytor.

Lokal korrosion medför ofta svårare skador än allmän korrosion, därigenom att den relativt snabbt kan leda till genomfrätning. Detta gäller i synnerhet punktfrätning. Lokal korrosion bidrar inte i så stor omfattning till höga halter korrosionsprodukter.

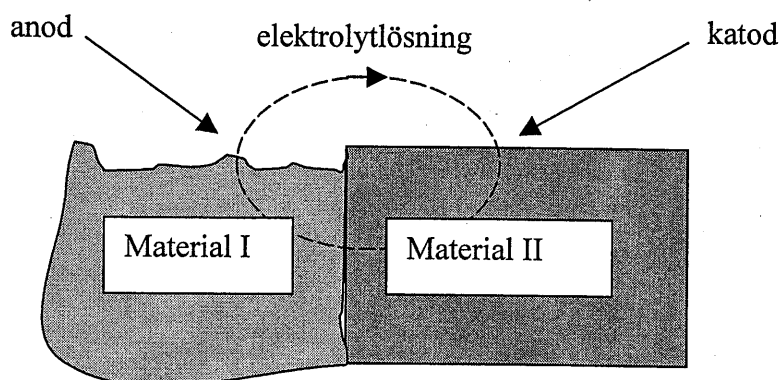
Som exempel på punktfrätning kan nämnas:

- punktfrätning av rostfritt stål genom inverkan av kloridhaltigt korrosionsmedium
- punktfrätning i varmvattenledningar av koppar genom inverkan av vatten med lågt pH-värde och lågt $[\text{HCO}_3^-] / [\text{SO}_4^{2-}]$ -förhållande.

Det förekommer punktkorrosion i dricksvattenledningar av koppar, men orsakerna är inte fullt klarlagda ännu. Två typer har identifierats och en beror på kopparrörens framställningssätt, medan den andra relateras till vattenkvaliteten. Defekter i passivskiktet spelar med säkerhet stor roll i processen.

Galvanisk korrosion

Galvanisk korrosion uppkommer genom verkan av en bimetallcell, d v s en galvanisk cell, där elektroderna består av olika material. De kan utgöras av två olika metaller eller av en metall och ett annat elektronledande material, t ex grafit eller magnetit (*Figur. 3.3*)



Figur 3.3 Korrosion vid galvanisk korrosion

Selektiv korrosion

Selektiv korrosion kännetecknas av att grundämnena i en legering utlöses med olika hastighet.

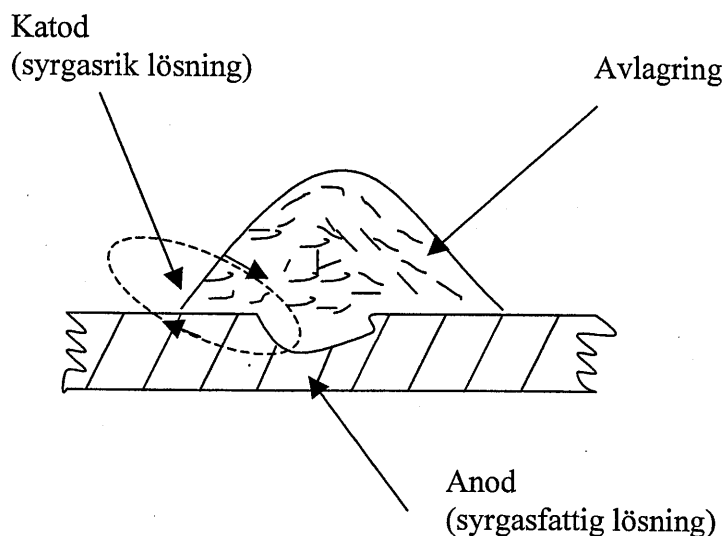
Det mest kända exemplet på selektiv korrosion är avzinkning av mässing. Denna typ av legering innehåller koppar och zink som huvudbeståndsdelar. Avzinkningen består i att zinken utlöses, medan kopparn blir kvar som en porös rest med dåliga hållfasthetsegenskaper. Ett annat exempel är grafitisk korrosion på grått gjutjärn där gjutjärnets icke-grafitiska delar angrips varvid formen bibehålls men hållfastheten sätts ned.

Spaltkorrosion

I trånga, vätskefyllda spalter finns tendens till lokal korrosion, som kallas spaltkorrosion. Denna korrosion är en följd av att vätska lätt samlas och kvarstår i sådana spalter. Därtill kommer att en luftningscell ofta bildas i en spalt, där vätskeströmningen är försvårad. Luftningscellen är en typ av koncentrationscell som är baserad på att syrehalten är väsentligt högre vid spaltmynningen än i spaltens inre, dit syretransporten är långsam.

Avlagringskorrosion

Avlagringskorrosion uppkommer under icke-metalliska avlagringar och beläggningar (*Figur. 3.4*). Den orsakas av att fukt hålls kvar i och under avlagringen eller beläggningen. Eftersom vätskeströmningen är försvårad, uppkommer luftningsceller, vilka framkallar korrosion på liknande sätt som vid spaltkorrosion



Figur 3.4 Förlopp vid avlagringskorrosion

Läckageströmskorrosion

Denna typ av korrosion orsakas av läckageström från en elektrisk anläggning, t ex ett kraftnät eller en elektrisk bana med någon del ansluten till jord. Det är i allmänhet likström som ger upphov till läckageströmskorrosion.

Teorier finns om att läckageström från elledningar i väggar orsakar korrosion på kopparledningarna där. Detta är föga troligt, då jorden och nollan i elledningen måste vara sammankopplade. Dessutom måste även kopparledningen vara jordad. Eventuellt kan sk virvelströmmar orsaka viss läckageströmskorrosion.

Erosionskorrosion

Erosionskorrosion uppkommer genom samtidig nötning och korrosion vid inverkan av en hastigt strömmande vätska. Angreppet står i viss relation till turbulensgraden hos den strömmande vätskan. Denna korrosionstyp kallas därför också turbulenskorrosion. Eventuella partiklar i vattnet "slipar" bort skyddsskiktet på insidan av rörväggen i böjar och förträngningar och frilägger ytan för fortsatt korrosion. Uppträder om rördimensionen är liten i förhållande till trycket, vilket medför höga strömningshastigheter.

Mikrobiell korrosion

Mikrobiell aktivitet ger upphov till en biofilm på insidan av rörväggen. Biofilmens sammansättning varierar beroende på vattenkvalitet och rörmaterial och kan ge upphov till pH-sänkningar och även direkt korrosion.

3.5 Faktorer som påverkar korrosionshastigheten i kopparledningar

- *pH-värde*
- *Hårdhet*
- *Alkalinitet*
- *Saltinnehåll*
- *Organiskt material*
- *Syrehalten*
- *Strömningshastighet*

pH-värde

pH-värdet är av stor betydelse för begränsning av korrosion på koppar och för att minimera korrosionen på koppar bör pH-värdet ligga över 7,5. Ett alltför högt pH kan även det vara skadligt, varför ett pH överstigande 11 inte är att rekommendera. I Sverige är kravet på vattenverken att leverera vatten med pH mellan 7,5 och 9, SLV (1993:35).

Hårdhet

Hårdhet är i dricksvatten vanligen lika med summan av halterna kalcium (Ca^{2+}) och magnesium (Mg^{2+}). Hårdhet mäts ofta i mg/l Ca^{2+} eller i tyska hårdhetsgrader ($^{\circ}\text{dH}$) som definieras av antal mg/l Ca^{2+} dividerat med en faktor 7,1. Mjuka vatten har en kalciumhalt upp till 36 mg/l (5°dH) och ett hårt vatten från 71 mg/l (10°dH). Korrosion på koppar gynnas av ett hårt vatten. Rekommendationer i Sverige säger att hårdheten skall ligga mellan 20-60 mg/l Ca^{2+} , SLV (1993:35).

Alkalinitet

Alkalinitet är ett mått på vattnets förmåga att motstå försurning. Begreppet är släkt med buffertkapaciteten. Vanligen är alkaliniteten ungefär lika med totalhalten karbonat i vattnet, mg/l HCO_3^- . För korrosiva vatten gäller att alkaliniteten är låg. I Sverige rekommenderas en alkalinitet överstigande 60 mg/l HCO_3^- , SLV (1993:35).

Saltinnehåll

Höga halter salter ökar korrosionshastigheten. Detta gäller främst klorider, men även sulfater. För dricksvatten finns rekommendationen att varken klorid- eller sulfatinnehållet skall överstiga 100 mg/l, SLV (1993:35).

Organiskt material

Organiskt material påverkar hela miljön i ett dricksvattenrör. Organiska material kan bilda avlagringar som påskyndar korrosionen och även förändra pH-förhållandena i vattnet.

Syrehalten

Korrosion i sig själv är som tidigare förklarats oxidation. Oxidation förutsätter syre, vilket klart framgår av processens namn. Hög halt syre ökar korrosionshastigheten.

Strömningshastighet

Strömningshastigheten är avgörande för erosionskorrosionen. I förträngningar och böjar kan hastigheterna bli höga och erosionkorrosion uppkomma. Dessutom innehåller vattnet partiklar som "slipar" av det skyddande passivskiktet.

4. Vattenskador relaterade till rör i bostäder

4.1 Statistik och uppföljning

Det finns i nuläget ingen bra uppföljning av vattenskador i fastigheter. Faktum är att i Sverige följs dessa skador inte upp alls. Ett samarbete mellan försäkringsbolag och byggbransch borde kunna leda till skadeförebyggande åtgärder, men idag för inte ens försäkringsbolagen själva någon uppföljning av vattenskador. Försäkringsbranschen kanske inte tjänar pengar på skadeförebyggande åtgärder och kan därigenom vara ointresserade av en sådan statistik.

Den senaste studien av vattenskador i Sverige genomfördes 1987. I den framkom att vattenskadorna kostade 2 miljarder kronor i 1987 års penningvärde och där går också att utläsa att det inträffar mellan 100 000 och 150 000 skador per år. Kostnaden per skada blir då 15 000 till 20 000 kronor. Någon tillförlitlig statistik efter den studien finns inte varför ett resonemang ligger till grund för de nu rådande förhållandena i Sverige, Försäkringsbolagens Byggregenerationskommitté, (1987).

Övriga nordiska länder ligger längre fram vad gäller utvärderingar och åtgärdsprogram för vattenskador, bland annat hålls det en årlig konferens med temat vattenskador där svenska försäkringsbolag inte har visat intresse för att delta. I Norge visar studier från slutet av 1990-talet att vattenskadorna årligen kostade cirka 2 miljarder norska kronor, Norges Rørleggerbedrifters Landsforening (1999).

4.2 Uppskattning av kostnaderna för skador i Sverige

För att utnyttja den norska skadestatistiken gör vi ett hypotetiskt antagande att kostnaden för vattenskador är proportionell mot vattenförbrukningen. Dessutom antar vi att vattenförbrukningen i sin tur är proportionell mot befolkningen. Sverige och Norge är så pass närliggande både geografiskt och kulturellt att strukturen vad gäller förbrukning av vatten kan antas vara lika. Ett alternativt angreppssätt kunde varit att utgå från statistik avseende vattenförbrukning i stället för, som i vårt antagande, antalet invånare. I Norge bor det 4 438 547 personer och i Sverige 8 911 296, SCB (1999), vilket innebär att Sverige har nästan exakt dubbelt så stor befolkning. För enkelhetens skull sätter vi 1 SEK = 1 NOK. Med ovanstående antaganden torde den årliga kostnaden för vattenskador i Sverige i slutet av 1990-talet bli ungefär 4 miljarder kronor. Kvaliteten på dricksvattnet i Sverige och Norge skiljer sig åt, vilket inte har beaktats i resonemanget.

4.3 Olika typer av vattenskador

Generellt kan vattenskador indelas i två undertyper; rörläckage (läckande rör) och läckande tätskikt. Med läckande tätskikt avses skador som kan relateras till fukt som tränger igenom ett skikt som skall vara utformat för att inte släppa igenom fukt, som till exempel en våtrumsmatta eller i anslutning till en golvbrunn i ett badrum. Hur fördelningen mellan dessa båda typer av skador ser ut är inte riktigt klarlagt, men uppfattningen har varierat mellan 30-70 till 70-30 och tillbaka till 30-70 under de senaste 30 åren, VVS-Installatörerna (1999)

För enkelhetens skull antages en fördelning på 50-50. Läckande rör står alltså för 50% av vattenskadorna, men dessa skador är av olika karaktär. Orsaken till de läckande rören kan härröras till olika fel. Vi kan identifiera de olika feltyperna och de är som följer;

- Utförandefel – installationen genomförs på ett felaktigt sett med ett korrekt underlag.
- Konstruktionsfel – underlaget för installationen är felaktigt och installeras i enlighet med detta.
- Materialfel – fel på materialet vid tillverkning
- Åldring – korrosion och andra åldersrelaterade fel/skador.

De övervägande typerna av fel är utförandefel och konstruktionsfel och dessa står för 80% av alla fel. De återstående 20% kan relateras till rörläckage orsakat av materialfel och åldring.

Utförandefel kommer fortsatt att vara en källa till skador oavsett materialval i installationen och detsamma gäller för konstruktionsfel. Materialfelen och felen på grund av åldring kommer också att kvarstå oavsett vilket material som väljs, men kan säkert minimeras vid val av högkvalitativa material såsom rostfritt stål, SS 2347.

4.4 Skattning av skadeomfattningen

Vi applicerar det fortsatta resonemanget på våra valda objekt; en normal villa och en normal lägenhet. Utifrån detta har vi bestämt ledningslängden på tappvattensystemet i respektive fall.

En normal villa antages ha en bostadsarea på 125 m², vilket väl stämmer överens med befintlig statistik, som visar att ett friliggande hus har en medelarea om 123 m², SCB (1999).

Vad gäller lägenheter är variationen än större. Det finns fastigheter med lägenheter i endast ett plan, men också fastigheter med lägenheter upp till 10 plan. Dessutom varierar bostadsytan väldigt från små ettor på 20 m² upp till paradvåningar med 7-8 rum och en bostadsyta på 180 m². Vi har antagit att en normallägenhet har en bostadsyta på runt 65 m² och att den ligger i en fastighet med 5 plan. En normallägenhet har en medelarea om 66 m², SCB(1999).

I vår normalvilla med en bostadsarea på 125 m² har tappvattensystemet en ledningslängd på 90 meter. Ledningslängden definieras från yttre ventilen omedelbart före vattenmätaren på inkommande vatten och till samtliga apparater, det vill säga tappställen. Med tappställen menas tvättställ, diskbänk, vattenklosett, dusch, inkoppling för tvättmaskin och inkoppling för diskmaskin och eventuellt ett yttre tappställe på huskroppen.

Ledningarnas dimension kan variera i hus/villa från 28 mm till 10 mm, där 12 mm är den vanligaste. Vi har inte tagit hänsyn till denna variation, utan betraktat alla dimensioner som lika vad gäller skadefrekvens.

I vår normallägenhet med bostadsarea på 65 m² har tappvattensystemet en ledningslängd på 40 meter. Ledningslängden baseras på den faktiska ledningslängden inne i varje lägenhet samt de gemensamma ledningslängderna i stammar och varmvattencirkulation fördelat på respektive lägenhet. Inte heller här har vi gjort någon inbördes uppdelning mellan de olika dimensionerna i skadefrekvenshänseende.

I Sverige finns det 1 952 113 stycken friliggande hus/villor och 2 319 332 stycken lägenheter. Vi gör antagandet att husen/villorna är av normaltyp och att lägenheterna också är av normaltyp, SCB (1999).

Vi kan nu bestämma den totala ledningslängden för tappvatten i Sverige genom att multiplicera antalet hus/villor och lägenheter med dess genomsnittliga ledningslängd.

$$L_{hus} = 1\,952\,113 * 90 = 175\,700\,000 \text{ meter}$$

På samma sätt kalkyleras ledningslängden för tappvatten i lägenheter.

$$L_{lgh} = 2\,319\,332 * 40 = 92\,800\,000 \text{ meter}$$

Den totala ledningslängden oavsett inre diameter blir då följande;

$$L_{tot} = L_{hus} + L_{lgh} = 268\,500\,000 \text{ meter}$$

Det inträffar mellan 100 000 och 150 000 vattenskador per år. Kostnaden för dessa är med tidigare resonemang 4 miljarder kronor. För enkelhetens skull antas att skillnader i kostnad mellan olika skadetyper jämnar ut sig och att ett medelvärde är ett riktigt värde. Detta ger K_s = kostnad / skada.

$$K_s = 4 * 10^9 / ((100\,000 + 150\,000) / 2) = 32\,000 \text{ kronor / skada}$$

Av alla skador kan endast 20% av 50% det vill säga 10% relateras till läckande rör som har med materialet att göra. Detta ger antalet skador till mellan 10 000 och 15 000. Kostnaden för dessa skador blir då mellan 250 och 400 miljoner kronor. Ett medelvärde blir 32 000 kronor / skada.

En intressant frågeställning är att utröna hur skadefrekvensen för rörskadorna enligt ovan ser ut. Skadefrekvensen för rör kan uttryckas i SF_s = antal skador/meter rör och år eller SF_m = antal meter rör/skada och år.

$$SF_{s1} = 10\,000 / (270 * 10^6 * 1) = 3,704 * 10^{-5} \text{ skador/meter rör och år}$$

$$SF_{s2} = 15\,000 / (270 * 10^6 * 1) = 5,555 * 10^{-5} \text{ skador/meter rör och år}$$

$$SF_{sm} = (S_{s1} + S_{s2}) / 2 = 4,63 * 10^{-5} \text{ skador/meter rör och år}$$

$$SF_{m1} = 270 * 10^6 / (10\,000 * 1) = 2,70 * 10^4 \text{ meter rör/skada och år}$$

$$SF_{m2} = 270 * 10^6 / (15\,000 * 1) = 1,80 * 10^4 \text{ meter rör/skada och år}$$

$$SF_{mm} = (S_{m1} + S_{m2}) / 2 = 2,25 * 10^4 \text{ meter rör/skada och år}$$

Ur detta kan vi räkna ut hur ofta en skada uppkommer i en villa/hus och en lägenhet.

$$SF_{lgh} = SF_{sm} * L_{lgh} = 4,63 * 10^{-5} * 40 = 0,001852 \text{ skador / år och lägenhet}$$

Vi kan nu uppskatta kostnaden för skador på rör utslaget i kronor per meter och år.

$$\mathbf{K = SF_{sm} * K_s = 1,48 \text{ kronor / meter och år}}$$

Det kostar alltså ungefär 1,50 kronor / meter och år extra att välja kopparrör på grund av skador på dessa. Detta är inget absolut tal, men ger ändå en uppfattning om storleken på kostnaderna på skadorna.

5. Alternativa material till koppar

5.1 Olika typer av plast

Ordet plast kommer från det amerikanska ordet "plastic" som härrör från att de flesta plastprodukter formas medan materialet befinner sig i ett trögflytande, plastiskt tillstånd. Det gemensamma för polymera material med samlingsnamnet plast är att en betydelsefull beståndsdel är kol. Inom processindustri skiljer man på termoplaster och hårdplaster vid val av material i konstruktioner, GPA Plast AB(1998).

Termoplast

Termoplaster formas då materialet är mellan 100° och 250°C och därmed befinner sig i ett plastiskt tillstånd. Termoplasternas molekylkedjor är långa och trådformiga samt förenade genom adhesion. Dessa kan smältas och omformas i princip hur många gånger som helst vilket gör att återvinningsförutsättningarna är goda. Termoplaster mjuknar när temperaturen höjs och det är därför viktigt att kontrollera tillåtet tryck vid förhöjd temperatur, i vårt fall på tappvarmvattnet.

Exempel på termoplaster

- | | |
|-------------------|--|
| • PVC | polyvinylklorid |
| • C-PVC | klorerad PVC |
| • ABS | akrylnitril butadien styren |
| • PP | polypropylen |
| • (HD)PE(H, M, L) | (högdensitets)polyeten(hög, medium, låg) |
| • PVDF | polyvinyldifluorid |

Hårdplast

Plastmaterialen polyester och epoxi stelnar genom en kemisk reaktion, härdning. Molekylkedjorna i hårdplasten är sammanlänkade med korta bryggor till stora tredimensionella nät som har hög tvärbindingstäthet. Nätstrukturen gör att en hårdplast inte mjuknar i samma grad som termoplasterna vid uppvärmning utan sönderdelas kemiskt vid hög temperatur. Detta medför att dessa inte kan omformas och återanvändas.

Utmärkande för hårdplaster är

- hög mekanisk styrka
- styva och hårda konstruktioner
- bra elektriska isolatorer
- god värmetålighet
- bra kemikalieresistens
- låg expansion.

Ett intressant material är Wirsbo-PEX där basen är polyeten med hög densitet och högre molekylär vikt än vanliga HDPE-typer. Genom en förnätning av hög densitets polyetenen sjunker kristalliniteten och flexibiliteten ökar något vilket gör att materialet klarar högre tryck och temperatur än utan förnätning. Några egenskaper är att rören klarar kraven för en tappvatteninstallation; 1 MPa vid kontinuerlig temperatur om 70°C. Dessa klarar dessutom toppar på 95°C och bedöms ha en livslängd om 50 år. Materialet är elastiskt och klarar

frysning om röret är fritt förlagt eller i skyddsrör, dock ger upprepade frysningar utmattning, Wirsbo 1999, Berg 2000.

Applikationer

Ett idag vanligt tappvattenrör av plast är, det som nämnts närmast ovan, Wirsbo-PEX av förnätad HDPE, High Density Poly Eten med tygodkännade SITAC 0526/73, Wirsbo 1999. Ett annat vanligt plastmaterial i tappvattensystem är PP-R, Poly Propen Random-copolymer med tygodkännande SITAC 0933/97, GPA Plast AB(1998).

ABS plaster, Akrylnitril Butadien Styren, är ett styvt material med god hållfasthet liksom goda mekaniska egenskaper och är beständigt mot baser, syror, vatten, fett och oljor. Oljeresistensen gör materialet lämpligt för bland annat tryckluftssystem.

AP, armerad plast, tillverkas av tvåkomponents härdplaster som förstärks med armering som glasfiber eller kolfiber. Många rörapplikationer av AP återfinns inom tung industri där produkterna skall fungera i en kemiskt aggressiv miljö. Andra specialprodukter kan vara cisterner, gallerdurk och skorstenar.

5.2 Rostfritt stål

Stål legeras med legeringsmetaller och andra grundämnen för att uppnå olika egenskaper. Nedan följer en sammanställning över de vanligaste legerings- metallerna/ grundämnena samt deras inverkan på det legerade stålet.

<u>Namn</u>	<u>Beteckning</u>	<u>Egenskap</u>
Kol	C	Ökad hårdhet
Mangan	Mn	Ökat nötningsmotstånd
Molybden	Mb	Ökad genomhärtningsförmåga
Volfram	V	Ökad hårdheten t ex verktygsstål
Nickel	Ni	Ökar seghet och korrosionsmotstånd
Krom	Cr	Ökat korrosionsmotstånd /utmattningshållfasthet
Kisel	Si	Ökad hårdhet och spänst

Alla stål korroderar, eller rostas som vi brukar säga i dagligt tal. För att undvika att stål rostas kan materialet målas, elförzinkas, kläs in eller behandlas på annat sätt. En del sorter är dock framtagna speciellt för att rosta så lite som möjligt och ett exempel är rostfria stål.

Rostfritt stål definieras vanligen som järn med tillsats av minst 12% krom. Kromet gör att när stålet kommer i kontakt med luftens syre bildas på ytan ett tunt lager kromoxid, 20-30 Å tjockt. Detta lager kallas för passivskikt och skyddar mot vidare korrosion. Om stålet utsätts för mekanisk åverkan och passivskiktet skadas sker en ny reaktion och ett nytt skikt bildas, så kallad självläkning. Detta är en stor fördel jämfört med ytbehandlingar av olika slag till exempel målning.

I Sverige brukar vi dela upp det rostfria stålet i två grupper som kallas "rostfritt" och "syrafast". Den vanligaste rostfria stålsorten är 18/8 (idag ändrat till 18/9), som även betecknas SS 2333, med användningsområden som till exempel taktäckning, bestick och diskbänkar. Något förenklat kan man säga att syrafast stål erhålls om molybden tillsätts till rostfritt stål (SS 2333). Då erhålls ett bättre skydd mot korrosion och en vanlig sådan kvalitet är SS 2343.

SS 2343 används mest i Skandinavien och internationellt heter dess motsvarighet SS 2347. Skillnaden mellan SS 2343 och SS 2347 är molybdenhalten, se tabell 5.1, AST Produktkatalog (1998). De rör som vi arbetat med är av kvaliteten SS 2347.

Tabell 5.1 Några olika rostfria stål.

Svenskstandard	Kol; C	Krom; Cr	Nickel; Ni	Molybden; Mo
SS 2333	0.05	18.3	8.6	
SS 2343	0.05	17.0	10.6	2.6
SS 2347	0.05	17.0	10.6	2.1

6. Beräkningsgrundande förutsättningar

6.1 Objektsval

Val av objekt grundar sig på statistik från Statistiska Centralbyrån där vi hämtat uppgifter om innevanarantal, lägenhets- och husstorlekar. Utifrån dessa värden har vi sedan beräknat att en typlägenhet är 66m² och innehåller en vattenklosett, ett tvättställ, en diskbänk, en dusch och ibland en tvättmaskin. En typiskt småhus är 123m² stort och innehåller två vattenklosetter, två tvättställ, en diskbänk, en dusch och/eller ett badkar, en blandare eller tvättbänk och en tvättmaskin samt någon form av väggvattenutkastare för trädgård. Utifrån dessa uppgifter har vi sedan valt hus att gå vidare med och skaffat erforderligt ritningsunderlag.

6.2 Material

Nästa steg var att bestämma i detalj hur vi ville utföra våra installationer och vi har som referensobjekt ett flertal gånger studerat ett större pågående bygge. Scandic Hotell i Mölndal skall invigas i maj 2000 och där monteras Mapressystemet som tappvattenledningar. Vi har studerat och fotograferat anläggningen och intervjuat montörer samt pratat med arbetsledning. Som ett led i att bestämma detaljer har vi besökt återförsäljare, lånat armatur samt diskuterat med personal som tillverkar dessa. Vidare har vi haft diskussioner och fått försöksmaterial från återförsäljare av rostfria rör och plaströr. Vi har även diskuterat sortiment och priser ingående med ett par stora grossister inom VVS-material. Diskussioner har genomförts med erfarna entreprenörer som använts som bollplank. Till slut har vi gjort ett val av material som vi funnit klarar kraven för tappvattenledningar.

6.3 Arbete

För att beräkna arbetstidsåtgång vid VVS-installationer används i branschen ett kompendium kallat "Normtid VVS; Nybyggnad och ombyggnad". Detta är framtaget i samarbete mellan VVS-Installatörerna och Svenska Byggnadsarbetareförbundet. Underlaget till tiderna i kompendiet har erhållits från omfattande uppföljning av entreprenader med 500 arbetstimmar och mer. Detta gör att vår villa är mycket liten i arbetstidsåtgång jämfört med stora entreprenader och det projekt med 27 lägenheter som vi valt hamnar också i underkant. För att kunna göra bra arbetstidskalkyler krävs erfarenhet vilket vi försökt kompensera genom att diskutera med entreprenörer. Efter våra olika besök och många frågor till montörerna på bygget i Mölndal har vissa justeringar av arbetstidsmått gjorts.

7. INSTALLATIONSBESKRIVNING

7.1 Allmänt

Nedan följer en kort beskrivning av några vanliga sätt att montera tappvattenledningar i bostäder. De fabrikat vi tar upp är vanliga men det finns flera tillverkare även om funktionen är densamma.

7.1.1 Kulvert

Om en ledning skall gå utomhus från ett friliggande pannrum eller en undercentral till en bostadsdel kan en kulvert läggas. Om det är en mindre kulvert kan en prefabricerad sådan användas och består av en korrugerad eller slät mantel av tjock PVC, isolering och ett eller flera rör. För koppar kan det vara en- eller tvårörs med tillverkningsnamnet CU-FLEX. Det finns idag inget vedertaget system för att lägga rostfria ledningar som kulvert.

7.1.2 Stammar

Stammar är ledningar som går mellan pannrum, undercentraler eller inkommande kulvert och försörjer hela stråk av lägenheter. Dessa brukar utföras med raka rörlängder som hängs upp i elförzinkade takjárn och pendelstänger med svep av plåt i samma material som rören. Till rostfria rör används galvaniserade svep som är gummibeklädda. Tack vare gummiisoleringen kan man använda upphängningsanordningar av samma material till samtliga sorters rör och härmed undviks galvanisk korrosion och i viss mån fortplantning av ljud. Rören måste därefter isoleras och ytbekläddas, varmvattenledningen värmeisoleras och kallvatten ledningen isoleras mot kondens och uppvärmning. Varmvattencirkulationsledningen brukar samisoleras med varmvattenledningen. Stammarna går i schakt eller slitsar upp genom huset och en stam kan försörja en eller vanligen två lägenheter per plan.

7.1.3 Inbyggda rör

Vissa stammar och fördelningsledningar kan gjutas eller byggas in i bjälklag. Dessa är som regel prisolrör som är mjukglödgade plastbeklädda kopparrör som rullas ut och najas fast mot t ex armering. Det finns även plusprisol som är likadana kopparrör men med isolering. Plastmantel respektive isolering är till för att skydda rören mot mekanisk åverkan, förhindra kondens, korrosion och isolera. Eftersom det inte är tillåtet att skarva dolda rör är det en fördel att de utrullningsbara rören finns på rullar om 25 och 50 meter eller, för plast, ännu längre. Det finns ingen motsvarighet till utrullningsbara rostfria rör, vilket är en begränsning, men enligt en tillverkare kan detta tas fram för klenare dimensioner vilket vore en intressant applikation. Man har producerat rör på rulle som då kallas för coilade, Wedell (2000).

7.1.4 Fördelningsledningar

Från stammen i schaktet dras en fördelningsledning in i lägenheten som kan vara placerad dolt i tak, vägg, golv eller synligt i tak eller på vägg. Från denna fördelningsledning görs sedan avstick till respektive apparat. Om det är en dold installation brukar ett fördelningsrör placeras bakom en inspektionslucka och från detta dras sedan rören direkt till respektive apparat och den dolda ledningen avslutas med en väggbricka.

7.1.5 Kopplingsledningar

Från fördelningsledningen i lägenheten dras den sista biten fram till apparaten för inkoppling och denna sista bit kallas följaktligen för kopplingsledning. Om det är ett utförande med dolda ledningar dras den synliga kopplingsledningen mellan väggbrickan och apparaten.

7.2 Våra objekt

7.2.1 Valt monteringsätt

Monteringsättet som ligger till grund hur vi valt att genomföra och därmed beräkna kostnader för objekten är två saker:

- installationen skall vara synlig
- alla inkopplingar av armatur skall vara isolerade så att galvanisk korrosion undviks.

Fördelen med en synlig installation är att ledningar och kopplingar är lätta att inspektera och lättare att reparera eller byta ut, än dolda ledningar, om problem uppstår med till exempel läckor. En synlig installation kan innebära att rördragning av stammar görs på vägg i t ex en klädkammare istället för i schakt och på vägg i badrum istället för montering av väggbrickor.

Nackdelarna kan vara att rören upplevs som ”i vägen” eller som fula. Dessutom samlar synliga ledningar mer damm och smuts än dolda. Vår uppfattning är att med lämpliga planlösningar, så att dessa hålls ihop, och om installationskonstruktören är med tidigt och påverkar planeringen av bostäderna så överväger fördelarna klart. Detta kan vara svårare att göra vid ROT-arbeten då planlösningarna är givna. Att en armatur är isolerad innebär att det mellan den rostfria kopplingsledningen och till exempel en tvättställsblandare av mässing med anslutningsrör av koppar placeras en nippel av plast. Detta för att materialen inte skall korrodera galvaniskt då de inte har samma potential i spänningskedjan.

7.2.2 Villa

Huset är byggt på en betongplatta på mark med stomme av träreglar. Uppvärmning sker med en olje/ved panna och ett vattenburet radiatorsystem. Inkommande vatten till ventil före vattenmätare är utförd av PEM-slang. Från ventil efter vattenmätare dras i vårt fall rör av koppar eller rostfritt stål. Kallvattenledningen fördelar sig till varmvattenberedaren. Efter varmvattenberedaren går varm och kallvatten samlat till tappställena och är öppet och oisolerat förlagda på vägg.

7.2.3 Lägenheter

Huset är uppfört av prefabricerade betongelement och omfattar totalt 27 lägenheter samt gemensamhets utrymmen som tvättstuga och förråd. Uppvärmning sker med en bergvärmepump samt fjärrvärme och i lägenheterna med ett vattenburet radiatorsystem. Vi har valt att beräkna installationen efter undercentralen. Vårt objekt har mellan denna och stammarna en kulvert, och eftersom det idag inte finns något bra kulvertsystem för rostfria rör är ett alternativ att dra ledningarna i tak på bottenplanet. Därför har vi beräknat denna sträcka som om den hade varit förlagd i tak. I övrigt är stammar i schakt dolda och isolerade medan fördelnings och kopplingsledningar är förlagda öppet.

7.2.4 Skillnader på koppar och rostfritt

En begränsning för den rostfria installationen är avsaknaden av alternativ för ingjutning till de plastklädda prisol-/plusprisolrören vilket gör att vi valt att förlägga samtliga ledningar på vägg. Skall de rostfria rören förläggas dolt måste dessa isoleras vilket är en merkostnad i tid och pengar. Dessutom kan detta inte göras i längre längder än 6m. Härvid har detta medfört ett i viss mån "teoretiskt" betraktande av rördragningar som kanske inte skulle ha varit det allra bästa i praktiken.

Vidare är det rostfria systemets minsta dimension 15mm medan kopplingsledningar av koppar i praktiken brukar gå ner till 12 och 10mm vilket ändå ger tillräckliga flöden. Man kan flödesmässigt ofta gå ännu lägre i dimension men det ger då upphov till höga hastigheter och därmed ljud och på sikt erosionskorrosionsproblem. Mindre dimensioner innebär lättare bearbetning som bockning, mindre bockningsradier ger mindre skrymmande montering, snabbare kapningar, mindre vikt och ett lägre pris; det vill säga ett bättre utnyttjande av materialet.

Koppar är ett tacksamt material att montera då detta klarar erforderliga tryckkrav utan att behöva alltför grova godstjocklekar. Det är mjukt och formbart och kan fogas med lödning eller klämringsskopplingar, skarvmetoder som medger isärtagning och ihopsättning. Lödning är billigt och blir rätt utfört mycket säkert mot läckage. Materialets allmänkorrosion är normalt inte gränssättande för livslängden på en byggnads installationer. I badrum monteras ofta kromade kopparrör vilket upplevs som estetiskt tilltalande. Anslutning mot armatur av mässing är standard och det föreligger då ingen risk för galvanisk korrosion. Koppar har under en lång rad av år varit det dominerande materialet för tappvattenledningar och vi har därför väl fungerande monteringsystem och montörer med lång erfarenhet.

Rostfritt stål är ett styvt och hårt material jämfört med koppar. Materialet klarar höga hastigheter utan att erosionskorrosion uppstår. Vid montering enligt Mapress systemet är man vid skarvning helt hänvisad till delar av detta fabrikat och skall övergång ske till annat system görs det via klämringar av mässing eller via gänggångar. Eftersom skarvning sker genom muffar med o-ringar av gummi som kläms ihop plastiskt är systemet statiskt. Det innebär att om man har klämt en skarv så är denna klämd för gott och kan inte tas isär. Klämverktyget upplevs ofta som skrymmande och tar viss plats vid montering jämfört med klämringsskopplingar och icke platslödda skarvar. Eftersom det rostfria stålet är mycket hårdare än koppar tar det med rörkniv 3-5 gånger så lång tid att kapa, samt är något styvare att bocka än koppar. Detta sammantaget med materialets hårdhet ställer krav på konstruktör och montör då systemet är mindre flexibelt vad gäller att göra infällningar på befintliga system och möjligheterna att "rätta till" misstag. En stor fördel med Mapress systemet är att detta räknas som skarvlöst och alltså får byggas in. Det innebär dessutom att montörerna slipper skarva genom lödning och därmed kan undvika heta arbeten som alltid är förknippade med brandrisk.

7.3 Redovisning av provade inkopplingsalternativ

7.3.1 Förutsättningar

Vi har i alla alternativ avslutat det rostfria röret med utvändig gänga 15mm. Övergången mellan den släta kopparrörsänden och armaturen görs undantagslöst med klämringar av mässing och enligt Mannesmans riktlinjer skall det vara i sin ordning att utföra övergång mellan koppar och rostfritt på samma sätt. Detta är en stor fördel i

7.3.4 Kopplingsalternativ

Nedan redovisas de olika kopplingsalternativ som vi jämfört, för fullständig material- och prisbeskrivning; se appendix B.

7.3.4.1 Tvättställ och diskbänksblandare;

Alt 1; Bogårdh låskoppling

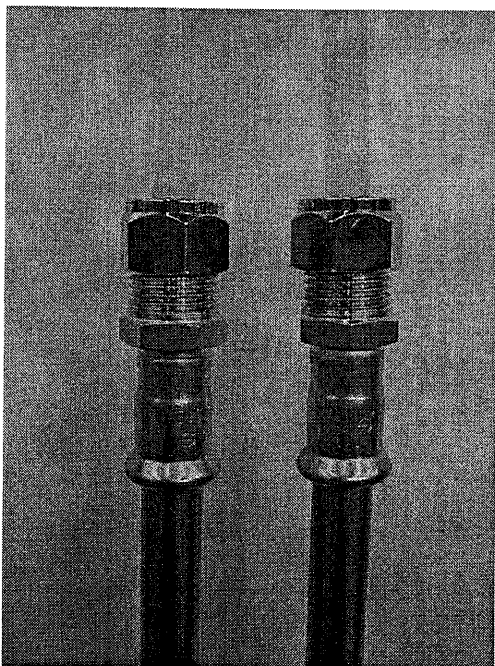


Bild 7.1 Bogårdh låskoppling

Summa: 18,00 kr/anslutning

Lägenhet: 4 anslutningar/lgh(tvättställsblandare och diskbänksblandare) x 27 lgh x 18,00=1944 kr

Villa: 4 anslutningar x 18,00=72kr

Alt 2; GPA plastmuff och rakklämringskoppling

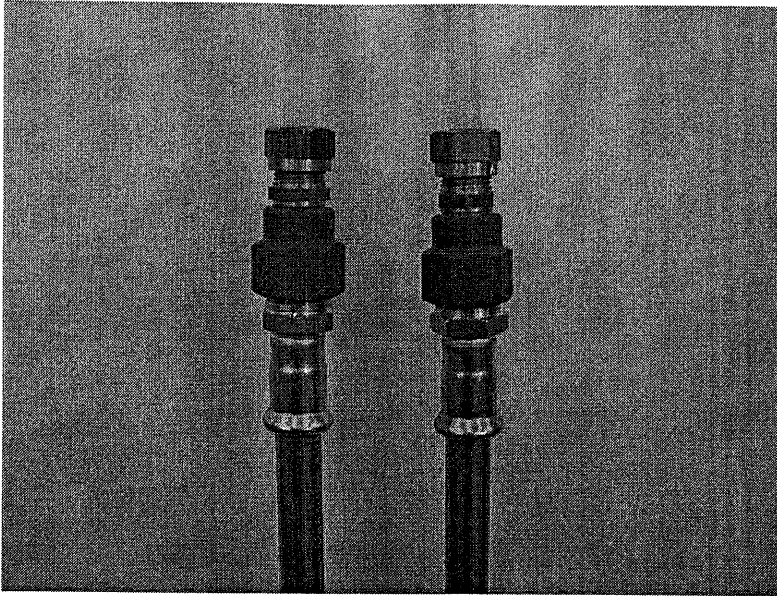


Bild 7.2 Rak klämringskoppling med plastmuff

Summa: 64,50 kr/anslutning

Lägenhet: 4 anslutningar/lgh(tvättställsblandare och diskbänksblandare) x 27 lgh x 64,50=6966 kr

Villa: 4 anslutningar x 64.50=259kr

Alt 3; FMM-Wirsbo slang med lekande mutter

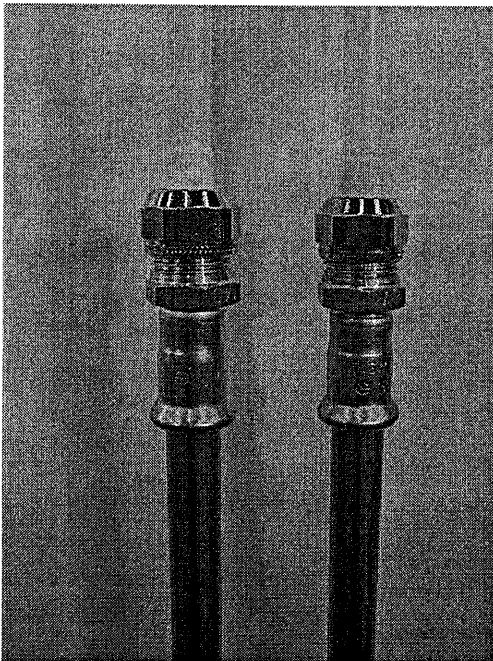


Bild 7.3 FMM-Wirsbo PEX-slang med lekande mutter av metall. Denna mutter kan enligt Wirsbo Industrial Plastics erhållas i plast och utgör vårt beräknade isolerade alternativ.

Summa: 0 kr/anslutning

Valt alternativ är nr 3.

Motiv: enkelt
minst antal delar
snabbt
säkert
billigt

7.3.4.2 Duschblandare

GPA plastmuff

Summa: 36,00 kr/anslutning

Lägenhet: 2 anslutningar/lgh(en dusch i varje lgh) x 27 lgh x 36,00=1944 kr

Detta är det enklaste och billigaste alternativet då duschblandare kan erhållas försedda med en nippel med utvändig gänga dimension 15.

7.3.4.3 Vattenklosett

GPA plastmuff

Summa: 36,00 kr/anslutning

Lägenhet: 1 anslutning/lgh(en klosett i varje lgh) x 27 lgh x 36,00=972 kr

Det behövs tätningsmaterial mellan gångångarna.

Detta är det enklaste och billigaste alternativet då klosetter är försedda med en avstängningsventil med utvändig gänga dimension 15.

7.3.4.4 Tappkran för tvättmaskin.

GPA plastmuff

Summa: 36,00 kr/anslutning

Lägenhet: 1 anslutning/lgh(en tappkran i varje lgh) x 27 lgh x 36,00=972 kr

Detta är det enklaste och billigaste alternativet då tappkranar vanligtvis är försedda med en utvändig gänga dimension 15.

7.4 Beräkning av material och arbete

7.4.1 Begränsningar

Vi har enbart beräknat det material och det arbete som vi bedömer skiljer sig åt i monteringsalternativen koppars respektive rostfritt. Armatur och porslin, värmeanläggning, avlopp, växlare, shuntar och pumpar med mera är inte medräknade då dessa är identiska oavsett rörtyp. Valvhöjd är 2.65m och då raka, stela kopparrör till stammar levereras i längder om 5m har vi räknat med försumbart spill. De rostfria rören levereras i längder om 6m och här har vi räknat med ett spill om 10% då detta material är dyrare att skarva med delar. På kromade kopparrör som används i våtrumsdelarna har vi räknat med 10% spill. Två korrektinger har gjorts utifrån de grundtider som anges i VVS-normtid:

1: Förberedelse- och avslutningsarbeten bedöms till +5% och gäller båda materialen.

2: Med tanke på montörernas ovana vid materialet och dess svårare bearbetbarhet har vi lagt på 5% för rostfritt, se bifogad enkät, appendix D. På lång sikt kan denna korrektion minska till rostfritts fördel.

Alla priser är exklusive moms och vi har räknat med en arbetskostnad om 300 kronor/timma. För fullständig material- och prisbeskrivning; se appendix B.

7.4.2 Kalkyler

7.4.2.1 Småhus

Materialsomma koppar: 2372,32 kronor

Materialsomma rostfritt: 4555,4 kronor

Förhållande: rostfritt/koppar=1,634

Arbetssumma koppar: 18,00 timmar x 300 kronor/timma=5400 kronor

Arbetssumma rostfritt: 18,75 timmar x 300 kronor/timma=5625 kronor

Förhållande: rostfritt/koppar=1.04

Skillnad i kronor: $(4555,4+5625)-(2372,32 +5400)=2408,08$ kronor

Totalt förhållande: rostfritt material och arbete/koppar material och arbete= 1,309

7.4.2.2 Lägenheter

Materialsomma koppar: 41 662,17 kronor

Materialsomma rostfritt: 102 220,30 kronor

Förhållande: rostfritt/koppar= 2,454

Arbetssumma koppar: 341,74 timmar x 300 kronor/timma=102 523,10 kronor

Arbetssumma rostfritt: 340,03 timmar x 300 kronor/timma=102 008,30 kronor

Förhållande: rostfritt/koppar=0.995

Skillnad i kronor: $(102 220,30+102 008,30)-(41 662,17 +102 523,10)=60 979,07$ kronor

Totalt förhållande: rostfritt material och arbete/koppar material och arbete= 1,40

7.4.3 Resultat

Ett syfte med vår rapport är att visa eventuella skillnader mellan ett tappvattensystem i rostfritt stål jämfört med ett av koppar. Ett resultat är de ekonomiska skillnaderna som vi valt att redovisa i kronor och relaterat till en total installationskostnad.

7.4.3.1 Småhus

Vi antar att en villa av vår storlek utrustas med ett vattenburet uppvärmningssystem, ett toalettutrymme, ett badrum, ett tvättutrymme och ett kök, allt i standardutförande och att arbetet utförs av fackmän. En sådan installation kan då kosta omkring 175 000 kronor. Vi har enligt punkt 8.4.2.1 vid materialbyte från koppar till rostfritt en skillnad om 2408 kronor

För hela installationen kommer då denna merkostnad för rostfria tappvattenledningar att bli cirka 1 %.

7.4.3.2 Lägenheter

Vi har enligt punkt 8.4.2.2 vid materialbyte från koppar till rostfritt en skillnad om 60 970 kronor. Lägenheter och varmvatten värms med värmepump och fjärrvärme samt har en toalett, en dusch, en diskbänk och tappkran för tvättmaskin samt gemensamma tvätt och torkutrymmen. Installationskostnaden idag bedöms till 50 000 kr/lägenhet vilket då ger 1.35 miljoner totalt.

Utslaget på hela installationen kommer då denna merkostnad för rostfria tappvattenledningar att bli drygt 4 %.

Om vi, istället för vårt isolerade alternativ med plastdetaljer, använder klämringskopplingar av mässing, vilket är på det sätt systemet monteras i dag, minskar skillnaden till 41 284 kronor.

Utslaget på hela installationen kommer då denna merkostnad för rostfria tappvattenledningar att bli cirka 3 %.

8. Slutsatser

Efter att ha jämfört tappvattensystem i rostfritt stål respektive koppar har följande slutsatser dragits;

- Ett rostfritt system är mindre flexibelt avseende ändringar än motsvarande system i koppar på grund av färre skarvningsmetoder, färre rördelar och ett material med svårare bearbetbarhet.
- Det är mer krävande att bygga in rostfria rör då dessa endast finns i raka längder om 6 meter. För kopparsystem finns isolerade rör på rulle för inbyggnad i upp till 50 meters längder
- Merkostnaden för en installation av rostfritt stål i stället för koppar är i förhållande till totala kostnaden för vatten- och sanitetsinstallationen någon eller några procent.
- Vid installation av rostfria rör med Mapresssystemet undviks ”heta arbeten” som lödning.
- Rostfria rör avger i jämförelse med koppar inga emissioner till dricksvattnet.
- Vi bedömer att ett tappvattensystem av rostfritt stål är mycket säkert mot åldersrelaterade läckor samt har mycket lång livslängd.

Kommentarer

För att lyfta upp diskussionen från vår specifika applikation, som kan vara en pusselbit, till att gälla framtida distribution av dricksvatten i allmänhet kan en mängd aspekter beaktas.

Vi vill ha ett rötslam som skall fungera som gödningsmedel därför att detta innehåller fosfor. På grund av olika föroreningar är slammet inte alltid lämpligt och en av dessa är koppar. Hur lång tid tar det att byta ut dagens kopparledningar? Vi vet att det med nuvarande takt tar omkring 240 år, VA FORSK Rapport 1997 7, att byta ut distributionsnäten och en rimlig bedömning är att det tar lång tid att byta våra tappvattensystem. Är detta en rimlig väg att gå? Skall bytet av ledningsmaterial styras politiskt och kanske subventioneras för att kunna ske snabbt?

En intressant fråga är om fosfor kan avskiljas på reningsverket så att spridning av slam inte behöver göras på det sätt som sker idag. Vi har nämnt detta i kapitel 2 och det finns metoder men dessa är ännu för dyra jämfört med dagspriserna på fosfor.

En ytterliggare fråga är om vi kan källsortera bort gödningsämnen redan hos konsumenten. Det finns idag fungerande system för urin- och fekalieseparering och detta kan vara ytterliggare en pusselbit, Hellström och Kärrman (1995), Kärrman (1995), Kärrman (1997).

Livslängdstekniskt är det normalt inte kopparrören som är gränssättande i en bostad utan avloppsroren. Om man skall göra ett omfattande byte av en fastighets avloppsstammar efter 30-60 år är det praktiskt och ekonomiskt fördelaktigt att byta tappvattenledningarna samtidigt.

Dessutom är det vanligt att byta porslin, armatur och renovera våtgrupper samtidigt och detta skapar stor olägenhet för de boende. Då det istället för dagens kopparledningar och avloppsrör av gjutjärn eller plast monteras rör av enbart rostfritt stål, det vill säga både tappvatten- och avloppsledningar, kommer livslängden rimligtvis att öka. Detta är idag praktiskt möjligt och allt eftersom systemen ökar i användning kommer priserna att sjunka.

9. Referenser

- BERG, H. Produktchef Wirsbo januari 2000.
- EKLUND, K. Skanska november 1999 – februari 2000.
- ERICSSON, M NOCOR AB november 1999 – februari 2000.
- GPA-plast AB; Handbok nr 7 tryckt 1998.
- HEDBERG, T. (1993): Kompendium i VA-teknik VA-ledningsteknik.
- HEDBERG, T. (1981): Kompendium i VA-teknik Vattenbehandling.
- HEDBERG, T., BERGHULT, B., ELFSTRÖM-BROO, A. (1997): Dricksvatten och korrosion – En handbok för vattenverken, VA-FORSK RAPPORT 1997-7.
- HEDBERG, T. m fl (ed) (1995): Internal corrosion in water distribution systems, International workshop and open seminar may 22-24 1995, CHALMERS.
- HELLSTRÖM, T. VAV januari 2000.
- HÖRNQUIST, D. Wirsbo Industrial Plastics januari 2000.
- ISAKSSON, P. LuTH januari 2000.
- KLING, R. VVS-installatörerna januari 2000.
- HELLSTRÖM, D., KÄRRMAN, E. (1995): "Nitrogen and phosphorus in fresh and stored urine". Proceedings from the 2nd International Conference on Ecological Engineering for Wastewater Treatment, 18-22 september 1995, Waedenswil, Schweiz.
- KÄRRMAN, E. (1995): "Evaluation of various wastewater systems, methods and applications". Proceedings from Ecotechnics 95, International Symposium on Ecological Engineering, 29-31 mars 1995, Östersund, Sverige.
- KÄRRMAN, E. (1997): "Analysis of Waste Water Systems, with Respect to Environmental Impact and the Use of Resources". Licentiatuppsats. Chalmers tekniska högskola, Inst. för VA-teknik, Rapport 1997:2.
- LAMMASAITTA, S. SCB november 1999.
- Mannesmann produktkatalog för Mapresssystemet.
- Materialteknik-korrosion, Inst för Metalliska Konstruktionsmaterial CTH 1998.
- VON MATÉRN, S. Nickel Development Institute februari 2000.
- Produktprogram AST 981101, sid 8.

SKYLTBÄCK, L. Gamlestadens rör AB november 1999 – februari 2000.

Statens Livsmedelsverks Författningssamling 1993:35.

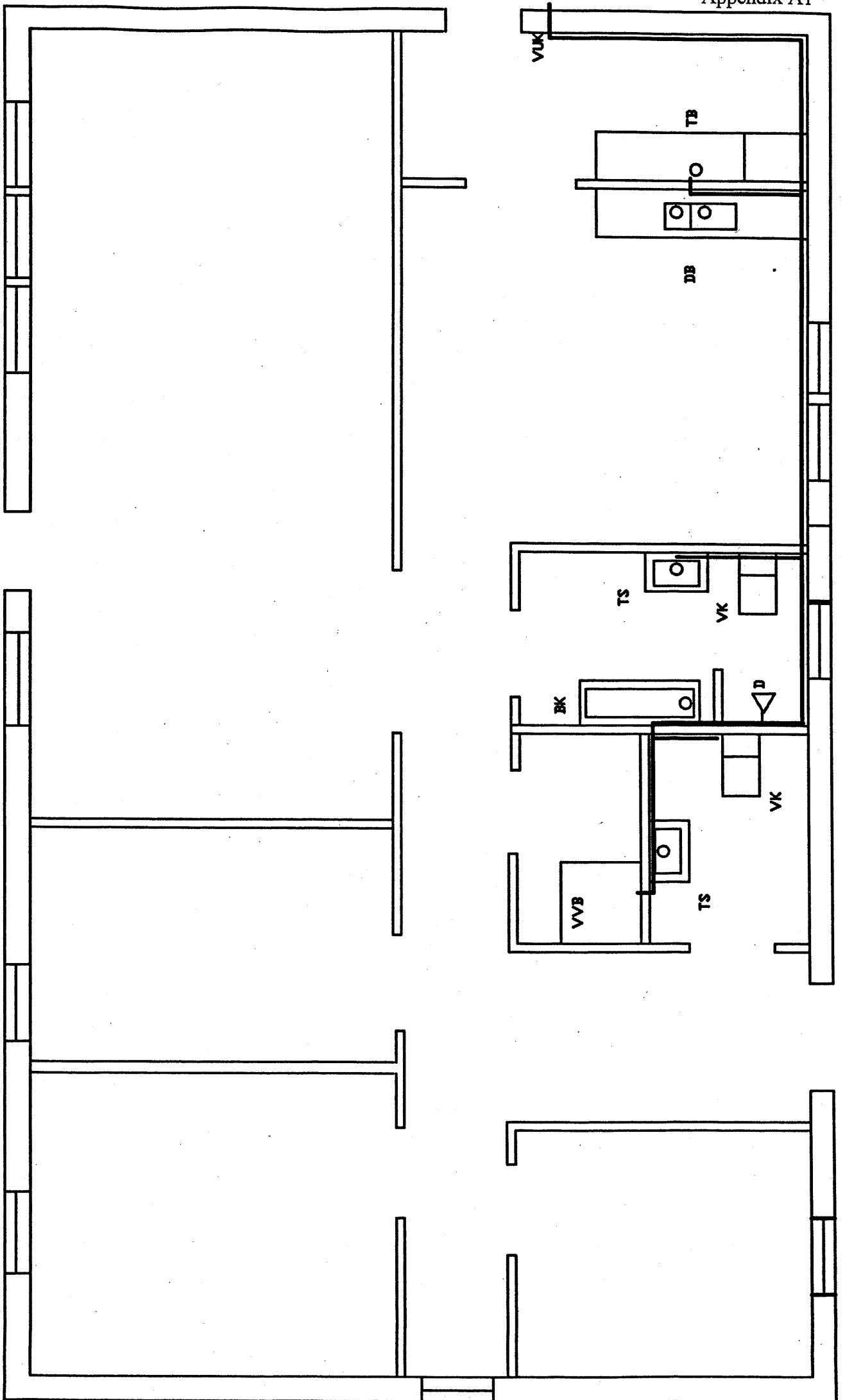
STENSTRÖM, T.A. Smittskyddsinstitutet Seminarium "Materialval i tappvattensystem" 2000-01-28.

TIDERSTRÖM, H. VAI-projekt Seminarium "Materialval i tappvattensystem" 2000-01-28.

WALLGREN, B. Naturvårdsverket september 1999.

WEDELL, G. AST Fagersta november 1999 – januari 2000.

Wirso Tappvatten Handbok flik 6:12, april 1999.



Anslutningskopplingar till D, VK, TS, TM

	Mässing	Klämring	Rostfritt				
	Dimension	antal	å pris	pris	antal	å pris	pris
TS, DB	12x10	108	34,6	3736,8	108	336	36288
VK, TM, D	1/2 kopp	108	21,6	2332,8	108	204	22032
	(inkl stödhylsor)			6069,6			58320
	summa:(inkl rabatter)			3641,76			23328

	Muffar	Koppar	kapillär	Rosfritt			
	Dimension	antal	å pris	pris	antal	å pris	pris
	28	12	13	156	6	99	594
	22	12	5,5	66	6	87,5	525
	summa:(exkl rabatter)			222			1119
	summa:(inkl rabatter)			133,2			447,6

Materialsomma koppar:

41662,17

Materialsomma rostfritt plastalternativ:

102220,3

Materialsomma rostfritt mässingsalternativ:

82534,1

Materialförhållande rostfritt plastalternativ jämfört med koppar:

2,453

Totalt förhållande rostfritt plastalternativ:

1,416 (både matr och arbete)

Skillnad i kronor, rostfritt plastalternativ jämfört med koppar:

60970,07

Rostfritt är 42% dyrare än koppar totalt, räknat som andel koppar och med isolerat plastalternativ**Materialförhållande rostfritt mässingsalternativ jämfört med koppar:**

1,981

Totalt förhållande rostfritt mässingsalternativ :

1,279 (både matr och arbete)

Skillnad i kronor, rostfritt mässingsalternativ jämfört med koppar:

41283,83

Rostfritt är 28% dyrare än koppar totalt, räknat som andel koppar och med mässingsalternativ

anm: "Plastalternativ" är vårt isolerade och något dyrare utförande, "Mässingsalternativ" är utförande med standard material med klämringar av mässing.

Villa Material

Apparat	Kromat	antal	pris	kapillär	Rosfritt	Anslutnings"kopplingar"		Anslutnings"kopplingar"				
						pris	antal	pris	antal			
TS1	22x12	2	300		22x15	332	12x10	69,2	R15utv	2	336	
VK1	22x12	1	150		22x15	166	1/2 kopp	21,6	R15utv+plastmuff	1	204	
BK	22x12	2	300		22x15	332	1/2 kopp	43,2	R15utv+plastmuff	2	408	
D	22x12x15	2	300		22x15x15	497	1/2 kopp	43,2	R15utv+plastmuff	2	408	
VK2		12	44			158	1/2 kopp	21,6	R15utv+plastmuff	1	204	
TS2							12x10	69,2	R15utv	2	336	
DB							316	12x10	69,2	R15utv	2	336
TV							158	1/2 kopp	21,6	R15utv+plastmuff	1	204
TB							12x10	69,2	R15utv	2	336	
Övrigt	15x12x15	2	126			316	(inkl stödhylsor)		(muff=GPA-plasts1200808,PA[nylon])	2	336	
Delsumm a:		2	1220	15x12x12	50	15	316					
Summa					1305		2591				428	2772

Böjar	Rosfritt	antal	pris	Kromat	antal	pris	Muffar	Rosfritt	antal	pris	Kapillär	antal	pris
		22	2	134,5	22	224			15	4	276	15	10
		15		0 (bockas)							276		30
				134,5		224					276		30
rör													
	dimension längd		å pris/m	pris koppar	å pris/m	kromat	rosfritt	dimension längd		å pris/m	pris		
	22	13	22,01	220,1	45,1	135,3	22	22	13	61,2	795,6		
	15	15	14,76	147,6	30,22	151,1	15	15	37	39,2	1450,4		
	12	22	12,03	48,12	26,55	477,9					2246		
				415,82		764,3							

Anmärkning: TS, DB, TB blandare försedda med Wirsbos PEX 10x1,8 med R15 lekande mutter av plast, samma pris som mjuka kopparrör.
 Kromade delar väljs A-kopplingen
 Koppar, rörpriserna är inklusive rabatt, på delarna räknar vi med 30% rabatt. Rosfritt och plast är listpriser med 60% rabatt på både delar och rör.

Arbete

Sanitära installationer

anm: det är samma normtid för hårda kopparrör som för maskinskarvå(rostfritt)

Dim	längd	normtid		korrektion1	korrektion2		Timpeng:
22	13	0,3	3,9	3	0,05	300	
15	37	0,3	11,1				
	summa		15	3	0,75	18,75	5625
	rostfritt:						
	summa		15	3		18	5400
	koppar:						

Timpeng=300kr/tim

korrektion1 avser förberedelser och avslut och ger ett bedömt tillägg om 3 timmar, gäller båda matr.

korrektion2 avser ovana och bearbetbarhet och ger ett tillägg om 5% för rostfritt

Materialsomma koppar:

2372,3

Materialsomma rostfritt plastalternativ:

4555,4

Materialsomma rostfritt mässingsalternativ:

3703,4

Materialförhållande rostfritt plastalternativ jämfört med koppar:

1,920

Materialförhållande rostfritt mässingsalternativ jämfört med koppar:

1,561

Arbetssumma rostfritt:

18,75

Arbetssumma koppar:

18,0

Förhållande, arbete:

1,047

Totalt förhållande rostfritt plastalternativ jämfört med koppar:

Skilnad i kronor:

1.309 (både matr och arbete)

2408,1

Totalt förhållande rostfritt mässingsalternativ jämfört med koppar:

1.200 (både matr och arbete)

1556,4

Skilnad i kronor:

Rostfritt är 31% dyrare än koppar totalt, räknat som andel koppar och med isolerat plastalternativ.

Rostfritt är 20% dyrare än koppar totalt, räknat som andel koppar och med mässingsalternativ.

Anmärkning: "Plastalternativ" är vårt isolerade och något dyrare utförande. "Mässingsalternativ" är utförande med standardmaterial som klämringar av mäsing.

FÖRKLARINGAR

Å	ångström; $1 \cdot 10^{-10}$ meter.
Coil	engelska för "lägga i ringlar, rulla ihop".
Muff	rördel; ett mycket kort rör för skarvning invändigt gängat i båda ändar, för skarvning av gängade rör eller rördelar.
Nippel	rördel; ett mycket kort rör för skarvning, är utvändigt gängad i båda ändar.
Lekande mutter	en mutter som kan rotera fritt, används t ex i ändarna på tvättmaskins slangar för att ansluta mot tvättmaskin respektive tappventil(s k slanganslutning). Se även bild 8.3.

ERFARENHETER VID MONTERING AV ROSTFRIA TAPPVATTENLEDNINGAR

Detta är en enkät som syftar till att ge Bengt och Ulf ett bra beräkningsunderlag att användas som en del i ett examensarbete vid institutionen för VA-teknik vid Chalmers. Arbetet går ut på att jämföra kostnaden mellan de traditionella kopparrören med rostfria rör vid tappvatteninstallationer.

Fyll i på enklaste sätt d v s skriv gärna fritt om du inte tycker att det finns tillräckligt med alternativ.

ARBETSTID

Enligt normtid; Takförlagda ledningar, rörstråk på vägg, stammar med förskjutning mer än 1 meter.

-Hur upplever du att monterings tiden för rostfritt; Mapress, förhåller sig till koppar?

Dimension	Normtid Koppar	Normtid Mapress	Stämmer (ja/nej)	Min uppfattning Koppar Mer/mindre	Min uppfattning Mapress Mer/mindre
-22	0.28	0.22	Nej; 5 st		Mer; 5 st
-35	0.34	0.27	Nej; 5 st		Mer; 5 st
-48	0.37	0.3	Nej; 5 st		Mer; 5 st
-60.3	0.39	0.31	Nej; 5 st		Mer; 5 st

Hur upplever du att inkopplingen av sanitära apparater som t ex VK, TS, DBL förhåller sig till motsvarande koppling med kopparrör?

Lättare	Lika svårt	Svårare
		5 st

Vad är lättare/svårare?

SVAR: "Svårt med delar, bygger mer", "Kapning är svårare".

Snabbare	Lika snabbt	Långsammare
		5 st

Vad är snabbare/långsammare?

SVAR: "Måste finnas plats", "Tar tid att få fram material".

FRÅGOR OM DET ROSTFRIA SYSTEMET

Vad är de största bristerna hos det nuvarande monterings systemet; Mapress?

SVAR: "Det finns inte delar", "Verktyget är klumpigt och tungt, materialanskaffning".

Vilka delar tycker du saknas, d v s rördelar som systemet skulle behöva kompletteras med?

SVAR: "Kopplingar till hyfsat pris", "Många: till olika anslutningar", "12mm rör och delar".

Om alla rördelar hade funnits, hur bedömer du då att tidsförhållandena hade blivit?

Dimension	Normtid	Normtid	Stämmer (ja/nej)	Min uppfattning Mapress Mer/mindre
	Koppar	Mapress		
-22	0.28	0.22	Nej; 3, Vet ej; 2	Mer; 5st
-35	0.34	0.27	Nej; 3, Vet ej; 2	Mer; 5st
-48	0.37	0.30	Nej; 3, Vet ej; 2	Mer; 5st
-60.3	0.39	0.31	Nej; 3, Vet ej; 2	Mer; 5st

FRÅGOR OM MATERIALET

På vilka sätt tycker du att det rostfria materialet skiljer sig från kopparn?

	Kapning	Skarvning	Klamring	Bockning	Övrigt
Lättare					
Lika lätt/svårt		2 st	5 st	2 st	
Svårare	5 st	2 st		1 st	1 st

FRÅGOR OM MATERIALANSKAFFNING

Hur har det gått att få fram material då detta fattats?

Rör

Lättare	Lika svårt	Svårare
		5 st

Delar

Lättare	Lika svårt	Svårare
		5 st

I allmänhet hur lång tid har det tagit?

SVAR: "Från en vecka till en månad", "10 dagar längre", "Flera veckor"

RESULTAT

TEKNISKT

Hur har resultaten varit vid provtryckningar i jämförelse med koppar?

Bättre	Lika bra	Sämre
	4 st	1 st

Vad kan det bero på?

INGA SVAR AVGIVNA

ESTETISKT

Hur upplever du att det rostfria materialet förhåller sig till kromade kopparör vid t ex komplettering?

Snyggare	Lika snyggt	Mindre snyggt
	2 st	3 st

ÖVRIGT

Upplever du att det har varit projekteringsmissar som normalt inte förekommer då koppar används?

Ja	Nej	Vet ej
2 st	2 st	1 st

Om ja; ge exempel på missar:

SVAR: "Delarna bygger för mycket, plushöjder går ej att hålla", "Bygglängder".

Om det varit missar upplever du då att det är svårare att rätta till dessa missar då materialet är rostfritt än om det hade varit koppar?

Ja	Nej	Vet ej
4 st		1 st

Ge om möjligt exempel:

SVAR: "Får byta mera detaljer, koppar går att löda och värma loss",
"Går ej att använda delar igen"

Vad är din grundinställning till rostfritt istället för koppar på tappvattensidan i monteringshänseende?

INGA SVAR AVGIVNA

Tror du att en förändring/utveckling av det rostfria systemet är möjlig?

Ja	Nej	Vet ej
5 st		

Övriga kommentarer och synpunkter?(om det behövs mer plats; skriv på baksidan)

SVAR: "Schakter blir större",
"Varför tillverkas det ej med 12mm rör och delar? Det behövs mera rördelar. Mycket restnoteringar och långa leveranstider; upp till en månad!".

Tack på förhand!

Bengt Zetterberg och Ulf Rydne

031-772 21 47, 0707-27 21 79

Vatten och avloppsteknik

Väg- och vattenbyggnad

CHALMERS

Sammanfattning:

Samtliga enkätsvar redovisade att montörerna upplever att det rostfria tappvattensystemet tar längre tid att installera än motsvarande system i koppar. Detta trots att normtiden ger att det rostfria systemet skall ta kortare tid att installera.

Orsaker som uppgavs var att installationerna bygger mer än man är van vid och att det kan vara svårt att komma åt med klämverktyget. Montörerna upplever monteringen som onödigt skrymmande, både estetiskt och praktiskt, då minsta dimension är 15mm och att rören är svårare att bearbeta, framförallt kapa. Detta ger längre kompletteringstider d v s det tar längre tid att koppla in sanitära apparater som t ex vattenklosetter, tvättställ och duschblandare.

Montörerna upplever att den rostfria Mapressen är ett mindre flexibelt system som gör det svårare att rätta till misstag än kopparinstallationer. Misstag, oavsett om det är projekteringsmissar eller missar vid montering, blir omständligare och dyrare att reda ut.

Det har varit svårare, ibland mycket svårare, att få fram material från leverantör vilket skapar väntetider, irritation och planeringsändringar av arbeten.

Vårt intryck efter enkät och arbetsplatsbesök är dock att montörerna inte är odelat negativa utan tror på en utveckling av material och om systemet blir vanligare än idag kommer ledtider att förkortas. Vid våra besök har vi dessutom diskuterat att det är bra att slippa heta arbeten som lödning.

