

Undgå fejl og skader i installationerne

Korrosionsskader i vandinstallationer

Vandskadedag 10. marts 2016

Frank Fontenay FORCE Technology

Undgå fejl og skader i installationerne

- Forenklede råd
- Korrosion og vandkvalitet
- Nye materialer nye skader
 - Korrosion af messingfittings
 - Presfittings og rør af rustfrit stål
 - materialevalg v. renovering
- Forenklede råd - repetition
- Mekaniske samlinger. Et kig ind i installationen



Forenklede råd

- Rørmaterialer

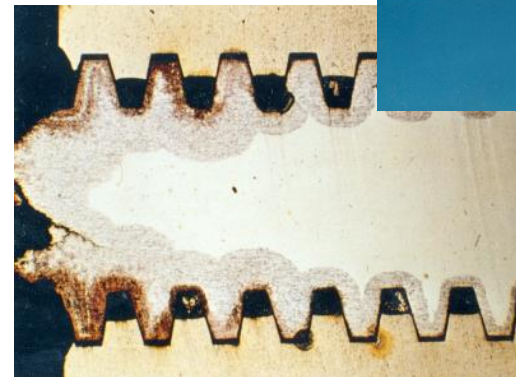
- Rustfrie stålrør (EN 1.4404, tilsvarende eller bedre) samlet med godkendte presfittings af rustfrit stål eller rødgoods.
- Godkendte plastrør.

- Ventiler og fittings

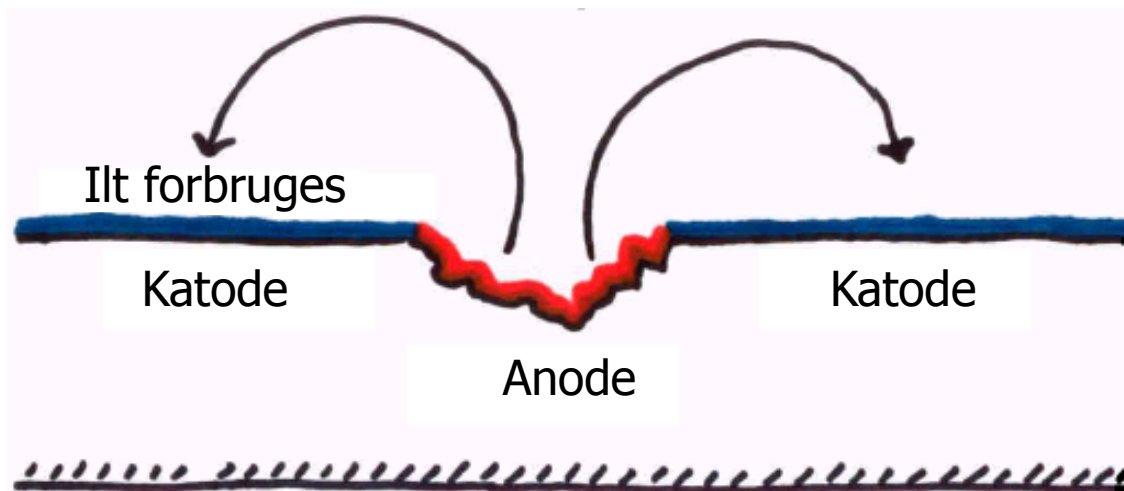
- Dimensioner op til 1" udføres i rustfrit stål, rødgoods eller plast. Fra 40 mm og op ser vi sjældent skader.
- Samlinger forlægges så utætheder kan konstateres og repareres og så vandskader bliver mindst mulige.

Hvad er korrosion?

Kemisk/fysisk nedbrydning af materialer



Metal + Vand + Ilt → Korrosion



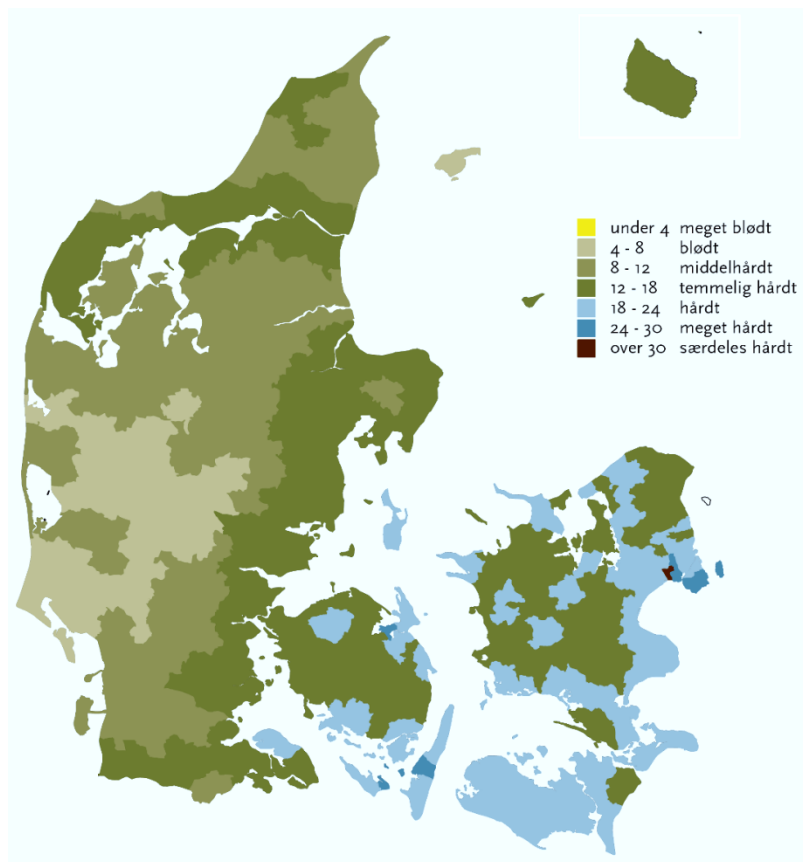
Ved anode : Metal opløses



Ved katode: Ilt forbruges



Vandet har stor betydning for korrosion



Der er stor forskel på vand

”Dansk”-vand er grundvand

Østdanmark hårdt vand med højt saltindhold.

Vestdanmark har mindre hårdt vand med lavere saltindhold.

Rør

- Varmforzinket stål
- Kobber
- Rustfrit stål
- Plast
 - PEX
 - Komposit

Fittings, ventiler m.v.

- Kobberlegeringer
 - Messing
 - Rødgods
- Rustfrit stål
- Plast
- Varmforzinket stål

Varmforzinkede stålrør uegnet iflg. DS439

Tabel V 3.4.1 b – Vandkvalitet, som giver særlige korrosionsproblemer

vandkvalitet ¹⁾	begrænsninger i anvendelse
pH < 7 alkalinitet (HCO ₃ ⁻) < 100 mg/l Ca ²⁺ < 20 mg/l ²⁾	varmforzinket stål bør ikke anvendes
alkalinitet (HCO ₃ ⁻) > 300 mg/l	varmforzinket stål bør ikke anvendes ←
aggressiv carbondioxid > 2 mg/l	varmforzinket stål bør ikke anvendes
$\frac{Cl^- + 2SO_4^{2-}}{HCO_3^-} > 1$ målt i mmol/l	varmforzinket stål bør ikke anvendes

Uddrag af vandnorm, DS439:2009



Varmforzinkede stålrør uegnet iflg. DS439

I installationer med lavt og/eller meget periodisk vandforbrug er materialet uegnet pga. forøget risiko for grubetæring. Dette gælder uanset vandkvaliteten.

Uddrag af vandnorm, DS439:2009



Varmforzinkede stålrør

- Uacceptabelt mange skader i de hårde saltholdige vandkvaliteter ($\text{HCO}_3^- > 300 \text{ mg/l}$) og ved lavt vandforbrug.
- For høj metalafgivelse i hårdt vand.

Kobberrør

- Afgiver for meget kobber i hårdt vand ($\text{HCO}_3^- > 240 \text{ mg/l}$)

Kobberrør og varmforsinkede stålrør kan ikke opnå dråbegodkendelse (GVD-mærke) - ikke egnede til nye installationer!

Hvad er rustfrit stål?

- Fællesbetegnelse for mange legeringer af jern med hovedsageligt nikkel og krom (>12 % krom)
- Kan korrodere hurtigt ved forkert brug

AISI 304/EN1.4301

Nikkel	8-10,5 %
Krom	17,5-19,5 %
Silicium	<1 %
Mangan	<2 %
Kulstof	<0,07 %

AISI 316L/EN 1.4404

Nikkel	10-13 %
Krom	16,5-18,5 %
Silicium	<1 %
Mangan	<2 %
Kulstof	<0,03 %
Molybdæn	2-3 %

Korrosionsmiljø

Miljøet opløser passivlaget



Korrosionsbestandighed er indbygget i materialet i form af nikkel og krom.
Bestandigheden er baseret på et tyndt, tæt oxidlag (krom- og molybdænoxider)

Rustfrit stål er et vidt begreb!



Rustfrit stål er et vidt begreb!



Rustfrit stål er et vidt begreb!



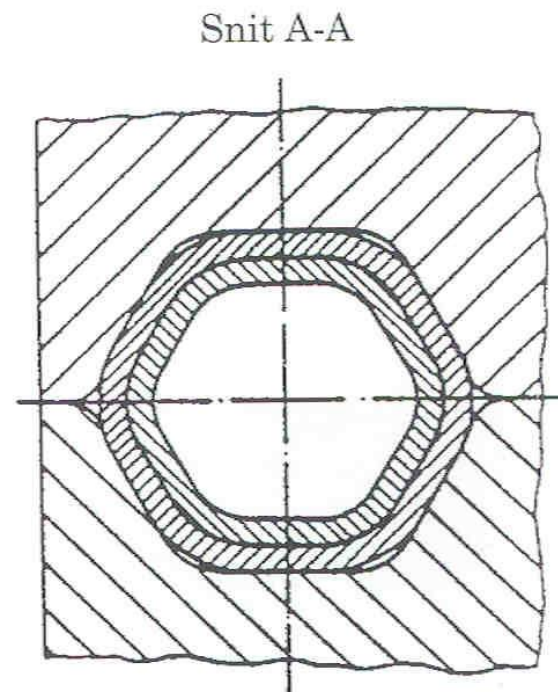
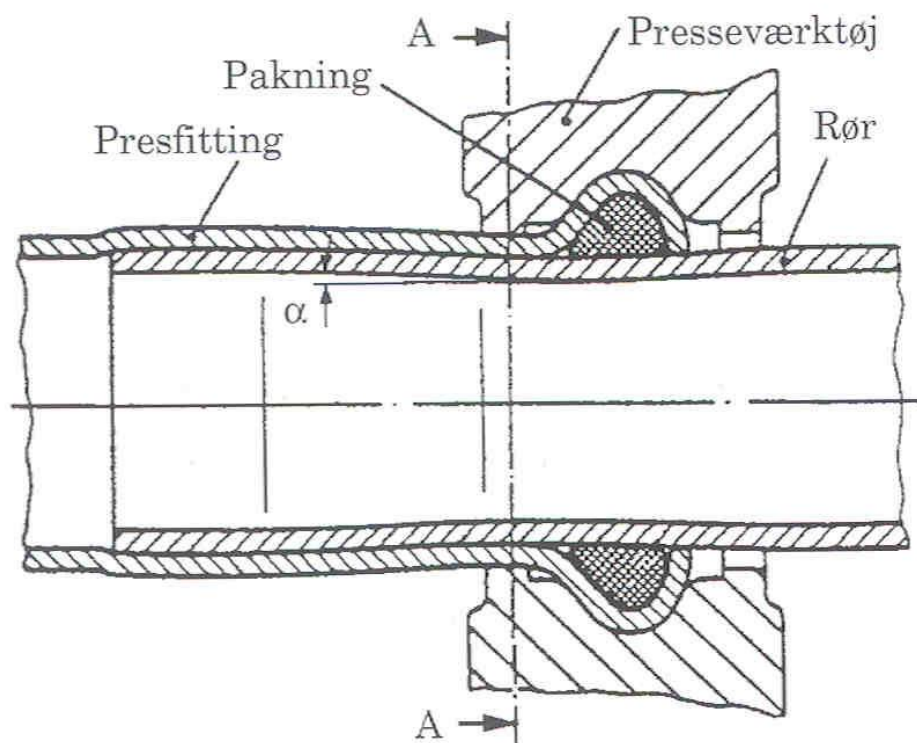
AISI 201 (15% Cr, 5% Ni, 5% Mn, 0,18% C) er ikke egnet til (brugs-)vand!

Rustfrit stål til fittings og ventiler i brugsvand minimum svarende til EN 1.4404 (syrefast).

Produktet var VA-godkendt, men skader opstod efter ca. 1 år.

Dråbegodkendelsen ingen garanti for korrosionsbestandighed (EN 1.4000-EN 1.4999 godkendes).

Samling med presfitting



Rustfri stålør og fittings (EN 1.4404/AISI 316L) har været godkendt og anvendt i DK i 25 år

- Presfittings af rustfrit stål eller rødgods
- Lette at samle og ingen metalafgivelse (lidt fra rødgodsittings).
- Nogle tilfælde af spaltekorrosion
- Normalt ingen stor vandudsivning (repassivering)
- De fleste tilfælde er set ved længere henstand og lunkent vand

- Hovedsageligt på koblingsledninger
 - Stilstand og kritisk temperatur
- Støbte fittings kan være mere følsomme



Spaltekorrosion, rør samlet med presfitting, EN 1.4404, Brugsvand

Årsager til spaltekorrosion

- Spalter, hvor særligt miljø kan udvikles (lavt iltindhold, lav pH, sulfid)
- Forhøjet korrosionspotential
 - Biofilm, vækst af mikroorganismer (specielt koldt vand og varmt vand uden cirkulation)
- (Højt kloridindhold)



- Nikkelfrie stål har ferritisk struktur (magnetisk)
- Høj korrosionsbestandighed og lav metalafgivelse som 1.4404
- Korroderer hurtigere, hvis korrosion først er initieret

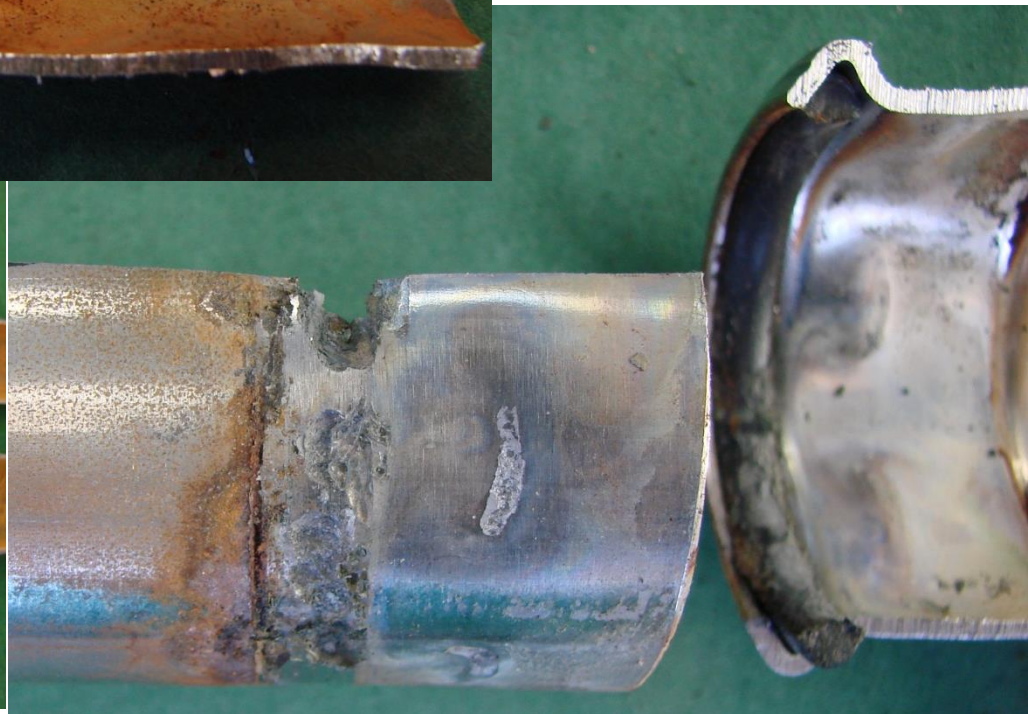
EN 1.4521

Titan	0,15-0,8 %
Krom	17-20 %
Silicium	<1 %
Mangan	<1 %
Kulstof	<0,025 %
Molybdæn	1,8-2,5

AISI 316L/EN 1.4404

Nikkel	10-13 %
Krom	16,5-18,5 %
Silicium	<1 %
Mangan	<2 %
Kulstof	<0,03 %
Molybdæn	2-3 %

Korrosion af nikkelfri (ferritiske) rustfri stålør



Typiske skader på nikkelfri rør



Installations alder: 0.5-1 år

Korrosionsform: Spaltekorrosion af rør, koldt og varmt vand

Indikationer: Udsivning og misfarvet vand efter stagnation

Risikofaktorer: Stagnation og lunkent vand i nogle tilfælde

Vandkvalitet:

Klorid:	50-150 mg/liter
Ledningsevne:	70-130 mS/m
Hårdhed:	18-25 °dH

Spaltekorrosion, eksempler



Korrosion på rør efter 6 måneders drift

Spaltekorrosion, eksempler



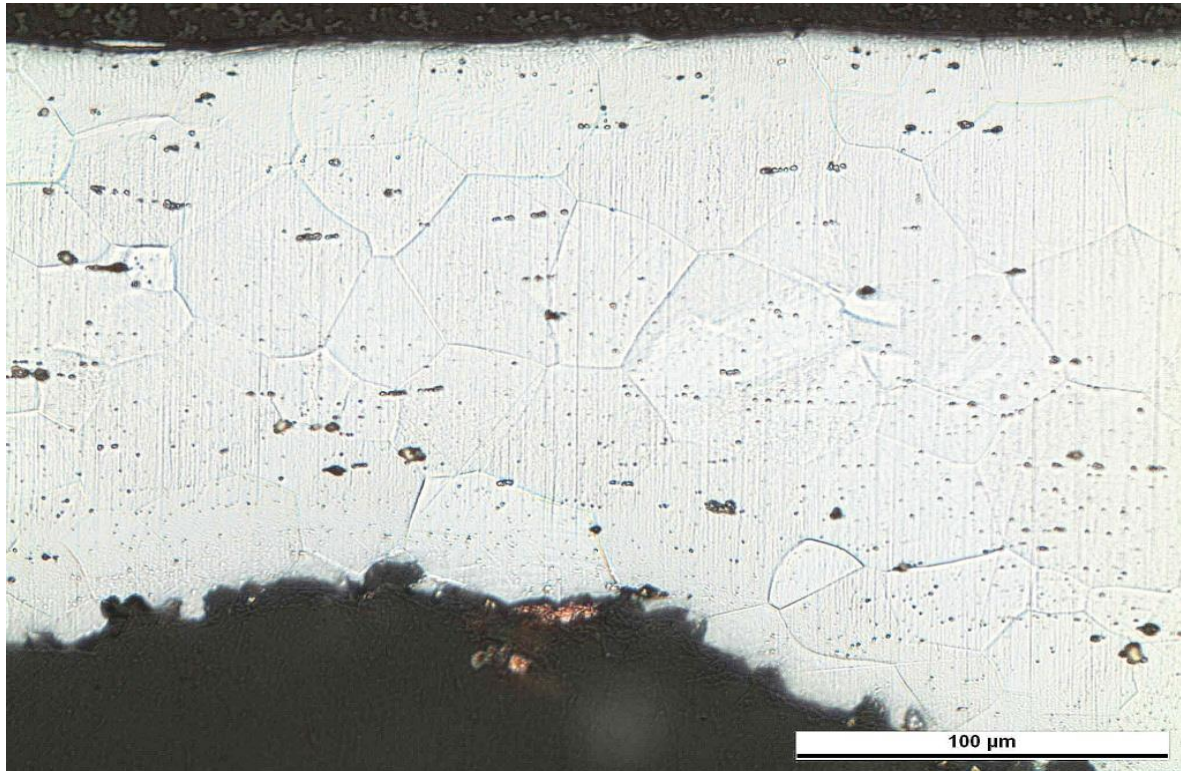
Dybt angreb på rørets yderside

Spaltekorrosion, eksempler



Tværsnit af rør. Angrebet har givet gennemtæring.

Spaltekorrosion, eksempler



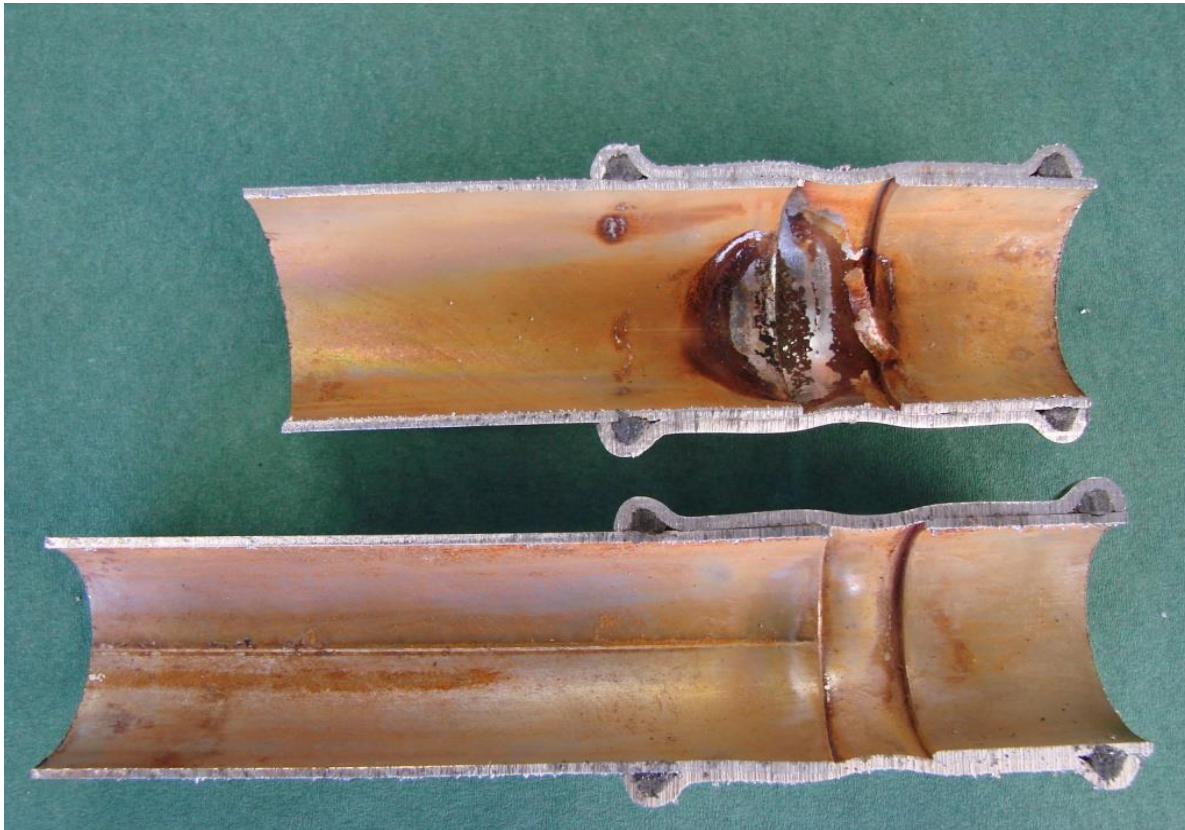
Metallografisk slib af rør med korrosion. Mikrostrukturen er ferritisk med lyse Ti/Nb-karbider.

Spaltekorrosion, eksempler



Rustdannelse på rør efter 6 måneder.

Spaltekorrosion, eksempler



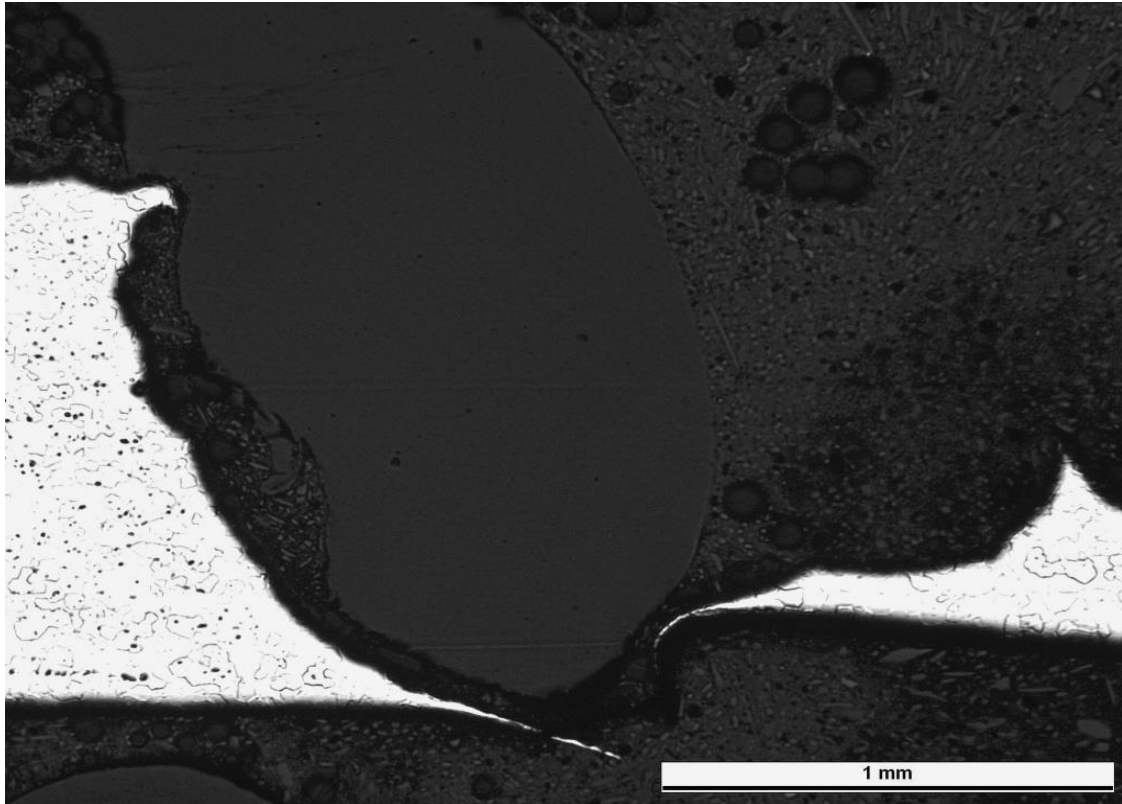
Rust indvendigt på rør og fittings

Spaltekorrosion, eksempler



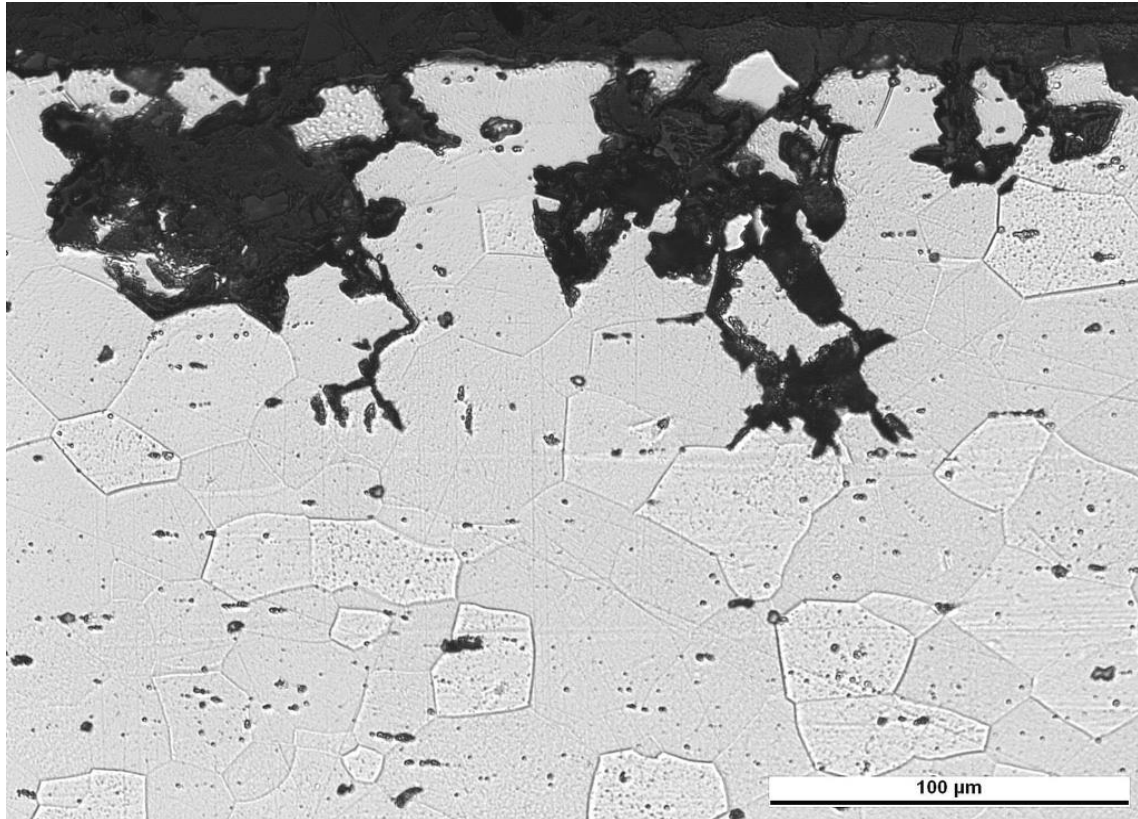
Dybt angreb på ydersiden af rør

Spaltekorrosion, eksempler



Metallografisk slib af rør. Angrebet har givet gennemtæring.

Spaltekorrosion, eksempler



Metallografisk slib af rør. Skarpkantede korrosionsangreb. Mikrostrukturen er ferritisk som forventet.

Overblik over sager med nikkelfri rør



- Højere antal sager
- Opstår indenfor det første år
- Ingen fejl fundet i produktion eller installation
- Korrekt sammensætning og mikrostruktur efter EN 1.4521
- Samme produkt i hovedparten af sagerne (anslået 80-90 %)
- Ringe overfladefinish har i nogle tilfælde bidraget

- Rustdannelser og vandudsivning
- Korrosion fortsætter til gennemtæring
- Kun rørene bliver angrebet

- Typisk i de større byer
- Både erhvervs- og boligbyggeri
- Forskellige vandtyper, ingen særlige træk ved vandkvaliteten

Hvad kan man gøre?



- Vandkvaliteten ligger fast (vi har ikke indflydelse)
- Biofilm vil forekomme i de fleste rør når vandet ikke er kloreret
- Driftsforholdene kan forbedres (undgå stillestående og lunkent vand)
- Følg producentens anvisninger (værktøj, håndtering, renhed)

- Risikoen for initiering af spaltekorrosion er sammenlignelig for EN 1.4521 og EN 1.4404
- Korrosionshastigheden er højere for EN 1.4521 (nikkelfri) end for EN 1.4404 og der er mindre sandsynlighed for repassivering (bimetallisk korrosion pga. fittings)

- EN 1.4404 er det sikreste valg (mange års erfaring)
- Alternativt kan EN 1.4521 (nikkelfri) samles med rødgoods-fittings

Plastrør



- Kemisk reaktion ved aktive pladser i polymerkæden
- Kvældning
- Opløsning
- Spændingskorrosion

IKKE I BRUGSVAND

- Vi ser mekaniske skader
- Afgivelse af stoffer til vandet kontrolleret for VA-godkendte rør

Undersøgelse af PEX-rør til drikkevandsbrug, Miljøprojekt Nr. 1167 2007. Nye rør og rør i eksisterende installationer.

Miljøstyrelsens vurdering:

- **Lidt afsmitning fra nye rør. Aftager hurtigt.**
- **Let forøget bakterievækst**
- **Ingen sundhedsmæssig risiko ved at drikke vand i løbet af hele livet**



Korrosion i messingventiler kan koste dyrt

ADVARSEL. Messingventiler i nye plast- eller rustfri vandrørsinstallationer har vist sig at korrodere efter bare nogle få år. Problemet er værst i hovedstadsområdet, men kan føre til erstatningssager over hele landet, advarer rådgivende ingeniører

Almindeligt anvendte messinger:

- "Almindelig messing", MS 58 - CuZn40Pb2
- Afzinkningsbestandigt messing - CuZn36Pb2As

Andre anvendte kobberlegeringer:

- Rødgods (Gunmetal) - CuZn5Pb5Sn5

Cu	:	Kobber
Zn	:	Zink
Pb	:	Bly
As	:	Arsen
Sn	:	Tin

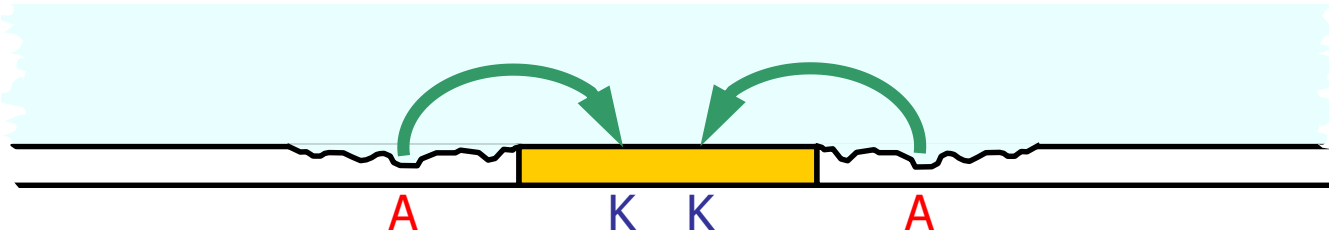
Den galvaniske spændingsrække

Målt i havvand ved 20°C

	<u>Metal</u>	<u>E (volt vs. SHE)</u>
Ædel ↑	Grafit	0,49
	Guld	0,42
	Titan	0,24
	Sølv, nikkel	0,19
	Rustfrit stål 18/8-passivt	0,09
	Kobber	0,02
	Tin	-0,26
	Rustfrit stål 18/8-aktivt	-0,29
	Stål (ulegeret), støbejern	-0,46
	Aluminium	-0,51
	Zink	-0,86
Uædel ↓	Magnesium	-1,36

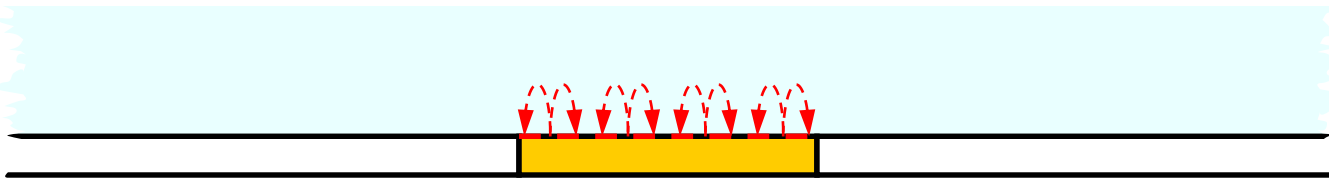
Bimetallisk korrosion

1.



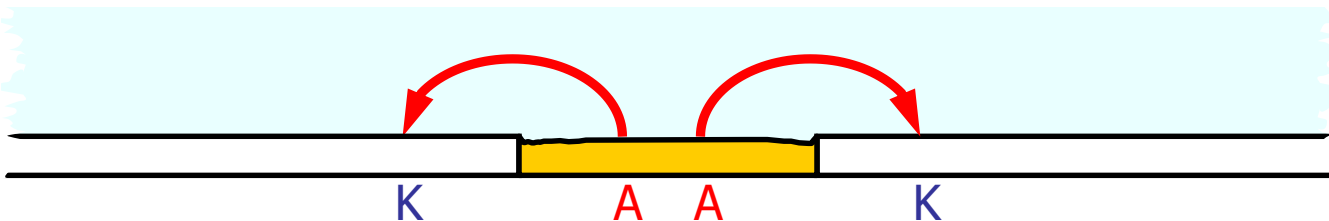
Varmforzinkede
stålrør

2.



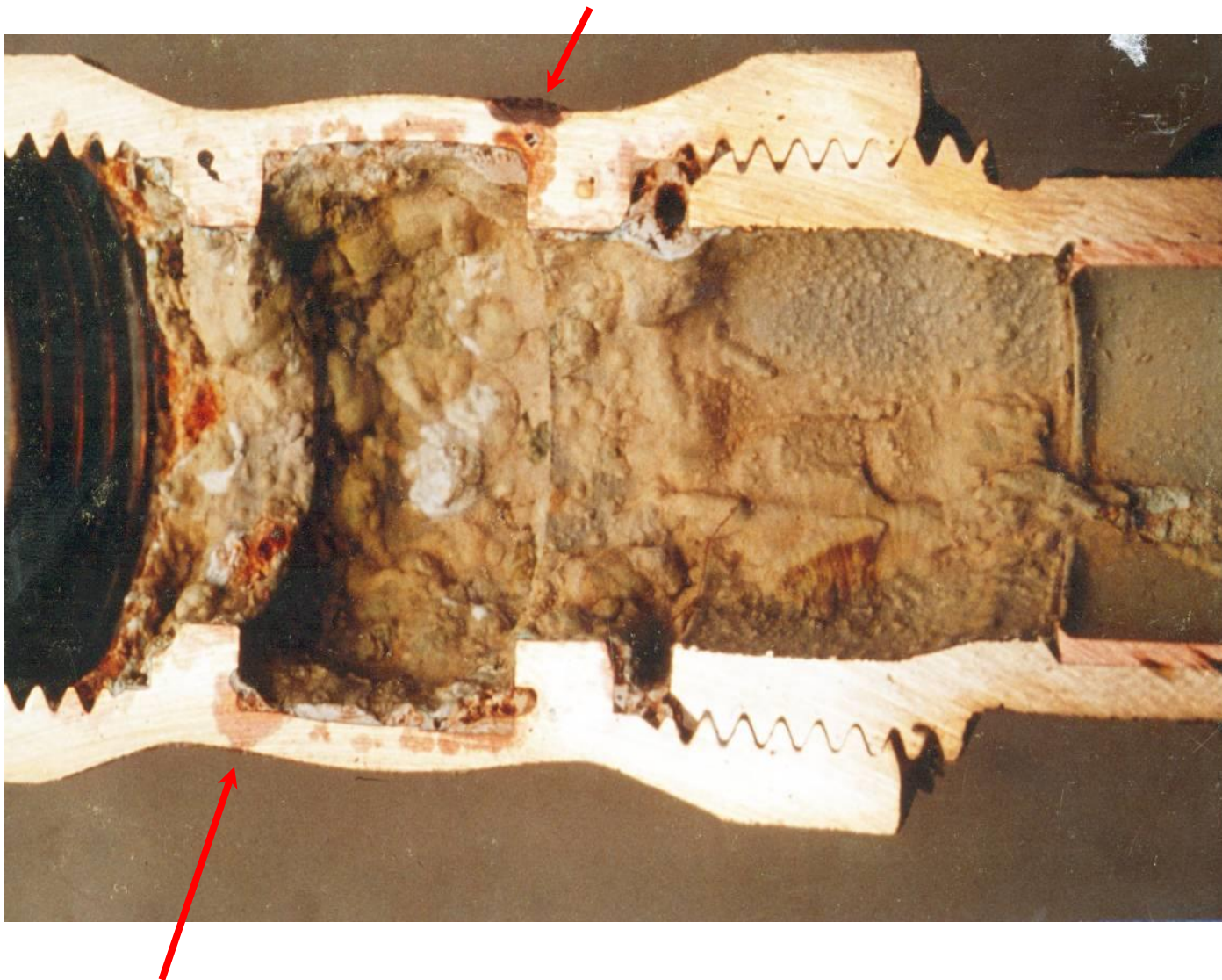
Plastrør

3.



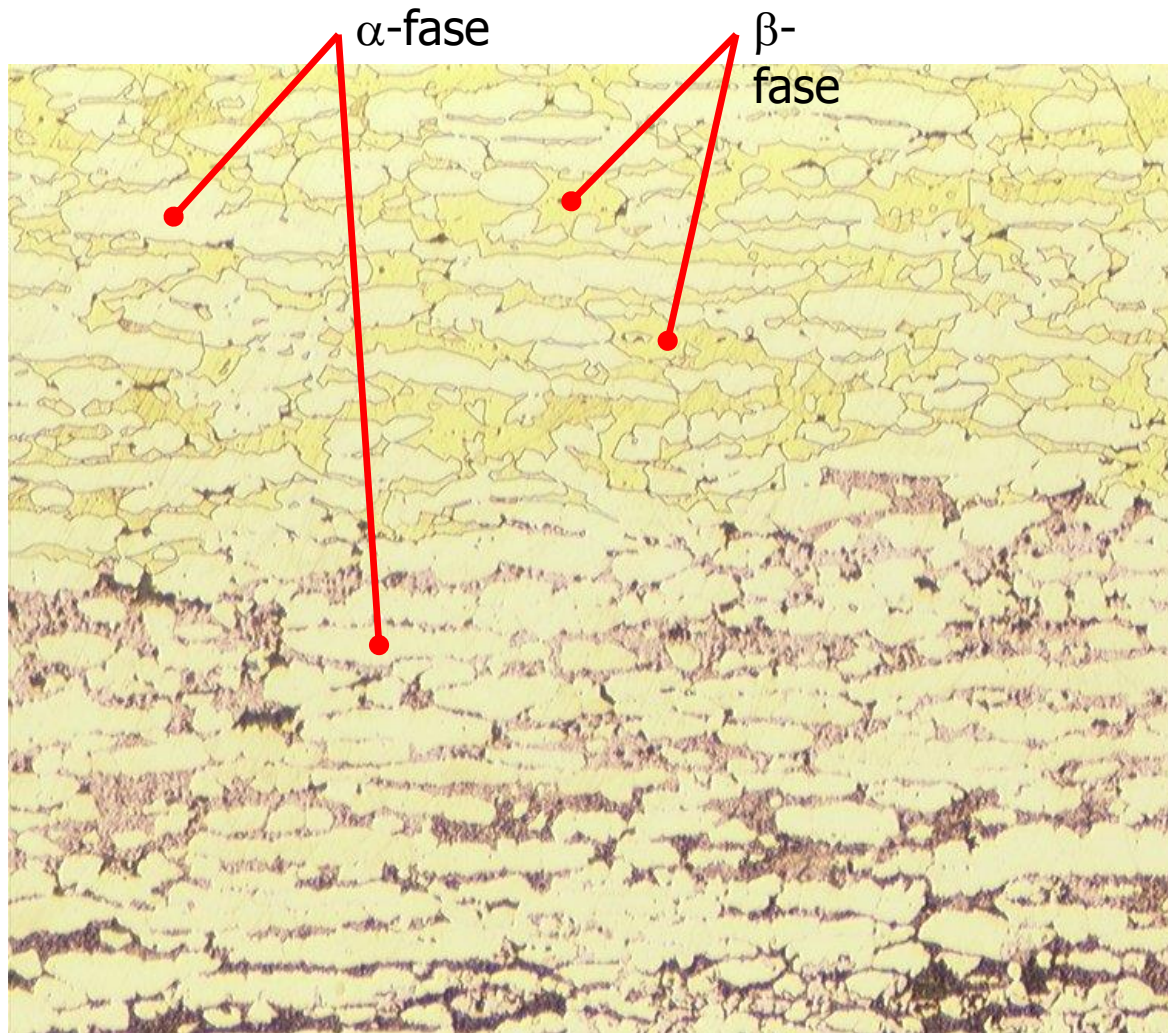
Rustfrit stålrør

Afzinkning af messing

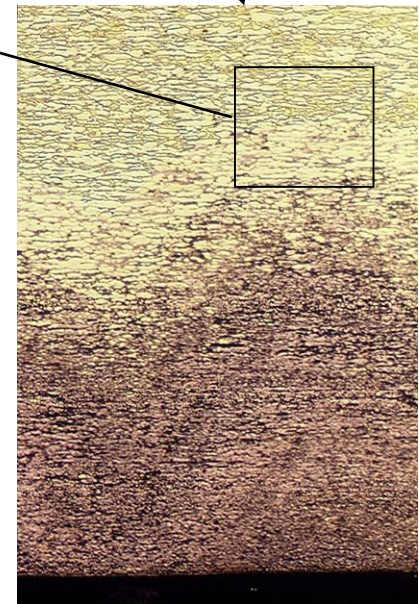
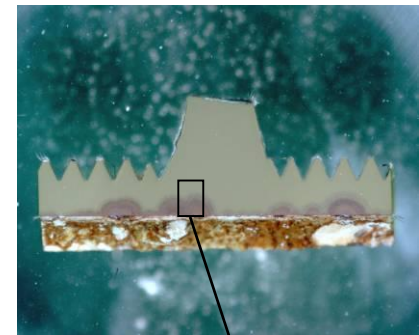


Messingfittings
i brugsvand

Afzinkning af $\alpha\beta$ -messing i brugsvand



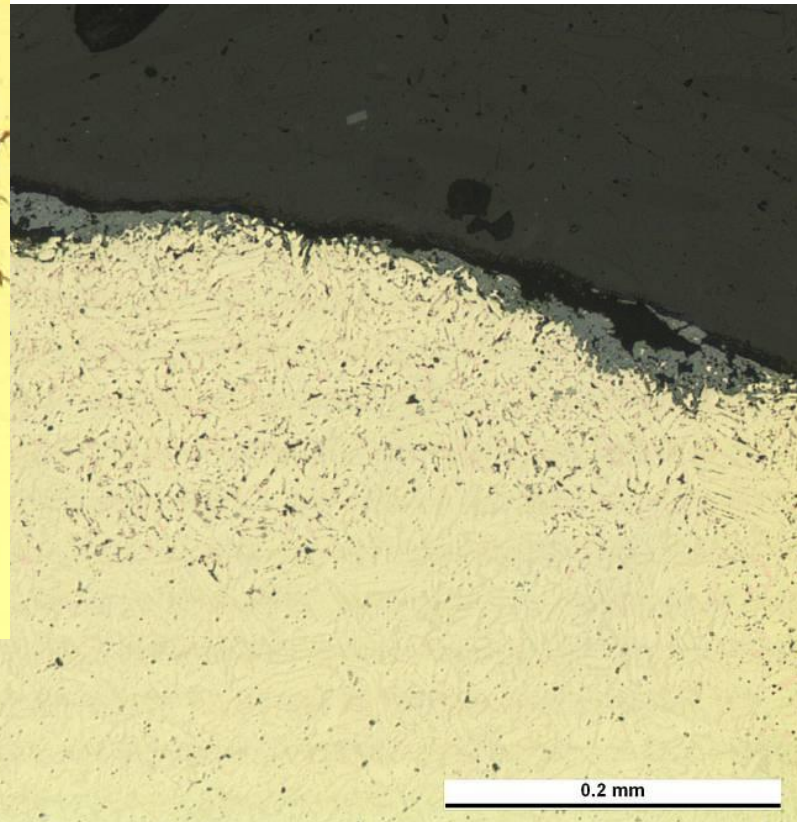
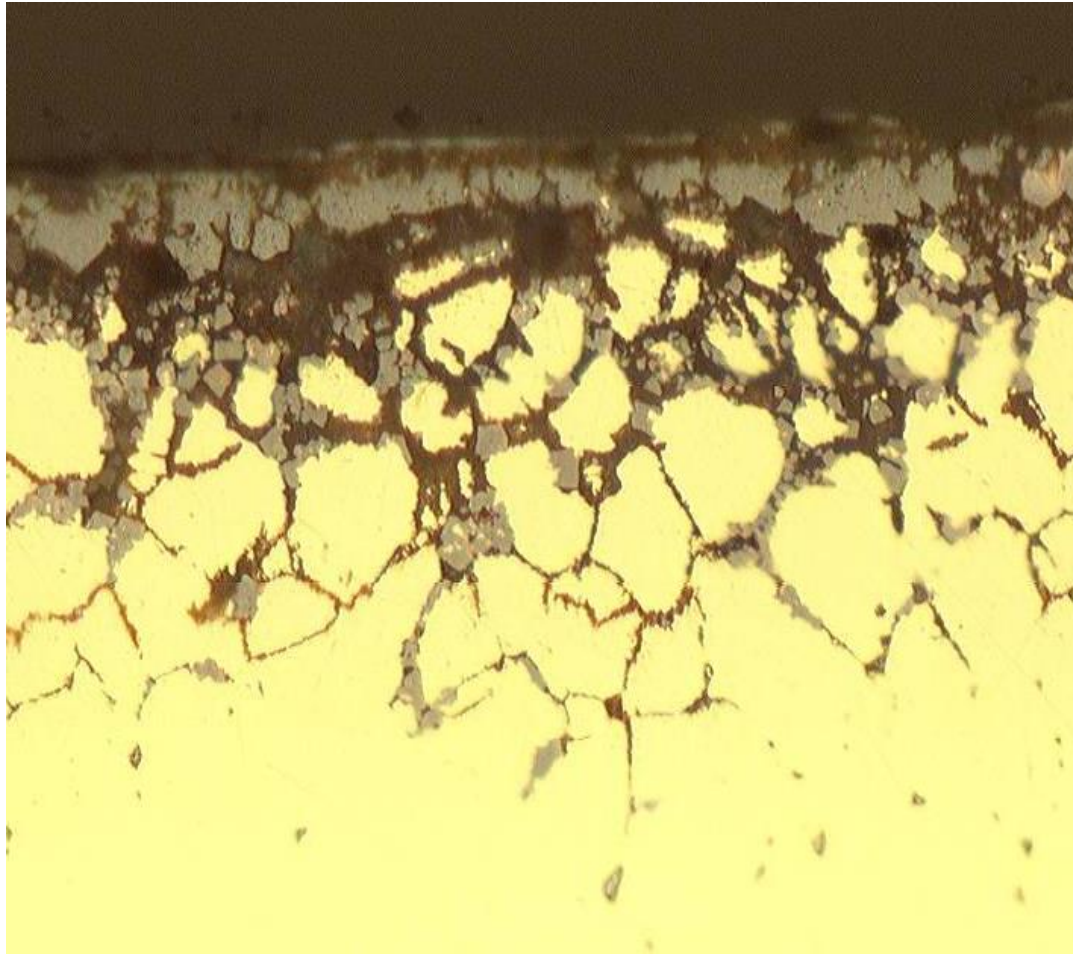
180x



47x

Interkrystallinsk korrosion af afzinkningsbestandig messing

0,1 - 0,2 mm
om året

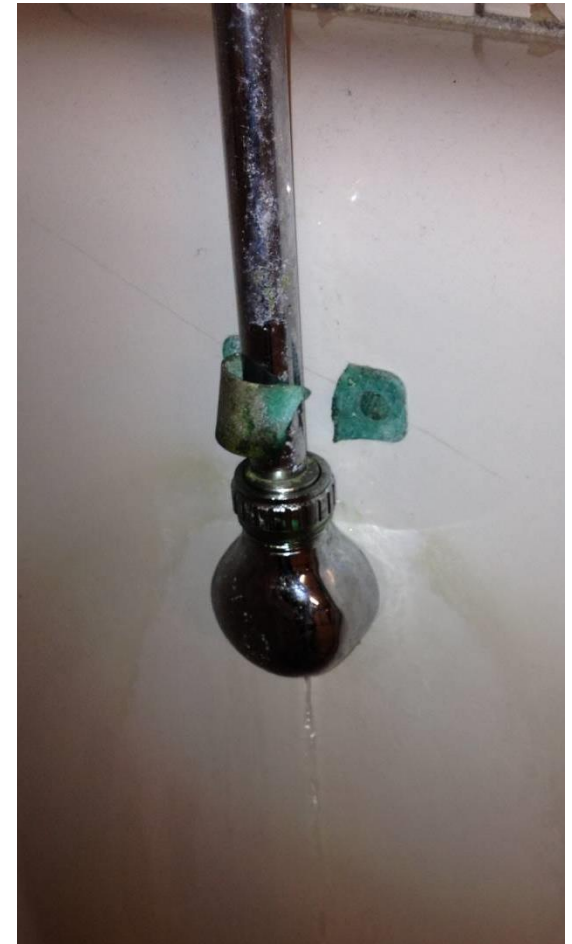


Årsagen er spændingskorrosion

Revneformede angreb

Forårsaget af:

**Trækspændinger og
Specifikt kemisk miljø**



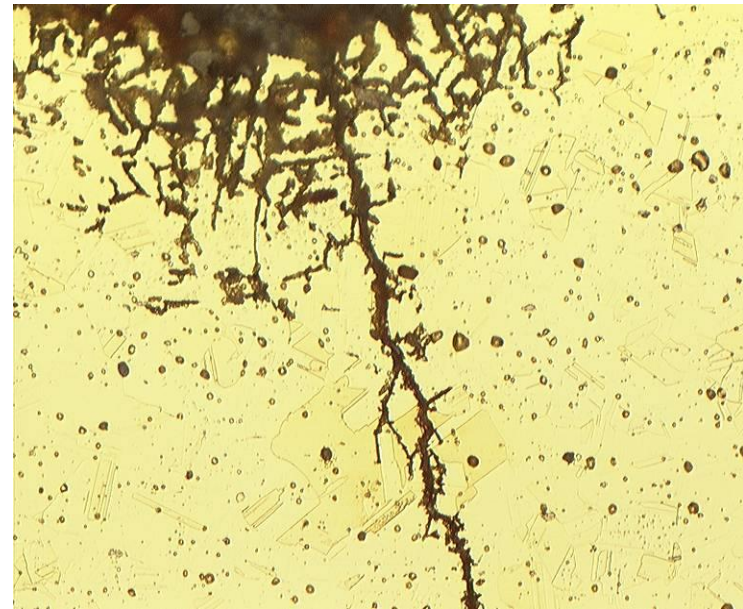
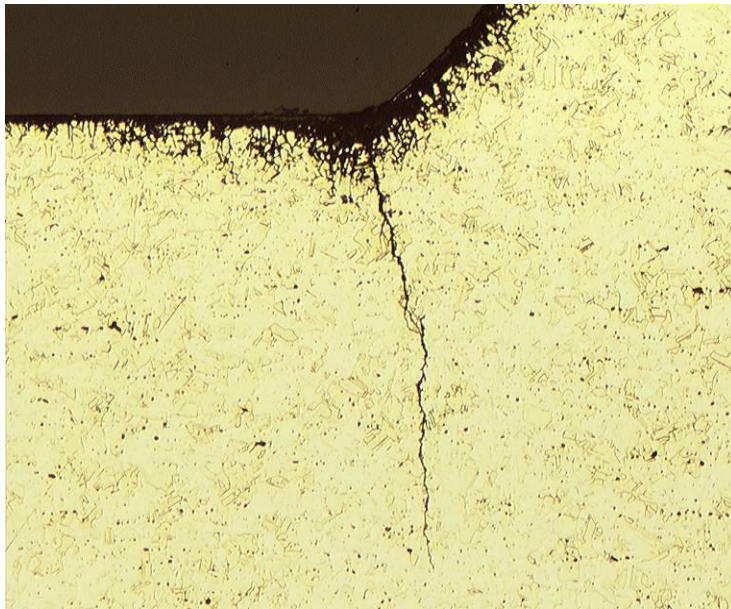
Hvorfor er spændingskorrosion kritisk?

- Pludseligt opståede skader (fuldt åben) forårsaget af revneformede angreb.
- Ofte meget store vandskader.
- Kan opstå i løbet af få dage (fra vandsiden oftest efter 2-3 år i Danmark).
- Kan nemt forveksles med overbelastningsbrud

Forniklet kugleventil, afzinkningsbestandigt messing

1 år i hårdt saltholdigt vand med høj ledningsevne, København.

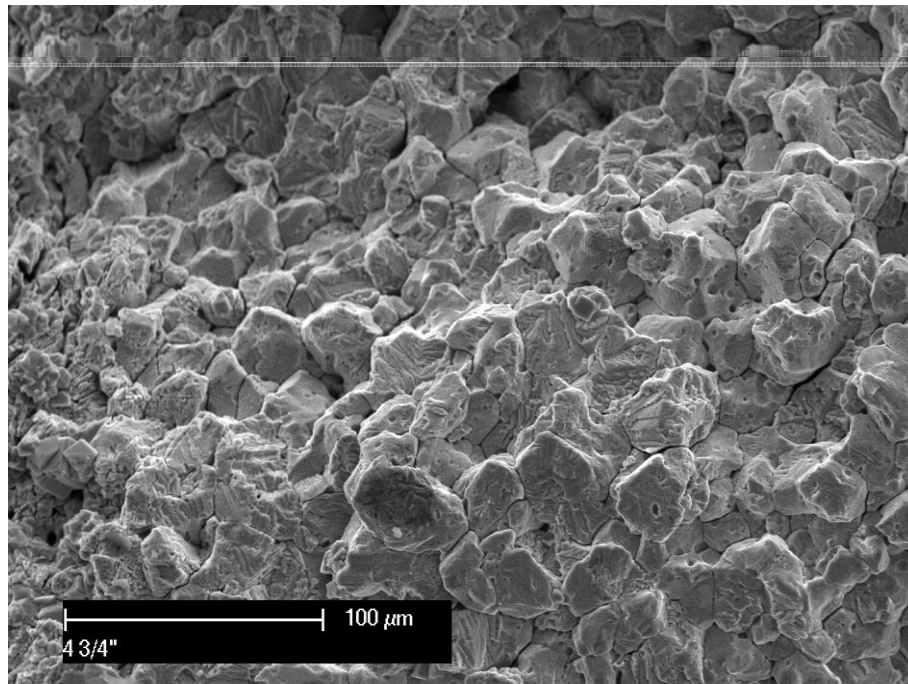
Ca. 0,1 mm dybe angreb medfører revnedannelse



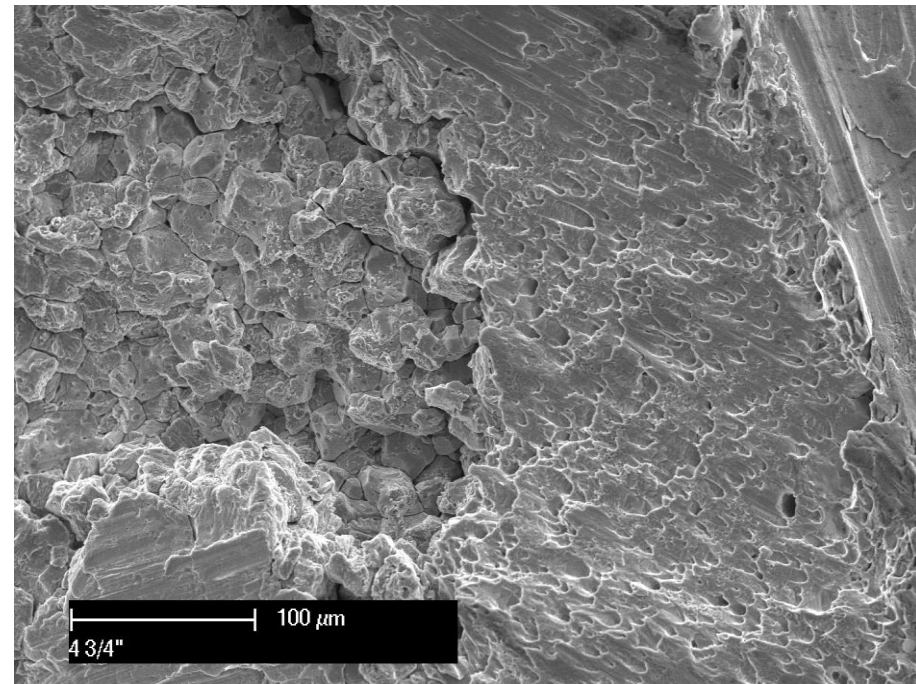
Brudflade korroderet og ingen tegn på plastisk deformation



**SEM-foto af brudflade, interkrystal-
linsk brud. Spændingskorrosion**



**SEM-foto af brudflade, interkrystal-
linsk brud. Dimples på udvendig flade
(sejt materiale).**



Frem til 2009:

- Brug fittings med god godstykkelse
- Undgå for hård tilspænding

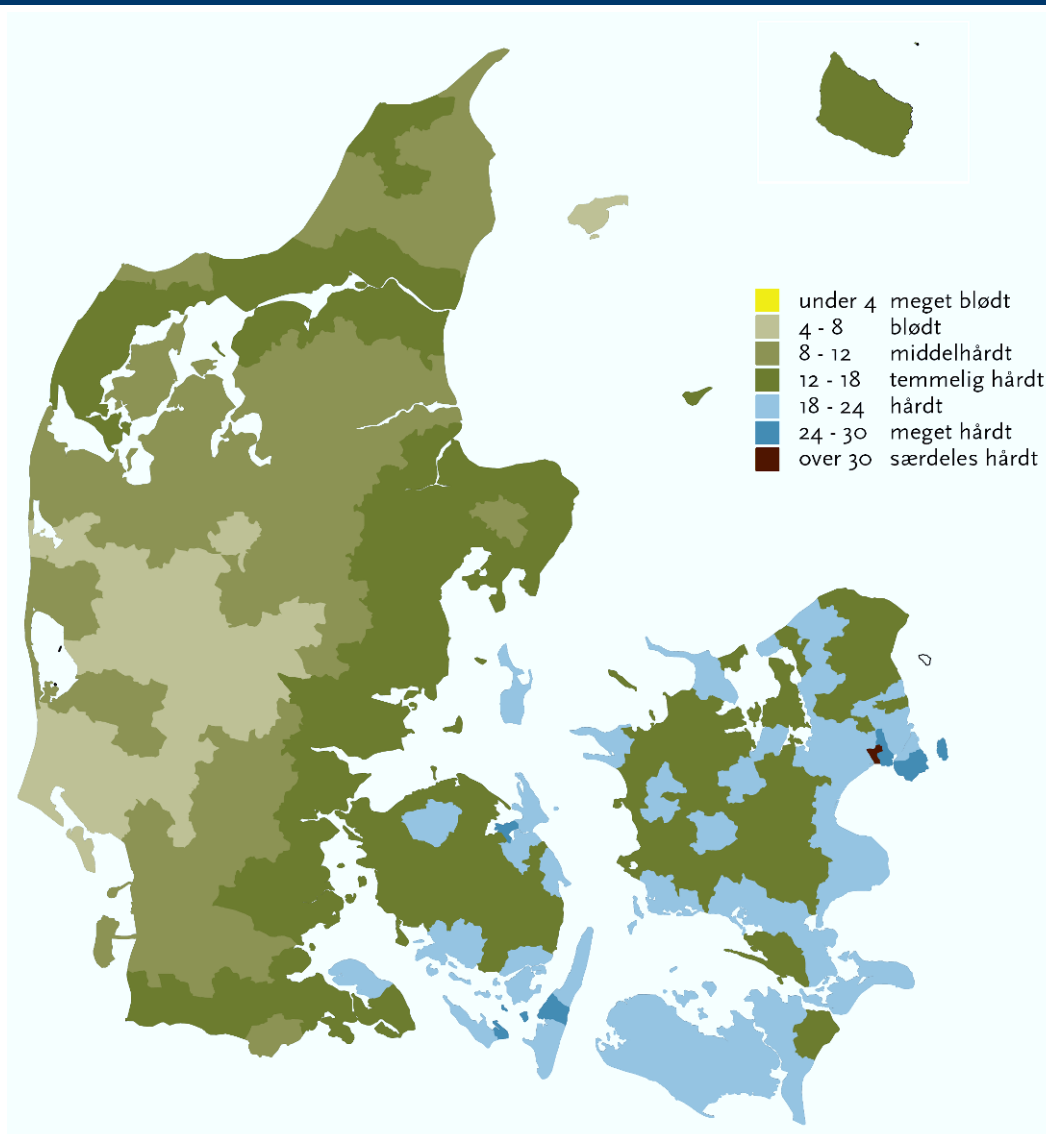
Nu:

- **I risikoområder anvendes altid fittings af rustfrit stål eller rødgoods**

Brøndbys anbefaling

Fra brochuren "Anbefaling af materialer til brugsvandsinstallationer i Brøndby Kommune":

"Meget tyder på, at risikoen for indefra kommende spændingskorrosion af afzinkningsbestandige fittings er forøget i installationer af rustfri stålrør og formentlig også i installationer af plastrør. Netop de to rørmaterialer, som bør anvendes i Brøndby Kommune. Rustfrit stål og plast giver i modsætning til varmforzinkede stålrør ikke nogen beskyttelse (katodisk) af den indvendige overflade i fittings af afzinkningsbestandigt messing, hvilket i praksis giver anledning til forøget risiko for korrosion af fittings og flangerør af kobber. Risikoen for korrosion kan reduceres ved at vælge fittings med størst mulig godstykkelse."



Problemerne med korrosion af små messingventiler og fittings er særligt omfattende i hovedstadsområdet og områder med tilsvarende vandkvalitet.

Andre steder i landet, hvor vandet giver mindre korrosion, bør der ikke være betænkeligheder forbundet med at bruge messing i kombination med plast eller rustfrit stål – det afhænger helt af den lokale vandkvalitet.

Projekt: Renovering af køkken og bad

Brugsvandsinstallation

- Varmforzinkede stålrør (1968)
 - Stigende antal gennemtæringer.
 - Problemer med lavt vandtryk og misfarvet vand.



- Installationens opbygning og historik
 - Alder, materialer, ombygninger
- Har man oplevet skader
 - Placering, antal, konsekvens, tendens
- Andre gener
 - Reduceret strømning, partikler, misfarvet vand
- Besigtigelse
 - Planlagt stikprøvevis gennemgang inkl. fotodokumentation
- Undersøgelse af rørprøver

Tilstandsvurdering af gamle rør



Bimetallisk korrosion ved afgreninger.



Tilstopning, misfarvet vand og partikler er også skader



Beslutning:

- Lodrette fordelingsledninger skiftes.
- Vandrette fordelingsledninger beholdes (restlevetid mindst 15 år)

Beslutning:

- Lodrette fordelingsledninger skiftes til:

Rustfrit stål samlet med presfittings af rustfrit stål.

Den galvaniske spændingsrække

Målt i havvand ved 20°C

	<u>Metal</u>	<u>E (volt vs. SHE)</u>
Ædel ↑	Grafit	0,49
	Guld	0,42
	Titan	0,24
	Sølv, nikkel	0,19
	Rustfrit stål 18/8-passivt	0,09
	Kobber	0,02
	Tin	-0,26
	Rustfrit stål 18/8-aktivt	-0,29
	Stål (ulegeret), støbejern	-0,46
	Aluminium	-0,51
	Zink	-0,86
Uædel ↓	Magnesium	-1,36

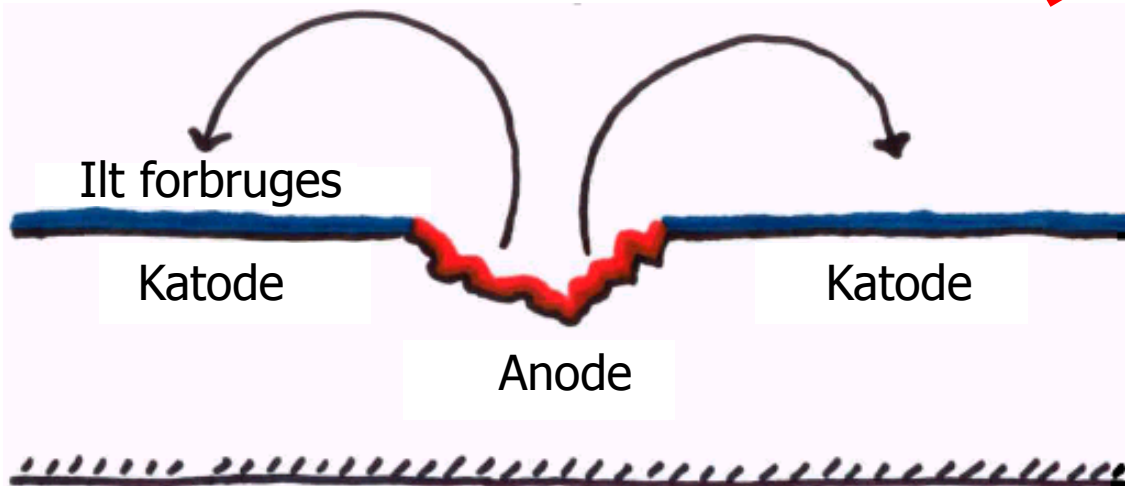
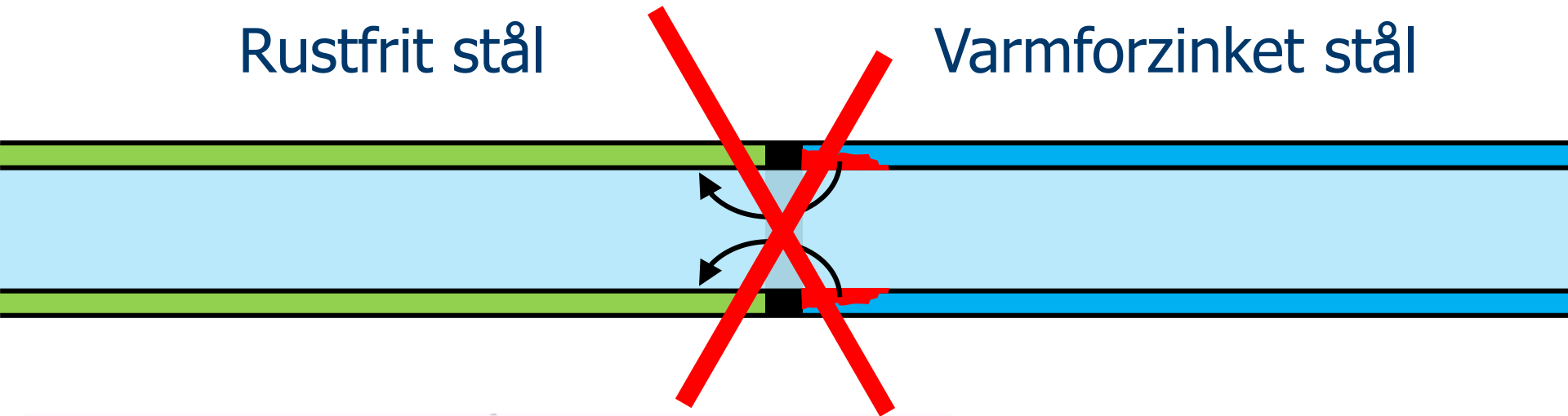
Bimetallisk korrosion



Samling: Rustfrit m. varmforzinket

Rustfrit stål

Varmforzinket stål



I praksis er det ofte ikke muligt at undgå elektrisk kontakt gennem rør og bygningsdele.

Rustfrit stål

Varmforzinket stål



Plast eller rustfrit stål





Boligforeningens beslutning

- Stigstrengene
 - Rustfrie stålrør
- Fittings og ventiler
 - Presfittings af rustfrit stål
 - Ventiler og andre fittings af rødgoods
- Overgang til varmforzinkede stålrør
 - Samling med unioner

(Konsekvens af gennemtæring i kælder er lille).

Forenklede råd

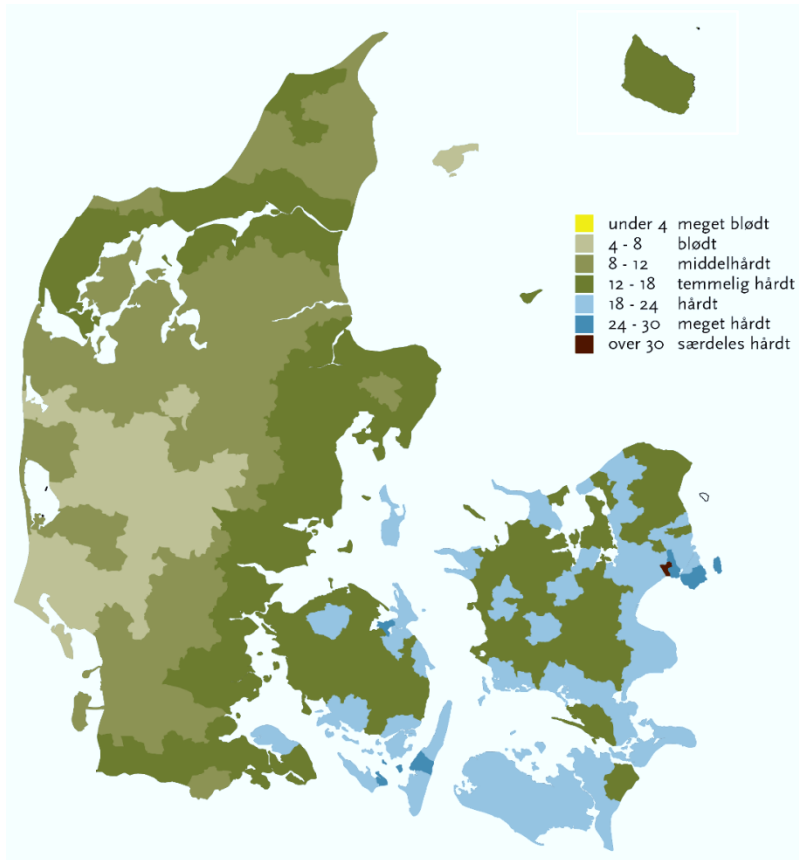
- Rørmaterialer

- Rustfrie stålrør (EN 1.4404, tilsvarende eller bedre) samlet med godkendte presfittings af rustfrit stål eller rødgoods.
- Godkendte plastrør.

- Ventiler og fittings

- Dimensioner op til 1" udføres i rustfrit stål, rødgoods eller plast. Fra 40 mm og op ser vi sjældent skader.
- Samlinger forlægges så utætheder kan konstateres og repareres og så vandskader bliver mindst mulige.

Hvis du vil vide mere om korrosion og vand

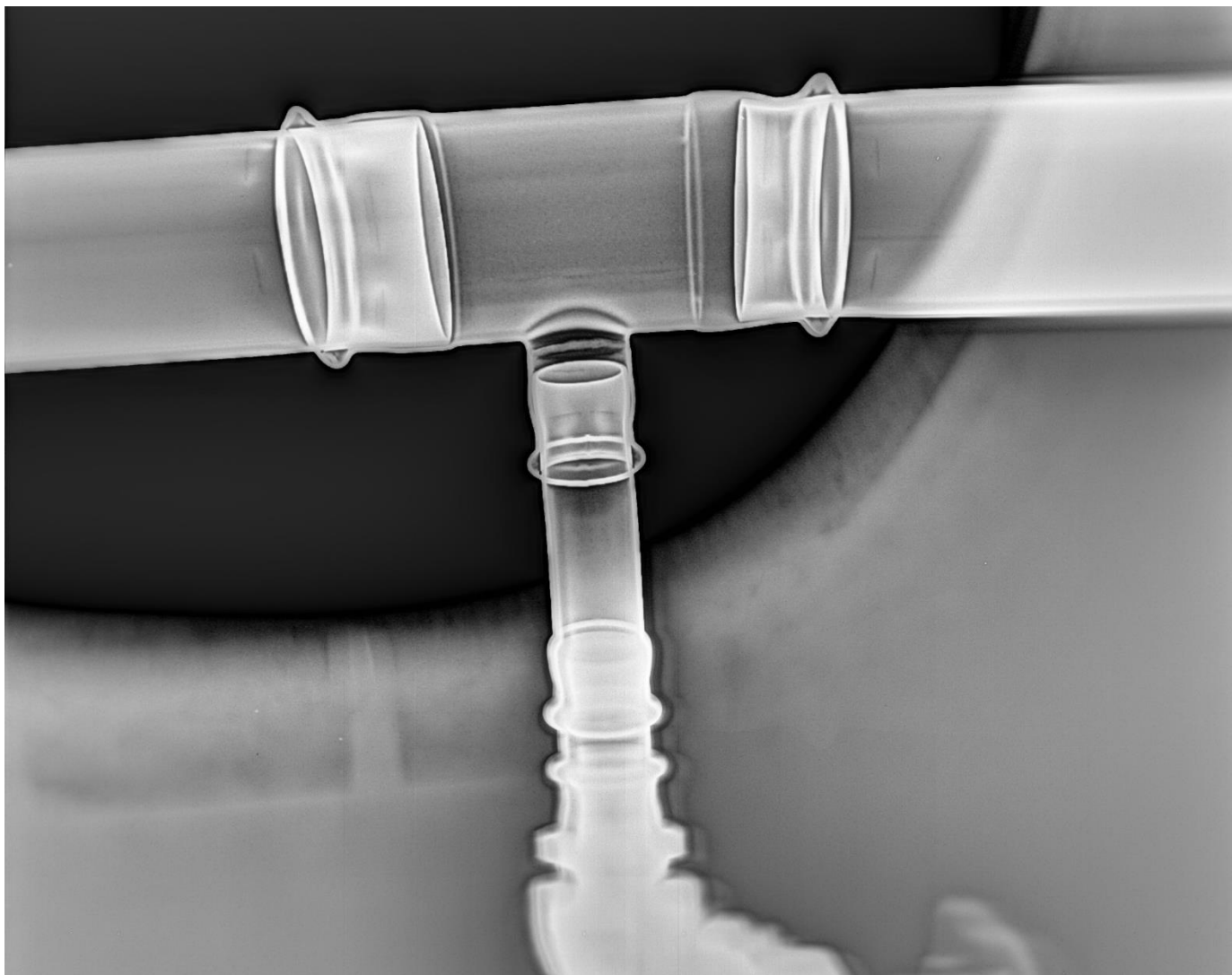


- **DS 439**
Norm for vandinstallationer
- **SBI anvisning 227**
Korrosion i VVS-installationer
- **ERFA** blade og branche-anvisninger
- **Lokal vandforsyning**
Ofte kommunen

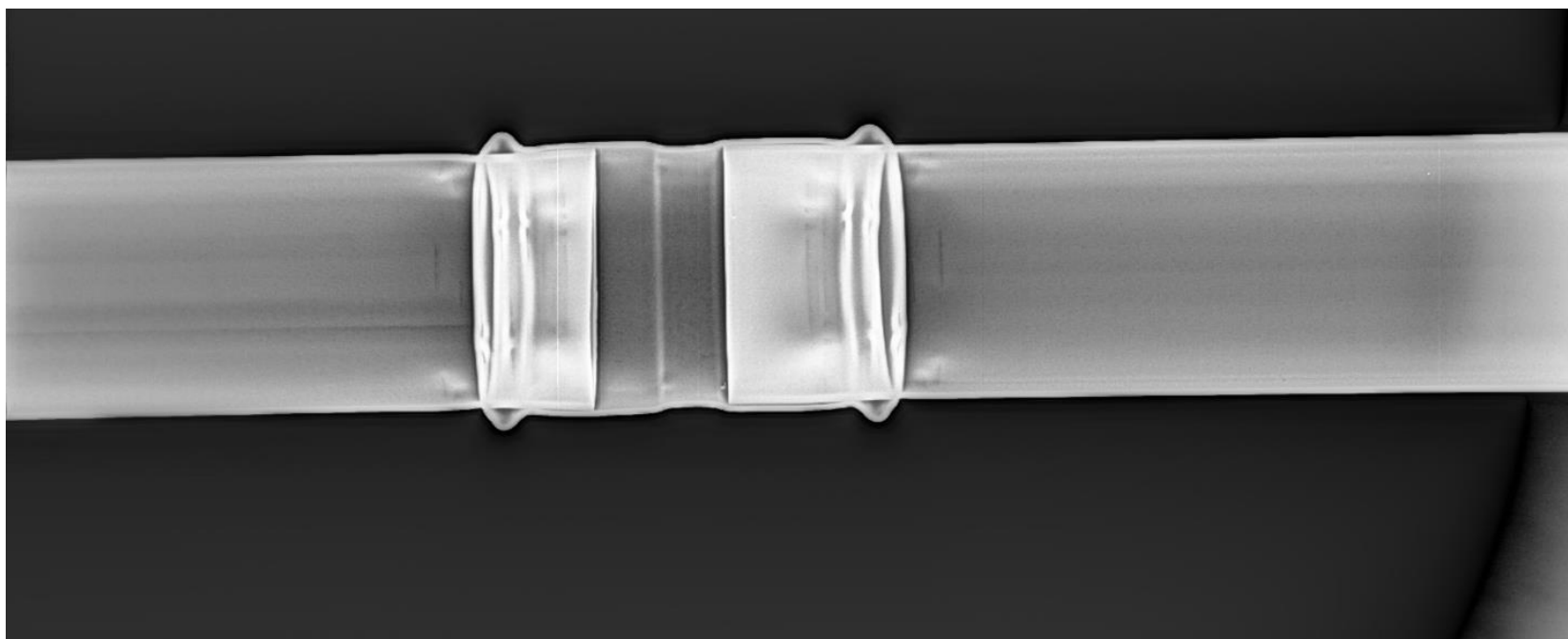
Forkert udførelse giver også skader

Hvordan kontrollerer man skjulte detaljer?

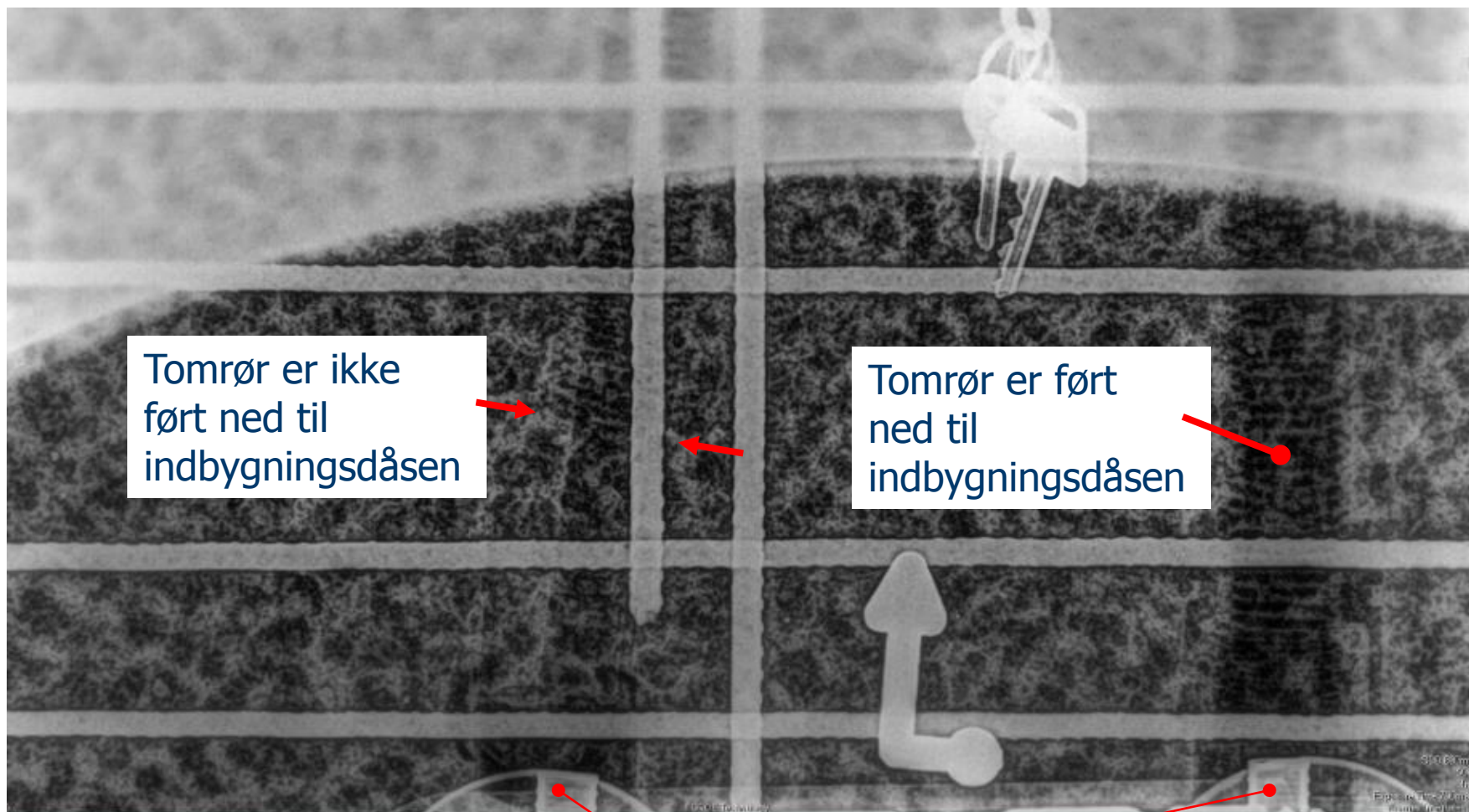
Røntgenkontrol af pres-samling



Røntgenkontrol af pres-samling



Kontrol af tomrør til indbygningsdåser



Tomrør er ikke ført ned til indbygningsdåsen

Tomrør er ført ned til indbygningsdåsen

Messingnipler for montering af PEX-rør

Tak for jeres opmærksomhed!

