



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Legionella riskinventering

Risiker med stillastående vatten i installationer.
Inventeringar visar på Legionella, korrosion och andra problem.

Stillestående vand i installationer over længere tid

EUDP projekt

Leon Buhl, Teknologisk Institut, Energi & Klima (DK)



EUDP2020 – projekt J.nr. 64020-1099: Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning

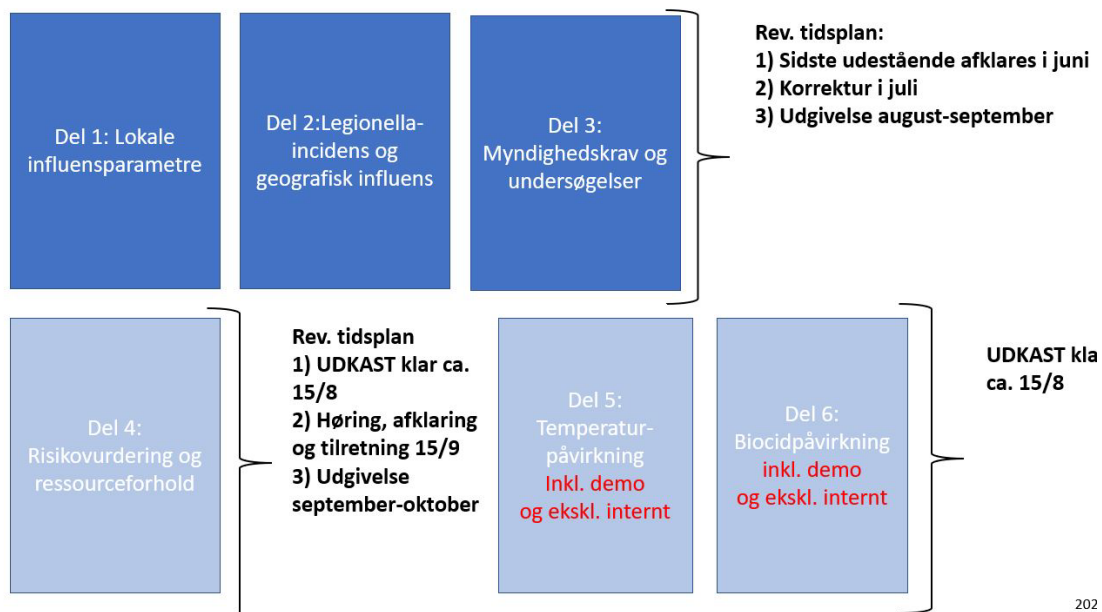
- Projektet ”Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning” (EUDP J. nr. 64020-1099) gennemføres i perioden september 2020 til ultimo oktober 2022.
- Projektets fokus er på brugsvandsinstallationer, og formålet er at sikre installationer, som gennem egne målinger og regulering giver en passende, lille risiko for *Legionella* i hht. myndighedsforskrifter og vurderinger, men som samtidig tager hensyn til de energi- og klimamæssige udfordringer. Dette sker gennem:
 - at udrede grundlaget for og at udvikle en statistisk baseret risikovurdering af *Legionella* i brugsvandsinstallationer, samt at belyse en given indsats mod *Legionella* med konsekvenserne for energi og klima
 - at udvikle og demonstrere to kommercielle løsninger for legionellasikring gennem hhv. anvendelse af temperatur og biocid samt at sammenholde den opnåede legionellasikring med de udfordringer, det bevirker for energi og klima.



EUDP2020 – projekt J.nr. 64020-1099: Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning

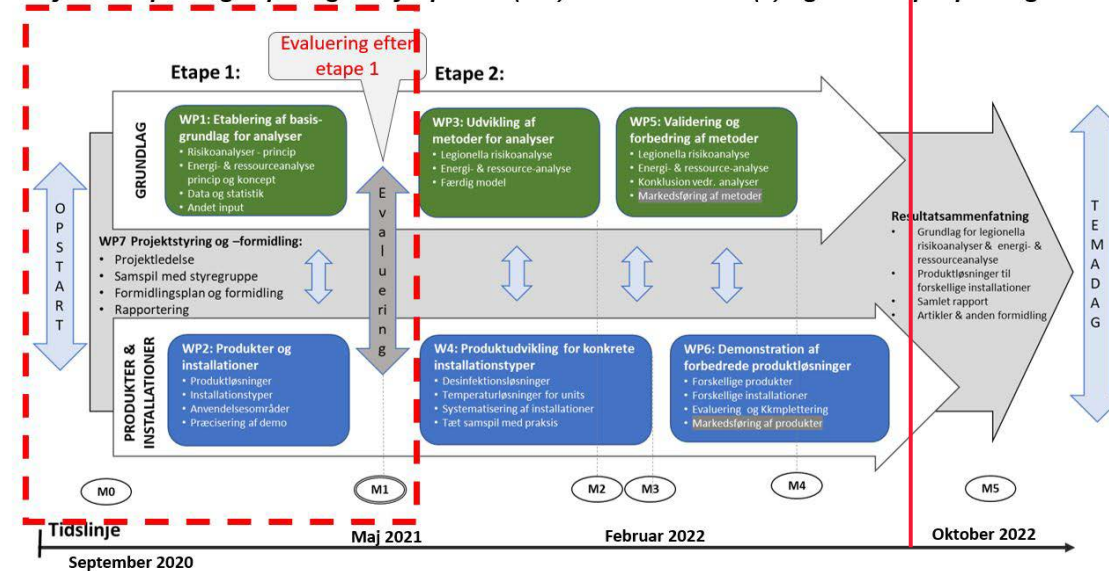
EUDP2020:
Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning

De faglige delrapporter



EUDP2020:
Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning

Projektets opdeling i spor og arbejdsopgaver (WP) samt aktiviteter (T) og med etapeopdeling.



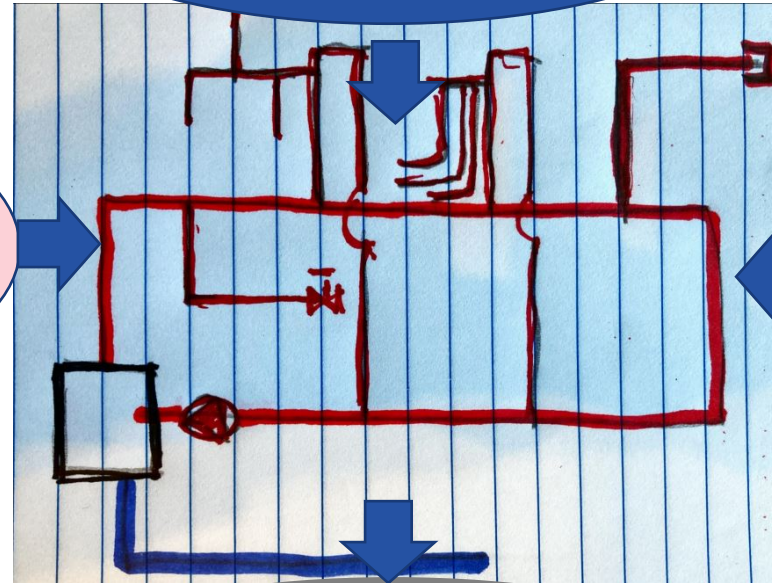


PROBLEMANALYSE

Statistisk baseret
risikoanalyse for
installationer
(simplificeret)

PRODUKTLØSNING

Udvikling
legionellasikring med
temperatur
og sandsynliggørelse
af effekten



PRODUKTLØSNING

Udvikling
legionellasikring med
biocid
og sandsynliggørelse
af effekten

DEMO & VALIDERING (Etape 3)

Risikoanalyse-eksempler
på konkrete installationer
Labdokumentation/demo
af produktløsninger



Hvad er årsagerne til stillestående stagnerende vand i brugsvandsinstallationer?

- Tæthedsprøvning og aflevering af installationen inden denne tages i brug af bygningsejer.
- Manglende forbrug på grund af at installationen ikke er i drift. Eksempel: Nedlukkede bygninger under Corona.
- Døde ledninger i installationen.



Tæthedsprøvning og aflevering af installationen inden denne tages i brug af bygningsejer.

- Problemstillingen i Danmark i forbindelse med store installationer er, at disse ofte tæthedsprøves partiel i forbindelse med aflevering af installationen til bygherren. Denne aflevering sker ofte længe før at bygningen og installationen bliver sat egentlig i drift. Der er eksempler på at installationen først sættes i drift efter 1 – 3 år.
- Tæthedsprøvningen sker oftest med almindeligt drikkevand af drikkevandskvalitet. Dette vand kan dog indeholde partikler og bakterier der efterfølgende kan medvirke til enten korrosion eller forurening af installationer udført af rustfri stålrør med pressesamlinger.



Tæthedsprøvning og aflevering af installationen inden denne tages i brug af bygningsejer. Andre muligheder

- Filtreret vand og vand der er behandlet i øvrigt, nedsætter risikoen for fx korrosion på grund af partikler, men den metode fjernes ikke alle muligheder for enten korrosionsskader eller forurening med bakterier og legionella på grund af stagnerende vand gennem længere tid.
- Hvis rustfrit stål ikke håndteres korrekt fx i forbindelse med håndtering, overskæring, eller opbevares/forarbejdes i forkerte miljøer, vil anvendelsen af filtreret vand ikke give mening, da installationen allerede er forurennet med partikler og bakterier inden der sættes vand på denne.
- Tæthedsprøvning med luft eller en gasart afslører om der er utætheder. Hvis utæthederne skal findes, skal samtlige samlinger pensles med fx sæbevand. Tæthedsprøvning med luft eller gas afslører ikke pressesamlinger der enten ikke er presset korrekt eller som kan blive utætte på anden vis efter et stykke tid. Isolerede installationer kan ikke lækagesøges med sæbevand.
- Tømning af installationen efter tæthedsprøvning med vand er problematisk da det er meget vanskeligt at fjerne restvand fra spalten i forbindelse med pressesamlinger. Restvand i pressesamlingen på rustfri stålør vil efterfølgende kunne give anledning til enten korrosion i spalten enten på grund af ophobede klorider eller på grund af sulfatreducerende- eller syredannende bakterier, eller til generel forurening i installationen med bakterier.

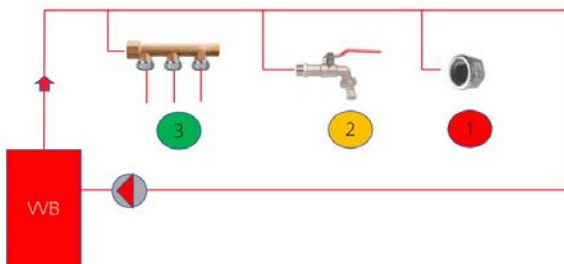


Manglende forbrug på grund af at installationen ikke er i drift. Eksempel: Nedlukkede bygninger under Corona.

- Hvis installationen i en større bygning tvangsnedlukkes i en periode skal det sikres at der stadig er et forbrug på hovedsystemet i denne svarende til daglig drift.
- Ledninger der tages ud af drift risikerer vækst af biofilm, bakterier og legionella på grund af lave temperaturer.
- Der optræder uheldige miljøer i spalter fx i forbindelse med pressefittings.



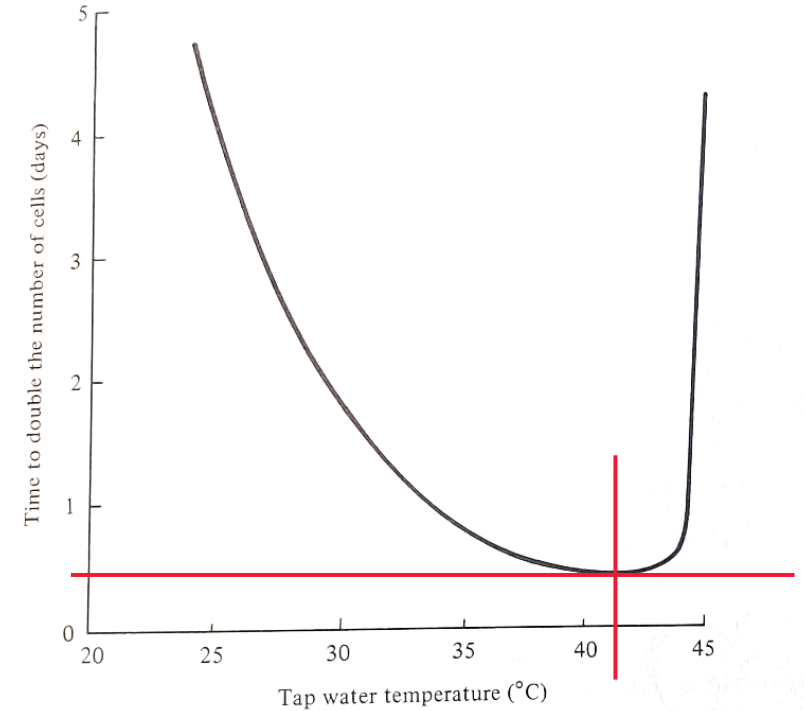
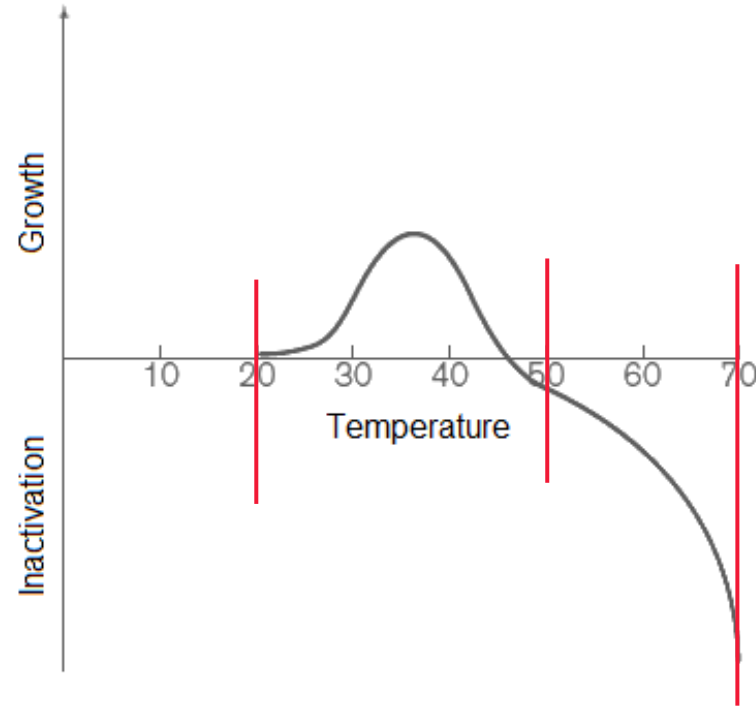
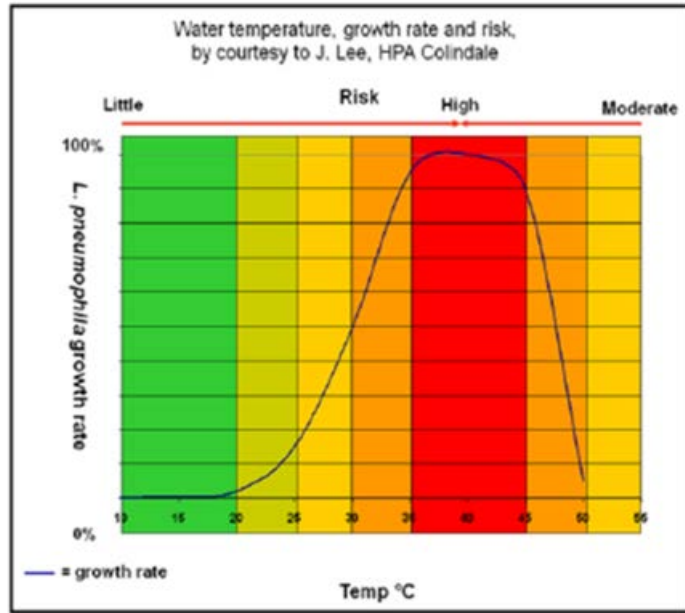
Tableloversigt



Type af døde ender	Krav i lovgivning - vejledning	Andre forhold
1. Døde ender der stammer fra at installationsdele er sløjftet	Døde ender skal fjernes i forbindelse med at brugen af installationen ophører	Længden på afgrening (død ende) må være max 1 – 1,5 x rørets diameter.
2. Døde ender i sjældent benyttede installationer	Døde ender skal tømmes hvis de står ubenyttede hen gennem længere til (1/2 – 1 år). (Dette er typisk koldt vand). Lokal opvarmning bør overvejes ved sjældent brug og lange ledninger	Hvis ledningerne af driftsmæssige årsager vedvarende er ubenyttede igennem et længere tidsrum bør de gennemskylles 1 gang ugentligt. Dette kan eventuelt etableres automatisk.
3. Døde ender – koblingsledninger m.v.	Centralt placerede fordelingsrør med koblingsledninger i handelsdimension $\varnothing 15$ på under 15 meter anses normalt for ikke at medføre en besværende ventetid. Vandbesparende taparmaturer vil medføre længere ventetid. For andre typer af tapninger vil det være nødvendigt at foretage en vurdering af den enkelte installation.	Koblingsledninger kan generelt henledes til døde ender, men der vil under normal drift være gennemstrømning gennem dem flere gangen dagligt. Hvis ledningerne af driftsmæssige årsager vedvarende er ubenyttede igennem et længere tidsrum bør de gennemskylles 1 gang ugentligt. Dette kan eventuelt etableres automatisk.



Risiko for legionella – Temperatur og stagnation





Drikkevandsdirektivet - Artikel 10

Risikovurdering af forbrugerens fordelingsnet

EU's drikkevandsdirektiv fra 2020 med krav vedr. *Legionella* og risikovurderinger

- **Risikovurdering af forbrugernes fordelingsnet**

1. Medlemsstaterne sikrer, at der foretages **en risikovurdering af forbrugernes fordelingsnet**. Denne risikovurdering indeholder følgende elementer:

- a) en generel analyse af de potentielle risici, der er forbundet med forbrugernes fordelingsnet og tilhørende produkter og materialer, og om disse potentielle risici påvirker vandkvaliteten på det sted, hvor det tappes fra vandhaner, der sædvanligvis anvendes til drikkevand; denne generelle analyse indebærer ikke en analyse af individuelle ejendomme, og
 - b) **kontrollen af de parametre, der er opført i bilag I, del D, i ejendomme**, hvor der er konstateret specifikke risici for vandkvaliteten og menneskers sundhed i forbindelse med den generelle analyse, der udføres i henhold til litra a).
- **Hvad angår Legionella eller bly kan medlemsstaterne beslutte at fokusere kontrollen, der er omhandlet i første afsnit, litra b), på prioriterede ejendomme.**

Drikkevandsdirektivet – Bilag I del D

Del D

Parametre af relevans for risikovurderingen af forbrugernes fordelingsnet

Parameter	Parameterværdi	Enhed	Bemærkninger
<i>Legionella</i>	<1 000	CFU/l	Denne parameterværdi fastsættes med henblik på artikel 10 og 14. Det kan overvejes, at træffe de foranstaltninger, der er fastsat i henhold til disse artikler, selv når parameterværdien ikke er overskredet, f.eks. i tilfælde af infektioner og udbrud. I sådanne tilfælde bør kilden til infektionen bekræftes og arten af <i>Legionella</i> bør identificeres.
Bly	10	µg/l	Denne parameterværdi fastsættes med henblik på artikel 10 og 14. Medlemsstaterne bør gøre deres yderste for at nå den lavere værdi på 5 µg/l senest den ...[15 år efter datoen for dette direktivs ikrafttræden].

3.185 Table 6 gives guidance on the actions to be taken in the event of finding *Legionella* in the water system.

Table 6 Action levels following *Legionella* sampling in hot and cold water systems

<i>Legionella</i> (cfu/litre)	Action required
Not detected	Acceptable
<100 to 1000	Refer to the Responsible Person / WSG and ensure real-time monitoring (biocide levels, temperatures, etc.) are within target limits throughout the system.
>1000 to <10,000	Either: (i) If a small proportion of samples (10–20%) are positive, the system should be re-sampled. If a similar count is found again, then a review of the control measures and risk assessment should be carried out to identify any remedial actions; (ii) If the majority of samples are positive, the system may be colonised, albeit at a low level, with <i>Legionella</i> . Disinfection of the system should be considered but an immediate review of control measures and a risk assessment should be carried out to identify any other remedial action required.
≥10,000	The system should be re-sampled and an immediate review of the control measures and risk assessment carried out to identify any remedial actions, including whether a disinfection of the whole system or affected area is necessary.



Drikkevandsdirektivet - Artikel 14

Artikel 14

Udbedrende foranstaltninger og begrænsning af brugen

1. Medlemsstaterne sikrer, at der ved ethvert tilfælde af manglende overholdelse af de parameterverdier, der er fastsat i overensstemmelse med artikel 5, straks foretages en undersøgelse med henblik på at påvise årsagen hertil.
2. Overholder drikkevandet på trods af de foranstaltninger, der er truffet for at opfylde forpligtelserne i henhold til artikel 4, stk. 1, ikke de parameterverdier, der er fastsat i overensstemmelse med artikel 5, og uden at det berører artikel 6, stk. 2, sikrer den pågældende medlemsstat, at der hurtigst muligt træffes udbedrende foranstaltninger til genoprettelse af kvaliteten af dette vand, og den prioriterer sin håndhævelse, idet den bl.a. tager hensyn til, i hvilken udstrækning den pågældende parameterverdi er overskredet, og den hermed forbundne potentielle fare for menneskers sundhed.

I tilfælde af manglende overholdelse af de parameterverdier, der er fastsat i bilag I, del D, skal de udbedrende foranstaltninger omfatte de foranstaltninger, som er fastsat i artikel 10, stk. 3



Drikkevandsdirektivet - Artikel 10

3. For at mindske risici i forbindelse med distribution til forbrugerne i alle forbrugernes fordelingsnet sikrer medlemsstaterne, at alle følgende foranstaltninger tages i betragtning, og at der træffes de foranstaltninger, der betragtes som relevante:
- d) at fremme uddannelse af blikkenslagere og andre fagfolk, der beskæftiger sig med forbrugernes fordelingsnet og installation af byggevarer og -materialer, der kommer i kontakt med drikkevand
 - e) at sikre, at der for så vidt angår *Legionella* indføres effektive kontrol- og styringsmæssige foranstaltninger, som er tilpasset risikoen, for at forebygge og imødegå eventuelle sygdomsudbrud.



Risikovurdering hvordan kan det gøres?

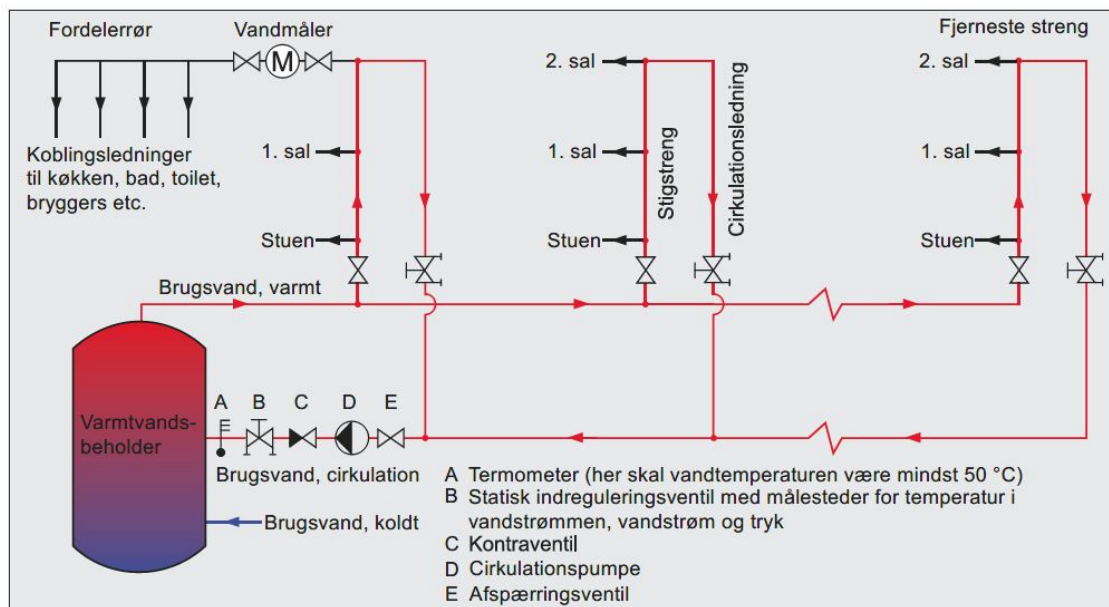
EUDP projekt

- I forbindelse med EUDP projektet er der udviklet et risikovurderingsværktøj
- Værktøjet er baseret på et FMEA risikovurderingsskema
- Værktøjet forventes at være færdigudviklet når projektet afsluttes.

- Værktøjet er primært baseret på de risikoparametre der kan udredes af en konkret installation, og en vægtning af disse.



Oversigt over risikoparametre



Kompleksitet

Komponenter

Temperatur

Fjernvarmetemperatur

Vandudskiftning

Døde_ender

Materialer

Tilstand

Isolering

Legionella

Blødgøringsanlæg

Lagdeling

Styring

Legionellasikring

Brugeranvendelse

Tapsteder



FMEA – udkast til risikovurderingsskema

Legionella pneumophila, serotype 2 - 14; Der er foretaget målinger og konstanteret Legionella													
Del 1	S.B.												
				Oprindelige system	895								
				Efter alle tiltag	895								
	62A_Installationskompleksitet			Efter planlagte tiltag	895								
Delsystem	Influensparameter	Konsekvens	Sandsyn./ frekvens	Kontrol	Risikobi drag	Forslag til tiltag							
System/komponent	Parameter (vælg fra liste)	Værdi (vælg fra liste)	Potentiel effekt (kan overskrives)	K O N S	Mulig årsag (vælg eller skriv)	S A N	Procedure (vælg eller skriv)	D E T	R I S	Tiltag (skriv el. vælg)	Ny parameterværdi (vælg fra liste)	Ny kontrolprocedure (vælg eller skriv)	Ansvarlig? Dato?
	Hvilken parameter undersøges?	Hvilken værdi antage parameteren? (husk at angive konsekvens, hvis liste ikke benyttes)	Effekt/detaljer (autoudfyldes - kan overskrives)	Konsekvens (auto-udfyldes)	Årsag: Vælg fra liste eller skriv alternativ årsag Tilføj evt. forklaring	Hvor ofte sker det? (1=100% = altid)	Er der en procedure til at undgå konsekvensen?	Effektivitet	Risikobidrag	Hvad kan gøres for at minimere konsekvens og/eller sandsynlighed?	Hvilken ny værdi antage parameteren? (husk at angive konsekvens, hvis liste ikke benyttes)	Ny procedure til at undgå konsekvensen?	Hvis der er planlagt - hvem er ansvarlig - hvornår skal det implementeres?
				0		1		0%	0				
Vandforsyning	Legionella	Legionella pneumophila, serotype 2 - 14; Der er foretaget målinger og konstanteret Legionella	Kan smitte udsatte personer	7		1		0%	125				
	Temperatur	0 - 20 °C; Temperaturen OK	Ingen vækst af farlige bakterier	0		1		0%	0				
	Temperatur	20 - 25 °C; Temperaturen på det kolde vand er for høj	Risiko for vækst af Legionella	5	Mulighed for opvarmning af dele af koldt vandspærende i beholderrum, skakte o.l.	1		0%	31				
	Andet (forklar i næste felt)			0		1		0%	0				
				0		1		0%	0				
Fjernvarme	Fjernvarmetemperatur	> 70; Indgangstemperatur OK	50 °C varmt vand muligt	0		1		0%	0				
	Andet (forklar i næste felt)			0		1		0%	0				
				0		1		0%	0				
Varmtvandsforsyning, beholder	Temperatur	50 - 55 °C; Temperaturen OK	Høj temperatur sikre mod legionellavækst	0		1		0%	0				
	Vandudskiftning_Beholder	3x el. mere per døgn; Vand i beholder udskiftes mindst 3x per døgn		0		1		0%	0				
				0		1		0%	0				



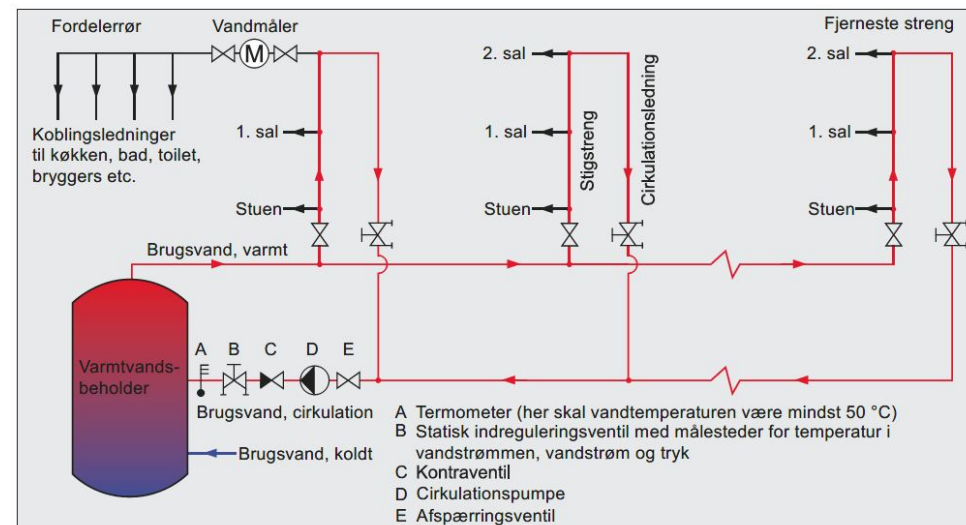
FMEA – udkast til risikovurderingsskema

Legionella pneumophila, serotype 2 - 14; Der er foretaget målinger og konstanteret Legionella													
Delsystem	Influensparameter	Konsekvens	Sandsyn./ frekvens	Kontrol	Risikobidrag	Forslag til tiltag							
System/komponent	Parameter (vælg fra liste)	Værdi (vælg fra liste)	Potentiel effekt (kan overskrives)	K O N S	Mulig årsag (vælg eller skriv)	S A N	Procedure (vælg eller skriv)	D E T	R I S	Tiltag (skriv el. vælg)	Ny parameterværdi (vælg fra liste)	Ny kontrolprocedure (vælg eller skriv)	Ansvarlig? Dato?
Del 1	S.B.												
			Oprindelige system	895									
			Efter alle tiltag	895									
	62A_Installationskompleksitet		Efter planlagte tiltag	895									
Vandforsyning	Legionella	Legionella pneumophila, serotype 2 - 14; Der er foretaget målinger og konstanteret Legionella	Kan smitte udsatte personer	7	Årsag: Vælg fra liste eller skriv alternativ årsag Tilføj evt. forklaring	1	Er der en procedure til at undgå konsekvensen?	0%	125	Hvad kan gøres for at minimere konsekvens og/eller sandsynlighed?	Hvilken ny værdi antage parameteren? (husk at angive konsekvens, hvis liste ikke benyttes)	Ny procedure til at undgå konsekvensen?	Hvis der er planlagt - hvem er ansvarlig - hvornår skal det implementeres?
	Temperatur	0 - 20 °C; Temperaturen OK	Ingen vækst af farlige bakterier	0		1		0%	0				
	Temperatur	20 - 25 °C; Temperaturen på det kolde vand er for høj	Risiko for vækst af Legionella	5	Mulighed for opvarmning af dele af koldt vandsprønde i beholderrum, skakte o.l.	1		0%	31				
	Andet (forklar i næste felt)			0		1		0%	0				
Fjernvarme	Fjernvarmetemperatur	> 70; Indgangstemperatur OK	50 °C varmt vand muligt	0		1		0%	0				
	Andet (forklar i næste felt)			0		1		0%	0				
				0		1		0%	0				
Varmtvandsforsyning, beholder	Temperatur	50 - 55 °C; Temperaturen OK	Høj temperatur sikre mod legionellavækst	0		1		0%	0				
	Vandudskiftning_Beholder	3x el. mere per døgn; Vand i beholder udskiftes mindst 3x per døgn		0		1		0%	0				

Legionella	Legionella pneumophila, serotype 2 - 14; Der er foretaget målinger og konstanteret Legionella
Temperatur	Ingen data; Der er ikke foretaget målinger Legionella; Der er foretaget målinger Legionella spp; Der er foretaget målinger Legionella pneumophila, serotype 2; Legionella pneumophila, serotype 1; 20 - 25 °C; Temperaturen på
Temperatur	



- Risikoparametre - vægtning



Vurderingstabel 6.4A Vandkvalitet mht. Legionella

Værdi	C	Beskrivelse	Effekt
Ingen data	5	Der er ikke foretaget målinger	
Ingen Legionella	0	Der er foretaget målinger, men ikke konstateret Legionella	Reduceret risiko
Legionella spp	5	Der er foretaget målinger og konstateret Legionella + CFU krav	Legionella spp. observeres næsten altid
Legionella pneumophila, serotype 2 - 14	7	Der er foretaget målinger og konstateret Legionella + CFU krav	Kan smitte udsatte personer
Legionella pneumophila, serotype 1	9	Der er foretaget målinger og konstateret Legionella + CFU krav	Kan smitte raske personer



FMEA – udkast til risikovurderingsskema

Legionella pneumophila, serotype 2 - 14; Der er foretaget målinger og konstanteret Legionella

Del 1	S.B.												
				Oprindelige system	895								
				Efter alle tiltag	895								
	62A_Installationskompleksitet			Efter planlagte tiltag	895								
Delsystem	Influensparameter	Konsekvens	Sandsyn./ frekvens	Kontrol	Risikobidrag	Forslag til tiltag							
System/komponent	Parameter (vælg fra liste)	Værdi (vælg fra liste)	Potentiel effekt (kan overskrives)	K O N S	Mulig årsag (vælg eller skriv)	S A N	Procedure (vælg eller skriv)	D E T	R I S	Tiltag (skriv el. vælg)	Ny parameterværdi (vælg fra liste)	Ny kontrolprocedure (vælg eller skriv)	Ansvarlig? Dato?
	Hvilken parameter undersøges?	Hvilken værdi antage parameteren? (husk at angive konsekvens, hvis liste ikke benyttes)	Effekt/detaljer (autoudfyldes - kan overskrives)	Konsekvens (autoudfyldes)	Årsag: Vælg fra liste eller skriv alternativ årsag Tilføj evt. forklaring	Hvor ofte sker det? (1=100% = altid)	Er der en procedure til at undgå konsekvensen?	Effektivitet	Risikobidrag	Hvad kan gøres for at minimere konsekvens og/eller sandsynlighed?	Hvilken ny værdi antage parameteren? (husk at angive konsekvens, hvis liste ikke benyttes)	Ny procedure til at undgå konsekvensen?	Hvis der er planlagt - hvem er ansvarlig - hvornår skal det implementeres?
				0		1		0%	0				
Vandforsyning	Legionella	Legionella pneumophila, serotype 2 - 14; Der er foretaget målinger og konstanteret Legionella	Kan smitte udsatte personer	7		1		0%	125				
	Temperatur	0 - 20 °C; Temperaturen OK	Ingen vækst af farlige bakterier	0		1		0%	0				
	Temperatur	20 - 25 °C; Temperaturen på det kolde vand er for høj	Risiko for vækst af Legionella	5	Mulighed for opvarmning af dele af koldt vandspærende i beholderrum, skakte o.l.	1		0%	31				
	Andet (forklar i næste felt)			0		1		0%	0				
				0		1		0%	0				
Fjernvarme	Fjernvarmetemperatur	> 70; Indgangstemperatur OK	50 °C varmt vand muligt	0		1		0%	0				
	Andet (forklar i næste felt)			0		1		0%	0				
				0		1		0%	0				
Varmtvandsforsyning, beholder	Temperatur	50 - 55 °C; Temperaturen OK	Høj temperatur sikre mod legionellavækst	0		1		0%	0				
	Vandudskiftning_Beholder	3x el. mere per døgn; Vand i beholder udskiftes mindst 3x per døgn		0		1		0%	0				
				0		1		0%	0				



Risiko for korrosion som følge af stagnerende vand

- I Danmark anvendes der til større/store installationer i dag næsten udelukket rør af rustfrit stål eller plast.
- De rustfri ståltyper der anvendes til rør i dag i danske drikkevandsinstallationer, er hovedsageligt 2 typer.
 - Materialet EN 1.4401 / AISI 316 der er et rustfrit austenitisk krom-nikkel-molybdæn stål. Molybdæninholdet muliggør et højt niveau af korrosionsbestandighed over for ikke-oxiderende syrer og klorholdige materialer.
 - Materialet EN 1.4521 / AISI 444 der er et nikkelfrit, molybdænlegeret ferritisk rustfrit stål med meget god korrosionsbestandighed, god kuldeformbarhed og høj styrke.
- Der anvendes 3 typer af presfittings til samling af rustfri rør i dag.
 - Rustfri pressefittings af enten EN 1.4404, eller EN 1.4521 svarende til rørkvaliteterne.
 - Rødgodsfitings af typen CC499K der har legeringen CuSn5Zn5Pb2. (Denne legering anvendes generelt ikke længere i Danmark på grund af det høje blyindhold på 5% der kan give afsmitning til vandet).
 - Siliciumbronzefittings af en type der har legeringen CuZn21Si3P.



Passiveringing af rustfrit stål

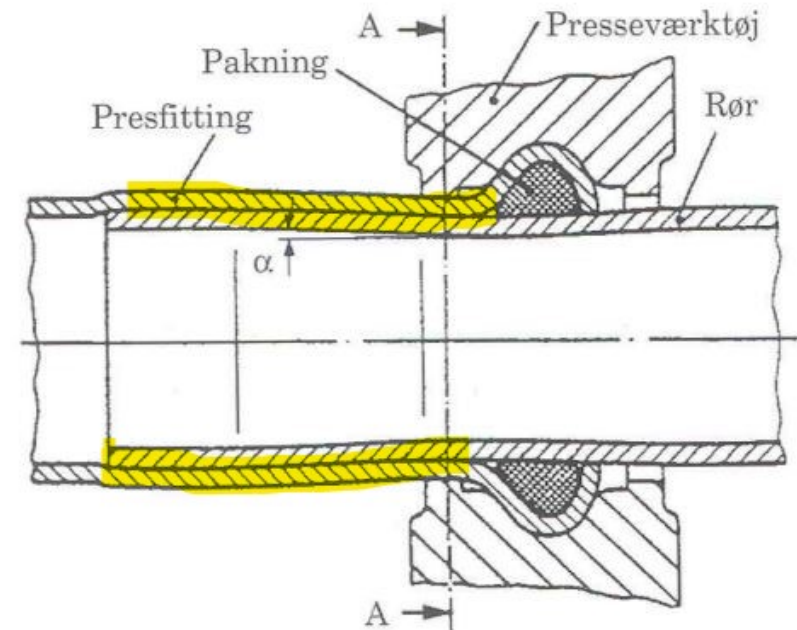
- Under normal drift vil rustfrit ståls overflade danne et meget tyndt oxidlag (passivering). Dette lag beskytter stålet effektivt mod korrosion. Skulle denne beskyttende overflade blive beskadiget vil den repassivere og overfladen vil være beskyttet igen.
- Hvis overfladen udsættes for oxiderende væsker fx frit klor, klorisyre eller klorider vil overfladen ikke kunne repassivere, og der vil meget hurtigt kunne ske gennemtæringer.





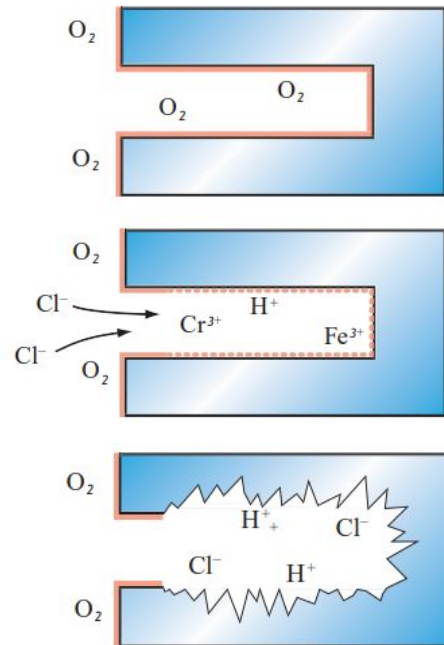
Typiske korrosionsskader i forbindelse med rustfrit stål

- Spaltekorrosion
 - Korrosion i spalte på grund af opkoncentrering af chlorider
 - Korrosion i spalte på grund af mikrobiel aktivitet
 - Korrosion i spalte på grund af forkert håndtering af materialet fx overskæring
- Pitting korrosion på lige flader
 - Korrosion på grund af aflejringer på overfladen
 - Korrosion på grund af oxiderende elementer på overfladen





Spaltekorrosion som følge af chlorider i spalter





Spaltekorrosion som følge af mikrobiel vækst

- Mikrobiel korrosion i spalter skyldes at der vækst af enten sulfatreducerende bakterier eller syredannende (oxiderende) bakterier i spalten, typisk i nærheden af gummipakningen.
- Der kan typisk være tale om bakterien *Pseudomonas aeruginosa* der er syredannende.





Korrosion i spalter og på lige rør på grund af forkert håndtering

- Overskæring af rør med nedstryger med klinge af sort stål
- Bearbejdning af rustfrit stål i rum hvor der også bearbejdes almindeligt sort stål
- Opbevaring af rør og fittings hvor der kan komme støv og partikler til





TEKNOLOGISK
INSTITUT

Tak for opmærksomheden
Er der spørgsmål