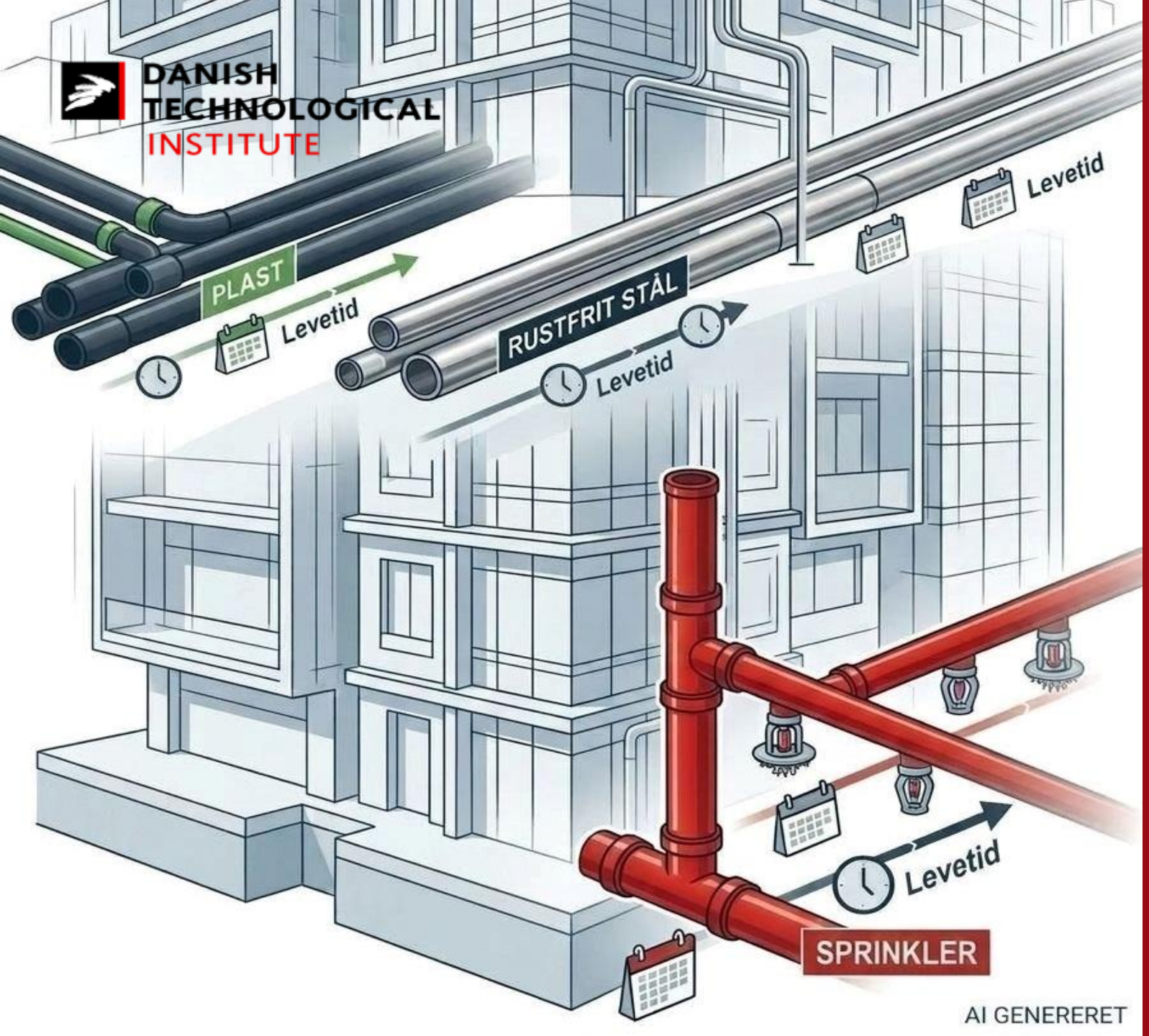


Levnadstid för produkter - tekniskt och i praktiken

Stig Fernstrøm

Leon Steen Buhl

Teknologisk Institut

Danmark

Agenda

- Moderne rørsystemer til drikkevand
  - Rustfrit stål
  - Plastrør
- Sprinklerrør
  - Tyndvæggede stålrør







Moderne rørsystemer til drikkevand

I Danmark anvendes næsten udelukkende rustfrit stål og plast til nye rørledninger i drikkevandsinstallationer

- Rustfrit stål
  - AISI 316 – EN 1.4401 (Austenistisk, molybdænlegeret)
  - AISI 444 - EN 1.4521 (Ferritisk, nikkelfrit)
  - Normalt press-fittings af enten AISI 316 eller siliciumbronze/rødgods



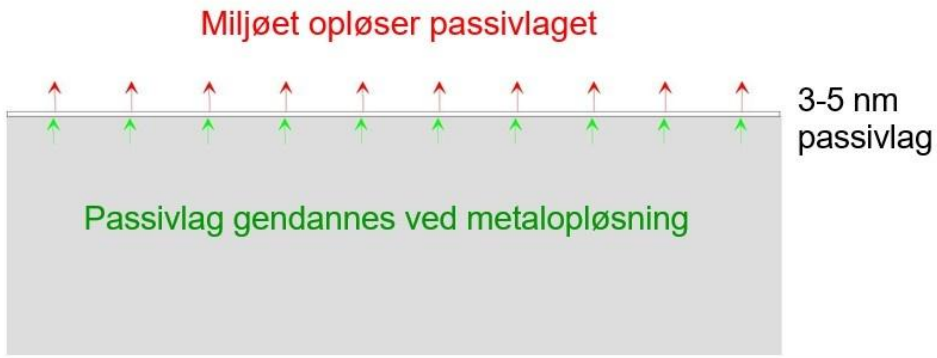
- Plastrør
  - PEX
  - PE-RT
  - Kompositrør – PEX / PE-RT – Al – PE-RT / HDPE
  - Plastkomponenter, f.eks. PPSU



Rør af rustfrit stål

- Rustfrit stål-kvalitet AISI 316 / EN 1.4401
- God og veldokumenteret levetid i brugsvandsinstallationer.
- Samlinger kan udføres med fittings af rustfrit stål (AISI 316), rødgods eller siliciumbronze.
- Relativt dyrere rør
- Kloridindhold for vandet max. 250 mg/l
- Gode egenskaber for re-passivering.

- Rustfrit stål-kvalitet AISI 444 / EN 1.4521
- God og veldokumenteret levetid i brugsvandsinstallationer.
- Samlinger kan udføres med fittings af rustfrit stål (AISI 316), rødgods eller siliciumbronze.
- Relativt billigere
- Kloridindhold for vandet max. 250 mg/l
- Har sværere ved at re-passivere.

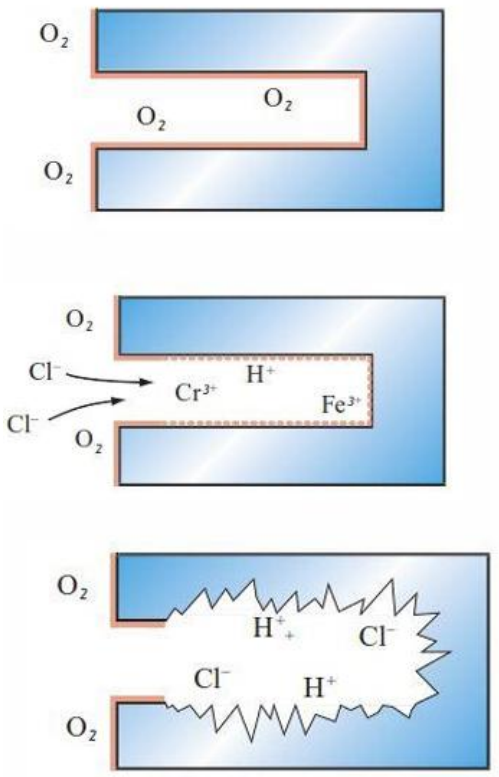


Hvad påvirker levetiden af rustfri installationer?

- Vandkvaliteten – Højt kloridindhold øger risiko for punkt- og spaltekorrosion – normalt max 250 mg/l
- Ståltype og materialekvalitet – materialet skal passe til vandkvaliteten.
- Fittings og samlinger – forkert materialekombination eller dårligt udførte samlinger kan skabe korrosionsudsatte spalter.
- Stillestående vand (døde ender) og lav vandhastighed – øger risikoen for biofilm, mikroorganismer og lokal korrosion.
- Udførsel – Forkert værktøj!
- Installation, drift og vedligehold – korrekt opbevaring, ren montage, gennemskylning, vandbehandling og løbende vedligehold er vigtigt.
- Afgørende, at installationen idriftsættes straks efter vandpåfyldning!

Spaltekorrosion

- Fittings af rustfrit stål er normalt udført i EN 1.4401 med en god re-passiveringsevne.
- Rør af EN 1.4521 har dårligere re-passiveringsevne.
- Risiko for opkoncentrering af klorid i spalten.
- Hvis der er risiko for mikrobielt induceret korrosion, kan det være en fordel at anvende fittings af rødgods (CC499K) eller siliciumbronze (CC246E).
- HUSK – Undgå stagnation - Fjern døde ender – dimensionér korrekt – Skylleprocedure (især de første par år).
- Højere flow i cirkulationen mindsker risikoen for udvikling af biofilm.

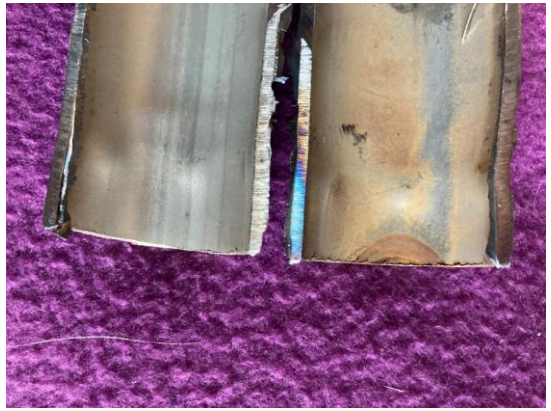


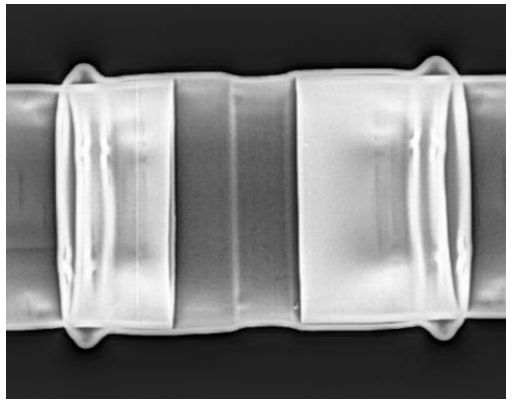


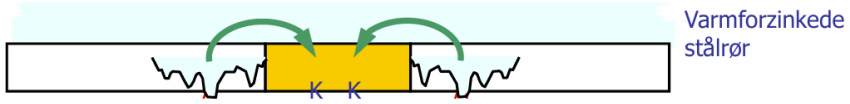


Andre faktorer der kan påvirke levetid

- Hurtigtgående værktøj, som f.eks. Vinkelsliber ved overskæring
- Manglende afgratning af rør-ender
- Anvendelse af værktøj med forurenede klinger – separat værktøjssæt til rustfrit stål anbefales
- Legionellabekæmpelsesanlæg (biocid-anlæg)
- Generelt kan rustfrit stål forventes at have en lang levetid – men hvordan påvirker det andre dele af installationen?







Delkomponenter

- Mange skader på messingkomponenter i Danmark de seneste 10-20 år
- Stigende fokus på korrosionsbestandighed i alle vandberørte dele af komponenter

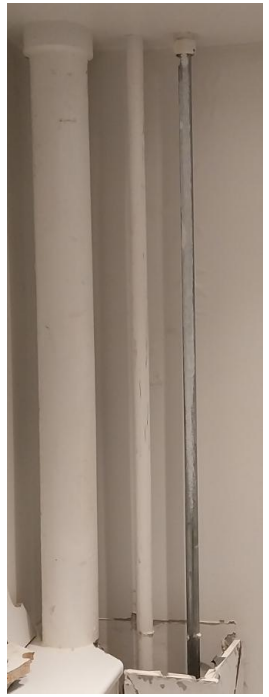






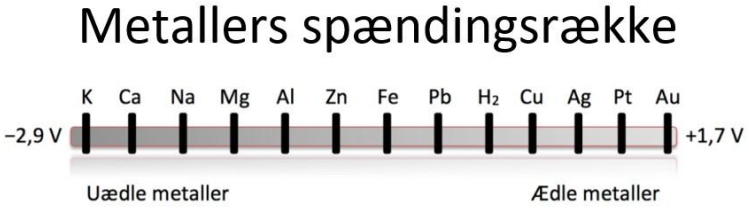






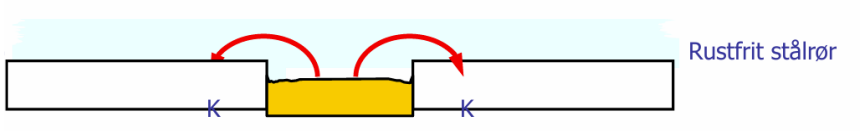
Delkomponenter

- Afspærringsventiler
- Reguleringsventiler
- Fordelerrør
- Vandmålere og målerforskruninger
- Messing-komponenter generelt



Legering	Korrosionspotentiale Volt SCE		
Grafit	+ 0,30	–	+ 0,20
Platin	+ 0,25	–	- 0,05
Titan	+ 0,10	–	- 0,05
Austenitisk rustfrit stål (passiv)	+ 0,10	–	- 0,10
Kupronikkel	- 0,15	–	- 0,25
Bly	- 0,15	–	- 0,25
Ferritisk rustfrit stål (passiv)	- 0,20	–	- 0,35
Kobber	- 0,30	–	- 0,35
Messing	- 0,30	–	- 0,40
Aluminiumbronze	- 0,30	–	- 0,45
Austenitisk rustfrit stål (aktiv)	- 0,45	–	- 0,55
Ferritisk rustfrit stål (aktiv)	- 0,45	–	- 0,55
Ulegeret stål	- 0,60	–	- 0,75
Aluminium	- 0,75	–	- 1,00
Zink	- 0,95	–	- 1,05
Magnesium	- 1,55	–	- 1,65









Delkomponenter

- I vejledningen til det danske bygningsreglementet *"BR18"* henviser til:
  - Sbi-227 *Korrosion i VVS-installationer*

4.3 Armaturer, ventiler, fittings, vandmålere

I moderne brugsvandsinstallationer anvendes vandmålere, afspærrings- og reguleringsventiler, fordelerrør og blandingsbatterier med mere. Disse emner fremstilles normalt af kobberlegeringerne 'almindelig messing' og 'afzinkningsbestandig messing'. Rødgods og rustfrit stål vinder dog stigende indpas specielt i installationer af rustfrit stål.

Kobberlegeringer har traditionelt været anvendt til brugsvand, og erfaringen viser, at de generelt har haft god korrosionsbestandighed. Imidlertid ses i dag situationer, hvor kobberlegeringer, specielt messing, ikke har den ønskede levetid, og hvor korrosion og metalafgivelse giver gener.

I figur 29 illustreres den bimetalliske effekt. Der må tages højde for kortere levetid af kobberlegeringer, specielt messing, i installationer af rustfrit stål og plast. Her må udskiftelighed betragtes som god installationspraksis. Længere levetid kan forventes for emner af rødgods eller rustfrit stål, og i de mest korrosive vandtyper må disse kvaliteter foretrækkes.

67

DS439:**2009** – Norm for vandinstallationer

– 3.4.1 Korrosionsbestandighed mv.

Da urenheder i ledninger mv. giver forøget risiko for korrosion, bør der inden ibrugtagning efter nyanlæg og reparationer af en installation foretages en effektiv gennemskylning af installationen, således at alle urenheder fjernes.

Af hensyn til korrosionsrisikoen bør perioden fra første vandpåfyldning til ibrugtagning gøres så kort som mulig. Gennemskylning af installationen foretages med jævne mellemrum (ca. 1 gang pr. måned), indtil installationen tages i brug. Elektrolyseanlæg sættes i drift samtidigt med installationen og reguleres efter vandforbruget.

DS439:**2024** – Norm for vandinstallationer

– *5.5.14 Strømning (flow)*

Vandinstallationer skal dimensioneres, udføres og driftes, så der opnås turbulent strømning i alle dele af installationen ved normal drift.

– *8.1.2. Sammensætning af materialer*

Da urenheder i ledninger mv. giver forøget risiko for korrosion, skal der inden ibrugtagning efter nyanlæg og reparationer af en installation foretages en effektiv gennemskylning af installationen, så alle urenheder fjernes.

Af hensyn til korrosionsrisikoen, især i installationer bestående af rustfast stål, bør perioden fra første vandpåfyldning til ibrugtagning gøres så kort som muligt.

Hvis et system ikke tages i brug umiddelbart efter idriftsættelse, skal det gennemskylles mindst hver 7. dag (ugentligt).

– *10.2 Idriftsættelse*

Vandinstallationer skal straks efter udført tæthedsprøve med vand gennemskylles på alle tapsteder og derefter sættes i drift, så det sikres, at mikrobiel vækst eller korrosion ikke opstår.

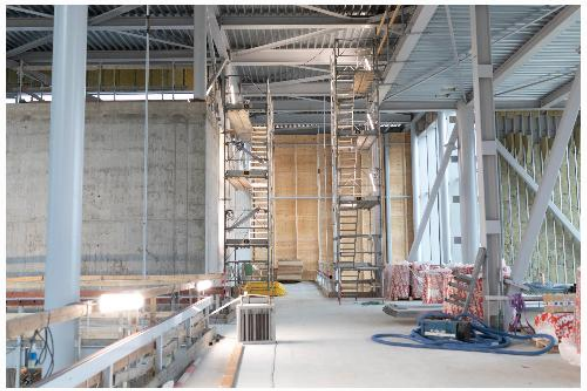
Tages vandinstallationer ikke i brug umiddelbart efter tæthedsprøve, skal den gennemskylles mindst hver 7. dag (ugentligt).

Skader er dyre…

De syge supersygehuse

Udskifter op mod 36 kilometer vandrør i nyt supersygehus

Rust og gennemtæring i rørsystem i Nyt Aalborg Universitetshospital skal udbedres nu. Slagsmålet om millionregning venter



Supersygehuset er i forvejen blevet udskudt i seks år og er sat til at åbne i 2026. Derudover er budgettet skredet med 1,4 mia. kr. indtil videre. Billede her er fra februar 2022. Foto: Line Bloch Klostergaard/Region Nordjylland

En lang række af de skandaler, der den seneste tid har fyldt i omtalen af byggeriet af Nyt Aalborg Universitetshospital (NAU), har drejet sig om vand.

For eksempel fandt man for nylig ud af, at der trænger vand ind gennem hospitalets røde mursten hele 110 steder.

Samtidig blev der sidste år konstateret rust og gennemtæring ved stikprøver i 36 km af vandrørene på det endnu ikke færdigbyggede supersygehus, og i foråret blev det bekræftet, at det medfører stor risiko for lækager. Forklaringen er, at der har stået vand i rørene på sygehusbyggeriet i mere end tre år. Det har medført bakterier, spaltekorrosion og nogle gennemtæring og læk på vandrør i vandinstallationen.

Problemet med vandrørene er ikke nye, og på byggepladsen har parterne forsøgt at finde frem til en fælles løsning. Det er imidlertid ikke lykkedes, og politikerne i Region Nordjylland har nu mistet tålmodigheden.

Nyt Aalborg Universitetshospital

Læs om projektet

Annonce

Uno X Erhverv

Løsninger, der passer til din virksomhed

Kontakt os i dag

STIGER · STILLADSER JUMBO

Byggeri · 4. februar 2020 kl. 13:05

Fejl på nye vandrør forsinker Rigshospitalet

Hospitalet vurderer, at metalspåner eller for højt klorindhold i vandet er årsag til skader på varmtvandsrør.

Del artiklen · 42 kommentarer



Illustration: Rigshospitalet.

Artiklen er ældre end 30 dage

Rigshospitalet har fundet skader på flere varmtvandsrør på hospitalets nye nordfløj, og centrale dele af rørene i byggeriet, der har et samlet budget på 1,85 mia. kroner (2009-priser), skal nu udskiftes.

Udskiftningen af rørene kommer til at koste en forsinkelse på dele af projektet på foreløbig fire måneder, og det er kun diagnostikken og måske enkelte operationsstuer, der kan åbne til den planlagte indflytning 8. marts.

Det oplyser bygherren i en orientering til politikerne i Region Hovedstaden.

»Skaderne har form af små utætheder på selve rørene, der lækker vand. Problemet er blevet opdaget så tidligt, at vandet ikke har forvoldt skade på bygning og udstyr,« står der i orienteringen.

Rigshospitalet mener, at årsagerne til skaderne på vandrørene kan være, at der enten er trængt metalspåner ind ved overskæringerne, eller at der er »doseret for meget klor i det vand, som dele af rørene er skyllet igennem med«. Eller en kombination af de to.

Udskiftningen kommer til at koste mellem 10 og 20 mio. kroner, vurderer Rigshospitalet og Center for Ejendomme.

… Penge og tid

PEX / PE-RT / Kompositrør

- **EN ISO 15875:** Plastrørsystemer til varmt- og koldtvandsinstallationer – Krydsbundet polyethylen (PE-X)
- **EN ISO 22391:** Plastrørsystemer til varmt- og koldtvandsinstallationer – Polyethylen med forhøjet temperaturbestandighed (PE-RT)
- **EN ISO 21003:** Flerlagsrørsystemer til varmt- og koldtvandsinstallationer inde i bygninger

Forventet levetid for PEX / PE-RT

- Mindst 50 år
- Ofte længere, specielt ved lavere tryk og temperatur ift. anvendelsesklasse
- Levetiden afhænger røret klasse / tryk og de aktuelle driftsforhold – ISO 10508 beskriver anvendelsesklasserne nærmere.
- For alle rør der overholder en af klasserne gælder også, at levetiden skal være mindst 50 år ved en temperatur på 20 °C og et tryk på 10 bar.



JULI 1986

2. TEKNISKA KRAV

2.1 Allmänt

Rör för tappvarmvatten skall vara så dimensionerade och så utförda att de vid användning i en tappvarmvatteninstallation, med där normalt förekommande tryck och temperaturer, kan förväntas ha en livslängd på minst 50 år. Rören skall med gängse förekommande metoder kunna an-

Application class	T_D °C	T_D Time [a] years	T_{max} °C	T_{max} Time years	T_{mal} °C	T_{mal} Time h	Typical field of application
1 [b]	60	49	80	1	95	100	Hot water supply (60 °C)
2 [b]	70	49	80	1	95	100	Hot water supply (70 °C)
3 [c]	20 30 40	0,5 20 25	50	4,5	65	100	Low-temperature under-floor heating
4	20 40 60	2,5 20 25	70	2,5	100	100	Under-floor heating and low-temperature radiators
5	20 60 80	14 25 10	90	1	100	100	High temperature radiators

NOTE This International Standard is only applicable to sealed systems which do not have values of T_D, T_{max} and T_{mal} in excess of those stated for class 5.

[a] Where more than one design temperature appears for any class, the times should be aggregated (e.g. the design temperature profile for 50 years for class 5 is 20 °C for 14 years, followed by 60 °C for 25 years, 80 °C for 10 years, 90 °C for 1 year and 100 °C for 100 h).

[b] Depending upon international, national or local regulations.

[c] Only allowed when the malfunction temperature cannot rise above 65 °C.

Hvordan testes de?

- EN 15875-2 – PEX-rør
- EN 1167-1 – Testmetode
- Type-test – hele tabellen
- Batch-test f.eks. 1000 timer

- Eksempel 15x2,5 mm PEX
- $10 \cdot 4{,}4 \ \frac{2 \cdot 2{,}5}{15 - 2{,}5} = 17{,}6$ *bar i 1000 timer*

Table 12 — Mechanical characteristics of pipes

Characteristic	Requirement	Test parameters for the individual tests				Test method
		Hydrostatic (hoop) stress MPa	Test temp. °C	Test period h	Number of test pieces	
Resistance to internal pressure	No failure during the test period	12,0 [a]	20	1 [b]	3	ISO 1167-1 / ISO 1167-2
		10,6	20	22	3	
		4,8 [c]	95	1 [d]	3	
		4,7	95	22	3	
		4,6	95	165	3	
		4,4	95	1 000	3	
		4,3	95	2 500 [f]	3	
		Test parameters for all tests				
		Sampling procedure Type of end cap Orientation of test piece Type of test	[e] Type a) Not specified Water-in -water			

[a] The test is an alternative test to the 20 °C / 22 h test. The test stress may be above the minimum expected strength curve as the real short term stress at 20 °C is higher than the strength curve.

[b] In case of dispute the test at 20 °C / 22 h shall be done.

[c] The test is an alternative test to the 95 °C / 22 h test.

[d] In case of dispute the test at 95 °C / 22 h shall be done.

[e] The sampling procedure is not specified. For guidance see ISO/TS 15875-7.

f 2 500 h test is only a confirmation test according to ISO/TS 15875-7 and not needed in type testing.

NOTE Hydrostatic (hoop) stress values given in Table 12 were agreed upon by experts. Calculated values derived from the PE-X reference lines can differ.

7.2 Pressure calculations based on the measured dimensions of the test piece

Calculate the test pressure, p, in bar [2], to three significant figures, using the following equation:

$$p = 10\sigma \frac{2e_{min}}{d_{em} - e_{min}}$$

where

σ is the hoop stress to be induced by the applied pressure, in megapascals;

d_{em} is the mean outside diameter of the test piece, in millimetres;

e_{min} is the minimum wall thickness of the free length of the test piece, in millimetres.

NOTE The factor 10 results from the ratio between megapascals and bar.

Hvordan testes de?





Hvad har betydning for levetiden?

- Rør skal vælges ud fra den rigtige anvendelsesklasse

- Begrænsninger for materialet skal overholdes
  - Tryk
  - Temperatur
  - Biocid-anlæg – kraftige oxidanter til bekæmpelse af bakterier (f.eks. Legionella)

Hvad har betydning for levetiden?

Sollys/UV-stråling

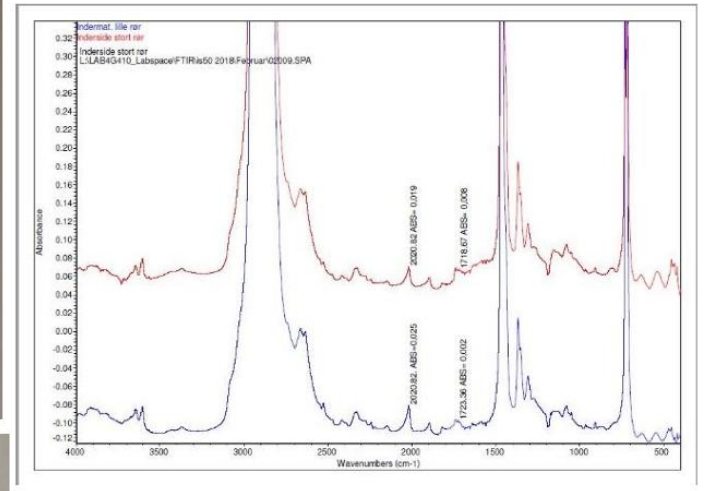
Det er vigtigt at beskytte Wavin rørene mod direkte sollys ved opbevaring og installation, da UV-stråling kan forringe rør-materialets egenskaber.

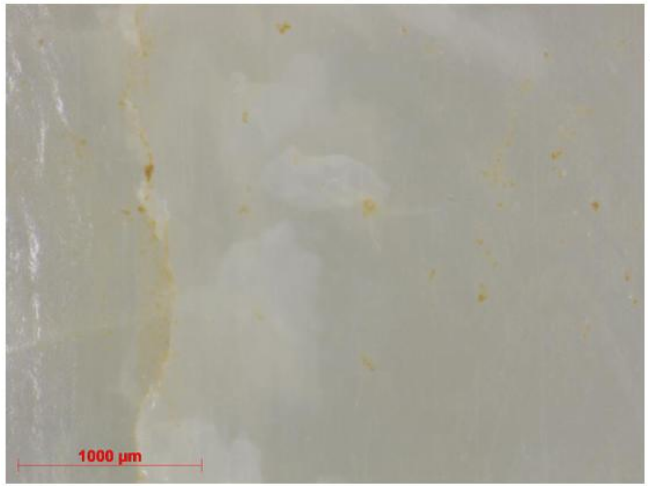
Hvis MultiPex® røret afsluttes synligt over gulvet skal det beskyttes imod ultraviolet sollys og mekanisk overlast. Her anvendes Roth roset med dækrør.

2.13 UV-lys

Uponor PEX rør må ikke opbevares eller anbringes, hvor de udsættes for direkte sollys. UV-stråling påvirker materialet og forringer langtidsegenskaberne.

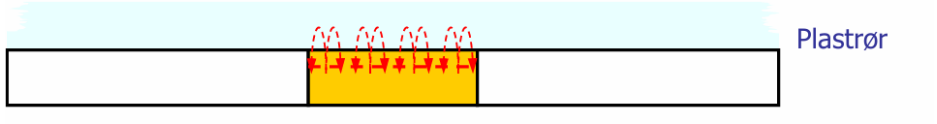




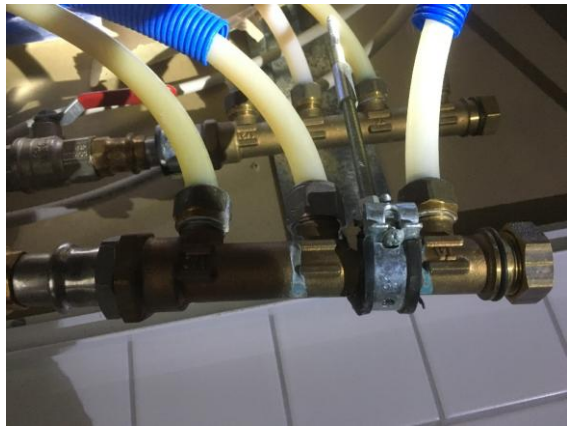


Hvad har betydning for levetiden?

- Har røret været udsat for mekanisk overlast eller andre påvirkninger?
- Delkomponenter i installationer – især samlinger og eventuelle støttebøsninger
- Delkomponenter i… Delkomponenter
- Vandkvaliteten







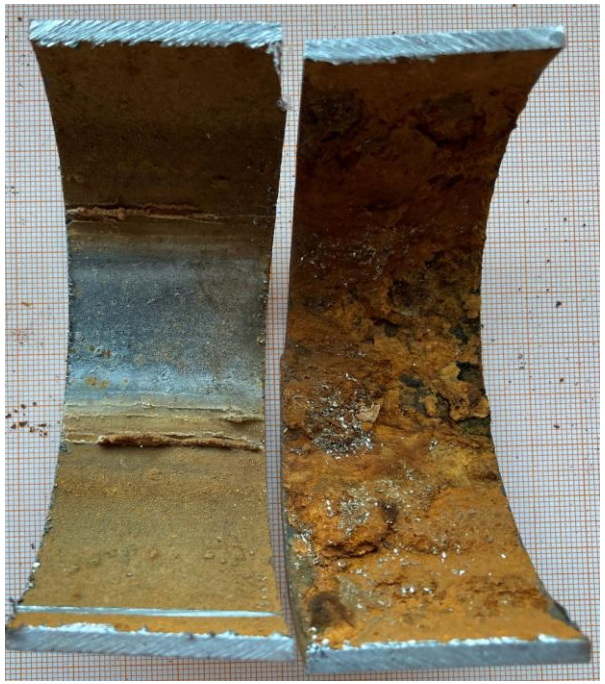




Sprinklerrør – tyndvæggede stålrør

- Våde systemer
- Pittingkorrosion
- Generelt fladekorrosion
- Gennemtæringer efter 15-20 år
- Desruptivt (drift og økonomi)
- Kan forårsages af bl.a. ilttilførsel eller mikroorganismer (MIC – Microbiologically Influenced Corrosion).





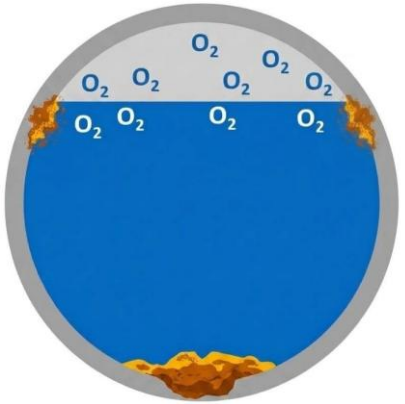
Sprinklerrør – tyndvæggede stålrør

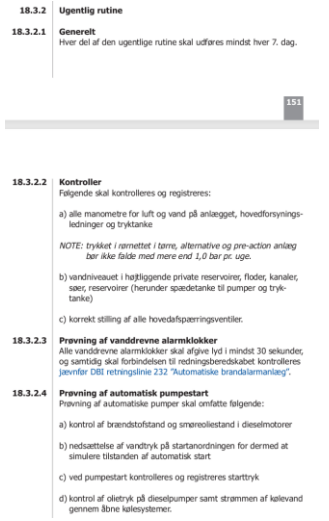
- Lav godstykkelse.
- Relativt billige i indkøb.
- Arbejdsmiljø (nemmere håndtering).

- Idriftsættelse – manglende udluftning.
- Vedligeholdelse.

- Ugentlig afprøvning – måske den store synder?







18.3.2 **Ugentlig rutine**

18.3.2.1 **Generelt**
Hver del af den ugentlige rutine skal udføres mindst hver 7. dag.

151

18.3.2.2 **Kontroller**
Følgende skal kontrolleres og registreres:

a) alle manometre for luft og vand på anlægget, hovedforsynings-ledninger og tryktanke

NOTE: trykket i rørnettet i tørre, alternative og pre-action anlæg bør ikke falde med mere end 1,0 bar pr. uge.

b) vandniveauet i højtliggende private reservoirer, floder, kanaler, søer, reservoirer (herunder sædetanke til pumper og tryk-tanke)

c) korrekt stilling af alle hovedafspærringsventiler.

18.3.2.3 **Prøvning af vanddrevne alarmklokker**
Alle vanddrevne alarmklokker skal afgive lyd i mindst 30 sekunder, og samtidig skal forbindelsen til redningsberedskabet kontrolleres jævnfør DBI retningslinie 232 "Automatiske brandalarmanlæg".

18.3.2.4 **Prøvning af automatisk pumpestart**
Prøvning af automatiske pumper skal omfatte følgende:

a) kontrol af brændstofstand og smøreoliestand i dieselmotorer

b) nedsættelse af vandtryk på startanordningen for dermed at simulere tilstanden af automatisk start

c) ved pumpestart kontrolleres og registreres starttryk

d) kontrol af olietryk på dieselpumper samt strømmen af kølevand gennem åbne kølesystemer.



Sprinklerrør – tyndvæggede stålrør

- Mikroorganismer – svært.
- Begrænsning af iltoptag – ”nemt”!
- Service-ventil:
  - Kan begrænse mængden af iltholdigt vand der tilsættes.
  - Der kan være nationale regler for f.eks. overvågning af afspærringsventiler.

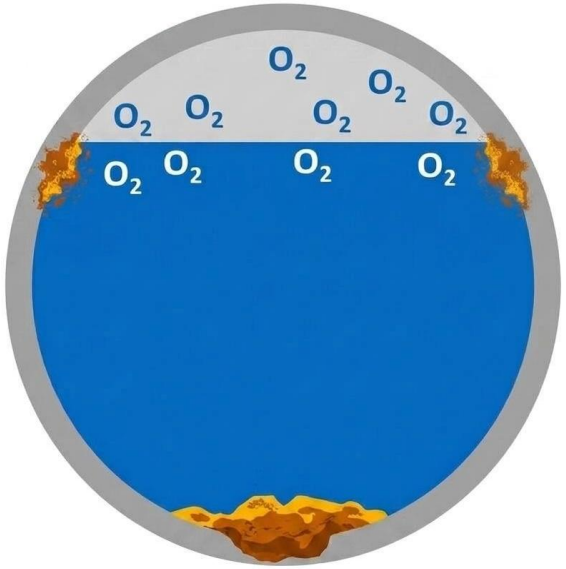
13.2 Afspærringsventiler

Alle normalt åbne afspærringsventiler, der kan afspærre vandforsyningen til sprinklerne, skal:

- lukke i retning med uret
- være forsynet med en indikator, der tydeligt viser, om ventilen er i åben eller lukket stilling
- være sikret i åben stilling med rem og lås eller sikret på tilsvarende måde (se tillæg T-14.5).

NOTE 1: afspærringsventiler må ikke installeres efter alarmventilstationen, medmindre dette er specificeret andetsteds i denne retningslinie. Afspærringsventiler efter alarmventilen skal undgås, men hvor der er afspærringsventiler installeret efter alarmventilstationer, skal disse overvåges elektrisk.

NOTE 2: det skal sikres, at alle afspærrings-, prøve-, dræn- og gennemskylningsventiler passer til systemtrykket, især i fx højhuse, hvor der er sandsynlighed for høje statiske tryk.



T-14.5.2 Funktioner, der skal overvåges

T-14.5.2.1 Generelt
Foruden den overvågning, der er krævet andre steder i denne retningslinie, skal følgende overvåges:

T-14.5.2.2 Afspærringsventiler, der styrer vandstrømmen til sprinklere
Stillingen af alle normalt åbne afspærringsventiler, hvis disse i lukket stilling kan hindre vandstrømmen til sprinklerne, herunder vandforsyningsventiler, alarmventilenheder, tail-end ventiler og ventiler i sektioner. Tilsvarende gælder ventiler i brændstofforsyning til dieselpumper. Det skal afgives signal, hver gang ventilen ikke er fuldstændig åben.

- dog med **Ventiler, der er elektrisk overvågede, skal ikke forsynes med rem og lås.

T-14.5.2.3 Andre afspærringsventiler
Stillingen af alle normalt åbne afspærringsventiler, hvis disse i lukket stilling kan forhindre en alarm- eller indikeringsanordning i at fungere korrekt, fx pressostater, hydrauliske alarmer, vandstrømskontakter. Der skal afgives signal, hver gang ventilen ikke er fuldstændig åben.

Installationens samlede levetid

- En samlet forventet levetid for rørinstallationer er generelt kompleks at fastsætte.

- Afhænger af mange faktorer, blandt andet:

  - Rørkvalitet
  - Samlingsmetode
  - Delkomponenter
  - Kvaliteten af det udførte arbejde
  - Vandkvalitet
  - Drift og vedligehold

DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE

Tak for opmærksomheden!