

Tæring af varmtvandsrør

E. Suenson

Tidsskrifter

Varme. Tidsskrift for Varme- og sanitetsteknik. 1947, nr. 2-3

1947

ikke er min Hensigt at give nogen udtømmende Redegørelse, skal jeg slutte med at give et Resumé af Retspraksis Tendens m. H. t. Indsigelser, der oftest fremsættes i Varmesager. Paa Grundlag af de afsagte Domme maa man efter min Opfattelse sige, at Domstolene, naar det drejer sig om hvilke Udgifter, der paa Grundlag af Lov og Kontrakt kan medtages paa Varmeregnskabet, oftest vil fortolke Loven og Kontrakterne snævert. Drejer det sig derimod om Indsigelser fra Lejernes Side mod Forbrugets Størrelse, daarlig Opvarmning, Brændslets Kvalitet o. l. er det oftest vanskeligt at gennemføre disse Indsigelser. Specielt er Domstolene gaet meget vidt i Retning af at lægge Udlejerens Opgivelse af Brændslets Kvalitet til Grund, selv i Tilfælde, hvor Tørvebekendtgørelsernes Regler om Analyser, respektive Tro og Love- Erklæringer, ikke er overholdt, ja endog selv om Lejeren ved Analyser har sandsyn-

liggjort, at Kvaliteten var væsentlig ringere end i Regnskabet angivet.

Graddage

beregnet paa Grundlag af Temperaturmaalingen ved Landbohøjskolen i København:

| 1946-47 | Antal Graddage ved en Stuetemperatur paa | | Antal Graddage (korrigeret f. Sol) ved en Stuetemperatur paa | |
|---------------------|--|--------|--|--------|
| | 20° C. | 18° C. | 20° C. | 18° C. |
| 16. Nov. — 30. Nov. | 164 | 134 | 160 | 130 |
| 1. Dec. — 15. Dec. | 214 | 184 | 213 | 183 |
| 16. Dec. — 31. Dec. | 281 | 249 | 275 | 243 |
| 1. Jan. — 15. Jan. | 300 | 270 | 292 | 262 |

For København er der i Forhold til Fyrings-sæsonen 1945-46 for Tidsrummet fra Fyringssæsonens Begyndelse til den 15. Januar en Stigning i Antallet af Graddage paa 12,5% (korrigeret for Sol 12%). Sammenlignet med Normalaaret er der en Nedgang paa 3,7% (korrigeret for Sol 4,5%).

VARME

TIDSSKRIFT FOR VARME- OG SANITETSTEKNIK

UDGIVET AF „TEKNOLOGISK INSTITUTS VARMETEKNISKE AFDELING“ I SAMARBEJDE MED „SAMMENSLUTNINGEN AF CENTRALVARMEFIRMAER“, „FORENINGEN AF DANSKE RADIATORFABRIKKER“, „FORENINGEN AF DANSKE OVNSTØBERIER“ OG „ISOLERINGSFABRIKANTFORENINGEN“

NUMMER 2-3

APRIL-JUNI 1947

12. AARGANG

Til vore Abonnenter!

Vore indenlandske Abonnenter er sikkert alle indforstaaet med Aarsagen til VARME's Udeblivelse; men da VARME har et betydeligt Antal udenlandske Abonnenter, undlader vi ikke at meddele, at VARME først fremkommer nu paa Grund af 4 Maaneders Typografstrejke her i København.

Vi tillader os at sende Dem Nr. 2-3 i eet samlet Nummer, ligesom vi skal forsøge at faa de næste Numre frem saa hurtigt, det lader sig gøre.

Med venlig Hilsen.

OTTO JUEL JØRGENSEN,
Civilingeniør.

Ansvarshavende Redaktør for VARME.

Tæring af Varmtvandsrør.

Al Professor E. Suenson.

I Tilslutning til Laboratorieførstander Dons' Advarsel mod at indskyde Kobberrør i Jernledninger (Varme Nr. 5, 1946) vil følgende Undersøgelser maaske have Interesse.

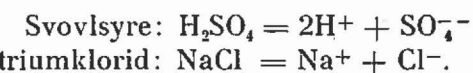
Naar Metaller tæres i rent Vand eller i Vædsker, der indeholder Vand — saadanne Vædsker leder den elektriske Strøm og kaldes Elektrolyter — skyldes det altid elektrokemiske Processer, og jeg vil begynde med kort at omtale disse.

A. Joner og Lokalelementer.

Joner. Vandet bestaar af uelektriske Molekyler, H₂O, men nogle af disse er spaltede i saakaldte Joner:



Brintjonen har en positiv elektrisk Ladning og Hydroksyljonen en lige saa stor negativ. Indeholder Vandet opløste Syrer eller Salte, er disse helt eller delvis spaltede i Joner, f. Eks.:



Kulsyre kan være spaltet paa 2 Maader:
H₂CO₃ = 2H⁺ + CO₃⁻ eller H₂CO₃ = H⁺ + HCO₃⁻.

I kulsurt Vand findes overvejende HCO₃⁻ (Bikarbonatjoner) og kun en ringe Mængde CO₃⁻ (Karbonatjoner).

Kun Metaljoner og Brintjoner er positive, alle andre er negative.

Et Metal bestaar af Atomer. Et Metalatom bestaar af (1) en Metaljon ladet med positiv Elektricitet og (2) den tilsvarende Mængde negativ Elektricitet i Form af een eller flere Elektroner (Fig. 1).

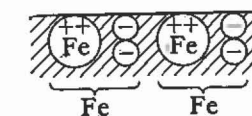


Fig. 1. To Jernatomer.

Naar et Metal opløses i en Vædske, gaar kun Jonerne ud i denne, mens Elektronerne

Clorius

R-TEMPERATOR 46

Clorius R-Temperatur Type 46 er en automatisk Temperaturregulator, der fortrinsvis anvendes, hvor Varmemediet er Vand, men dog ogsaa for Damp, hvor der kræves en meget nøjagtig Regulering. Den finder Anvendelse ved Fjernvarmeanlæg, Varmtvandsbeholdere, Ventilationsanlæg og mange Steder indenfor Industrien, hvor der stilles Krav om konstant Temperatur.

Boade for R- og V-Temperaturens Vedkommende er der Tale om Nykonstruktioner, der forener gode Reguleringssegenskaber med stor Holdbarhed samtidig med, at Apparaterne har faaet en tidssvarende og smuk ydre Form.

ODIN CLORIUS A/S Ingeniørfirma · Vesterport 328 · C. *8818

VARME udkommer 6 Gange aarlig. — Abonnementspris 6 Kr. om Aaret. — Eftertryk af Artiklerne forbydes.

Redaktion: Ansvarshavende: Afdelingsingeniør, cand. polyt. Otto Juel Jørgensen.

Fagredaktører: Civilingeniør O. G. Posselt (Varme) og Civilingeniør Knud Erichsen (Sanitet).

Ekspedition: Teknologisk Instituts Forlag, Telefon 87 60 (Lokal 27), V. Farimagsgade 22, Kbhvn. V. Postkonto 56854

bliver i Metallet og gør dets Overflade negativt elektrisk (Fig. 2). Processen standser imidlertid af sig selv, hvis den ikke holdes i Gang af elektriske Strømme.

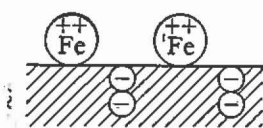


Fig. 2. Jonerne er traadt ud i Vædsken.

Galvaniske Elementer. Naar to ulige ædle Metaller, f. Eks. Zink og Kobber, stilles i en Elektrolyt og forbindes med en Metaltraad, vil kun Zinket tæres, og der opstaar derved en elektrisk Strøm. De positive Zinkjoner gaar ud i Elektrolyten, mens Zinkets frigjorte Elektroner gennem Metaltraaden strømmer til Kobberet og gør dette negativt elektrisk. Zinkjonerne forener sig med Elektrolytens negative Joner, mens dens positive tiltrækkes af det negative Kobber. Paa denne Maade transporteres den positive Elektricitet gennem Vædsken. Af de to Metaller kaldes det uædle *Anoden*, det ædle *Katoden*. Tæringen sker altid ved Anoden; Katoden tæres ikke, i alt Fald er det et sekundært, rent kemisk Fænomen, der er uden Betydning, hvis Katoden er af Jern.

Metallerne Ædelhed aftager i Ordenen: Kobber, Jern, Zink. Zink vil derfor tæres i Berøring med Jern, og hurtigere i Berøring med Kobber. Jern vil tæres i Berøring med Kobber, men ikke med Zink.

Lokalelementer. Hvis en Metaloverflade ikke er lige ædel overalt, og hvis en ædel og en uædel Plet ligger nær ved hinanden, danner de et lokalt Element (Fig. 3). Den

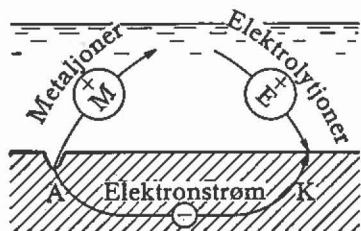


Fig. 3. Lokalelement.

uædle Plet, Anoden, sender Metaljoner ud i Vædsken, mens den ædle, Katoden, modtager positive Elektrolytjoner fra denne.

Processen ude i Vædsken er anskueliggjort paa Fig. 4. De positive Metaljoner forbinder sig kemisk med negative Elektrolytjoner til uelektriske Molekyler, der bundfældes eller slaar sig ned paa Metaloverfladen, mens de positive Elektrolytjoner vandrer til Katoden. Disse Processer, der paa Figurerne er vist foregaaende langt fra Metaloverfladen, foregaar i Virkeligheden umiddelbart ved denne.

Af Elektrolytens positive Joner er Brintjonerne de vigtigste; i Vand, der ikke indeholder Salte, findes kun disse, og de vandrer altsaa til Katoden, hvor de aflades og bobler op som Brintmolekyler. Lægges Zink i surt Vand, faar man disse Bobler at se, og de dannes paa Zinkoverfladens katodiske Pletter.

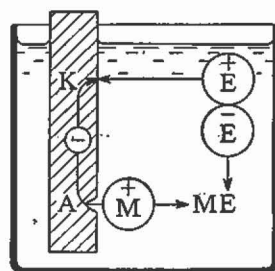


Fig. 4. Lokalelement.

Anodens Tæringshastighed vokser med (1) Spændingsforskellen mellem Anode og Katode, (2) Katodens Nærhed og Størrelse, (3) Vædskens Ledeevne og derfor ogsaa med (4) Temperaturen, idet Jonernes Vandringshastighed vokser med ca. 3 pCt. pr. 1° Temperaturstigning.

B. Kobberholdigt Vands tærende Evne.

Til Ledninger for saavel koldt som varmt Brugsvand kræves i København forzinkede Jernrør, og at disse tæres stærkere af kobberholdigt Vand end af kobberfrit er utvivlsomt.

Anbringes Zink i svovlsurt Vand, dels alene, dels sammen med Kobber, men uden at Metallerne berører hinanden, viser det sig, at Kobberets Tilstedeværelse i høj Grad begunstiger Brintudviklingen paa Zinket, saaledes at denne begynder tidligere og hurtigere bliver stærk. Da Mængden af udviklet Brint er proportional med Mængden af opløst Zink, viser Forsøget Kobberets skadelige Virkning.

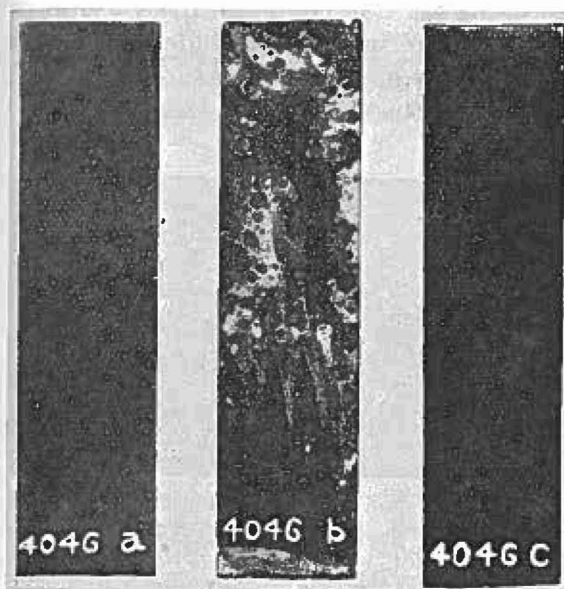


Fig. 5. Zinkstrimlen a har staaet alene i et Glas med kulsurt Vand og er næsten ikke angrebet. Zinkstrimlen b har staaet i et lignende Glas sammen med Kobberstrimlen c uden at berøre denne og er tæret meget stærkt. Kobberstrimlen er ikke synligt angrebet.

En tilsvarende Virkning har Kobber i kulsurt Vand, hvilket fremgaar af Fig. 5, der viser 3 Blikstrimler efter 2 Maaneders Henstand i saadant Vand.

Zink-Strimlen a har staaet alene i et Glas med kulsurt Vand og er næsten utæret.

Zink-Strimlen b og Kobber-Strimlen c har staaet sammen i et lignende Glas uden at berøre hinanden. b-Strimlen blev i Løbet af nogle Dage mørk, senere næsten sort, og efter en Uges Forløb fik den smaa hvide Prikker uregelmæssigt fordelt over Overfladen. Efterhaanden dækkedes Størstedelen af Strimlen af det hvide Stof — Zinkkarbonat — og noget af dette bundfældtes. Laget paa Strimlen var nogle Steder flere Millimeter tykt, men saa løst, at Størstedelen lod sig afskylle under en Vandhane, hvorefter Strimlens Udseende var, som Fig. 5 viser. Der er enkelte fine Huller og mange ret dybe Gruber svarende til de Steder, hvor Laget havde været særlig tykt. Kobberstrimlen var ikke synligt angrebet.

At a-Strimlen næsten ikke tæredes forklares ved, at Zink i en svag Syre kun i ringe Grad formaar at aflade Vædskens Brintjoner og omdanne dem til luftformig Brint, og dette er en Betingelse for, at Opløsningsprocessen kan holdes i Gang.

At b-Strimlen tæredes saa stærkt skyldes,

at Kobberstrimlen sender Joner ud i Vandet, og at de sætter sig paa Zinket som metallisk Kobber, og paa dette aflades Brintjonerne let. Derved skabes Mikroelementer, som fremskynder Tæringen. Processen foregaar da paa den Maade, at de positivt ladede Zinkjoner forener sig med Vædskens negative Joner til $ZnCO_3$, og de derved frigjorte positive Brintjoner aflades paa Kobberpartiklerne og danner luftformig Brint. At Tæringen ikke er jævnt fordelt, men at der nogle Steder danner sig Gruber, maa skyldes, at Lokalelementerne her har været særligt virksomme.

At b-Strimlen i den første Uge farvedes mørk er en Følge af, at almindeligt Handelszink er forurenat af ædlere Metaller — navnlig Bly, men ogsaa lidt Kobber og Kadmium — og disse frigøres ved Zinkets Opløsning og danner en mørk, svampet Hinde. Denne fremmer Tæringen paa samme Maade som det tilførte Kobber, men i mindre Grad.

C. Oplysninger om et tæret Varmtvandsanlæg.

Forsøget med kulsurt Vand blev udført i Laboratoriet for Byggeteknik som Led i en Undersøgelse af Aarsagerne til, at Varmtvandsforsyningsledningerne i et 5 Etagers Hus tæredes hurtigt. Anlægget var sat i Drift i August 1936, og det 1. Hul i et Rør blev opdaget 22 Maaneder senere. I de følgende 10 Maaneder opstod yderligere mindst 15 Huller, saaledes at 3 Stykker $1/2$ " Rør og 9 Stykker $3/4$ " Rør havde maattet udskiftes indtil Foraaret 1939.

Det kolde Vand blev normalt opvarmet til 50° i en Varmtvandsbeholder og derefter til 70° i en Kobberrørspirale anbragt i en Vandvarmer, men lejlighedsvis kunde Temperaturen stige til $80-90^\circ$. Saavel Beholderen som Spiralen blev opvarmet med varmt Vand fra en Varmekedel. Fra Spiralen førtes Vandet gennem en lodret Stigledning til en paa Loftet opstillet Udluftningsbeholder — der formentlig aldrig har været aabnet — fra hvilken der udgik en vandret Fordelingsledning. Fra denne førtes Vandet gennem 6 lodrette Stammer ned gennem Etagerne til en vandret Streng under Kælderloftet og derfra tilbage til Vandvarme-

ren. I dette Hovedsystem var der indtil For-aaret 1939 ingen Gennemtæringer sket.

3 af de lodrette Stammer var ført ned gennem Køkkenerne og var forbundne med Køkkenhanerne med korte vandrette Ledninger, i hvilke der heller ikke var sket Gennemtæringer.

De 3 andre lodrette Stammer var ført ned gennem Badeværelserne, og det var Stikledningerne fra 2 af disse Stammer, der var gennemtærede, ikke fra den 3. Hver Stikledning bestod af et ca. 1 m langt Stykke $\frac{3}{4}$ " Rør, der var anbragt langs Væggen under Haandvasken og endte i et T-Stykke; fra dettes opadvendende Studs førtes Vandet til Hanen over Haandvasken gennem et kort, lodret, $\frac{1}{2}$ " Jernrør og et noget længere Kobberrør, medens den vandrette Studs var forbundet med et $\frac{1}{2}$ " Jernrør, der førte Vandet til Hanen over Badekarret. Det oplystes, at Huller kun var opstaaet i de vandrette Rør og først og hyppigst i $\frac{3}{4}$ " Rørene, samt at Hullerne i de fleste Tilfælde havde dannet sig i nedre Halvdel af Rørtværsnittet og enten i dettes nederste Punkt eller i Nærheden af en Svejsfuge.

D. Undersøgelse af de tærede Rør.

4 af de gennemtærede Rør — 2 af hver Dimension — blev undersøgt i Laboratoriet, og Hullerne laa i alle Tilfælde som ovenfor angivet; i hvert af de $\frac{1}{2}$ " Rør var der 3 Huller. Iøvrigt gjordes følgende Iagttagelser:

(1) Svejsfugen var ualmindeligt ujævn med Længdegrader og Fordybninger, navn-

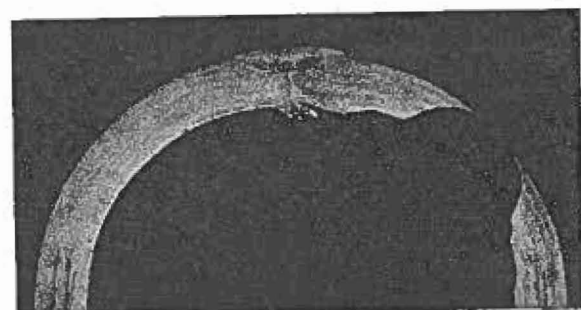


Fig. 6. Snit i $\frac{3}{4}$ " forzinket Rør med Tæringshul. Røret er stuksvejst, men ikke paa almindelig Maade (Fig. 7). Inde i Røret er Svejsfugen meget ujævn (Fig. 8).

lig paa Indersiden (Fig. 6 og 8). Svejsningen synes foretaget ved at opvarme de to Strimmelkanter udefra med en Svejsbræn-

der til en saa høj Temperatur, at Kanterne og Rørets nærmeste Yderflade er smeltet, hvorefter Kanterne er presset sammen og Rørets Yderflade afhøvlet eller paa anden

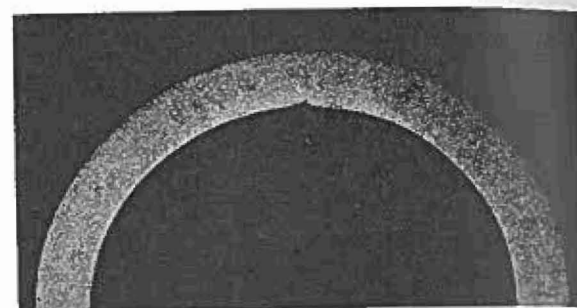


Fig. 7. Snit i $\frac{3}{4}$ " Rør med almindelig Svejsfuge.

Maade jævnet. Røret i Fig. 6 er øjensynligt stuksvejst, og Strimmelkanterne ligger symmetrisk om Svejsfugen; andre Rør manglede denne Symmetri og kunde se ud som lapsvejst, rimeligvis fordi Strimmelkanterne er smeltet ulige dybt og ved Trykket er gledet ind over hinanden. Fig. 7 viser et Rør, der er svejst paa normal Maade ved Trækning. Karakteristisk for de smeltesvejste Rør var ogsaa den ydre Form, som ikke var fuldt cylindrisk, men i nogen Grad kantet.

(2) Rørene var forzinkede ved Dypning i smeltet Zink. At forzinke Rør med en saa uregelmæssig Svejsfuge er vanskeligt; Zinket trænger ikke ind i alle de smaa Gruber, og disses Jernbund danner da katodiske Pletter, omkring hvilke Zinket hurtigt tæres.

(3) Paa de ubeskadigede Strækninger var Rørets Inderside belagt med et tyndt gulligt Lag, der viste sig at være Zinkkarbonat

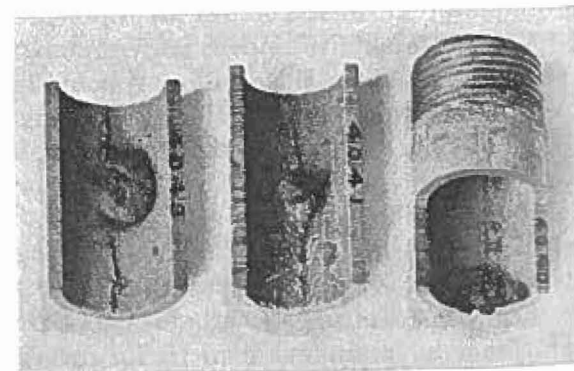


Fig. 8. $\frac{3}{4}$ " forzinkede Rør. Rørene tilvenstre viser Rusttuer dannede paa den gratede Svejsfuge. Røret tilhøjre viser et Tæringshul, efter at Rusttuen er fjernet.

ANDERSEN & HEEGAARD'S

INGENIØRFORRETNING A/S

HAVNEGADE 37

TLF. CENTRAL 2237

installører

Centralvarme, Badeanlæg m. m.

Autorisation vedrørende
Sanitet, Gas og Vand
ved Civilingeniør A. M. Andersen



MIVA

Trækmaalere

Træk- og Trykmaalere, registrerende Træk- og Trykmaalere, er robuste og nøjagtige Membraninstrumenter, hvis Målenøjagtighed er uafhængig af Modstanden i Tilledningsrøret.

CHR. HJELM-BANG
Handels- og Ingeniørfirma

Vesterbrogade 10 · København V · Telefon: Central 4574 & 14574

Danske Centralvarmerør (Kedelrør)

leveres i alle Længder indtil 12 Meter

i følgende Dimensioner:
(udv. Maal)

45 mm, 56,5 mm, 83 mm, 88 mm, 108 mm,
passende til Kedelrørsfittings
af enhver Form

trykprøvede med 75 Atm. Tryk.

Danske Vand-, Gas- og Damprør

i Dimensionerne fra $\frac{1}{2}$ "-4"
trykprøvede med 60-75 Atm.s Tryk.

Faas hos alle Rørgrossisterne.

SKANDINAVISK RØRFABRIK A/S

Telefon 2350

HORSENS

Telefon 2350

C. F. Riedels Eftf.
J. C. Francis.

Grundlagt 1822

KATTESUNDET 14 · TLF. 1291 · KØBENHAVN K

Projektering og Installation af: W.C. og Badeanlæg
Sanitetsanlæg i Fabriks- og Beboelsesejendomme
Jordledninger 40-200 mm, Hydroforanlæg, Presgasanlæg,
Varmtvandsanlæg, Varmtvandsbeholdere m.m.

Kedelrensingsvædske

i Centralvarme-Anlægget

Aktieselskabet

Reffo

Struer
Telefon 145

Lager i København: Tlf. Eva 3563 · Privat Ordrup 5319

holder Radiatorer, Rør
og Kedler fri for Tæring,
Rust og Stendannelse
og forbedrer derved
Økonomien betydeligt.

AJVA A/S

SYDMARKEN 22-26 - SØBORG
TELEFON: SØBORG 3801

AJVA Varmtvandsbeholdere

med indbygget Forvarmer.

Fra 1930 til Dato leveret c. 4000 Stk.
i Størrelser fra 300-8000 Liter.

*

Centralvarmekedler
Modstrømsvandvarmere
Evaporatorer
Jernkonstruktioner

*

15 Stk. elektriske Svejsesaggregater.

Hydraulisk Presseanlæg, Kapacitet: 500 Tons.

farvet gult af Rust. Dets Tykkelse var ret ensartet.

(4) Hullerne tangerede ofte Svejsefugen (Fig. 8); paa Rørens Yderflade var de omtrent cirkulære med $\frac{1}{2}$ —3 mm Diameter; de udvidede sig tragtformigt indefter, og i Tragten var aflejret en rustfarvet Masse, som ikke alene udfyldte Tragten, men ogsaa dannede en tueformet Forhøjning over den. Naar man udefra stak en Syl ind i Hullet, kunde man ved et haardt Tryk løsne Tuen som en Helhed.

(5) Tuerne bestod af en rødbrun Masse, der var porøs og svagt sammenhængende, men var overlejret af en meget haard Skæl. Oven paa denne fandtes igen et porøst og kun svagt sammenhængende Lag, men det var meget tyndt. I nogle Tilfælde fandtes ogsaa et haardt Lag et Stykke nede i Tuen. Disse haarde Skaller er formentlig dannet i Perioder, hvor Vandet har været særlig rigt paa Ilt, idet Jernjernerne da er blevet omdannet til Rust, inden de er naaet udenfor Tuens Overflade, medens de i iltfattigt Vand først træffer Ilten lidt udenfor Tuens Overflade og derfor danner porøs Rust.

Materialet i Tuens Indre var magnetisk og indeholdt Jernklorid og Jernsulfat, hvilket forklares ved, at de negative Joner SO_4^- og Cl^- , af hvilke der gerne findes nogle i Vandet, tiltrækkes af de fra Anoden udvandrende Jernjerner og derfor findes mere eller mindre koncentreret i det Tæringsprodukt, der aflejrer sig over Anoden. Kobber kunde ikke paavises.

(6) Lignende Tuer fandtes paa ikke gennemtærede Steder og kunde være indtil ca. $\frac{1}{2}$ cm høje med en Grundflade paa ca. 2 cm². De fandtes fortrinsvis langs Svejsefugene. Rørvæggen under dem var mere eller mindre stærkt tæret, og nogle Steder var der saa dybe Gruber, at en Gennemhulning var nært forestaaende.

(7) Da Vandledningerne i et Hus ofte bruges som Jordledning for elektriske Strømme eller upaaagtet kan optage saadanne enten fra Ledninger i Huset eller f. Eks. fra elektriske Sporvejes Skinner, kunde Hullerne tænkes frembragt af saadanne vagabonderende Strømme. Men af Hullernes Form fremgaar, at Strømmen da maatte være gaaet fra Røret over i Vandet, og da dette er en daarligere Leder for Elektrik-

citet end Jern, vil Strømmen kun kunne forlade Rørvæggen ved Mufferne, hvor Pakningsmaterialets Isolationsevne kunde tvinge Strømmen ud i Vandet. Ved Samlingerne var der imidlertid ikke i noget Tilfælde sket Gennemtæringer, saa vagabonderende Strømme kan ikke være Skyld i Skaderne.

E. Kobberets Virkning.

Dersom den primære Aarsag til Gennemtæringen er Kobber i Vandet, maa dette have været særlig kobberholdigt i de gennemhullede Rør. Da det i Stikrørene staaende Vand har optaget Kobber i Vandvarmeren og yderligere faar tilført Kobber fra Røret ved Haandvasken, er nævnte Antagelse ikke urimelig, men man har ondt ved at forstaa, at nogle Kobberjerner i Vandet kan frembringe en saa udpræget lokal Tæring som den foreliggende.

Forudsættes Zinklaget uhullet og derfor frit for kraftige Lokalelementer, maa man antage, at Kobberjernerne fordeler sig jævnt over det og fremskynder dets Tæring, og ikke, at der dannes enkelte Huller. Det er ogsaa uforklarligt, (1) at de lodrette, $\frac{1}{2}$ " Rør under Haandvaskene ikke er gennemtærede, skønt de ligger nærmest ved Kobberrørene, (2) at Stikrørene fra den ene Badeværelsesstamme er gaaet fri, skønt deres Vand maa være lige saa kobberholdigt som de andres.

Forudsættes derimod, at Zinklaget paa nogle af Rørene har været hullet paa Forhaand, vil Kobberjonernes Nedslag paa Zinkoverfladen gøre Zinket mindre anodisk i Forhold til de udækkede Jernpletter, saaledes at disses Tæring begynder paa et tidligere Tidspunkt. Kobberet har da ikke været den primære Aarsag til Skaderne, men har fremskyndet disse. Det er da ogsaa forstaaeligt, at der ikke er fundet Kobber i Rusttuerne, eftersom det tilstødende Zinklag har trukket Kobberjernerne til sig.

F. Forzinkningens Virkning.

Den primære Aarsag til den hurtige Tæring maa søges i de Lokalelementer, som en daarlig Forzinkning skaber, og hvis Virk-

ning forstærkes af Kobberet og af en høj Temperatur.

Hvor Zinklaget har Huller, vil Jernpletten i disses Bund være ædel i Forhold til Hullets Zinkvægge, saa disse tæres, hvorved Hullet i Zinklaget bliver videre og videre.

Naar den blottede Jernplet er blevet tilstrækkelig stor, vil dens Centrum ikke længere være beskyttet af Zinket. Den ophører med at være katodisk og udsender derfor Jernjerner, der af den i Vandet opløste Ilt omdannes til Rust. Støder Jernerne straks paa Ilt, dannes Rusten paa Jernoverfladen, og da den er katodisk i Forhold til Jernet, danner den med dette et Lokalelement, der forstærker Jernets Jonudsendelse, og efterhaanden dannes en Grube i Jernet og en Rusttue i og over Gruben.

Disse Forhold forklarer, at Hullerne fortrinsvis er dannet langs Svejsefugen, hvor Zinklaget er mest porøst.

G. Vandets og Temperaturens Virkning.

Vands Haardhed kan udtrykkes i tyske Haardhedsgrader, der angiver dets Indhold af CaO og MgO. Man regner, at 1^{mg} MgO æquivalerer med 1,4^{mg} CaO. Hvis 100 cm³ Vand indeholder x^{mg} CaO, + y^{mg} MgO, er Haardheden altsaa den samme som hos Vand, der indeholder (x + 1,4y)^{mg} CaO, og den angives som (x + 1,4y)°.

Hvis Vandet koges, udfældes Calciumkarbonat CaCO₃ og Magniumkarbonat MgCO₃, mens Sulfaterne CaSO₄ og MgSO₄ forbliver opløst. Ved Vandets »blivende« Haardhed forstaas det kogte Vands Haardhed. Trækkes denne fra den ovenfor definerede samlede Haardhed, faas den saakaldte »forbigaaende« Haardhed.

Københavns Vandværksvand reagerer alkalisk (p_H = 7,55). Dets samlede Haardhed er 16—18°, dets blivende Haardhed højst 1° og dets forbigaaende Haardhed 15—17°. Forholdet mellem Kalk og Kulsyre er saa stort, at Vandet i uopvarmet Tilstand er overmættet med Kalk og derfor tilbøjeligt til at udskille denne. Saadant Vand tærer kun Jern forbigaaende, idet det danner et beskyttende Lag af rustholdigt CaCO₃ paa Jernets Overflade, uden at Overmætningen forsvinder.

Hvis dette Vand ledes ind i et Varmtvandsforsyningsanlæg og ikke varmes til en højere Temperatur end 55—60°, vil det bevare Evnen til at afsætte et beskyttende Kalklag i Rørene, saa disse ikke tæres. Men hvis det opvarmes til 70—80°, ændres Forholdene.

Opvarmes Vandet i et aabent Kar til f. Eks. 70°, vil der udfældes CaCO₃. Kalken findes i Vandet som Bikarbonat, der ved Opvarmning spaltes: Ca(HCO₃)₂ = CaCO₃ + H₂O + CO₂. Derved forsvinder ikke blot den fraspaltede Kulsyre, men desuden en Del af den i Vandet opløste Kulsyre, nemlig den Del, der holdt Bikarbonatet opløst, og som kaldes tilhørende Kulsyre¹⁾. Opvarmningen vil derfor ikke gøre Vandet væsentligt surere. Hvis det saaledes forbehandlede Vand føres ind i Varmtvandsanlægget og ikke opvarmes yderligere i dette, vil det bevare sin beskyttende Evne.

Opvarmes Vandet derimod i den under Vandværkets Tryk staaende Varmtvandsbeholder, bliver det surere. Der udskilles Kalk i Beholderen eller i den nærmeste Del af Fraledningsrøret, og den tilsvarende Mængde fraspaltet Bikarbonatkulsyre + tilhørende Kulsyre frigøres, men da den som Følge af Trykket ikke kan undvige, forbliver den opløst i Vandet og gør dette aggressivt; den kaldes derfor aggressiv Kulsyre. Det Vand, der flyder videre til Forbrugsstederne, er altsaa blevet fattigere paa Kalk, men ikke paa Kulsyre. Det vil ikke afsætte beskyttende Kalklag, og den aggressive Kulsyre vil tære Rørene. Den tærende Evne øges, efterhaanden som Vandet afkøles paa sin Vej, og det skyldes, at den Kulsyremængde, der kræves til at holde Kalken opløst, aftager med faldende Temperatur, og en Del af den vil derfor gaa over fra at være tilhørende til at være aggressiv. Under disse Forhold — Opvarmning til 70—80° med paafølgende Fald i Temperaturen — afsætter det københavnske Vand ingen Kalk, i alt Fald ikke i Ledningsnettets yderste Grene.

Den aggressive Kulsyres Virkning paa et rent og uhullet Zinklag er ikke stor. Zinklaget faar et Overtræk af Zinkkarbonat,

¹⁾ Se E. Suenson: Cementrørs Syrefasthed. Kbh. 1935, Side 10—12.

men Omdannelsen gaar kun langsomt i Dybden, saa et uhullet Zinklag kan have en betydelig Varighed. Men Kulsyre forøger Vandets elektriske Ledeevne og forstærker derfor Virkningen af de Lokalelementer, der findes, hvor Zinklaget har Huller.

Disse Forhold forklarer, at Hullerne kun er dannet i Stikrørene, hvor Vandet er koldest og derfor rigest paa aggressiv Kulsyre, og hvor Vandet ofte er stillestaaende; de fleste Lejligheder stod tomme en Del af Sommeren, og i 14 Sommerdage var Anlægget helt ude af Drift. I stillestaaende Vand har Lokalelementerne mere Magt over Jønerne, end hvis Vandet er strømmende. Jønerne i Lokalelementet vandrer nemlig langsomt; een af de hurtigste er Brintjonen, hvis Vandringshastighed er 1,8 mm/Min., naar Temperaturen er 18° C, og Spændingsfaldet er 0,1 Volt pr. mm Afstand mellem Elektroderne.

En Faktor, der kan have bidraget til Stikrørenes Tæring, er de Trykvariationer, der opstaar ved Aftapningshanens Aabning og Lukning, og som fremkalder en tilsvarende Variation i Rørvæggens tangentielle Trækspændinger, hvorved fine Revner skiftevis aabner og lukker sig.

At kun Stikrørene fra 2 af de 6 lodrette Stammer er gennemtæret, maa skyldes, at kun disse Stikrør har været smeltesvejst. At de tilhørende lodrette 1/2" Rør under Haandvaskene er gaaet fri, forstaar man ikke straks, da man vilde antage, at de var af samme Fabrikat, men dette er galt. Længden af Rørene oversteg nemlig sjældent 11 cm, og saa korte Stykker afskæres ikke paa Stedet, men købes afskaarne sammen med Fittings.

H. Sammenfatning.

Den primære Aarsag til Rørenes hurtige Gennemtæring er, at Zinklaget paa deres Inderside har haft Huller, navnlig langs den uregelmæssige Svejsefuge. Hullerne har virket som Lokalelementer og er derved blevet saa vide, at den blottede Jernplet er blevet uædel og derfor Genstand for Tæring.

Tæringen er blevet forstærket ved, at

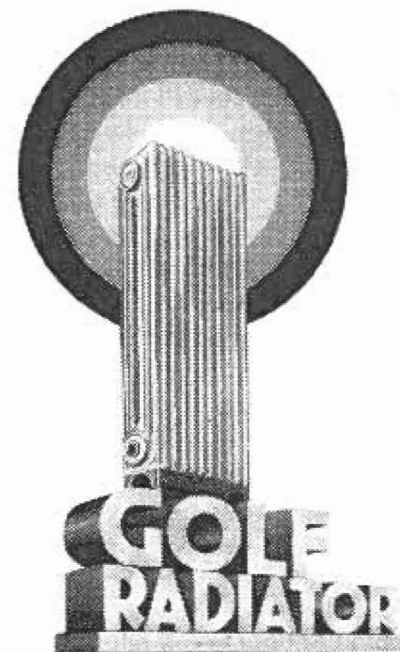
Vandet er blevet opvarmet meget stærkt, undertiden til 90° C, hvorved det er blevet fattigere paa Kalk, men ikke paa Kulsyre. Det har mistet Evnen til at afsætte beskyttende Kalklag, og dets Surhed har forstærket Lokalelementernes Strømstyrke. Ved Stilstand i Stikrørene er Vandet blevet afkølet og derved endnu surere.

Sammenstillingen af Kobberrør og forzinkede Jernrør vil utvivlsomt fremskynde Zinklagets Opløsning og dermed en Udvidelse af dets Huller, og samtidig vil dets Overflade blive mindre anodisk i Forhold til Jern. Begge Omstændigheder medfører en hurtigere Tæring af Jernet i Hullets Bund. Men Kobberet har ikke været den primære Aarsag til Tæringen, thi i saa Fald kunde Rørene i den 3. Søjle af Badeværelser ikke være gaaet fri.

At disse Rør — saavel som de korte, lodrette Rør under Haandvaskene — ikke er gennemtærede, maa skyldes, at deres Zinklag har været uhullet.

I det foreliggende Tilfælde har Forzinkningen altsaa ikke forøget Rørenes Holdbarhed, tværtimod. Havde Zinklaget manglet, vilde Jernets Tæring formentlig have fordelt sig nogenlunde jævnt over hele Overfladen og været ret ufarlig, mens den nu har koncentreret sig i enkelte Smaapletter, og en saadan anodisk Plet, der er omgivet af et stort katodisk Areal, kan meget hurtigt blive gennemtæret.

I al Almindelighed synes Fagfolk at være enige i, at det indvendige Zinklag ikke forøger Rørenes Holdbarhed, uanset om Vandet er koldt eller varmt, naar blot det er tilstrækkelig kalkholdigt. Men et Vandforsyningsanlæg med uforzinkede Rør vil i Begyndelsen give rustholdigt Vand, nemlig indtil Rørvæggen er blevet overtrukket med et rustholdigt Kalklag. Er Rørene forzinkede, vil de give zinkholdigt — altsaa ikke synligt forurenat — Vand, indtil Rørene er overtrukket med et zinkholdigt Kalklag. Kan man finde sig i, at Vandet i Begyndelsen er rustholdigt, synes uforzinkede Rør at være de bedste, da deres Kalklag er tæt og fastsiddende, medens de zinkholdige Kalklags beskyttende Evne menes at være problematisk.



Alle Materialer

til

Centralvarme

Isolering og

Sanitets-Anlæg

leverer

LOUIS PETERSEN

RØR- OG SANITETSFORRETNING

SØNDERBORG

TELEFON 2060 (flere Linier)

Alt Tilbehør til Centralvarmeanlæg

Kedler

Radiatorer

Trukne Rør

Kedelrør

Orig. GF-Fittings

Haner og Ventiler

Isolerings-
materialer

Rahr's TEKNISKE FORRETNING A/S

Aarhus

TELEFON 8100

KUL-KOKS CINDERS



**DET DANSKE
KULKOMPAGNI**

HOLMENS KANAL 42