

## **Undersøgelse af korrosionsforhold for messingventiler med TEA-coating i brugsvand**

Rekvireret af: Pettinaroli, att.: Arne Clausen

Udfærdiget af: FORCE Technology, Frank Fontenay

Gennemset af: FORCE Technology, Asbjørn Andersen

Vor ref.: 111-27405 FSF/jtj

20. juni 2011

### **KORROSION OG METALLURGI**

Gennemset af:



Asbjørn Andersen  
Specialist

Udfærdiget af:



Frank Fontenay  
Specialist

## **Indholdsfortegnelse**

Baggrundsinformation .....	2
Generelt om messing i brugsvand .....	2
Overfladebehandling ved galvaniske belægninger .....	3
Pettinaroli-produkter af messing med TEA-belægning .....	3
Konklusion .....	5

Arne Clausen, Pettinaroli, har bedt FORCE Technology foretage en korrosionsmæssig vurdering af egnetheden af messingventiler med TEA-belægning (Ternary Eco Alloy) til anvendelse i dansk brugsvand.

### **Baggrundsinformation**

Til brug for vurderingen har vi modtaget specifikationer og testresultater fra Pettinaroli. Vurderingen er tillige baseret på vores tidligere undersøgelse af 2 ventiler udtaget fra en installation (se rapport 111-20896 dateret 15. februar 2011), samt vores viden om de metalliske materials korrosionsmæssige egenskaber i brugsvand.

Nærværende rapport forholder sig udelukkende til egnetheden ud fra vores vurdering af holdbarheden. Vi tager således ikke stilling til mekaniske egenskaber eller sundhedsmæssige egenskaber for de indgående materialer. I Danmark er en VA-godkendelse forudsætningen for, at ventilerne må anvendes i kontakt med drikkevand.

### **Generelt om messing i brugsvand**

Afzinkningsbestandig messing er traditionelt det mest almindeligt anvendte materiale til ventiler til brugsvand i Danmark. I mange år har man kun set et mindre antal eksempler på korrosionsskader, men i de senere år er der sket en betydelig stigning i skader, der oftest skyldes spændingskorrosionsrevner, som er fremmet af interkrySTALLINSKE korrosionsangreb. Vi har især set skader på små afspærringsventiler, der har været installeret i områder, hvor vandet har et højt indhold af salte og dermed en høj ledningsevne. I praksis er det især Hovedstadsområdet og nogle kystnære byer, der har været udsat. Det er vores opfattelse, at den væsentligste årsag til det øgede antal skader er ændringen i materialevalg til vandrørene, idet man i dag oftest vælger korrosionsbestandige rør af plast eller rustfrit stål, frem for det mere uædle materiale varmforzinket stål, som tidligere var meget udbredt. Dette betyder, at messingventilerne ikke længere er beskyttet mod korrosion af et rør, der i praksis virker som offeranode, og dermed kan korrosionshastighederne blive betydelige; op til 0,2 mm om året. Dette resulterer ofte i revnedannelse efter 2-5 år.

Siden 2009 har vi derfor anbefalet, at man anvender alternative materialer som rødgodt eller rustfrit stål til de små ventiler, når man udfører brugsvandsinstallationer i risikoområderne. Såfremt messingventiler skal kunne holde, er det vores vurdering, at det kræver særlige tiltag, såsom korrosionsbeskyttelse ved overfladebehandling, eller muligvis

specielle legeringer med høj bestandighed, som følge af særlig kemisk sammensætning og/eller varmebehandling.

### **Overfladebehandling ved galvaniske belægninger**

Traditionelt overfladebehandles mange messingventiler ved elektrolytisk plettering med et lag glansnikkel, der i nogle tilfælde suppleres med et meget tyndt kromlag. Dette giver et æstetisk godt indtryk og yder en vis beskyttelse mod korrosion og slid på den udvendige side. På indersiden af ventilerne vil der som regel kun være lidt belægning nær åbningerne på ventilerne og ingen belægning længere inde, hvilket skyldes de anvendte galvaniske processer. Denne type belægninger giver derfor ingen eller meget ringe beskyttelse af de vandberørte flader, medmindre man gør noget særligt for at opnå indvendige belægninger med en vis tykkelse.

En alternativ galvanisk belægning er legeringsbelægningen tin-nikkel, som indeholder 65 vægt-% tin og 35 vægt-% nikkel (svarende til 50 atom-% af hvert grundstof). Denne sammensætning giver en unik én-faset amorf struktur, som man ikke kan opnå ved traditionelle fremstillingsmetoder, såsom støbning. Pettinarolis TEA-belægning er ifølge de fremsendte oplysninger af denne type. Belægningen udmærker sig ved at have en meget god korrosionsbestandighed i selv ret aggressive miljøer og en stor hårdhed, op til 700 Vickers. Til forskel fra traditionelle nikkelprocesser har tin-nikkel processen den egenskab, at man opnår en ret jævn materialefordeling og spredning og dermed også kan korrosionsbeskytte indvendige geometrier. Belægningen har således gennem årtier fundet anvendelse til korrosionsbeskyttelse af ventiler og andet procesudstyr i såvel fødevarerindustri som medicinalindustri og i olie-gas sektoren. Det er vores vurdering, at tin-nikkel-belægningen vil være passiv og have en meget høj korrosionsbestandighed i samtlige danske vandtyper. Udseendet af tin-nikkel-belægningen adskiller sig fra en almindelig glansnikkel-belægningen ved at være mat og have en overflade, der visuelt minder om børstet rustfrit stål.

### **Pettinaroli-produkter af messing med TEA-belægning**

Pettinaroli anvender TEA-belægninger på messingventiler og har gode erfaringer hermed. Til ventilhuset anvendes afzinkningsbestandig messing CW602N (CuZn36Pb2As) og til kuglen anvendes en almindelig messing CW617N (CuZn40Pb2) eller CW614N (CuZn39Pb3). Der er i øvrigt fremsendt dokumentation for den udførte varmebehandling for de enkelte legeringer. Varmebehandlingen udføres med henblik på at optimere

mikrostrukturen, og for at opnå den bedst mulige bestandighed mod afzinkning og spændingskorrosion.

Messingoverfladerne er beskyttet med TEA-belægning, og det er oplyst, at både udvendige og indvendige overflader opnår en lagtykkelse på 2-3  $\mu\text{m}$ . Hårdheden af belægningen er oplyst at være 400 Vickers, hvilket er noget lavere, end det normalt angives for tin-nikkel-belægnings.

Den fremsendte dokumentation indeholder testrapporter for korrosionstest, der bekræfter, at TEA-belægningen er effektivt beskyttende i selv ret korrosive miljøer. Blandt andet er der udført en neutral salttågetest i 248 timer uden tegn på korrosionsskader, hvilket indikerer, at belægningen har været poreæt og effektivt beskyttende på de testede emner.

For at undersøge den korrosionsbeskyttende effekt af TEA-belægningen, blev der tidligere i år udtaget 2 ventiler til metallografisk undersøgelse (se rapport 111-20896). Ventilerne havde siddet monteret i Hovedstadsområdet i ca. 5 år, og var monteret i en installation med rustfrie stålrør. I denne vandkvalitet betragter vi risikoen for korrosionsskader på små messingventiler som høj, og vi anbefaler derfor anvendelse af ventiler af rødgods eller rustfrit stål. Vores undersøgelse viste, at overfladerne generelt var uden korrosionsangreb, men at der var angreb med en dybde på henholdsvis 250  $\mu\text{m}$  og 75  $\mu\text{m}$  i de to ventiler på særlige positioner. Nogle steder var det tydeligt, at TEA-belægningen var skadet som følge af manglende afgratning af de rustfrie stålrør, der var monteret i ventilerne, mens der andre steder ikke var grund til at tro, at belægningen var mekanisk skadet. TEA-belægningen var meget tynd og knapt synlig ved lysoptisk mikroskopi, hvilket betyder, at den næppe var meget tykkere end 1  $\mu\text{m}$ . På baggrund af de udførte undersøgelser og en lineær fremskrivning af korrosionshastigheden vurderede vi tiden til gennemtæring af ventilerne til henholdsvis 30 og 100 år, men anførte, at der var risiko for tidligere spændingskorrosionsrevner, når restgodstykkelsen nåede et kritisk niveau.

Det er vores vurdering, at en belægningstykkelse på 2-3  $\mu\text{m}$  er absolut minimum, og vi ville anbefale, at man specificerede en højere lagtykkelse, gerne 5-8  $\mu\text{m}$ , for at sikre den korrosionsbeskyttende effekt. Det væsentlige er dog, at belægningen er poreæt og sammenhængende, og hvis det kan opnås med 2-3  $\mu\text{m}$  lagtykkelse, vil korrosionsbeskyttelsen være effektiv, også med den lave lagtykkelse. Resultaterne af de udførte metalafgivelsestests kunne dog tyde på, at belægningen ikke dækker alle indvendige arealer fuldstændig, da der måles afgivelse af små mængder bly samt noget

kobber og zink (se for eksempel NSF 61 testrapport). Disse grundstoffer indgår ikke i TEA-belægningen, men indgår i de anvendte messingtyper.

### **Konklusion**

På baggrund af de tidligere udførte undersøgelser, den fremsendte dokumentation og vores viden om korrosionsforhold i brugsvand, vurderer vi, at der er god mulighed for at opnå tilfredsstillende levetider for messingventiler med TEA-belægning i brugsvand. Dette gælder uanset, om der anvendes rør af rustfrit stål, plast, kobber eller varmforsinkt stål. En væsentlig forudsætning for at opnå en tilfredsstillende levetid er dog, at ventilerne har fået en effektiv korrosionsbeskyttelse, samt at de monteres håndværksmæssigt korrekt, således at mekaniske skader på belægningen undgås.

Det er væsentligt, at TEA-belægningen har en tilstrækkelig lagtykkelse, så den er 100 % dækkende og poretæt, idet messingens ellers vil have ubeskyttede arealer. Vi har ikke detaljeret viden om ædelheden af TEA-belægningen, men vi vil formode, at den i passiv tilstand er noget mere ædel end messing, hvorfor angreb på messing gennem porer og revner i belægningen vil være accelereret i forhold til messing uden belægning. Den fremsendte dokumentation for korrosionstest tyder på, at TEA-belægningen er tæt og beskyttende. For at opnå en større sikkerhed mod korrosion af den underliggende messing, vil vi dog anbefale, at lagtykkelsen øges noget, gerne til minimum 5 µm.

En korrekt håndværksmæssig udførelse er meget vigtig for at undgå at skade belægningen. Det betyder, at afgratning af rørender til indstikning i ventilen bliver endnu vigtigere end normalt. Hvis belægningen ridser ned til grundmaterialet, kan den underliggende messing efterfølgende skades af korrosion. Risikoen for gennemgående ridser kan mindskes ved at øge lagtykkelsen.

Endelig er det væsentligt, at samlinger ikke udsættes for højere mekaniske spændinger end nødvendigt for at opnå tæthed. For presfittingsamlinger betyder det, at leverandørens krav til værktøj og presstryk skal overholdes. For gevindsamlinger er det vanskeligere at kontrollere tilspændingen, men samlingerne bør ikke spændes mere end nødvendigt for at opnå tæthed. I praksis har vi set langt flere skader som følge af spændingskorrosion i gevindsamlinger end i presfittingsamlinger. Dette kunne tyde på, at risikoen for denne type skader er mindre for presfittingsamlinger end for gevindsamlinger.

Samlet set vurderer vi, at messingventiler med TEA-belægning vil kunne anvendes i samtlige danske vandtyper, såfremt de ovenstående betingelser overholdes.



## FORCE Technology - Almindelige betingelser

### 1. Aftale om løsning af opgaver

Før arbejdet påbegyndes, skal der være truffet skriftlig aftale vedrørende opgavens art og omfang, tidsplan og økonomi.

### 2. Ejendomsret og ophavsret

2.1. FORCE Technology's rapporter må kun offentliggøres i deres helhed og med kildeangivelse. Anvendelse af uddrag og i citatform må kun ske efter skriftlig aftale herom.

2.2. Rekvirenten må respektere FORCE Technology's forpligtelser i henhold til lov om arbejdstagers opfindelser.

### 3. Manglende opfyldelse af aftale

FORCE Technology kan ikke gøres ansvarlig for ikke at opfylde aftaler, helt eller delvist, såfremt dette skyldes begivenheder uden for FORCE Technology's indflydelse.

### 4. Garanti

4.1. FORCE Technology påtager sig at udbedre fejl, der skyldes mangel ved design, materiale eller udført arbejde.

4.2. Denne garanti begrænses til fejl, som opstår eller bliver afsjoret inden 12 måneder fra leveringstidspunktet.

4.3. I tilfælde af brug af specielle komponenter vil garantiperioden for disse komponenter være den samme, som FORCE Technology er i stand til at opnå hos sine leverandører.

4.4. I tilfælde af reklamation skal kunden uden ophold tilskrive FORCE Technology om opstået fejl. Ved modtagelsen af en reklamation kan FORCE Technology, hvis fejlen er omfattet af disse bestemmelser, vælge

- at reparere den fejlbæftede del eller udstyr på stedet, eller
- at få den fejlbæftede del eller udstyr returneret til FORCE Technology for reparation, eller
- at udskifte den fejlbæftede del eller udstyr, således at kunden selv kan udføre den nødvendige reparation for FORCE Technology's regning.

4.5. I det tilfælde, hvor FORCE Technology har modtaget en fejlbæftede del eller udstyr til erstatning eller reparation, skal kunden afholde transportomkostninger samt bære risikoen ved transport.

4.6. Fejlbæftede dele eller udstyr, som er erstattet ifølge disse bestemmelser, skal stilles til FORCE Technology's disposition.

4.7. FORCE Technology's ansvar er begrænset til fejl, som opstår under forsvarlig benyttelse. FORCE Technology hæfter ikke for fejl som følge af forkert installation og vedligeholdelse samt reparation udført af andre end FORCE Technology's personale eller agent, eller ændringer udført uden FORCE Technology's skriftlige godkendelse. FORCE Technology hæfter ikke for fejl, der skyldes normalt slid.

4.8. Garantiperioden for reservedele og tilbehør er den samme som for den udskiftede del.

### 5. Ansvar

5.1. FORCE Technology er ikke erstatningsansvarlig for tab eller skade, medmindre det kan dokumenteres, at tabet eller skaden er opstået på grund af fejl eller forsømmelse begået af FORCE Technology i forbindelse med produktion eller udførelsen af en rekvireret opgave.

5.2. FORCE Technology hæfter ikke for driftstab, tidstab, avancetab eller lignende indirekte tab.

5.3. FORCE Technology løser rekvirerede opgaver og fremkommer med udtalelser og vejledninger på grundlag af den viden og teknik, FORCE Technology råder over. FORCE Technology påtager sig ikke erstatningsansvar, medmindre det kan bevises, at denne viden eller teknik var mangelfuld på tidspunktet for opgavens løsning.

5.4. FORCE Technology fralægger sig erstatningsansvar for skader, som måtte indtræffe i forbindelse med en anvendelse af afgivne data og prøvningsresultater, som ligger uden for den opgave og uden for det formål, i forbindelse med hvilke FORCE Technology's udtalelse er afgivet.

5.5. FORCE Technology fralægger sig erstatningsansvar for fejl i forbindelse med udtalelser, for hvilke det er anført, at disse hviler på en skønsmæssig vurdering.

5.6. Ved udøvelse af kontrol og prøvning hæfter FORCE Technology kun for skader, som måtte opstå ved, at FORCE Technology ikke rettidigt har gjort rekvirenten opmærksom på tilstedeværende mangler.

5.7. FORCE Technology har intet erstatningsansvar for indtrufne skader, såfremt en skade skyldes en egenskab ved et produkt eller en anvendelse af et produkt, som enten ikke er afprøvet eller undersøgt og beskrevet i prøvnings- eller undersøgelsesrapporten, eller som afviger fra FORCE Technology's beskrivelse i prøvnings- eller undersøgelsesrapporten af produktens egenskaber eller af en mulig produktanvendelse.

5.8. FORCE Technology har intet erstatningsansvar for indtrufne skader, såfremt et skadevoldende produkt ikke konkret har været afprøvet af FORCE Technology, medmindre rekvirenten godtgør, at det skadevoldende produkt er identisk med et af FORCE Technology's konkret afprøvet og kontrolleret produkt.

5.9. Hvis andre end rekvirenten rejser krav om erstatning mod FORCE Technology begrundet i forhold, der ligger ud over det erstatningsansvar, som FORCE Technology i henhold til punkt 5.1. - 5.8. har påtaget sig, er rekvirenten pligtig til at overtage søgens førelse og skadeskøholde FORCE Technology for alle omkostninger, herunder søgsmåkostninger og erstatningsbeløb.

### 6. Tvister

Såfremt der opstår tvist mellem rekvirenten og FORCE Technology i forbindelse med udførelsen af en opgave eller fortolkning af aftalen, skal tvisten, såfremt den ikke kan løses ved forhandling mellem parterne, afgøres af Det Danske Voldgiftsinstitut på grundlag af dansk ret.

## FORCE Technology - General Conditions

### 1. Agreement

Prior to commencing work, agreement on type and scope as well as timetable and economy shall be made in writing.

### 2. Ownership and copyright

2.1. Reports made by FORCE Technology shall only be published in full and with source reference. Extracts shall only be quoted upon prior permission in writing.

2.2. The client shall observe FORCE Technology's obligations in accordance with the Danish employees' inventions act.

### 3. Non-fulfilment of agreement

FORCE Technology shall neither in whole nor in part be liable for any non-fulfilled agreements owing to events beyond the influence of FORCE Technology.

### 4. Warranty

4.1. Subject as hereinafter set out, FORCE Technology shall undertake to remedy any defects resulting from faulty design, materials or workmanship.

4.2. This liability is limited to defects which occur or are discovered within twelve (12) months from the time of delivery.

4.3. In respect of special components the warranty period will be the same as the warranty period which FORCE Technology is able to obtain from their suppliers.

4.4. In the event that the client wishes to submit a claim under the warranty he shall without delay notify FORCE Technology in writing of any defect that has arisen. On receipt of such notification FORCE Technology shall if the defect is one that is covered by this clause at their option:

- repair the defective Goods or parts in situ; or
- have the defective Goods or parts returned for repair; or
- replace the defective Goods or parts in order to enable the client to carry out the necessary repairs at the expense of FORCE Technology.

4.5. In the event that FORCE Technology has received defective Goods for replacement or repair, the client shall bear the costs of transport and risk of damage.

4.6. Defective Goods or parts replaced in accordance with these provisions shall be made available to FORCE Technology.

4.7. The liability of FORCE Technology shall apply only to defects that occur under proper use. In particular it does not cover defects arising from faulty installation and maintenance or repairs carried out by individuals other than FORCE Technology's personnel or their agent, or alterations carried out without the consent in writing by FORCE Technology; nor does it cover normal wear and tear.

4.8. The warranty period in respect to spare parts and accessories shall operate in the same manner as the warranty period for the replaced part itself.

### 5. Liability

5.1. FORCE Technology shall only be liable for loss or damage if it is proved that the loss or damage is due to errors or negligence of FORCE Technology in connection with production or performance of a task.

5.2. FORCE Technology shall not be liable for any consequential loss, such as but not limited to loss of time or loss of profits.

5.3. Tasks are solved and opinions and guidance are given by FORCE Technology on the basis of the knowledge and technology available to FORCE Technology. FORCE Technology shall only be liable if it is proved that this knowledge or technology were faulty at the time of the completion of the task.

5.4. FORCE Technology shall not accept liability for loss or damage that may occur in connection with the client's use of provided data or test results which lies outside the scope of the task and purpose in connection with which FORCE Technology's opinion has been given.

5.5. FORCE Technology shall not accept liability for errors in connection with opinions given regarding which it has been stated that they are based on an estimate.

5.6. When performing verification and testing, FORCE Technology shall only be liable for damage which might occur owing to FORCE Technology's failure to notify the client, in time, of existing defects.

5.7. FORCE Technology shall not be liable for damage occurring if such damage is due to a property of a product or an application of a product which has either not been tested or examined and described in the testing or examination report, or which differs from FORCE Technology's description in the testing or examination report of the property of the product or of a possible application of the product.

5.8. FORCE Technology shall not accept liability for damage occurred if a product causing damage has not actually been tested by FORCE Technology, unless the client proves that the product is identical with a product actually tested and verified by FORCE Technology.

5.9. If a third party claims damages from FORCE Technology on grounds which lie beyond the liability to pay damages undertaken by FORCE Technology in accordance with clauses 5.1 to 5.8, the client shall be under an obligation to take over the conducting of the case and indemnify and hold harmless FORCE Technology for all costs and damages.

### 6. Disputes

Any dispute between the client and FORCE Technology arising out of or in connection with the performance of a task or the interpretation of the agreement shall if such dispute cannot be solved through negotiation between the parties be settled by Copenhagen Arbitration in accordance with Danish law.

2007.07

## Den Danske Akkrediterings- og Metrologifond (DANAK)

DANAK akkrediterede ydelser leveres i henhold til Erhvervsfremme Styrelsens Bekendtgørelse om akkreditering af laboratorier til teknisk prøvning m.v., henholdsvis Sikkerhedsstyrelsens Bekendtgørelse om akkreditering af virksomheder til certificering af personer, produkter og systemer, samt til inspektion. De respektive standarder i DS/EN 45000 serien og EN ISO/IEC 17000 serien samt relevante ISO/IEC Guider er en del af akkrediterings-vilkårene. DANAK specifikke krav til kalibreringscertifikaters indhold medfører bl.a. en bedømmelse af laboratoriets måleevne og dets sporbarhed til nationale normaler.

## The Danish Accreditation and Metrology Fund (DANAK)

All DANAK accredited services are supplied in accordance with the National Agency of Industry and Trade's statutory Accreditation of laboratories for technical testing etc. respectively The Technical Safety Council's statutory of Accreditation of organisations for certification of personnel, products and systems, and for inspection. The respective standards in the DS/EN 45000 series, the EN ISO/IEC 17000 series and the relevant ISO/IEC Guides are part of the conditions for accreditation. The DANAK specific demands to the content of calibration certificates imply an assessment of the measurement capability of the laboratory and its traceability to recognised national standards.