

Artikelförfattare **MARI SPARR**  
 Företag **Swerea Kimab AB**  
 Kontakt **mari.sparr@swerea.se**

# Metallutlösning från kopparrör i dricksvatten

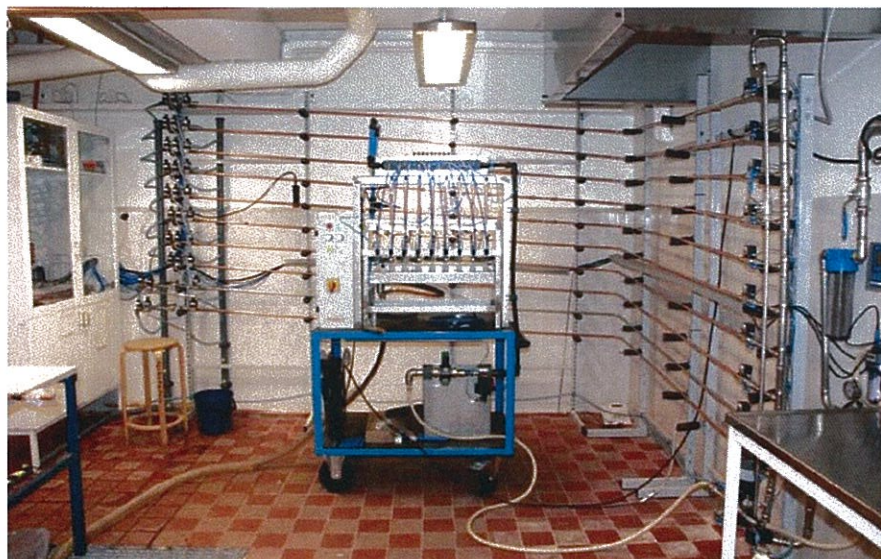
Dricksvatten är en komplex produkt med stora variationer mellan olika platser och länder. I denna studie har Swerea Kimab undersökt metallutlösningen från vattenledningsrör av koppar. Studien visar att kopparhalterna som uppkommer i dricksvatten från Mälaren är mycket låga. De experimentella resultaten kommer att användas för att verifiera en matematisk modell för kopparutlösning i dricksvatten.

**DRICKSVATTEN FRÅN MÄLAREN** har undersökts avseende kopparutlösning från vattenledningsrör av koppar. Dricksvatten är en komplex produkt med stora variationer mellan olika platser och länder och olika vatten behöver därför undersökas. Vattnet från Mälaren innehåller en relativt hög halt naturligt förekommande organiska föreningar också efter vattenverket. Halten organiska föreningar mäts oftast som totalt organiskt kol (TOC) och har visat sig påverka kopparutlösningen. Studien visar att kopparhalterna som uppkommer i dricksvatten från Mälaren är mycket låga. Resultat från projektet ska användas för att verifiera en matematisk modell för kopparutlösning. Målet är att modellen ska kunna förutsäga kopparutlösningen för alla olika dricksvatten.

## Experimentellt genomförande

Swerea Kimab har genomfört en studie på metallutlösning från kopparrör i dricksvatten. Koppar har många fördelar som ledningsmaterial och används ofta i vattenledningar i fastigheter. Upp emot 90 procent av hushållens vattenledningsnät i Sverige utgörs av kopparrör. Liknande siffror gäller i USA, Storbritannien, Finland och Norge, medan motsvarande siffra för Tyskland, Spanien, Frankrike och Italien är omkring 50 procent.

De flesta material som vi använder för olika ändamål är i längden inte bestän-



**Bild 1:** Längs väggen sitter den stora dynamiska riggen, DINR som byggt av Swerea KIMAB enligt standarden. På hjul syns även den mindre Wieland Bench Scale Rigg, WBSR.

diga i de former som vi normalt utnyttjar dem. Metallen bryts ner och strävar efter att återgå till sitt mest stabila tillstånd, det vill säga metallen korroderar. Korrosion kommer från latinets *corrodere* som betyder gnaga sönder. För vattenfyllda kopparrör innebär detta att koppar oxideras till kopparjoner och syret som finns i vattnet reduceras. Således kommer kopparjoner att lösas ut i dricksvattnet. För att konsumenterna inte ska behöva känna sig osäkra har

WHO och därefter EU tagit fram gemensamma gränsvärden för koppar i dricksvatten, vilket framgår av Livsmedelsverkets föreskrift SLVFS 2001:30. Parametervärdet är 2,0 mg koppar/liter i prov som representerar konsumenternas genomsnittliga veckointag av dricksvatten. I nyinstallerade rör kommer kopparhalten att vara högst men med tiden kommer ett skyddande oxidskikt att bildas på ytan vilket gör att kopparhalten i vattnet minskar. Hur snabbt och på vil-



ket sätt detta oxidskikt bildas beror på ett antal olika vattenparametrar.

Experimentella studier visar att förutom drifttiden, påverkar också stilleståndstiden hur mycket koppar som löses ut och hur de skyddande skikten bildas. Spolningsschemat är alltså mycket viktigt. Det spolningsschema som använts ska motsvara flöden och stillestånd, det vill säga hur man öppnar och stänger kranen, i ett vanligt hushåll. För att kunna jämföra olika studier har en testmetod utarbetats inom CEN/TC 1 64/WG3/AHG5, "Influence of metallic materials on water intended for human consumption - Dynamic rig test for assessment of metal release - Part 1: Design and operation", prEN 15664-1. Sweirea Kimab har byggt en rigg enligt denna standard för att undersöka kopparutlösning i dricksvatten i Stockholm. Liknande studier har utförts i Tyskland såväl som i Danmark som har mer korrosiva vatten, men eftersom den exakta sammansättningen på vattnet påverkar metallutlösningen behövs mätdata från många olika vatten.

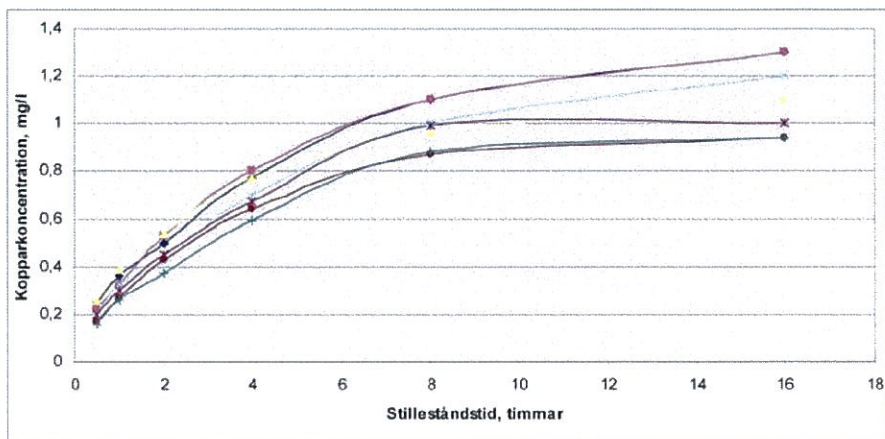
En mindre rigg som utvecklats av Wieland Werke i Ulm har också utvärderats. Denna rigg kan placeras på en bänk och kallas följaktligen för Wieland Bench Scale Rigg, WBSR. De båda riggarna har körts parallellt för att verifiera att Wieland Bench Scale Rigg (bild 1 förgrund), ger samma resultat som den stora riggen på väggen i bild 1. Fördelen med WBSR är att den använder mindre vatten. Dessutom är målet att utveckla en testrigg som ska kunna använda mobilt vatten, det vill säga skicka vattnet till riggen istället för att skicka riggen till den plats där det intressanta vattnet finns.

## Resultat

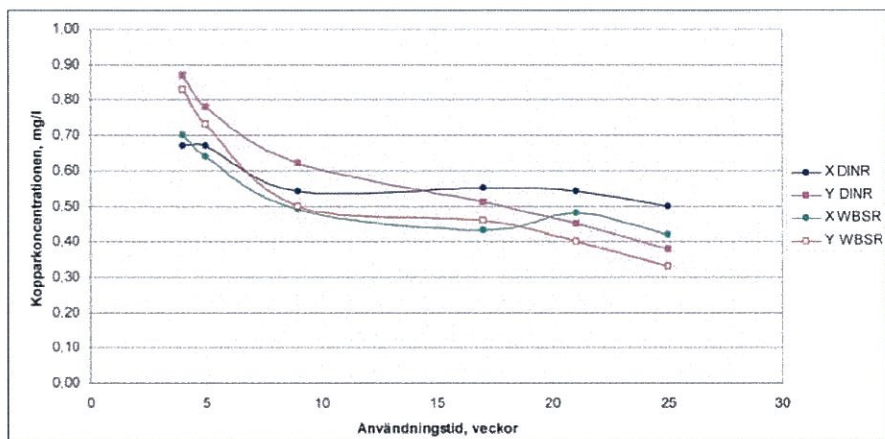
Undersökningen har utförts genom att kopparhalten i vattnet analyserats efter olika stilleståndstider och olika drifttider. Punkter vid ungefär samma drifttid men olika stilleståndstid sätts samman till så kallade stagnationskurvor. Figur 1 visar exempel på sådana stagnationskurvor. Kopparhalten är låg vid korta stilleståndstider och ökar vid långa stilleståndstider eftersom mer koppar då hunnit lösas ut. Mätningen i figur 1 är gjord efter fyra veckors användning av röret och de olika linjerna visar olika kopparrör. Det finns samtidigt möjlighet att mäta syrehalten med en optisk syresensor, placerad i ett av rören (rör fem uppför i bild 1), som inte förbrukar syre. På så sätt kan syreförbrukningen korreleras med kopparhalten i vattnet.

Figur 2 visar kopparhalter efter fyra timmars stillestånd vid drifttider från fyra till 26 veckor. Kurvorna visar att halterna minskar med ökande drifttid. Resultatet är detsamma för de långa rören i den stora riggen på väggen och de korta rören i den lilla riggen på bänken, WBSR.

De minskande kopparhalterna visar att



Figur 1: Kopparhalten som funktion av tiden som vattnet stått stilla i röret. Mätningen är gjord efter 4 veckors användning av rören. De olika linjerna visar olika kopparrör.



Figur 2: Jämförelse av den stora dynamiska riggen, DINR, och den lilla Bench Scale Rigg, WBSR, som funktion av tiden. Kopparhalten är mätt efter att vattnet stått still i 4 timmar i två olika kopparrör tillverkade av X och Y.

kopparrören förändras med drifttiden. Provbiter av olika rör har plockats ut med jämna intervall och ytan och oxidskiktets uppbyggnad har studerats som funktion av drifttiden. Ytan har undersökts visuellt samt med svepelektronmikroskop, SEM, och Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR. Tecken syns på att den svårslösliga korrosionsprodukten malakit har bildats, dock troligtvis först efter 28 veckors användning vilket ses som en relativt långsam bildning. En orsak till den långsamma bildningen kan vara den relativt höga halten av organiska ämnen i vattnet.

Organiska ämnen förekommer i varierande halter i dricksvatten och substanserna benämns ofta NOM, natural organic matter. Dessa ämnen kan vara av mycket varierad natur men mäts ofta endast som TOC, total organic carbon. Studier pekar mot att NOM kan binda koppar, men effekten är olika för olika sorters NOM. Påverkan är inte fullständigt klarlagd men NOM kan störa bildningen av det skyddande skiktet, malakitskiktet, i kopparrören, vilket kan resultera i högre kopparhalter i vattnet. Vattnet från Mälaren innehåller relativt hög halt av TOC, cirka 4 mg/l, vilket är ytterligare en anledning till att försöket genomförts i Stockholm. Försök har även

gjorts för att med kolfilter ta bort TOC från dricksvattnet. Dessa studier är dock inte slutförda och ytterligare mätningar kommer att genomföras.

## Slutsatser

Studien visar att kopparhalterna från metallutlösning från kopparrör i dricksvatten från Mälaren är mycket låga. Studien visar också att den lilla, WBSR, ger ungefär samma resultat som den stora standardiserade riggen, DINR, vilket är tillfredsställande. Resultat från projektet kommer att användas för att verifiera en matematisk modell för kopparutlösning. Denna modell beräknar kopparutlösningen som funktion av vattnets sammansättning och målet är att den ska kunna förutsäga kopparutlösningen för alla olika dricksvatten. Dricksvatten är en komplex produkt med stora variationer mellan olika platser och länder vilket innebär att många olika processer och reaktioner behöver integreras i modellen. Kopparindustrin finansierar delar av det experimentella projektet eftersom krav föreligger att visa att gränsvärdena inte överstigs. Dessutom finansierar den internationella kopparindustrin hela projektet om matematisk modellering av kopparutlösningen i dricksvatten.