

Legionellamåling

Guideline for prøvetagning og analyse

Rørcenter-anvisning 036

Maj 2026

LEGIONELLAMÅLING

Guideline for prøvetagning og analyse

Rørcenter-anvisning 036

1. udgave, 1. oplag, maj 2026

© Rørcentret

Teknologisk Institut

Tryk og indbinding:

TI Tryk, Taastrup, Teknologisk Institut

ISBN 978-87-85411-10-5

ISSN 1600-9894

Nøgletitel: Rørcenter-anvisning

EAN 9788785411105

Guideline

Måling af Legionella i brugsvandsinstallationer

Valg af metode, prøveudtagning samt håndtering og transport af prøver ifm. måling af Legionella i brugsvandsinstallationer.

Forord

Guidelinen er udarbejdet af Teknologisk Institut med afsæt i projektet 'Legionella-SIKRING' og støttet af Realdania og Grundejernes Investeringsfond.

Udarbejdelsen er sket i et tæt og konstruktivt samarbejde med repræsentanter for de øvrige partnere i aktivitet 'Legionellamåling', dvs. Aalborg Universitet BUILD, Statens Serum Institut, VIA University College, KAB, Aarhus og Københavns kommuners ejendomsforvaltninger samt DONSlab. Sidstnævnte repræsenterende Eurolab Danmark (forening af laboratorier med det formål at understøtte laboratoriers faglige virke).

Guidelinen har inden publikation været i høring og modtaget input fra projektets advisory board. Der var ønske om at guidelinen tillige udkom som Rørcenter-anvisning, og dermed tilsvarende Rørcenter-anvisning nr. 17 Legionella og nr. 27 Vandinstallationer.

Deltagelsen fra projektets samarbejdspartnere har haft karakter af fagligt input og sparring. Guidelinens indhold kan derfor ikke nødvendigvis tages som udtryk for de enkelte organisationers officielle holdninger eller anbefalinger.

Maj 2026

Teknologisk Institut

Version 1.0 (05/2026)

Indholdsfortegnelse

FORORD	1
INDHOLDSFORTEGNELSE	2
SAMMENFATNING / SUMMARY IN ENGLISH	4
INDLEDNING	5
GUIDELINENS FORMÅL OG BAGGRUND	5
LÆSEVEJLEDNING	6
1 STRATEGI FOR MÅLING AF LEGIONELLA	7
1.1 FORMÅLET MED UNDERSØGELSEN (KONTROLKATEGORIER).....	7
1.2 VALG AF PRØVETAGNINGSSTED	8
1.2.1 <i>Repræsentative og egnede tapsteder via forskrift eller risikovurdering</i>	8
1.2.2 <i>Typiske tapsteder og deres udpegning</i>	9
1.2.3 <i>Eksempler på repræsentative og egnede tapsteder</i>	10
1.2.4 <i>Særlige opmærksomhedspunkter ved valg af tapsteder</i>	11
1.3 VALG AF PRØVETAGNINGSMETODE	12
1.4 PRØVETAGNINGENS AFHÆNGIGHED AF KONTROLKATEGORI.....	13
1.5 VALG AF ANALYSEMETODE TIL FORSKELLIGE FORMÅL/KONTROLKATEGORIER	15
1.6 KVALITETSSIKRING, MÅLEUSIKKERHED OG ENHEDER.....	19
1.6.1 <i>Kvalitetssikre analysemetoder i laboratorium og on-site via akkreditering mv.</i>	19
1.6.2 <i>Måleusikkerhed</i>	19
1.6.3 <i>Enheder</i>	20
1.7 RAPPORTERING AF LEGIONELLA-MÅLING	20
2 PRØVETAGNING OG -HÅNDTERING	22
2.1 TAPSTEDER OG DERES HÅNDTERING VED LEGIONELLA-PRØVETAGNING.....	22
2.1.1 <i>Forskellige brusearmaturer</i>	22
2.1.2 <i>Håndvaskarmaturer og særlige tapsteder</i>	23
2.2 PRØVETAGNINGENS GENNEMFØRELSE SAMT TRANSPORT FOR LABORATORIEANALYSE	25
2.3 BESLUTNINGSFLOW MHT. PRØVETAGNINGEN OG SOM STØTTE TIL TJEKLISTE	27
3 ANALYSE I LABORATORIUM OG ON-SITE	28
3.1 MÅLEMETODER EFTER FORSKELLIGE PRINCIPPER OG GRUNDLAG	28
3.2 STANDARDISEREDE OG VALIDEREDE LABORATORIEMETODER.....	29
3.3 HURTIGMETODER TIL ON-SITE ANVENDELSE	30
3.4 BIOSENSORER OG ANDRE FREMTIDIGE MULIGHEDER	31
4 DEFINITIONER OG BEGREBER	35
5 REFERENCER	42
5.1 STANDARDER OG VALIDERINGSRAMMER (RELEVANTE FOR DRIKKE-/ BRUGSVAND).....	43
5.2 LEGIOLERT VS ISO 11731 (DRIKKEVAND/BRUGSVAND, VARMT OG KOLDT).....	43
5.3 QPCR VS KULTUR I BYGNINGSDRIKKEVAND/-BRUGSVAND	44

5.4	VIABILITY-QPCR / 'VIABLE SIGNAL' I DRIKKEVAND/BRUGSVAND	45
5.5	ØVRIGE SUPPLERENDE METODER (ATP, BACTIQUANT, METODEOVERSIGTER).....	46
5.6	BIOSENSORER	46
5.7	DELTAGERNE BAG AKTIVITET 'LEGIONELLAMÅLING'	47
APPENDIKS 1 - RAPPORTERING AF LEGIONELLA-MÅLINGER.....		48
APPENDIKS 2 - QUICK GUIDE - LEGIONELLAPRØVNING TIL LOVPLIGTIG KONTROL (BEK 721)		51
APPENDIKS 3 - PRØVETAGNINGSDAGBOK FOR LEGIONELLAMÅLINGER		53

Sammenfatning / Summary in English

Guidelinen beskriver, hvordan måling af Legionella i brugsvandsinstallationer planlægges, udføres og rapporteres ensartet og fagligt forsvarligt. Den henvender sig til rådgivere, driftsansvarlige og laboratorier og tager udgangspunkt i, at formålet med målingen (fx myndighedskontrol, smitteudredning, kontrol af tiltag, driftskontrol eller risikovurdering) styrer valg af tapsteder, prøvetyper og analysemetoder.

Der gives overordnede anvisninger for, hvor der typisk udtages prøver i varmtvands-systemer, med fokus på to prøvetyper: straks-prøver (A-prøver) (typisk ved smitteudredning/risiko) og flush-prøver (B-prøver) (repræsentative for anlægget, typisk ved kontrol). De vigtigste analysemetoder gennemgås: klassisk dyrkning (referencemetode og grundlag for myndighedskrav), supplerende dyrkningsbaserede metoder, molekylære metoder (qPCR) og hurtigmetoder, herunder deres anvendelighed og begrænsninger.

Derudover gives gennem en 'quick guide' korte retningslinjer for prøveudtagning og -håndtering (mærkning, temperatur, tidsfrister) samt for minimumsindhold i rapportering med det formål at understøtte en risikobaseret, praktisk anvendelig og dokumenterbar håndtering af Legionellamåling i brugsvandsinstallationer.

This guideline describes how to plan, carry out and report Legionella measurements in domestic water systems in a consistent and professionally sound manner. It is aimed at consultants, operational managers and laboratories. The starting point is that the purpose of the investigation (e.g. regulatory monitoring, outbreak investigation, verification of control measures, operational monitoring or risk assessment) determines the choice of sampling points, sample types and analytical methods.

The guideline focuses on two main sample types: first-draw samples (typically for outbreak investigation/risk assessment) and flushed samples (representative of the system, typically for routine control). The principal analytical methods are outlined: traditional culture (the reference method and basis for regulatory requirements), supplementary culture-based methods, molecular methods (qPCR) and rapid tests, together with their applicability and limitations.

Brief instructions are provided for sample handling (labelling, temperature, time limits) and minimum reporting requirements. The aim is to support a risk-based, practical and well-documented approach to managing Legionella in domestic water systems.

Brief guidance is given on sample handling (labelling, temperature, time limits) and on the minimum content of reports. The aim is to support risk-based, practical and well-documented management of Legionella in building water systems.

Indledning

Guidelinens formål og baggrund

Formålet med denne guideline er at skabe et samlet og overskueligt grundlag for korrekt prøvetagning og -håndtering ved kontrol af Legionella i brugsvandsinstallationer. Guidelinen henvender sig til myndigheder, rådgivere, driftsansvarlige og laboratorier og har til hensigt at tydeliggøre centrale begreber, metoder og valg for prøvetagning, så der kan foretages repræsentative og sammenlignelige målinger.

Baggrunden for guidelinen er, at forskellige formål med måling af Legionella – såsom myndighedskontrol, smitteudredning, driftskontrol og risikovurdering – hver især medfører særlige krav til valg af prøvesteder, prøvetagningsmetoder og analysetyper. Da der foreligger både national og international praksis med forskellige definitioner og betegnelser, samler og tydeliggør denne guideline de mest relevante metoder fra dansk lovgivning og anerkendte internationale retningslinjer. Samtidig giver den praksisnære anvisninger, som kan anvendes i forskellige kontekster.

Guidelinen er opbygget, så brugeren både får indblik i rationalet bag de centrale valg og praktiske anvisninger for hele forløbet fra planlægning af prøvetagning over forsendelse til laboratorieanalyse. Målet er at sikre, at kontrollen bliver målrettet og pålidelig, og at prøveresultater kan bruges effektivt i både risikovurdering, kontrol og opfølgning på eventuelle afhjælpende foranstaltninger. Den tager højde for aktuelle lovkrav, myndighedsanbefalinger og teknisk-faglige erfaringer og lægger vægt på gennemsigtighed i valg og begrundelser.

Indholdet bygger på omfattende research fra både dansk og international standard – herunder EU's Drikkevandsdirektiv og ISO 11731 – samt erfaringer fra akkrediterede laboratorier og specialister på området. Særlige valg under strategien er uddybet via faktabokse, ligesom der er udarbejdet en referenceliste. Hvor det er relevant, indeholder guidelinen illustrative bilag, definitioner og praktiske eksempler, så udførende medarbejdere nemt kan omsætte guidelines til konkret handling i det daglige arbejde.

Samlet set danner guidelinen grundlag for, at prøvetagning og analyse af Legionella kan udføres ensartet og fagligt forsvarligt – til gavn for både sundhed, drift og dokumentation.

Læsevejledning

Guidelinen består af følgende dele (kapitel 1 – 3):

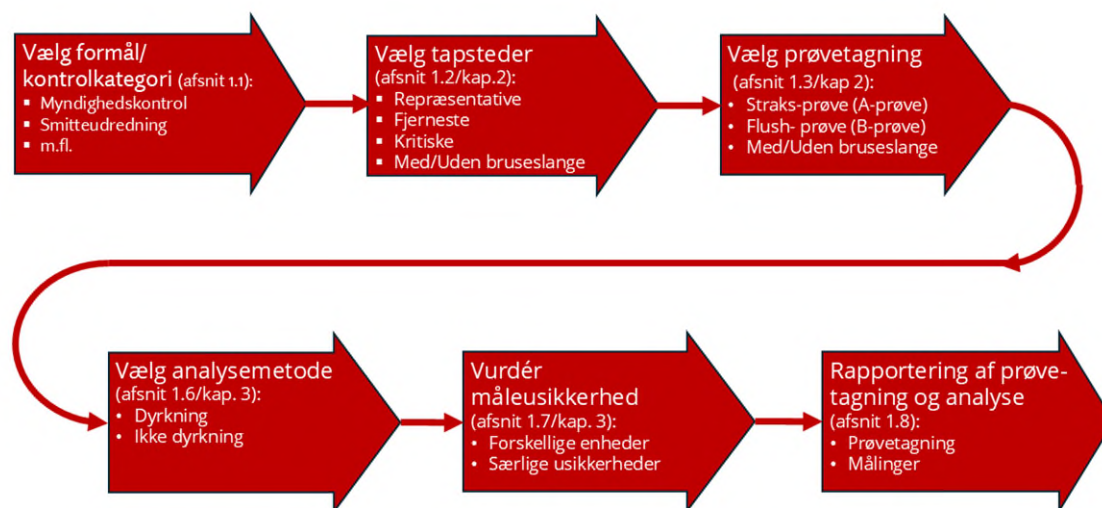
1. 'Strategi for Legionellamåling' giver en overordnet og systematisk gennemgang af elementer og strategivalg beregnet for brugere af Legionellamåling generelt og afsluttes med den i Appendiks 1 – Rapportering af Legionella-målinger anførte skabelon.
2. 'Prøvetagning og -håndtering' belyser nærmere de forskellige elementer i prøvetagningen fra fastlæggelse af prøvetagningssted til transport og er især beregnet på de udførende prøvetagere, herunder med en tjekliste i Appendiks 2 – Quick guide – Legionellaprøvning til lovpligtig kontrol (BEK 721).
3. 'Analyse i laboratorium og on-site' belyser nærmere de forskellige laboratoriemålemetoder og on-site målemetoder med henblik på præcist metodevalg og retter sig i særlig grad mod laboratorier og andre med valg af målemetode for laboratorieanalyser og on-site analyser.

For uddybelse af anvendte ord og begreber henvises til kapitel 4 'Definitioner og begreber'.

Vejledningen skal ses som en overordnet faglig ramme og minimumsbeskrivelse, som i konkrete tilfælde bør suppleres med relevant faglig vurdering, gældende krav og lokale forhold. Som eksempel kan biofilmprøver, der ikke behandles nærmere i vejledningen, i nogle tilfælde være relevante som supplement til vandprøver.

1 Strategi for måling af Legionella

Dette kapitel giver en overordnet og systematisk gennemgang af elementer og strategivalg beregnet for brugere af Legionellamåling generelt og er resumeret i procesdiagrammet (Figur 1) samt udmøntet i Appendiks 1 – Rapportering af Legionella-målinger.



Figur 1 Samlet beslutningsflow for strategien mht. Legionellamåling.

1.1 Formålet med undersøgelsen (kontrolkategorier)

Der kan være forskellige formål med måling af Legionella i brugsvandsinstallationer, og dette spiller ind ved valg af metodik.

Tabel 1 belyser 6 typiske formål/kontrolkategorier, herunder de myndighedsmæssige.

Tabel 1 Forskellige, typiske formål/kontrolkategorier.

Kontrolkategori	Dækker
Myndighedskontrol	Lovpligtig kontrol af prioriterede bygninger iht. Bekendtgørelse om indberetning af Legionellaprøver og -foranstaltninger BEK nr. 721 af 11/06/2024, som har afsæt i EU's drikkevandsdirektiv (EU) 2020/2184.
Smitteudredning, myndighedsbestemt	Undersøgelse med henblik på at kortlægge kilde til konstaterede tilfælde af legionærsygdom. Denne bør være styret af en epidemiologisk og teknisk risikovurdering.

Kontrollkategori	Dækker
Kontrol af afhjælpende tiltag *	Kontrol af, om indførte, afhjælpende foranstaltninger, fx myndighedsafledte, har haft den ønskede effekt.
Driftskontrol (rutinekontrol) *	Løbende kontrol med henblik på at sikre, at den samlede brugsvandsinstallation og dens tapsteder ligger indenfor en given grænse, fx 1.000 CFU/L. Alternativ - eller supplerende kontrol ved samme tapsteder, hvor udviklingen følges.
Risikovurdering *	Målinger som et element i kortlægning af Legionellas udbredelse i den samlede brugsvandsinstallation og dens tapsteder. Særlig fokus på områder, hvor Legionella kan forekomme og formere sig, samt på aerosolproducerende komponenter, som personer kan blive eksponeret for.
Screening *	En indledende og typisk begrænset undersøgelse eller test af vandprøver fra et vandssystem for at finde ud af, om Legionella er til stede – ofte for at opdage problemer tidligt, dvs. før der opstår sygdomsudbrud. Kan også være for at få et overblik over en evt. udbredelse af Legionella.

* De anførte kontroller består af en stikprøvekontrol, hvor kun en begrænset del (en stikprøve) af en installation, bygning, større bygningsmasse eller andet undersøges.

1.2 Valg af prøvetagningssted

1.2.1 Repræsentative og egnede tapsteder via forskrift eller risikovurdering

Det er vigtigt at vælge et prøvetagningssted, som både er repræsentativt for den måling, man ønsker at udføre, og som er egnet til at tage vandprøven fra. Ofte vælges et almindeligt tapsted i installationen, men i visse tilfælde kan det være et særligt udpeget tapsted, hvor der etableres prøvehaner til vandprøver.

Indledende risikovurdering

Tapsteder kan være fastlagt af myndigheder og andre eller baseret på en indledende risikovurdering.

Risikovurderingen med henblik på kortlægning af tapsteder baseres typisk på følgende hovedpunkter:

- Registrér bygningstype og brugergrupper (særligt sårbare beboere)
- Kortlæg hovedkomponenter: varmtvandsforsyning, cirkulation, blandesløjfer/-ventiler og eventuelle blindledninger

- Vurder temperaturforhold: lav varmtvandstemperatur, lange opholdstider eller koldt vand, som er blevet opvarmet
- Notér områder med dårlig/ingen cirkulation (dårlig indregulering)
- Udpeg og dokumentér udvalgte tapsteder
- Vurder evt. anvendelse af brusere, bruseslanger og blandebatterier (fx plejehjem, hoteller og brusefaciliteter i fx svømmehaller).

1.2.2 Typiske tapsteder og deres udpegning

Tabel 2 angiver de tapsteder, som typisk ønskes repræsenteret ved prøvetagningen, og der er givet eksempler på, hvor de typisk kan findes. Der er taget afsæt i en opdeling i tre kategorier af tapsteder (repræsentativt, fjernest og kritisk), svarende til, hvad der ofte ses anvendt i andre landes anvisninger og regler.

Et tapsted kan godt opfylde flere kategorier.

Ofte søges ved fx den myndighedskrævede, 3-årige kontrolperiode inddraget forskellige tapsteder, så en så stor del af installationen som muligt dækkes. I andre tilfælde kan det også via faste tapsteder (evt. prøvehaner) være hensigtsmæssigt at måle samme sted over en årrække.

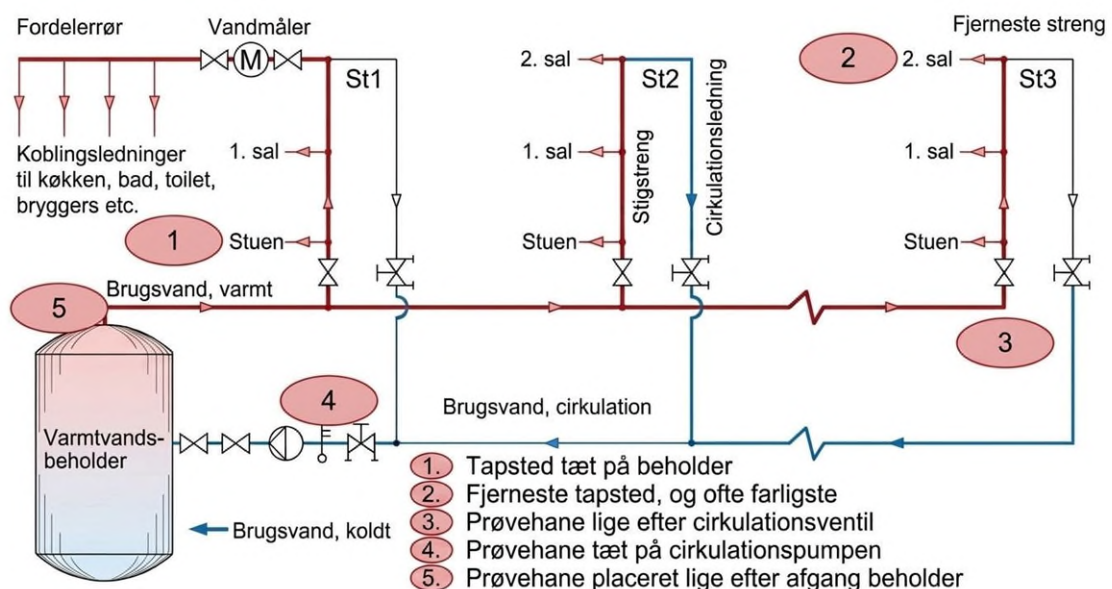
Tabel 2 Valg af tapsted.

Tapsted	Kort beskrivelse	Eksempel i praksis
Repræsentativt tapsted	Et tapsted, der bedst muligt afspejler den 'generelle' vandkvalitet ift. Legionella i installationen.	Håndvask eller tilsvarende tapsted tæt ved stigstreng eller fordelingsledning ude i systemet (fx sted 3, Figur 2). Evt. et fast tapsted dækkende cirkulationsledningen (fx sted 4, Figur 2).
Fjerneste tapsted	Det tapsted, der ligger længst væk fra varmtvandsbeholderen og typisk med lang opholdstid og temperaturfald.	Håndvask placeret længst væk fra varmtvandsbeholderen (fx sted 2, Figur 2).
Kritiske tapsteder	Tapsteder med ekstra høj risiko for udsættelse og spredning af Legionella til brugere. Ved smitteudredning det tapsted, hvor det vurderes, at personen kan være blevet smittet.	Bruser, spabad, eller andet hvor aerosoler dannes, samtidig med at koncentrationen af Legionella kan være høj (fx sted 2, Figur 2).

Tapsted	Kort beskrivelse	Eksempel i praksis
Med/uden bruseslange	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uden bruseslange (eliminerer slangens effekt, men inkluderer blande batteriets effekt, som kan være anselig). ▪ Med bruseslange hvor der kan være høj koncentration af Legionella (og andre bakterier). 	Der er ofte risiko for vækst og spredning af Legionella fra brusere, fordi både blandingsbatteri, bruseslange og brusehoved ofte kun gennemstrømmes af lunkent vand, samtidig med at dannelsen af aerosoler betyder, at det let kan indåndes af personer.

1.2.3 Eksempler på repræsentative og egnede tapsteder

Figur 2 tydeliggør de mest relevante tapsteder for prøvetagning, og hvordan de typisk kan findes.



Figur 2 Anvisning for valg af repræsentative og egnede tapsteder (brugsvandtapsteder og prøvehaner).

Forklaring til figurens tapsteder

Tapsteder og prøvehaner:

Tapsted er, hvor der tappes vand til dagligt forbrug.

Prøvehane er en hane, der er etableret med det formål enten at udtage vandprøver til test eller at kunne gennemskylle installationen, fx efter reguleringsventiler.

Valg af prøvetagningssted vurderes ud fra forhold som fx:

Sted 1: Tapsted nær første afgrening på første stigstreng efter varmtvandsforsyningen.

Vil normalt have en høj varmtvandstemperatur, og det er ikke sikkert, at resultatet vil afspejle situationen i den samlede installation, da der kan være områder ude i cirkulationskredsen, der af forskellige årsager har en lavere temperatur.

Sted 2: Tapsted langt ude i systemet fx på den sidste stigstreng.

Kan være vanskelige at forsyne, der kan være lang opholdstid og vandet vil ofte have en temperatur på under 50°C.

Sted 3: Prøvehane direkte på cirkulationskredsen lige efter en indreguleringsventil (på returledningen).

Her vil temperaturen mv. være afhængig af indstilling, type og funktion af indreguleringsventilen.

Sted 4: Prøvehane direkte på cirkulationskredsen lige inden cirkulationspumpen.

Her vil temperaturen være afhængig af den samlede indregulering af cirkulationskredsen. Hvis én af cirkulationsventilerne står helt åben, vil dette kunne påvirke den samlede returtemperatur.

Sted 5: Prøvehane direkte efter varmtvandsforsyningen.

Anvendes primært til at kontrollere, om der forekommer vækst af Legionella i beholder eller veksler. Prøven kan indeholde høje niveauer af levende Legionella, selv om temperaturen på afgangsvandet er høj. Dette kan skyldes kort opholdstid i veksleren eller vækst i beholderen som følge af lagdeling samt vækst før veksleren eller i blandetanke. Sådant vækst kan være årsag til kolonisering af hele anlægget.

1.2.4 Særlige opmærksomhedspunkter ved valg af tapsteder

Tapstedet, dets udformning og dets anvendelse mv. har betydning for, om det er velegnet til udtag af vandprøver:

- Ved udtag af prøver fra 1-grebsarmaturer skal det sikres, at disse er indstillet på 'varmt vand'.
- Ved spuleventiler mv., der skal benyttes som prøvested, skal det sikres, at prøvestedet anvendes regelmæssigt og ikke er en ledning, der meget sjældent anvendes, dvs. en 'død ende'. Vær opmærksom på, at en død ende kan være et vækstpunkt, der kan 'smitte' hele systemet.
- Ved anvendelse af brusearmatur til prøvetagning skal indstillingen være til 'varmt vand', så der ikke iblandes koldt vand, og det skal overvejes, hvorvidt bruseslangen skal demonteres, fx ved smitteudredning, da slangen oftest indeholder meget biofilm.
- Ved risikovurdering og smitteudredning fra bruser er det ofte mere relevant at udtage prøven fra det blandede vand (koldt plus varmt brugsvand), der bades i, end fra det varme brugsvand alene.

- Vær også opmærksom på det kolde vand – det kan evt. være varmepåvirket ved lang opholdstid, lange rørføringer, eller ved at det løber i samme skakt som varmtvandsrørene (evt. fællesisolerede).

1.3 Valg af prøvetagningsmetode

Der anvendes både i Danmark og internationalt mange forskellige betegnelser og definitioner for de to centrale metoder til prøvetagning. Metoderne har til formål at afdække tilstanden af henholdsvis det vand, der umiddelbart tappes fra prøvestedet, og det vand, der repræsenterer selve installationen. De foreslåede primære betegnelser, "straks" og "flush", tager udgangspunkt i Legionellabekendtgørelsen (BEK nr. 721).

Tabel 3 viser anvendt terminologi og beskrivelse af, hvad de forskellige begreber dækker.

Tabel 3 Prøvetagningsmetoder

Anvendt begreb	Alternative betegnelser	Definition/Beskrivelse
Straks-prøve	A-prøve	<p>Den første liter vand fra et tapsted (koldt eller varmt). Bruges primært ved smitteudredning og risikovurdering - repræsenterer 'worst case' og giver mulighed for at vurdere det konkrete tapsted, fx en bruseslange.</p> <p>Vand fra bruseslanger viser ofte forekomst af Legionella på flere tusinde CFU/L, hvilket dog ikke nødvendigvis er repræsentativt for vandet i brugsvandsinstallationen.</p> <p>Straks-prøver kan også udtages direkte fra vandet i spabade, sumpen i køletårne, springvand, terapiudstyr mv. Sådanne straks-prøver er ikke omfattet af denne vejledning, men skal tænkes ind i en samlet risikovurdering eller smitteudredning.</p>
Flush-prøve ¹	B-prøve	<p>Prøver tages fra tapsted efter 60 sekunder, dvs. den tid, det tager at sikre, at en typisk koblingsledning er tømt (koldt eller varmt) efter 'flush' med blød stråle.</p> <p>Konstant temperatur for både koldt og varmt vand måles og skal noteres. Hvis vandet ikke opnår konstant temperatur efter 60 sekunder, betyder dette ofte, at cirkulationskredsens indregulering ikke er i orden. Her skal tiden, det tager for opnåelse af konstant temperatur, og temperaturen ligeledes noteres.</p> <p>Hvis prøven skal være repræsentativ for anlægget, bør den ikke tages fra et brusebad eller steder, hvor der er lavt forbrug, for her</p>

¹ Definitionen af flush-prøver afviger her fra DS/ISO 5667-5 og DS/EN ISO 19458, der anvender konstant temperatur, hvilket i nogle tilfælde er u hensigtsmæssigt ift. Legionellamåling.

Anvendt begreb	Alternative betegnelser	Definition/Beskrivelse
		<p>kan den lokale biofilm være så kraftig, at det forurener prøven, selvom vandet kommer fra en uproblematisk cirkulation.</p> <p>Hvis det drejer sig om risikovurdering eller smitteudredning, kan det dog ofte være hensigtsmæssigt med flush-prøver fra disse tapsteder (bruseslange/tapsteder med lavt forbrug).</p>

1.4 Prøvetagningens afhængighed af kontrolkategori

De forskellige formål/kontrolkategorier resulterer i forskellige valg af tapsteder mv., se Tabel 4. De særlige forhold og krav vedr. hhv. Legionellabekendtgørelsen og smitteudredning, herunder angående med/uden bruseslange, er belyst i efterfølgende Faktabokse.

Tabel 4 Prøvetagningens afhængighed af kontrolkategori.

Kontrolkategori (se Tabel 1)	Repræsentativt tapsted	Fjerneste tapsted	Kritisk tapsted	Bruseslange Med/Uden	Straks-prøve Flush-prøve
Myndighedskontrol *	(X)	X	X	Uden	Flush
Smitteudredning, myndighedsbestemt #	(X)	(X)	X	Med	<p>Min. to prøver:</p> <p>Straks-prøve (blandet vand fra mistænkt smitekilde)</p> <p>Flush (varmt) (vandhane)</p>
Kontrol af afhjælpende tiltag	(X)	X	X	(Med)	<p>Flush</p> <p>Straks</p>
Driftskontrol (rutinekontrol)	X	X		Uden	Flush
Risikovurdering	(X)	X	X	(Med)/Uden	<p>Straks</p> <p>Flush</p>

Kontrolkategori (se Tabel 1)	Repræsentativt tapsted	Fjerneste tapsted	Kritisk tapsted	Bruseslange Med/Uden	Straks-prøve Flush-prøve
Screening	X	(X)	(X)	(Med)/Uden	Straks/ Flush

Kommentarer:

X = primære valg; Valg der kan være styret af myndighedskrav eller tilsvarende

(X) = sekundært valg; Valg der kan være styret af ønske om at få et bredere overblik

* og # = se faktabokse

*** Om udtagning af kontrolprøver iht. Legionellabekendtgørelsen BEK nr. 721 af 11/06/2024:**

Bekendtgørelsen fastsætter krav til kontrolprøver af vandforsyningen (koldt og varmt brugsvand) i overensstemmelse med Drikkevandsdirektiv (EU) 2020/2184, men indeholder ikke i sig selv en risikovurdering. Bekendtgørelsen er en minimumsimplementering, hvor prioriterede bygninger som minimum skal udtage et fastsat antal prøver og indberette resultaterne.

Intentionen er, at der som minimum udtages flush-prøver fra varmtvandssystemet, uden at konkrete tapsteder er angivet. Det forudsættes, at en teknisk risikovurdering identificerer de dele af systemet, hvor risikoen for Legionella-vækst og eksponering er størst.

Hvis man alene tager vandprøver ifølge bekendtgørelsen, vil det ofte være nærliggende at udtage prøver fra bruseslanger. Disse skal indberettes, og værdier over 1.000 CFU/L regnes som overskridelser. Da mange bruseslanger vil overskride denne grænse, er det imidlertid ikke praktisk. Prøver fra bruseslanger viser desuden stor variation og er derfor uegnede som generelt mål for hygiejne og den samlede standard af varmtvandssystemet. Det anbefales derfor at gennemføre en teknisk risikovurdering, herunder undersøgelse af bruseslanger, inden udtagning af kontrolprøver.

Om udtagning af prøver ifm. Smitteudredning / Kildeopsporing:

Der bør som minimum udtages to prøver. Ved mistanke om ét specifikt brusebad udtages en straks-prøve (A-prøve) fra bruseslangen ('blandet vand') samt en flush-prøve (B-prøve) fra et tapsted (vandhane). For bedre overblik anbefales desuden flush-prøve fra bruser (varmt vand, evt. uden bruseslange), flush-prøve fra fjerneste tapsted samt prøve fra returstreng/returledning til varmtvandsbeholder/veksler og evt. afgang fra varmtvandsbeholder/varmeveksler. Ved flere mulige smittesteder (fx svømmehal eller hotel med spa-/wellnessfaciliteter) bør der udtages straks-prøver (A-prøver) fra flere brusere og evt. spabad. Overvej i alle tilfælde mulige alternative/eksterne smitekilder (fx terapiudstyr, forstøvere, spabad, arbejdsrelateret vandkontakt, svømmehal, renselanlæg samt eksponering for slam og jord); oplysninger herom fremgår ofte af patientinterview gennemført af Styrelsen for Patientsikkerhed og videregives til kommunen. Ved påvisning af sandsynligt smittested (forhøjede niveauer og/eller match mellem klinisk isolat og miljøisolat(er)) bør der som udgangspunkt iværksættes afhjælpende foranstaltninger (lokalt og/eller systemisk) og efterfølgende kontrol for at verificere effekt; kommunen kan give dette som påbud og bør indberette resultater til Styrelsen for Patientsikkerhed, men praksis varierer mellem kommuner.

1.5 Valg af analysemetode til forskellige formål/kontrolkategorier

Legionella kan forekomme som dyrkbare, døde eller som levedygtige, men ikke dyrkbare celler - betegnet VBNC (Viable But Non Culturable).

Der findes, som belyst i kapitel 3 – og præciseret i Tabel 5, flere forskellige metoder til analyse af Legionella i vandprøver, og metoderne adskiller sig væsentligt med hensyn til, hvad de måler, hvor hurtigt de giver svar, og hvilke måleenheder resultaterne udtrykkes i. Sidstnævnte betyder, at analysemetodernes resultater ikke direkte kan sammenlignes.

Disse forhold har betydning for, hvilke metoder der er egnede til de enkelte formål/kontrolkategorier, samtidig med at flere metoder med fordel ofte kan kombineres.

Tabel 5 sammenfatter kort metodeforskellene og belyser overordnet, hvilke analysemetoder der typisk er mest egnede til de forskellige kontrolkategorier. Tabellen skal læses som et strategisk støtteværktøj til metodevalg og sammenholdes med de efterfølgende begrundelser.

Begrundelser for metodevalg for de forskellige kontrolkategorier

- **Myndighedskontrol:** Dyrkning (ISO 11731) er referencemetode og eneste grundlag for indberetning. Most Probable Number (MPN) (fx Legiolert) og qPCR (fx IQCheck/GeneDisc), kan anvendes supplerende, men kan ikke erstatte dyrkning som myndighedsgrundlag.
- **Smitteudredning:** Dyrkning (ISO 11731) er nødvendig for karakterisering af isolater og sammenligning med kliniske prøver. qPCR kan understøtte den indledende kortlægning, MPN kan supplere ved fokus på *L. pneumophila*, og Hydrosense, ATP og Bactiquant kan bidrage til at afgrænse indsatsen. Ingen af disse sidste kan stå alene ved kildeopsporing.
- **Kontrol af afhjælpende foranstaltninger:** Dyrkning (ISO 11731) bør anvendes som reference for at dokumentere effekten. MPN kan supplere ved *L. pneumophila*-fokus. qPCR kan give hurtig opfølgning, men bør tolkes varsomt efter termisk eller kemisk behandling. Hydrosense, ATP og Bactiquant kan understøtte vurderingen af lokal og varig effekt.
- **Driftskontrol:** Dyrkning (ISO 11731) bør indgå periodisk som reference. MPN kan anvendes til jævnlig kontrol ved kendt *L. pneumophila*-problematik. qPCR er velegnet til trendovervågning, Hydrosense til punktvis tjek af højrisikotapsteder, og ATP og Bactiquant til løbende overvågning af generel mikrobiologisk aktivitet.
- **Risikovurdering og screening:** qPCR er velegnet til hurtig analyse af mange prøver og identifikation af belastede områder. Dyrkning (ISO 11731) bør

anvendes til bekræftelse på udvalgte prøvesteder. MPN, Hydrosense, ATP og Bactiquant kan supplere ved prioritering af yderligere prøver og tiltag.

Det konkrete metodevalg bør ske ud fra de aktuelle kontrolformål, ønsket svartid, krav til dokumentation, og ud fra hvilke Legionella-typer og andre mikrobiologiske forhold der er behov for at få belyst.

Tabel 5 Analysemetoder for de forskellige kontrolkategorier/formål.

	Analysemetoder				
	Dyrkning (ISO 11731) (referencemetode)	MPN (fx Legiolert)	qPCR (fx IQCheck / Gene Disc)	Immunologisk (fx Hydrosense)	Aktivitetsbaserede (ATP og Bactiquant)
Enhed	CFU/L	MPN/L	GU/L	Farveskifte	Aktivitetsniveau
Legionellamåling	Levende	<i>L. pneumophila</i>	Både levende og døde	<i>L. pneumophila</i> SG1 evt. også + non SG 1 (SG 2-16)	Nej, bakterier
Tidsforbrug	5 - 10 dage	5 - 10 dage	1 - 3 dage	25 - 30 min.	5 - 30 min.
Kontrolkategori					
Myndighedskontrol	Central referencemetode i Danmark og internationalt og grundlag for indberetning og grænseværdier er fastlagt i CFU/L (Colony-Forming Units per liter).	Kan i visse tilfælde anvendes supplerende og give et mere detaljeret billede, men erstatter ikke dyrkning ved indberetning. Måler kun <i>L. pneumophila</i> .	qPCR (fx IQCheck og GeneDisc) kan anvendes som supplerende indikator for forhøjede niveauer, men ikke som myndighedsgrundlag.	Kan understøtte valg af tapsteder og understøtte udpegning af tapsteder samt til driftsvurdering. Kan ikke anvendes som myndighedsgrundlag.	Kan understøtte udpegning af tapsteder og vurdering af generel mikrobiologisk aktivitet, men er ikke Legionellaspecifikke. Kan ikke anvendes som myndighedsgrundlag.
Smitteudredning	Afgørende metode, fordi metoden giver rene Legionella-kolonier, som laboratoriet kan bestemme nærmere (art, serogruppe og undertype). På den måde kan man bl.a. sammenligne bakterier fra patienten med bakterier fundet i vandet og vurdere, om de stammer fra samme kilde.	Kan i nogle tilfælde supplere ved specifik kvantificering af <i>L. pneumophila</i> .	Kan give et hurtigt overblik over fordelingen og niveauet af Legionella i anlægget, men skal anvendes i kombination med dyrkning.	Kan bruges som hurtig feltindikator på mistænkte tapsteder, men kan ikke stå alene som dokumentation.	Kan pege på områder med høj biologisk aktivitet og biofilm og dermed mulig systemisk problematik, men kan ikke påvise Legionella-specifikt.

Analysemetoder					
	Dyrkning (ISO 11731) (referencemetode)	MPN (fx Legiolert)	qPCR (fx IQCheck / Gene Disc)	Immunologisk (fx Hydrosense)	Aktivitetsbaserede (ATP og Bactiquant)
Kontrol af afhjælpende foranstaltning	Central ved myndighedskontrol for at dokumentere ændringer i niveauet af dyrkbare Legionella før og efter gennemførelse af en afhjælpende foranstaltning. Ved afhjælpende tiltag ifm. alm. driftskontrol anbefales dyrkning som referencemetode for enkelte tapsteder.	Kan anvendes, hvis <i>L. pneumophila</i> er hovedproblem.	Nyttig til hurtig opfølgning, men bør tolkes varsomt efter termisk eller kemisk behandling pga. muligt signal fra døde celler.	Kan bruges til hurtig lokal verifikation på konkrete tapsteder efter fx rensning, udskiftning eller desinfektion, men kan ikke stå alene som dokumentation.	Kan belyse ændringer i samlet biofilm og aktivitetsniveau og dermed understøtte vurderingen af, om effekten er varig eller kortvarig.
Driftskontrol	Bør anvendes periodisk som reference og til kalibrering af øvrige metoder.	Kan anvendes til enklere, jævnlig kontrol i anlæg med kendt <i>L. pneumophila</i> -problematik.	Velegnet til hurtig trendovervågning på faste tapsteder.	Kan bruges som hurtigt supplement på udvalgte højrisikotapsteder (fx brusere) og udløse nærmere undersøgelser ved positive fund.	Velegnede til hyppig overvågning af generel mikrobiologisk aktivitet og som tidlig varsling om biofilm eller forringet hygiejne.
Risikovurdering og Screening	Anvendes med fordel på udvalgte strategiske tapsteder til bekræftelse af fund og for at give arts- og serogruppeinformation.	Kan supplere, hvor <i>L. pneumophila</i> er særligt relevant.	Særligt velegnet til analyse af mange prøver og til identifikation af de mest belastede dele af installationen.	Kan bruges som hurtig screeningsmetode på aerosolproducerende tapsteder og andre mistænkte risikopunkter med henblik på prioritering af videre undersøgelser.	Kan bruges til kortlægning af aktivitetsniveauer og dermed understøtte prioritering af yderligere prøver og tiltag.

1.6 Kvalitetssikring, måleusikkerhed og enheder

I det foregående afsnit er beskrevet udvælgelse af metoder til forskellige formål/kontrolkategorier. I den forbindelse er det samtidig vigtigt at være opmærksom på kvalitetssikringen af analysen samt på måleusikkerheden, som afhænger af både prøvetagning, -håndtering og den valgte analyse. Vær desuden opmærksom på, at direkte omregning mellem de forskellige måleenheder oftest ikke er mulig.

1.6.1 Kvalitetssikre analysemetoder i laboratorium og on-site via akkreditering mv.

De fleste analysemetoder forudsætter gennemførelse på laboratorier, mens andre kan udføres on-site.

For analyser gennemført på laboratorier er en akkreditering iht. ISO 17025 et kvalitetssikringselement, som understøtter ensartede og pålidelige målinger. I Danmark er DANAK tilsynsmyndighed for de akkrediterede laboratorier, og omfanget af de enkelte laboratoriers akkreditering kan ses på DANAKs hjemmeside². Det er et krav, at akkrediterede laboratorier deltager i præstationsprøvninger.

For on-site metoder er det væsentligt, at metoderne er valideret iht. en anerkendt valideringsordning, fx har det franske standardiseringsorgan AFNOR, jf. kapitel 3, en forholdsvis indarbejdet valideringsordning baseret på forskellige grundlæggende krav (ISO 17994, ISO/TS 12869). Også Tyskland og Storbritannien har visse ordninger relateret til hhv. UBA (Umwelt BundesAmt) og MCERTS (Environment Agency's Monitoring Certification Scheme for equipment).

1.6.2 Måleusikkerhed

Usikkerhed ved måling af Legionella kan overordnet opdeles i fire hovedområder:

- **Analytisk usikkerhed (laboratoriet)**
Skyldes usikkerhed ved selve analysen (dyrkning eller PCR), fx, udstyr, måleapparater, matrixeffekter og personer (fx usikkerhed i forbindelse med kolonitælling).
- **Variation mellem laboratorier**
Usikkerheden herfra kan udledes ved deltagelse i laboratoriesammenligninger (præstationsprøvninger).
- **Metodeforskelle**
Forskel mellem metodernes princip fx qPCR og dyrkning, metoderne måler ikke på det samme (her DNA vs. bakterier der kan vokse under de givne omstændigheder).

² <https://danak.dk/>

- **Variation fra prøvested til prøvested**

Legionella forekommer ikke jævnt i installationen. Temperaturforhold, vandforbrug, rørmaterialer, døde ender, lokalt blandet vand, løsrivelse af biofilm og desinfektionsniveau giver stor variation fra sted til sted. Derfor kan to prøver fra forskellige tapsteder samme dag og fra samme bygning vise meget forskellige koncentrationer, uden at der er fejl i analysen.

- **Prøvetagning og håndtering**

Valg af prøvetype, volumen, prøvetidspunkt samt transport- og opbevaringsforhold kan have stor betydning. Forskellig prøvetagning og håndtering fra det samme tapsted kan give markant forskellige resultater, ofte større end den rene analytiske usikkerhed.

1.6.3 Enheder

Den myndighedsanvendte ISO 11731-dyrkningsmetode angiver resultater i Colony-Forming Units per liter (CFU/L). Legionella-målinger udtrykt i andre enheder kan derfor ikke sammenlignes direkte med resultater fra denne metode.

1.7 Rapportering af Legionella-måling

Hovedpunkter i en Legionellaprøverapport:

1. Identifikation

- Adresse og bygningsafsnit: Hvor prøven er taget (adresse, bygning, etage, evt. rumnr. eller installationsnavn).
- Prøvetagningssteder: Præcis beskrivelse, fx 'Varmtvandsudtag ved håndvask i bad 1. sal' eller 'Cirkulationsledning i teknikrum'.

2. Tid og person

- Dato og klokkeslæt for prøvetagning.
- Navn eller firma på prøvetager, inklusive kontaktoplysninger.
- Dato for analyse og laboratoriets navn.

3. Prøvetagningsforhold

- Prøvetype: Straks-prøve (A-prøve) eller Flush-prøve (B-prøve).
- Vandets temperatur ved prøvetagning.
- Beskrivelse af prøvetagningsmetode: referer til afsnit 1.3 i denne guideline.
- Eventuelle bemærkninger: Særlige forhold (fx manglende gennemskylning, renovering eller afvigelser fra standardmetode).

4. Prøveinformation

- Prøvens nummer.
- Prøvens volumen.
- Transport: Hvordan er prøven opbevaret og transporteret til laboratoriet (fx kølet, tid fra udtagning til analyse).

5. Analyse

- Analysetype: Fx dyrkning, PCR eller anden metode.
- Hvilken Legionellatype er analyseret for? (fx *L. pneumophila*, serogruppe mm.).
- Resultater: Bakterieniveau (typisk målt i CFU/L).
- Påvist/ikke påvist, hvis under detektionsgrænse, samt detektionsgrænse angivet.

6. Vurdering og eventuelle konklusioner

- Sammenligning med gældende grænseværdier eller krav (jf. bekendtgørelse eller myndighedsanbefaling).
- Eventuelle anbefalinger til bygningsansvarlig/administrator ('grund til videre undersøgelse eller afhjælpning').
- Angivelse af evt. usikkerheder eller forhold, der kan påvirke tolkningsmulighederne.

I Appendiks 1 – Rapportering af Legionellamålinger er givet eksempel på en skabelon for rapportering af Legionellamålinger.

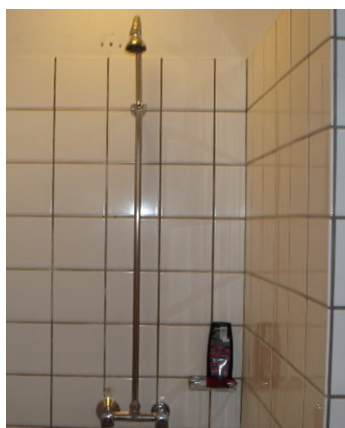
2 Prøvetagning og -håndtering

Dette kapitel er primært rettet mod bygningsteknikere og andre, der udfører prøvetagning i brugsvandsinstallationer. Det beskriver trinvis, hvordan prøver til Legionella-analyse planlægges, udtages, håndteres og transporteres, så resultaterne bliver pålidelige og brugbare. Kapitlet udmøntes i afsnit 2.3 i et beslutningsflow samt i Appendiks 2 – Quick guide – Legionellaprøvning til lovpligtig kontrol (BEK 721), i tjeklisteform.

2.1 Tapsteder og deres håndtering ved Legionella-prøvetagning

Der vil forekomme stillestående vand i koblingsledning, armatur, bruseslange og håndbruser, hvilket giver forøget mulighed for vækst af biofilm og dermed vækst af Legionella.

2.1.1 Forskellige brusearmaturer



Type 1



Type 2



Type 3

Figur 3: Forskellige brusearmaturer

2-grebs med stangbruser (type 1) og 2-grebs med håndbruser (type 2)

Blandingsbatteri af typen 2-grebs med stangbruser (brusesæt eller brusearmatur med stang) eller blandingsbatteri af typen 2-grebs med håndbruser (brusehoved forbundet til armatur via en fleksibel slange).

Vær opmærksom på følgende:

- Det er vanskeligt at få en retvisende prøve tappet fra brusehovedet.
- Prøver fra 2-grebs armaturer kan resultere i fejlmåling, hvis der kun tappes vand fra varmtvandssiden, da de ikke giver et retvisende billede af det vand, som brugeren bader i, og de aerosoler, brugeren udsættes for.

Termostatblander (type 3)

Blandingsbatteri af typen termostatblander. Denne type er velegnet i de situationer, hvor der ønskes en måling af det vand, som brugeren bader i, og med de aerosoler, brugeren udsættes for.

Generelt for brusere – og særlige foranstaltninger for vandprøver fra stangbruser

Bruseslangen vil, hvis den er konstant fugtig, udgøre et oplagt vækststed for biofilm og udsættes sjældent for vand over 37 °C (og har ofte komponenter/opbygning der fremmer biofilmen).



Figur 4: Udtag af vandprøve fra stangbruser. Vandprøven kan udtages direkte fra en stangbruser ved hjælp af en plastpose monteret på brusehovedet.

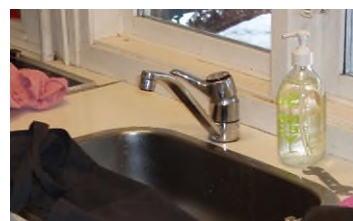
2.1.2 Håndvaskarmaturer og særlige tapsteder



Type 4



Type 5



Type 6



Type 7



Type 8a



Type 8b

Figur 5: Håndvaskarmaturer og særlige tapsteder.

1-grebsarmatur håndvask (type 4)

Håndvaskearmatur af typen 1-grebsarmatur. Der er her risiko for, at prøven vil indeholde både varmt og koldt vand og derved ikke give et retvisende billede af Legionella-niveauet i cirkulationskredsen og den samlede varmtvandsforsyning.³

2-grebsarmatur håndvask (type 5)

Håndvaskearmatur af typen 2-grebsarmatur. Denne type armatur er velegnet hvis der ønskes en retvisende prøve for det vand, der cirkulerer i cirkulationskredsen, da der kan tappes varmt vand direkte fra armaturet.

1-grebs køkkenarmatur (type 6)

Køkkenarmatur af typen 1-grebsarmatur, og der gælder det samme som for type 4.

2-grebs køkkenarmatur (type 7)

Køkkenarmatur af typen 2-grebsarmatur. Denne type armatur er velegnet, hvis der ønskes en retvisende prøve for det vand, der cirkulerer i cirkulationskredsen, da der kan tappes varmt vand direkte fra armaturet.

Spulehane med slangeforskruning (type 8)

Spulehane med slangeforskruning. Denne type skal anvendes med forsigtighed, især hvis der er monteret en slange på hanen. Der er risiko for, at forurenede vand fra slangen kan komme med i prøven. Disse tapsteder kan være tilsluttet en 'død ende'.

Håndvaskearmaturer med infrarød styring

Denne type af armaturer er generelt ikke anvendelige til prøvetagning, da temperaturen er forindstillet, og der kun tappes ved påvirkning af fotocelle på armaturet.

Generelt for armaturer – afmontering af perlator

Mange armaturer er forsynet med en perlator, som også er arnested for belægninger og mulig Legionella, og derfor jævnlige bør udskiftes. Den bør ligeledes afmonteres ved prøvetagning, da den ikke afspejler installationens generelle tilstand.

³ Prøven er dog stadig repræsentativ for det, der kommer ud af hanen (risikovurdering), og kan dermed betragtes som vejledende.

2.2 Prøvetagningens gennemførelse samt transport for laboratorieanalyse

Tabel 6 beskriver en trinvis gennemgang af prøvetagning og -håndtering for laboratorieanalyser, herunder med angivelse af det nødvendige udstyr. Forud for dette ligger en aftale med prøvetager og analyselaboratorium om prøvetagningsprogram, inkl. om prøver der sendes og hvornår.

Tabel 6 Prøvetagning og -håndtering for laboratorieanalyse.

Trin	Beskrivelse	Udførelse/anbefaling
1. Forberedelse	Saml udstyr og prøvematerialer.	Sterile prøveflasker, plastkrus for temperaturmåling, plasthandsker, termometer, etiketter/følgeseddel.
1a. Prøvens forberedelse til analyse	Prøveflasker skal tilsættes natriumthiosulfat i tilpas høj koncentration til at neutralisere evt. frit klor.	18 mg natriumthiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) pr. 100 mL prøve for at neutralisere 5 mg/L frit klor.
2. Identifikation	Vælg og identificér tapsted.	Fx bruser, håndvask, køkkenarmatur.
3. Etikettering	Forbered etiketter.	Notér tapsted, temperatur, dato, prøvetypen m.m. på flaske og følgeseddel.
4. Prøveudtagning (Straks-prøve)	Udtag vand direkte ved åbning af tapstedet eller fra fx varmtvandsbeholdere (afgang/bund), blandetanke, varmevekslere, returvand, spabade mv.	Vandet må ikke løbe inden prøveudtagning; undgå kontakt mellem flaske og hane. Der desinficeres ikke.
5. Temperaturmåling (Straks-prøve)	Mål temperatur straks efter udtagning.	Brug plastkrus og digitaltermometer.
6. Prøveudtagning (Flush-prøve)	Rengør tapsted før prøvetagning, hvis det er beskidt. Desinficér evt. ⁴ den yderste del med sprit. Ved egnede steder kan flambering anvendes, dog ikke ved bruserhoved/-slange. Afmontér bruseslanger og perlator, medmindre andet er krævet.	Notér på flaske og følgeseddel temperatur målt, umiddelbart før prøveflasken fyldes.

⁴ Ved vandprøver til bestemmelse af Legionella er desinfektion ikke, som ved drikkevandprøver, af væsentlig betydning for resultatet

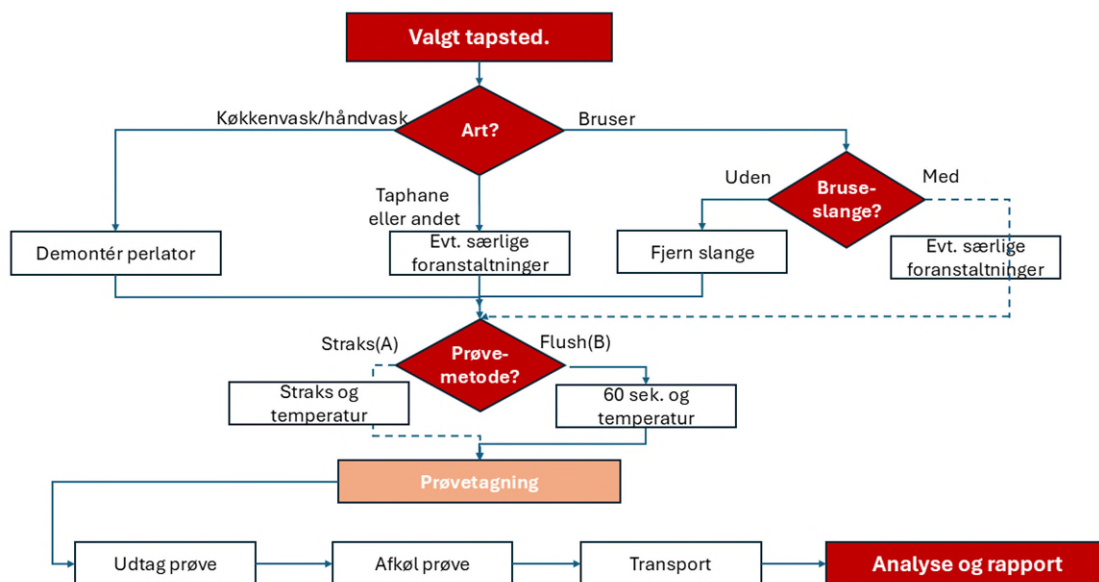
Trin	Beskrivelse	Udførelse/anbefaling
	Lad vandet løbe i 60 sekunder, til koblingsledningen er tømt.	
7. Evt. koldtvandsprøve	Udføres tilsvarende pkt. 6.	
8. Prøvers vandtemperatur ⁵	Vandprøver tappet ved høj temperatur skal køles ned til < 40 °C, inden de pakkes sammen til forsendelse.	Evt. nedkøling ved stuetemperatur eller ved egentlig køling. Hurtig, kraftig nedkøling kan være skadelig, og gøre Legionella ikke dyrkbare.
9. Prøvers opbevaringsmetode	Vandprøver skal opbevares mørkt (beskyttet mod sollys) under transport og opbevaring.	
10. Prøvers opbevaringstid	Vandprøver bør analyseres i løbet af 24 timer og senest efter 48 timer.	Ved transport/opholdstid over 24 timer bør vandprøver køles ned, så snart som muligt til 4 – 10 °C. Dette primært for at begrænse baggrundsvækst for prøver med højt kimtal.
11. Pakning og forsendelse	Pak prøver forsvarligt, send til laboratorium hurtigst muligt.	Prøver skal mærkes tydeligt og ledsages af følgeseddel.

For at holde styr på alle relevante informationer kan den i Appendiks 3 – Prøvetagningsjournal for Legionellamålinger viste Skabelon for prøvetagningsjournal anvendes.

⁵ Ved vandprøver til bestemmelse af Legionella har afkøling/temperaturkontrol ikke samme betydning som ved drikkevandsprøver grundet forskellig temperaturafhængighed. Se kapitel 5 Referencer.

2.3 Beslutningsflow mht. prøvetagningen og som støtte til tjekliste

Med udgangspunkt i det foregående viser Figur 6 det samlede beslutningsflow for Prøvetagningen. Dette flow fungerer samtidig som en visuel støtte til den praktiske tjekliste i Appendiks 2 – Quick guide – Legionellaprøvning til lovpligtig kontrol (BEK 721).



Figur 6: Samlede beslutningsflow for strategien mht. Legionella-måling.

3 Analyse i laboratorium og on-site

3.1 Målemetoder efter forskellige principper og grundlag

Der findes en række forskellige metoder til analyse af vandprøver for Legionella. Nogle metoder udføres i laboratorium, mens andre kan anvendes on-site i feltlaboratorier. Metoderne bygger på forskellige biologiske og analytiske principper og adskiller sig derfor både med hensyn til, hvad de måler, hvor hurtigt de giver svar, og hvordan resultaterne udtrykkes.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at metoderne ikke måler det samme.

Dyrkningsmetoder måler dyrkbare bakterier, qPCR måler DNA, immunologiske metoder måler antigener, og aktivitetsbaserede metoder måler samlet biologisk aktivitet. Resultaterne udtrykkes derfor også i forskellige enheder, fx CFU/L, MPN/L og GU/L, eller som et semikvantitativt signal, se det efterfølgende. Resultater fra forskellige metodekategorier kan derfor ikke uden videre sammenlignes direkte.

Tabel 7 beskriver de metoder og metodekategorier, som aktuelt anvendes og/eller markedsføres i Danmark, herunder deres princip, svartid, styrker, begrænsninger og dokumentationsgrundlag.

Sammenfattende for de forskellige kategorier og de specifikke metoder skal anføres:

- **Dyrkning (ISO 11731):** Bakterier dyrkes på specielle agarplader, og der tælles, hvor mange kolonier der vokser frem. Viser kun levende bakterier, og overser døde og VBNC-bakterier. Måleenhed: CFU/L. Analyse og svartid: 7 til maks 14 dage - kan dog være længere, hvis der skal undersøges for serogruppe og subgrupper eller undersøges for langsomt voksende Legionella. Som minimum bør metoden skelne mellem *L. pneumophila* serogruppe (SG) 1, non-SG 1 (normalt angivet som serogruppe (eller fejlagtigt serotype) 2-14 eller 2-15 (efter hvilket kit der anvendes) og Legionella non-*L. pneumophila* art (spp.). Ved metoden kan kolonier direkte analyseres for serogruppe/subgruppe og DNA-type (normalt på nationalt referencelaboratorium).

Man skal være opmærksom på at en lang række legionellaarter gror dårligt, eller langsomt eller set ikke på de anvendte substrater, metoden giver derfor ikke det fulde billede af legionellaindholdet i prøven. Morfologisk ser mange arter også atypiske ud i forhold til *L. pneumophila*, og vil ofte være meget små, de kan derfor ment overses, dette kan være årsag til betydelige inter-laboratorie variation.

- **MPN (fx Legiolert)** er en særlig dyrkningsmetode, der vurderer antal *L. pneumophila* i prøven ud fra reaktioner, der opstår i små brønde eller rør, hvor prøven tilsættes et specielt vækstmedium. Ved vækst af *L. pneumophila* opstår en

farvereaktion, som bruges til at beregne MPN-resultatet. Metoden påviser kun dyrkbare *L. pneumophila* og ikke andre arter. Måleenhed: MPN/L (Most Probable Number/L). Analyse og svartid: (5 –) 7 dage. Metoden skelner ikke mellem *L. pneumophila* serogruppe.

- **qPCR:** Måler DNA fra Legionella, uanset om det stammer fra levende eller døde celler, og kan derfor overestimere antallet af potentielt smitsomme bakterier. Giver hurtigt svar (1–3 dage) og har høj følsomhed. Måleenhed GU/L (Genom Units pr. liter). Metoden kan generelt påvise serogruppe SG 1, non-SG1 og *Legionella non-pneumophila* arter.
- **Immunologisk (fx Hydrosense):** Teststrimmel eller -kit, hvor farvefelt fremkommer hvis Legionella findes (eventuelt kun *L. pneumophila* SG1). Kan aflæses på ca. 30 minutter. Metoden kan anvendes on-site, men udføres mest robust under kontrollerede eller laboratorielignende forhold. Metoden er semikvantitativ og dokumentation er begrænset. Metoden er ikke egnet som primær dokumentation.
- **Aktivitetsbaserede (fx ATP og Bactiquant):** Tester for hhv. ATP-indhold ('energimolekyle' fra alle levende bakterier) og for samlet enzymaktivitet. Selve analysen tager 1-10 minutter, ofte med håndholdt udstyr. Måleenhed: Relative Light Units (RLU) og BactiQuant-værdi (BQ). Giver kun et estimat af den samlede mængde aktive mikroorganismer – og er ikke Legionella-specifikke. De er derfor ikke egnede til dokumentation af Legionellaniveau, men kan bruges som supplerende indikator ved risikovurdering og driftskontrol. Vær opmærksom på at der kræves en professionel tolkning af resultaterne

3.2 Standardiserede og validerede laboratoriemetoder

Ved vurdering af analysemetoder for Legionella er det vigtigt at skelne mellem, om en metode er standardiseret, valideret eller alene dokumenteret gennem producentdata og forskningsstudier. Disse betegnelser dækker ikke det samme.

En standardiseret metode er beskrevet i en international eller national standard, som fastlægger metodens princip, udførelse og kvalitetskrav. For Legionella i vand er dyrkning efter ISO 11731 den centrale referencemetode og den metode, som de fleste myndighedskrav og grænseværdier bygger på.

En valideret metode er en metode, hvis ydeevne er undersøgt og dokumenteret i forhold til et fastlagt referencegrundlag. Det kan fx være ved sammenligning med ISO 11731 eller ved validering efter en anerkendt ordning som AFNOR, eller ved anvendelse af standardiserede rammer som ISO 17994 eller ISO/TS 12869. En valideret metode er ikke nødvendigvis en standard i sig selv, men den kan være dokumenteret som egnet til et bestemt formål og en bestemt prøvetype.

Andre metoder kan være dokumenteret gennem producentens egne undersøgelser, uafhængige forskningsstudier eller tekniske evalueringer, uden at de dermed er standardiserede eller formelt validerede i reguleringsmæssig forstand. Sådanne metoder kan godt være nyttige i praksis, men deres status og anvendelsesområde skal vurderes mere forsigtigt.

For de vigtigste metoder i denne guideline gælder overordnet:

- Dyrkning (ISO 11731) er en internationalt standardiseret referencemetode og anvendes i akkrediterede laboratorier som grundlag for myndighedsrapportering.
- MPN-metoder som Legiolert er ikke ISO-standarder i sig selv, men enkelte kommercielle systemer er valideret i forhold til dyrkning, bl.a. via AFNOR og sammenligninger efter ISO 17994.
- qPCR-metoder udføres inden for rammerne af ISO/TS 12869, og flere kommercielle kits/systemer er valideret i forhold til denne og/eller i sammenligning med dyrkningsmetoder.
- Viability qPCR bygger videre på qPCR-metoder og har et væsentligt forskningsmæssigt dokumentationsgrundlag, men metoden er mere protokol- og matrixafhængig og kræver derfor mere laboratoriespecifik validering end standard qPCR.
- Immunologiske hurtigmetoder og aktivitetsbaserede metoder har typisk et mere begrænset og mindre standardiseret dokumentationsgrundlag, og bygger oftere på leverandørdokumentation, tekniske evalueringer og udvalgte forskningsstudier. De kan være nyttige som supplerende metoder, men har normalt ikke samme status som standardiserede, eller formelt validerede laboratoriemetoder.

De nævnte metoder er alle laboratoriebaserede eller laboratorienære metoder, bortset fra de hurtigmetoder, der kan udføres on-site. For laboratoriemetoder er analysekvaliteten desuden tæt knyttet til, om laboratoriet arbejder under akkreditering efter ISO 17025, og om metoden indgår i laboratoriets akkrediteringsområde. Det styrker metodens sporbarhed, kvalitetssikring og sammenlignelighed.

3.3 Hurtigmetoder til on-site anvendelse

Ud over de foregående laboratoriemetoder med en udførelsestid for analysen på fra én til flere dage, findes og markedsføres i stigende grad 'hurtigmetoder' der kan udføre en analyse på nogle minutter til op til en halv time.

Hurtigmetoderne kan med passende forholdsregler anvendes on-site, eller under laboratorielignende forhold, og markedsføres i stigende grad til måling af Legionella og biologisk aktivitet i almindelighed.

De immunologiske metoder (fx Hydrosense Pro) påviser typisk *L. pneumophila*, ofte serogruppe 1 og non-SG 1 separat, gennem et farveskifte. De ATP baserede (fx LuminUltra og AquaSnap) samt Bactiquant er ikke Legionella-specifikke, men måler henholdsvis ATP-indhold og enzymaktivitet, som er udtryk for den samlede mikrobiologiske aktivitet i prøven. De kan derfor bruges som generelle indikatorer for biofilm og biologisk belastning, men er hverken direkte eller indirekte mål for forekomst af Legionella.

Disse forholdsvis nye metoder er ofte dokumenteret gennem leverandørernes egne valideringer, eller for nogles vedkommende gennem ikke offentliggjorte valideringer ved uvildige laboratorier, dvs. ikke gennem de i afsnit 1.6 nævnte valideringsordninger med offentliggørelse.

3.4 Biosensorer og andre fremtidige muligheder

I Tabel 7 er afsluttende anført et eksempel på en biosensor, samt referencer vedr. udviklingen på området.

EU-finansierede projekter, som CYTO WATER [28] og POSEIDON [29], har i slutningen af 2010'erne demonstreret lovende prototyper for hurtig og delvist online detektion af Legionella ved hjælp af biosensorer og flow-cytometri-teknologier. Disse systemer befinder sig dog stadig på forsknings- og pilotstadiet og er ikke standardiserede eller generelt kommercialiserede.

Flere andre tiltag har også været i gang, men konklusionen er, at biosensorer og andre løsninger i dag primært er på forsknings- og prototypeniveau. Flere platforme (optiske, elektrokemiske, nanomaterialebaserede) har vist lovende følsomhed i laboratorie- og pilotskala, men mangler endnu robust feltvalidering og standardisering i forhold til dyrkning iht. ISO 11731.

På længere sigt forventes integrerede, eventuelt online sensornetværk dog at kunne bidrage til real time-overvågning af vandkvalitet og tidlig detektion af Legionella, men de kan foreløbig kun betragtes som supplerende, eksperimentelle metoder.

Biosensorer m.fl. indgår som følge heraf ikke i den aktuelle strategi for måling af Legionella, som beskrevet i kapitel 1, men kan på længere sigt udvikle sig til et relevant supplement.

Tabel 7 Relevante analysemetoder anvendt i Danmark.

Metode	Kategori	Enhed	Metodebeskrivelse	Typisk svartid	Fordele	Ulemper	Referencer inklusive validering og sammenligning
ISO 11731	Dyrkning	CFU/L **	Vandprøven fordeles på en agarplade, stilles varmt i 7-10 dage; antal 'kolonier', der vokser frem, tælles (levende, dyrkbare Legionella). Bruges til myndighedsrapport og ved udbrud.	7-10 dage (5 dage, foreløbigt resultat)	Kan påvise levende bakterier, myndighedsanerkendt.	Tager lang tid; overser "hvilede" bakterier (VBNC); kræver laboratorium. Påviser ikke alle Legionella arter lige godt	International referencestandard (DS/EN ISO 11731:2017). Anvendes i akkrediterede laboratorier (ISO 17025). Se [3]
Legiolert®	MPN/dyrkning	MPN/L **	Prøven tilsættes specielt substrat, hældes i en bakke med små brønde og tilsættes testvæske. Efter op til 7 dage tælles farvereaktioner, omsættes via tabel til antal <i>L. pneumophila</i> .	5-7 dage	Nem at udføre, hurtigere end plader, mindre påvirket af baggrundsbakterier. Kan laves på stedet, hvis inkubator (opvarmningskabinet) er til rådighed.	Måler kun <i>L. pneumophila</i> , ikke alle arter; stadig flere dages ventetid	Kommerciel metode til <i>L. pneumophila</i> . Se [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15]
QI Check®/ GeneDisc®	qPCR	GU/L **	Prøve i maskine måler DNA fra Legionella (uanset om den er levende eller død). Hurtigt svar.	1-3 dage	Meget hurtig; høj følsomhed; kan undtagelsesvis bruges on-site; kvantitativt resultat.	Måler både levende og døde; VBNC kan bidrage så længe DNA er intakt; kræver udstyr og strøm; kan overestimere risiko	Udføres i henhold til ISO/TS 12869 Se [4], [16], [17], [18], [19]
Viability qPCR®	qPCR	GU/L **	Prøven behandles, så kun DNA fra 'levende' Legionella måles (døde bliver usynlige). Kører som PCR-test med ekstra trin.	1-3 dage	Skelner levende/døde, hurtig kontra dyrkning. God til vurdering af desinfektionseffekt.	Mere avanceret laboratorieudstyr; dyrere; ikke rutine i alle laboratorier	Udføres i henhold til ISO/TS 12869-2 Se [5], [20], [21], [22], [23]

Metode	Kategori	Enhed	Metodebeskrivelse	Typisk svartid	Fordele	Ulemper	Referencer inklusive validering og sammenligning
Hydrosense Pro®	Immunologisk	Påvist/ikke påvist	Teststrimmel eller -kit, hvor farvefelt skifter, hvis Legionella findes (eventuelt kun <i>L. pneumophila</i> SG1). Kan aflæses på 25–30 minutter.	25–30 min	Meget hurtig, kræver ikke laboratorie.	Mest 'ja/nej'-svar, mindre følsom, dækker kun <i>L. pneumophila</i> evt. kun SG1 Evt. alarm/screening. Ikke egnet til primær dokumentation	Leverandøren oplyser, at der foreligger uafhængige evalueringer ved UKAS. Se [24], [25]
LuminUltra®	Aktivitets-baserede/ATP ***	RLU **	Tester for ATP-indhold ('energimolekyle' fra alle levende bakterier). Svar på få minutter, håndholdt udstyr. Ikke Legionella-specifik.	1–10 min	Meget hurtig; nem drift/hygiescreening; egnet til mange prøvetyper	Giver kun samlet bakterieniveau; ikke Legionella-specifik. Da indholdet af ATP i celler varierer kraftigt, kan tallet ikke direkte omsættes til celletal.	Se [24], [25]
AquaSnap®	Aktivitets-baserede/ATP	RLU	Test-stick og lille håndholdt måler, måler bakteriers ATP-indhold hurtigt. Ofte brugt til overflader og hygiejnemonitorering.	1–5 min	Ekstremt hurtig, let feltbrug, billig. Bruges til generel hygiejne,	Ikke Legionella-specifik, ingen artskontrol	Se [24], [25]
Bactiquant®	Aktivitets-baserede/Enzym **	Indeks (BQ-værdi) **	Tester, hvor aktivt bakterierne i prøven udnytter næringsstoffer (enzymaktivitet). Hurtigt svar, samlet 'bakterie-trend'—ikke Legionella-specifik.	10–30 min	Hurtig, nem, kan bruges on-site, god til overvågning/baseline. Bruges oftest til trend eller biofilmindikator.	Ikke Legionella-specifik; ingen artskontrol. Tallet repræsenterer ikke et egentligt bakterieantal.	Se [24], [25]
Biosensor (e/o) (elektrokemisk/optisk)	Biosensor	GU/L ** eller AU*	Fastmonteret sensor i rør/tank; sender signal, hvis Legionella genkendes (direkte vandstrøm); 'real-time' online måling muligt.	Minutter-timer	Kan give løbende overvågning, fx drift/early warning; hurtigt svar, ingen laboratoriekraav.	Kan være følsom for forurening/interferens, prototype/ny teknologi. Stadig under validering i mange miljøer.	Se [26], [27], [28], [29]

Noter:

*AU = **Arbitrary Units**; sensorens egen signalværdi, kalibreres ofte op mod GU/L eller MPN/L.

** Enheder: **CFU/L**: Kolonidannende enheder pr. liter – antal levende bakterier, der voksende op og kunne tælles på plade. **GU/L**: Genomenheder pr. liter ('Genome Units') – svarer til antallet af DNA-stykker, fundet i PCR-test. **MPN/L**: 'Most Probable Number' – et statistikbaseret tal for, hvor mange levende bakterier der var i prøven. **RLU**: Relative Light Units angiver den lysintensitet, der registreres, når ATP reagerer i en bioluminescens-reaktion (luciferin/luciferase). RLU er proportional til mængden af ATP i prøven. **BQ**: BactiQuant-tal er et relativt mål for den samlede mængde mikrobielt DNA i en prøve, der reagerer med et enzym.

*** **ATP**(AdenosinTriPhosphat) er et energirigt molekyle, der findes i alle levende celler – både bakterier, plante- og dyreceller. Det fungerer som cellens 'batteri' og bruges til at drive næsten alle biologiske processer. Indholdet af ATP bruges som mål for, hvor mange levende mikroorganismer der er i en prøve.

4 Definitioner og begreber

Akkreditering i forbindelse med prøvetagning for Legionella foretages af et laboratorium, der officielt er godkendt efter internationale standarder (fx ISO 17025) til at analysere vandprøver for Legionella. Akkrediteringen garanterer, at analyserne udføres korrekt, pålideligt og efter gældende krav.

Aerosol er forstøvet vand (vandpartikler $< 10 \mu\text{m}$) af forskellig størrelse, som dannes fx i forbindelse med brusebad, brug af perlatorer, brug af udstyr til respirationsterapi, spabad og køletårne.

CFU/L (Colony Forming Units per Liter) er den mest benyttede enhed for måling af Legionella, se 'Legionellamåleenheder'.

DNA (DeoxyriboNucleic Acid) er cellens 'opskrift' eller arvemateriale, som indeholder de informationer, der bestemmer, hvordan organismen fungerer og ser ud.

Driftskontrol: Kontrol med henblik på at sikre, at den samlede brugsvandsinstallation uden/med tapsteder ligger inden for en given Legionellagrænseværdi.

Dyrkning ISO11731/kultur analysemetode for Legionella er en analysemetode, hvor vandprøven dyrkes på et særligt vækstmedium, så eventuelle Legionella-bakterier kan vokse og danne kolonier, der kan tælles (og direkte bestemmes, identificeres til art, serogruppe og subgruppe samt DNA-ekstraheres). Metoden bruges til at bestemme antallet af levende (dyrkbare) Legionella-bakterier i prøven. En ulempe er, at metoden ikke måler VBNC, se 'Legionella-stadier og -måling'. Desuden er metoden ikke velegnet til at påvise alle Legionella-arter – nogle gror dårligt eller slet ikke; qPCR vil oftest give et langt højere niveau (også for ikke-patogene typer) end dyrkningsmetode for non-*L. pneumophila*.

Fjerneste tapsted i forbindelse med Legionella er det tapsted i et vandsystem, der ligger længst væk fra varmtvandsbeholderen, cirkulationsledningen eller en anden central del af systemet. Dette sted udvælges ofte til prøvetagning, fordi risikoen for Legionella-vækst her kan være høj på grund af langt ledningsnet, stillestående vand og længere opholdstid.

Flush-prøve (også benævnt B-prøve) dækker den vandmængde, som udtages fra tapstedet, efter at vandet har løbet 1 minut (se Tabel 3).

GU/L (Genome Units per Liter) er enheden for måling efter qPCR-metoder, se 'Legionella-måleenheder'.

Immunologi- og molekylærbaseret (I/M) analysemetoder dækker metoder, der enten påviser antigener (immunologisk) eller DNA/RNA (molekylært). Disse metoder

kan være hurtige og bruges til at bekræfte tilstedeværelsen af Legionella, men skelner ikke nødvendigvis mellem levende og døde bakterier.

Isolat er en ren kultur af mikroorganismer (f.eks. Legionella-bakterier), der er udskilt og opdyrket fra en oprindelig, blandet prøve.

Kildesporing er en kortlægning af årsagen til et Legionella-problem og er et centralt element i smitteudredning (se dette), men kan også være af mere forbyggende karakter.

Klorneutralisering ifm. prøvetagning for Legionella er tilsætning af natriumthiosulfat til prøveflasken før prøvetagning for at neutralisere eventuelt aktivt klor. Dette forhindrer, at klor fortsætter med at dræbe Legionella i prøven efter udtagning, så analysen giver et korrekt billede af indholdet.

Kontrolkategori ifm. Legionella er betegnelsen for formålet med og typen af kontrol, der udføres, fx egenkontrol, myndighedskontrol, undersøgelse ved mistanke om smitte eller opfølgende kontrol efter påvist forurening. Kontrolkategorien bestemmer bl.a. hvor, hvordan og hvor ofte der tages prøver.

Kritisk tapsted er det tapsted i et vandsystem, hvor der vurderes at være størst risiko for vækst og spredning af Legionella – typisk fordi vandet ofte står stille, er lunkent (20–45 °C), og der dannes aerosoler (fx brusehoveder). Herfra er der størst risiko for, at mennesker bliver udsat for smitte.

Legionella-arter dækker flere forskellige arter af Legionella, og med hver deres karakteristika og sygdomsmæssige konsekvenser:

<i>Legionella pneumophila</i> (<i>L. pneumophila</i>)	Hyppigste årsag til legionærsygdom erhvervet i Danmark (ca. 75-80 % af sygdomstilfælde). Serogruppe 1 ca. 40 – 45 % og non-SG 1 ca. 35 %.
<i>Legionella longbeachae</i> (<i>L. longbeachae</i>)	Næsthypigste art som årsag til legionærsygdom 2 – 10 % (pottemuld, jordforbedring, kompost)
<i>Legionella micdadei</i> (<i>L. micdadei</i>)	Sjælden årsag i Danmark
<i>Legionella bozemanæ</i> (<i>L. bozemanæ</i>)	Ca. 1 – 5 % (i Danmark)
Legionella non-pneumophila-arter	Ca. 20 – 25 % (i Danmark), men underdiagnosticeret

Mht. *L. pneumophila*'s opdeling i serogrupper, se 'Legionellaserogrupper'.

Legionellagrænseværdier: De fleste internationale og danske vejledninger angiver ikke formelle opfølgingshandlinger ift. graduerede grænseværdier og på betydning af de

forskellige arter og serogrupper. Den formelle grænseværdi for prioriterede ejendomme med afsæt i EU's drikkevandsdirektiv er 1.000 CFU/L, men uformelt refereres ofte til de viste værdier, ligesom der kan være særlige anbefalinger ang. *L. pneumophila* eller specielle typer (subgrupper/sekvenstyper):

Risikoniveau	CFU/L	Anbefalet handling
Ingen påvisning	< 100 CFU/L	Ingen handling
Acceptabelt	100 – 1.000 CFU/L	Overvågning og vurdering
Lille risiko	> 1.000 – 10.000 CFU/L	Hygiejneindgreb påkrævet
Høj risiko	> 10.000 CFU/L (kritisk)	Omgående indsats

Legionella-måleenheder er forskellige for forskellige analyseprincipper/-metoder, hvilket betyder at måleresultaterne ikke umiddelbart kan sammenlignes:

Metodekategori	CFU/L	
Kultur/dyrkning	CFU/L (alternativt CFU/mL)	Kolonidannende enheder pr. liter
PCR/qPCR	GU/L	Genom enheder pr. liter
MPN	MPN/L	Most Probable Number pr. liter
Andre	Andre enheder	Se den aktuelle metode

Grundlæggende opgives grænseværdier mv. i CFU/L, dvs. iht. dyrkning/kultur-analysemetoden.

Legionellaserogrupper: *L. pneumophila* er den mest smitsomme Legionellaart og kan opdeles i 16 serogrupper (SG 1, SG 2 etc.).

Serogruppe (SG)	Forekomst i sygdom	Smitsomhed	Specifik note
SG 1 *	Ca. 45 % af infektioner	Høj, men variabel efter subgruppe	Mest virulente – visse subgrupper er ansvarlige for udbrud
SG 3	Ca. 20 %	Lavere	Generelt mindre smitsom end SG 1
Andre <i>L. pn.</i> SG	Ca. 15 %	Noget lavere, men variabel	Generelt mindre smitsom end SG 1
Andre arter	Ca. 20 %	Generelt lav, men meget variabel	Andre arter end <i>L. pneumophila</i>

* Inden for *L. pneumophila*, serogruppe 1 findes der både typer, som oftere giver sygdom, og typer, som sjældnere gør det. De såkaldte Pontia typer er oftere forbundet med sygdom og udbrud hos

mennesker end andre SG 1-typer. Undersøgelse heraf kan i Danmark kun foretages af Statens Serum Institut.

Legionellabekendtgørelsen, se 'Myndighedskrav i Danmark'.

Legionellastadier og -måling: Legionella kan forekomme i forskellige stadier: levende, døde og som levedygtige, men ikke dyrkbare. Det sidste betegnes VBNC (Viable But Non-Culturable) og betyder, at de ikke kan dyrkes (er gået i en slags hviletilstand) på de traditionelle vækstmedier (agarplader og flydende medier), som benyttes ved dyrkning/kultur-analysemetoder. De kan derfor ikke umiddelbart måles ved disse metoder, men kan under visse forhold 'genoplives' og give anledning til vækst af Legionella i installationen.

Most Probable Number (MPN) analysemetode for Legionella er en kvantitativ analysemetode, hvor antallet af *L. pneumophila* i en vandprøve estimeres ved at fortynde prøven og se, i hvor mange fortyndinger der vokser bakterier. Resultatet angiver det sandsynlige antal levende *L. pneumophila* pr. volumen. Påviser heller ikke VBNC og døde celler.

Myndighedskontrol ifm. Legionella er den offentlige myndigheds (kommunens) tilsyn og kontrol med, at vandinstallationer – især i større bygninger og institutioner – overholder gældende regler og grænseværdier for forekomst af Legionella for at forebygge legionærsygdom. Myndighedskontrollen kan indebære stikprøver, inspektion, gennemgang af egenkontrol og påbud om udbedring, hvis reglerne ikke overholdes.

Myndighedskrav i Danmark om Legionella i brugsvandsinstallationer med relevans for brugsvandsinstallationer og tapstederne, samt prøvetagning ifm. hermed, tager afsæt i følgende dokumenter (aktuelt gældende udgaver anført i parentes):

Dokument	Omhandler	Specifikt	Bemærkninger
Vandforsyningsloven (LBK nr. 69 af 26/01/24)	Vandforsyning generelt og på lovniveau	Kun overordnet	Giver hjemmel for Drikkevandsbekendtgørelsen og Legionella-bekendtgørelsen
Drikkevandsbekendtgørelsen BEK nr. 1272 af 31/10/2025	Drikkevandets kvalitet og kontrol	Præciserer krav til drikkevandets kvalitet iht. EU's Drikkevandsdirektiv	Ingen
Legionellabekendtgørelsen (BEK nr. 721 af 11/06/2024)	Kontrol af Legionella, der kan overføres via brugsvandet, bl.a. legionærsygdom	Håndtering af Legionella i prioriterede ejendomme	Afsæt i Legionellakrav i EU's Drikkevandsdirektiv, herunder mht. prøvetagning, og er baseret på en 3-årig kontrolperiode.

Dokument	Omhandler	Specifikt	Bemærkninger
Byggeloven (LBK nr. 1178 af 23/09/2016)	Overordnede rammer for opførelse, indretning og anvendelse af bygninger i Danmark	Kun overordnet Henviser til BR	Giver hjemmel for Bygningsreglementet
Bygningsreglementet (januar 2018) § 405 (stikord: Legionella-forebyggelse)	Nyt og eksisterende byggeri med varmvandsanlæg	Indirekte; krav om teknisk indretning så Legionellarisiko minimeres; ikke direkte testkrav	Fokus på forebyggelse, dimensionering, temperaturer mv. Installationer skal udformes og drives, så vækst af Legionella forebygges (bl.a. temperaturer, materialer, udformning).

Legionellabekendtgørelsen fastsætter specifikke krav for prioriterede ejendomme. For bygninger, der ikke er omfattet af denne, vil eventuelle kommunale krav typisk bero på den generelle vand- og sundhedsbeskyttelseslovgivning og på en konkret vurdering af sundhedsmæssig risiko.

Som anerkendt praksis skal i relation til lovgivningen desuden henvises til:

- Vejledning om udtagning og analyse af vandprøver for Legionella, Statens Serum Institut, 2022, der giver vejledning for, hvordan og hvor der bør udtages prøver i byggeriets installationer, samt om metodevalg og udførelse ifm. analyse af vandprøverne. (<https://hygiejne.ssi.dk/retningslinjer/legionella-proevetagning>)
- NIR (Nationale Infektionshygiejniske Retningslinjer) - Legionella i brugsvand i sundheds- og plejesektoren - Central Enhed for Infektionshygiejne, Statens Serum Institut, 1. udgave 2025
- Rørcenter-anvisning nr. 017 Legionella – Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder, Teknologisk Institut, maj 2019, der beskriver 'anerkendt praksis' for projektering, udførelse og drift af installationer for at minimere Legionellarisici.

Myndighedskrav i EU om Legionella i brugsvandsinstallationer

EU's drikkevandsdirektiv 2020/2184 af 16. december 2020 om kvaliteten af drikkevand præciserer i Artikel 10 særlige krav angående Legionella i drikke- og brugsvand:

- Artikel 10 i Drikkevandsdirektivet 2020/2184/EU: Medlemsstater skal sikre, at risiko for forurening af drikkevand ved slutbruger, herunder vækst af mikroorganismer som Legionella i bygningsinterne installationer, forebygges og håndteres.

EksPLICIT er der krav om:

- Risikoanalyse og -styring af bygningers brugsvandsinstallationer
- Minimumsparametre for Legionella
- Forebyggende/hygieniske foranstaltninger, måling, information og rapportering
- Implementeres nationalt senest januar 2023, dog ofte med overgangsordninger.

Kravene udmøntes via nationale love og bekendtgørelser, herunder den danske 'Legionellabekendtgørelsen.'

Særligt § 35 og bilag 6 omhandler risikovurdering og udpeger bygningstyper (fx sundhedsinstitutioner) med krav om ekstra fokus.

Nedkøling af vandprøver foretages umiddelbart efter udtagning fra tapstedet. Ved prøvetagningstemperatur over 50 °C SKAL prøven hurtigt nedkøles til under 40 °C.

Opbevaringstemperatur for vandprøver er den temperatur, som vandprøver for Legionellamåling skal holdes ved. Kan transporteres ved omgivende temperatur (<40 °C). Ved transporttid over 24 timer bør prøven transporteres på køl (4 - 8 °C). Dette sikrer, at analyseresultaterne bliver pålidelige. NB! Legionellaprøver har grundet de forskellige væksttemperaturer/vækstkrav andre opbevaringskrav end de traditionelle drikkevandsprøver for koldt vand.

Opbevaringstid for vandprøver er den maksimale tid, en vandprøve må opbevares (typisk højst 48 timer) fra udtagning ved tapstedet, til den analyseres på laboratoriet.

PCR/qPCR-analysemetode for Legionella i forbindelse med prøvetagning er en molekylærbiologisk analyse, hvor DNA fra Legionella i en vandprøve påvises og eventuelt kvantificeres. PCR (polymerase chain reaction) og qPCR (kvantitativ PCR) kan hurtigt finde både levende og døde bakterier, men skelner normalt ikke mellem dem.

Prøvehåndtering tapsted i forbindelse med Legionella er de procedurer og forholdsregler, der følges efter udtagning af en vandprøve fra et tapsted, for at sikre at prøvens kvalitet og analysemuligheder bevares. Det kan omfatte korrekt opmærkning, hurtig nedkøling og transport af prøven til laboratoriet samt forebyggelse af forurening.

Prøvetagningssted ifm. Legionella er det konkrete sted i vandsystemet, hvor der udtages en vandprøve for at undersøge forekomsten af Legionella. Prøvetagningssteder

kan fx være alm. brugshaner eller særlige tapsteder beregnet på prøvetagning mv. Se i øvrigt 'Repræsentativt tapsted', 'Kritisk tapsted' og 'Fjerneste tapsted'.

Prøvetagningsmetode ifm. Legionella er den fremgangsmåde, der anvendes til at udtage en vandprøve fra et tapsted, så forekomsten af Legionellabakterier pålideligt kan undersøges. Metoden omfatter valg af fx første vand eller gennemskyllet prøve, hvordan prøven tages, og hvilke tekniske forhold der tages højde for under udtagningen. Se 'Straks-prøve' og 'Flush-prøve'.

Repræsentativt i forbindelse med Legionella er et tapsted, der udvælges til prøvetagning, fordi det typisk afspejler forholdene for dele af – eller i nogle tilfælde hele - vandsystemet. Et repræsentativt tapsted giver således en indikation af Legionella-forholdene i den del af anlægget, som tapstedet er valgt til at repræsentere

Risikovurdering i forbindelse med Legionella er en systematisk vurdering af, om og hvor der er risiko for vækst og spredning af Legionella i et vandsystem. Formålet er at identificere udsatte steder og forhold, så forebyggende tiltag kan iværksættes, og det kan sikres, at fastlagte grænseværdier og lovkrav overholdes. En risikovurdering suppleres ofte med konkrete vandprøver og analyser, ligesom risikovurdering typisk indgår som et indledende element i fastlæggelse af tapsteder for Legionellakontrol.

Screening: Indledende og begrænset undersøgelse for at afdække, om der kan være et problem. ifm. Legionella. Ofte undersøgelse eller test af vandprøver fra en installation, bygning, større bygningsmasse eller andet for at undersøge, om Legionella er til stede, så problemer opdages tidligt, dvs. før der opstår sygdomsudbrud. Kan også foretages for at få et overblik over en evt. udbredelse af Legionella.

Smitteudredning i forbindelse med Legionella er myndighedernes arbejde med at identificere kilden og omfanget af et tilfælde eller et udbrud af legionærsygdom. Det indebærer smitteudredning (fx vandinstallationer), interviews med patienter, analyse af vandprøver og koordinering af tiltag for at forhindre yderligere smitte.

Stikprøvekontrol: Kontrol af et udsnit af installationen, hvor der – evt. systematisk - udtages og undersøges en stikprøve af en installation, bygning, større bygningsmasse eller andet for at vurdere forekomsten af Legionella ift. givne grænser, fx 1.000 CFU/L.

Straks-prøve (også benævnt A-prøve) dækker den første vandmængde, som udtages fra tapstedet (se Tabel 3).

Tapsted Et tapsted er et sted i vandinstallationen, hvor vandet tappes til brug, typisk via hane, armatur eller lign.

VBNC ('Viable But Non-culturable'), se 'Legionellastadier og -måling'.

5 Referencer

Den udarbejdede guideline baserer sig på en omfattende research gennemført i perioden marts 2025 – marts 2026 under projektet Legionella-SIKRING og af partnergruppen for aktivitet A2 'Legionellamåling'.

Dette kapitel gennemgår dette arbejde, herunder med kildeangivelser for især analysemetoder og deres indbyrdes sammenligning.

Med særlig relevans for den samlede guideline skal fremhæves:

- [1] 2025 NIR (Nationale Infektionshygiejniske Retningslinjer) - Legionella i brugsvand i sundheds- og plejesektoren - Central Enhed for Infektionshygiejne, Statens Serum Institut, 1. udgave 2025

Ved fastlæggelse af de centrale begreber i kapitel 1 'Strategi for måling af Legionella' er der taget udgangspunkt i tidligere anvendte danske begreber og definitioner – især myndighedsfastsatte – som er blevet sammenholdt med og justeret i forhold til tilsvarende eller beslægtede udenlandske definitioner (særligt i de skandinaviske lande samt Tyskland, Holland, Frankrig og Storbritannien).

I kapitel 2 'Prøvetagning og -håndtering' er der tilsvarende inddraget en række tidligere danske vejledninger og anvisninger, som er blevet sammenholdt med udenlandske retningslinjer. I den forbindelse gav især kravene til temperaturhåndtering af udtagne prøver anledning til debat. Flere steder fremgår det indirekte (fx i ISO 11731), at prøverne skal køles ned til 2 - 8 °C, mens andre kilder peger på, at Legionellas temperaturafhængighed kun har marginal betydning sammenlignet med andre usikkerhedsbidrag.

Henvendelser til flere nationale laboratorier på området – herunder det britiske UK Health Security Agency – samt materialer herfra understøttede dette synspunkt og var afgørende for fravalget af et generelt kølekrav. Se fx:

- [2] UK Health Security Agency *om afkøling af vand, der er tappet ved høj temperatur, inden prøver pakkes til forsendelse*, <https://www.youtube.com/watch?v=IBau3I1aDR0> tilgået 12-05-2026

I vurdering og validering af de kortlagte analysemetoder i kapitel 3 'Analyse i laboratorium og on-site' indgår bl.a. følgende kilder:

5.1 Standarder og valideringsrammer (relevante for drikke-/brugsvand)

- [3] ISO (2017). ISO 11731:2017 Water quality — Enumeration of Legionella. Kultur-reference (CFU) for Legionella i vand (inkl. drikkevand) og den 'baseline', de fleste sammenligninger bruger.
- [4] ISO (2019). ISO/TS 12869:2019 Water quality — Detection and quantification of Legionella spp. and/or *L. pneumophila* by qPCR. *Metodekrav, performance-evaluering og QC for Legionella qPCR (bruges ofte som ramme ved validering af qPCR-setups).*
- [5] ISO (2024). ISO/TS 12869-2:2024 Water quality — Detection and quantification of Legionella spp. and/or Legionella pneumophila by concentration and genic amplification by quantitative polymerase chain reaction (qPCR) — On-site methods (on-site qPCR-teknologikrav). *Relevant hvis man kigger på felt-/on-site qPCR til bygninger (krav til robusthed, QC, reproducerbarhed).*
- [6] ISO (2014). ISO 17994:2014 Water quality — Requirements for the comparison of the relative recovery of microorganisms by two quantitative methods (ækvivalens/relativ recovery). (metodesammenligning/equivalence). *Statistisk ramme, som mange Legiolert-vs-ISO studier bruger til 'equivalence'/relativ recovery.*
- [7] ASTM (2021). ASTM D8429-21 Standard Test Method for Legionella pneumophila in Water Samples Using Legiolert (potable + non-potable). *(Legiolert-baseret test for L. pneumophila i vand). Standardiseret beskrivelse af Legiolert-princippet til bl.a. potable water.*
- [8] AFNOR NF Validation (opdateret 12. juli 2024): Legiolert/Quanti-Tray certificering (waters for human consumption). *Formel metodevaliderings-/certificeringsspor mod reference (NF EN ISO 11731) for 'waters for human consumption'.*

5.2 Legiolert vs ISO 11731 (drikkevand/brugsvand, varmt og koldt)

- [9] Spies K. m.fl. (2018). Int. J. Hyg. Environ. Health 221(7):1047–1053. Comparison of the Legiolert™/Quanti-Tray® MPN test for the enumeration of Legionella pneumophila from potable water samples with the German regulatory requirements methods ISO 11731-2 and ISO 11731. (DOI: 10.1016/j.ijheh.2018.07.006). *846 naturligt kontaminede bygningsprøver (koldt tapvand, varmt tapvand, bruser, cirkulation): Legiolert var signifikant mere sensitiv end ISO 11731-2 (100 mL) og fandt flere positive/højere counts.*
- [10] Sartory D.P. m.fl. (2017) – Evaluation of a most probable number method for the enumeration of Legionella pneumophila from potable and related water samples.

(DOI: 10.1111/lam.12719).

290 parrede prøver, Legiolert gav i gennemsnit højere tal end ISO 11731-2 (Legiolert: 0–2273 MPN/100 mL, mean 132; ISO: 0–368 CFU/100 mL, mean 26).

- [11] Scaturro M. m.fl. (2020). Pathogens 9(9):690. Performance of Legiolert Test vs. ISO 11731 to Confirm Legionella pneumophila Contamination in Potable Water Samples. (DOI: 10.3390/pathogens9090690). *123 drikkevandsprøver: Legiolert vs pladekultur; ingen signifikant forskel i resultater, og 10 mL-protokol fungerede i studiet på linje med 100 mL.*
- [12] Checa J. m.fl. (2021). Journal of Microbiological Methods 186:106242. Comparative study of Legiolert with ISO 11731-1998 standard method-conclusions from a Public Health Laboratory. (DOI: 10.1016/j.mimet.2021.106242). *118 miljøvandprøver (56 potable): Legiolert og ISO 11731 fandt omtrent samme andel positive; for potable-subset var Legiolert mere sensitiv i ISO 17994-analysen og gav typisk højere koncentrationer.*
- [13] Boczek L.A. m.fl. (2021). Journal of Water and Health 19(3):468–477. Comparison of two culture methods for the enumeration of Legionella pneumophila from potable water samples. (DOI: 10.2166/wh.2021.051) *Premise-plumbing model (185 prøver; primært varmt brugsvand, få kolde): Legiolert og BCYE-kultur var statistisk ækvivalente for prævalens; høj specificitet ved molekylær verificering af brønde.*
- [14] Monteiro S.N. m.fl. (2021) – Evaluation of Legiolert™ for the Detection of Legionella pneumophila and Comparison with Spread-Plate Culture and qPCR Methods. (DOI: 10.1007/s00284-021-02436-6). *165 potable + 12 non-potable: Legiolert, ISO 11731 og in-house v-qPCR; Legiolert gav typisk højere koncentrationer end ISO og lå ofte tættere på v-qPCR.*
- [15] Arrigo I. m.fl. (2025). PLOS ONE 20(12):e0336207. Comparison between Legiolert and real time PCR in the detection of Legionella pneumophila from environmental water samples. (PLOS ONE; DOI: 10.1371/journal.pone.0336207). *75 potable water-prøver analyseret parallelt med ISO 11731, Legiolert og real-time PCR: PCR gav flest positive; Legiolert havde høj sensitivitet/specificitet ift. kultur og var mere 'nøjagtig' end PCR.*

5.3 qPCR vs kultur i bygningsdrikkevand/-brugsvand

- [16] Petzold M. m.fl. (2025). Microorganisms 13(6):1311. PCR-Based Legionella Risk Evaluation of Drinking Water Systems—An Empirical Field Evaluation. (Microorganisms; DOI: 10.3390/microorganisms13061311). *101 bygninger: kultur + qPCR. Høj negativ prædiktiv værdi (qPCR-negativ → næsten altid kultur-negativ), men lav positiv prædiktiv værdi (qPCR-positiv er ikke nødvendigvis kultur-positiv), dvs. god til 'rule-out'/screening men sværere til risikogrænser.*

- [17] Krøjgaard L.H. m.fl. (2011). BMC Microbiology 11:254. Detection of Legionella by quantitative-polymerase chain reaction (qPCR) for monitoring and risk assessment. (BMC Microbiology; DOI: 10.1186/1471-2180-11-254).
Dansk bygnings-/installation-case (bl.a. cirkulation + 'first flush' fra bruseslanger): qPCR egnet til trend/monitorering, men korrelation med kultur var relativt lav; lave qPCR-niveauer var en stærk indikator for lav risiko.
- [18] Donohue M.J. (2021). Science of the Total Environment 774:145142. Quantification of Legionella pneumophila by qPCR and Culture in Tap Water with Different Concentrations of Residual Disinfectants and Heterotrophic Bacteria. (Science of the Total Environment; DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145142).
358 tapvandsprøver på tværs af systemer med forskellig desinfektionsrest: qPCR fandt markant flere positive end kultur; arbejdet diskuterer residual/HPC som kontekst til at fortolke qPCR vs kultur.
- [19] Sylvestre É. m.fl. (2025). PLOS Water 4(1):e0000291 Quantification of Legionella pneumophila in building potable water systems: A meta-analysis comparing qPCR and culture-based detection methods. (PLOS Water; DOI: 10.1371/journal.pwat.0000291). (*Meta-analyse, 'building potable water systems'*).
Samler paired qPCR+kulturniveauer fra fuldskala bygningsdrikkevand; qPCR:kultur-ratio varierer ofte fra ~1:1 til ~100:1, og viability-qPCR tenderer til lavere ratioer end standard qPCR.

5.4 Viability-qPCR / 'viable signal' i drikkevand/brugsvand

- [20] Bonetta S. m.fl. (2017). Int. J. Environ. Res. Public Health 14(5):467. Viability of Legionella pneumophila in Water Samples: A Comparison of Propidium Monoazide (PMA) Treatment on Membrane Filters and in Liquid. (IJERPH; DOI: 10.3390/ijerph14050467). *Sammenligner PMA-behandling 'på filter' vs 'i væske' før qPCR for L. pneumophila i vandprøver; viser hvor følsom viability-qPCR er for protokolvalg.*
- [21] Lee E-S., Han J-S. (2022). Water Supply 22(7):6205. Propidium monoazide-quantitative PCR to detect viable Legionella spp. in the supply process of tap water. (Water Supply; DOI: 10.2166/ws.2022.240). *Optimerer PMA-qPCR til (bl.a.) tapvand: viser betydning af PMA-koncentration, amplicon-længde og turbiditet (praktisk 'hvor virker PMA-qPCR robust i drikkevand').*
- [22] Monteiro S.N., Robalo A.M., Santos R.J. (2021). Current Microbiology 78:1792–1797. 'Evaluation of Legiolert™ for the Detection of Legionella pneumophila and Comparison with Spread-Plate Culture and qPCR Methods.'
165 potable + 12 non-potable: Legiolert, ISO 11731 og in-house v-qPCR; Legiolert gav typisk højere koncentrationer end ISO og lå ofte tættere på v-qPCR.
- [23] Boss R. m.fl. (2018). Journal of Applied Microbiology 125(4):1216–1225. Rapid detection of viable Legionella pneumophila in tap water by a qPCR and RT-PCR-

based method. (DOI: 10.1111/jam.13932).

'Viable signal' via nutritions-stimulation + precursor-rRNA (RT-PCR) og kvantificering med qPCR; sammenlignet mod ISO på tapvandsprøver (offentlige sportsfaciliteter) med hurtig svartid (~timer).

5.5 Øvrige supplerende metoder (ATP, Bactiquant, metodeoversigter)

- [24] Fleming K., Raina M., & Griffiths M. (2014). *Evaluating adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence for monitoring drinking water quality. J Environ Sci Health A 49(10):1219–1225. DOI:10.1080/10934529.2014.910068*
Evaluerer ATP-bioluminescens som indikator for mikrobiologisk drikkevandskvalitet. Finder god korrelation mellem ATP-niveauer og total bakteriemængde og understøtter brugen som hurtig hygiejne-/aktivitetsindikator (ikke Legionella-specifik).
- [25] H.H.J.L. van den Berg et al. (2022), Literatuurstudie naar de detectie van Legionella in (drink)water, RIVM-briefrapport 2022-0181. *Litteratuurstudie af metoder til Legionella-detektion i (drikke)vand (kultur, qPCR, MPN, immunologiske tests, ATP, Bactiquant m.fl.). Konkluderer, at kultur er reference; andre metoder kan støtte risikovurdering og drift; ATP og Bactiquant vurderes som nyttige indikatorer for biofilm og samlet aktivitet, men ikke Legionella-specifikke.*

5.6 Biosensorer

- [26] G.A. Screpis et al. (2023). Biosensing Technologies for Detecting Legionella in Environmental Samples: A Systematic Review. *Microorganisms 11(9):1855.*
<https://www.mdpi.com/2076-2607/12/9/1855> *Systematisk review af biosensorer og hurtige metoder til detektion af Legionella i vand (elektrokemiske, optiske, immuno- og nukleinsyrebaseerede platforme), med fokus på følsomhed, specificitet og on-site anvendelse. Artiklen konkluderer, at flere teknologier viser potentiale for hurtig Legionella screening i miljø og brugsvand, men at mangel på standardisering og robust feltvalidering aktuelt begrænser deres anvendelse som alternativ til dyrkning (ISO 11731) i myndigheds- og kontrolsammenhæng.*
- [27] Fdez Sanromán, A. et al. (2025). Biosensor Technologies for Water Quality: Detection of Emerging Contaminants and Pathogens. *Biosensors 15(3):189.*
Review af biosensorteknologier (elektrokemiske, optiske, piezoelektriske) til hurtig, on-site detektion af både kemiske kontaminanter og mikroorganismer i vand, herunder bakterier. Artiklen beskriver bl.a. aptamer og immunbaseerede sensorer samt mikrofluidiske 'lab on a chip' platforme, som principielt kan anvendes til hurtig, on-site Legionella screening, men metoderne er endnu ikke standardiserede eller myndighedsanerkendte og kan derfor kun betragtes som et muligt, fremtidigt supplement til dyrkning iht. ISO 11731.

- [28] CYTO-WATER (2015-2018) Integrated and portable image cytometer for rapid response to Legionella and Escherichia coli in industrial and environmental waters, Grant agreement ID: 642356, Coordinated by LABAQUA SA, <https://cordis.europa.eu/project/id/642356>
- [29] POSIEDON (2015-2018): Plasmonic-based autOmated lab-on-chip SEnsor for the rapid In-situ Detection of LegiONella, Grant agreement ID: 644669, Coordinated by CLIVET SPA, Italy, <https://cordis.europa.eu/project/id/644669>

5.7 Deltagerne bag aktivitet 'Legionellamåling'

I arbejdet med guidelinen har som eksperter, brugere, teoretikere, praktikere m.fl. fra de involverede partnere deltaget følgende:

- Teknologisk Institut: Jan Nielsen (aktivitetsansvarlig), Leon S. Buhl, Adrien Boussebayle, Kaj Bryder og Jacob Lind Cramer (projektleder for 'Legionella-SIKRING')
- Statens Serum Institut: Søren Uldum
- VIA University College: Ditte A. Søborg
- Aalborg Universitet: Jesper Kragh
- KAB: Nikas Arp-Wilhjelm
- Københavns Kommune: Karsten Larsen
- Aarhus Kommune: Jørgen Lindberg.

Guidelinen har samtidig været i høring i projekt 'Legionella-SIKRING's advisory board omfattende:

- Sten Kloppenborg, DANVA
- Henrik Petersen, Danske Vandværker
- Carl Hellmers, Fredericia Fjernvarme
- Finn Bøye Nielsen, Dansk Drikkevandskontrol
- Hans Ole Bech, Bornholms Regionskommune
- Kai Borggreen, VELTEK
- Birger T. Christiansen, Tekniq (formand for Advisory Board)
- Line Fabricius Soldalen, Byggeskadefonden
- Tine Aabye, Forsikring og Pension
- Johannes Utoft Christensen, Social- og Boligstyrelsen (observatør)

Appendiks 1 – Rapportering af Legionella-målinger

Rapportering af resultaterne af prøvetagning og analyse sker i en rapport- eller certifikatskabelon. I det efterfølgende er vist eksempel på opdeling og indhold:

ANALYSECERTIFIKAT – LEGIONELLA SPP. I VAND

Certifikatnr. []

Laboratorium

Felt	Udfyldes med
------	--------------

Navn	[Navn på laboratorium]
------	------------------------

Adresse	[Adresse]
---------	-----------

Telefon	[Telefonnummer]
---------	-----------------

E-mail	[E-mailadresse]
--------	-----------------

Prøveinformation

Felt	Udfyldes med
Prøvenummer	[]
Modtaget dato	[dd-mm-åååå]
Analyse udført dato	[dd-mm-åååå]
Udført for	[Firmanavn/kunde]
Adresse	[Adresse]
Kontaktperson	[Navn]
Prøvetager	[Navn, firma]
Prøvetagningsdato	[dd-mm-åååå]
Prøve medie/type	[fx varmt brugsvand]
Prøvested	[fx bruser/køkken og med fx præciseringsangivelse ift. installation]

Analysemetode og parametre

Parameter	Metode	Måleområde	Akkrediteret
<i>Legionella spp.</i> (CFU/L)	[DS/ISO 11731]	[10–10.000]	[Ja/Nej]
<i>Legionella pneumophila</i> SG 1 (CFU/L)	[DS/ISO 11731]	[10–10.000]	[Ja/Nej]

Resultater

Parameter	Resultat	Enhed	Grænseværdi/anbefaling
<i>Legionella spp.</i> , total	[]	CFU/L	[<1.000 CFU/L ift. aktionsgrænse]
<i>Legionella pneumophila</i> SG 1	[]	CFU/L	[evt. supplerende tekst]
Bemærkninger	[Evt. særlige forhold, fx temperatur, bemærkninger om prøvens udseende]		

Vurdering og anbefaling

[Evt. vurdering ift. grænseværdier, hygiejneråd, anbefalinger for opfølgende handling og henvisning til lovgivning]

Signatur, laboratorieleder

Felt	Udfyldes med:
Navn	[Navn]
Titel	[Titel]
Dato/by	[By, dato]

Symboler, forkortelser, enheder og andre betegnelser anvendt ved rapportering

Nomenklatur for Legionella:

Betegnelse	Enhed	Forklaring/Bemærkning
N	-	Antal kolonier eller bakterier fundet
CFU/L	CFU/L	Kolonidannende enheder pr. liter vand
LOD	CFU/L	Limit of Detection, detekteringsgrænse
LOQ	CFU/L	Limit of Quantification, kvantificeringsgrænse
V	L	Volumen af det analyserede prøveudtræk
R	-	Replikater (antal prøver af samme type)
D	-	Fortyndingsgrad
P	-	Prøvenummer

Legionellaspecifikke symboler:

Betegnelse	Enhed	Forklaring/Bemærkning
<i>L. pneumophila</i>	-	<i>Legionella pneumophila</i> (mest sygdomsfremkaldende art)
L. spp.	-	Legionella arter samlet
SG 1	-	Serogruppe 1 af <i>L. pneumophila</i>
SG 2-15	-	Serogruppe 2-15 af <i>L. pneumophila</i>

Forkortelser og tekniske betegnelser:

Betegnelse	Betegnelse / Betydning
MPN	Most Probable Number (mest sandsynlige antal bakterier)
PCR	Polymerase Chain Reaction (DNA-baseret påvisning)
RISA	Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis
ISO	International Organization for Standardization
NT	Ikke testet
ND	Not Detected / Ikke påvist

Internationale/standardiserede grænseværdier:

Betegnelse	Enhed	Forklaring
AL	CFU/L	Action Level (grænseværdi for indgriben)
MRL	CFU/L	Maximum Recommended Level (anbefalet maksimumværdi)
BG	-	Baggrundsværdi (baggrundskontrol)

Eksempler på anvendelse:

- Resultatet 250 CFU/L *L. pneumophila* (SG 1) betyder, at der i prøven er fundet 250 *L. pneumophila* serogruppe 1 pr. liter.
 - LOD = 100 CFU/L betyder, laboratoriet ikke kan detektere lavere værdier end 100 CFU/L.
- MRL: 1.000 CFU/L betyder, at overskridelse af denne værdi udløser handling/tiltag.

Appendiks 2 – Quick guide – Legionellaprøvning til lovpligtig kontrol (BEK 721)

Tjekliste for udtagning af vandprøver for legionellaanalyse iht. lovgivning

Tjeklisten tager udgangspunkt i Bekendtgørelse om indberetning af Legionellaprøver og -foranstaltninger (BEK 721 af 11. juni 2024) og tilpasses gældende lovgivning samt kommunernes evt. vilkår.

1. Før du går i gang

- Er bygningen en **prioriteret ejendom** (omfattet af BEK 721 eller andre krav)?
- Er det aftalt:
 - Hvem der er ansvarlig for prøvetagningen og dens indrapportering?
 - Hvilket **laboratorium** der analyserer (akkrediteret)?
 - Hvor mange prøver og **hvilke tapsteder** der skal prøvetages?

Husk: Bekendtgørelsen er et **minimumskrav** – anlægget må ikke udgøre smitterisiko, selv om minimumskravene er opfyldt.

2. Udstyr (medbring altid)

- Sterile prøveflasker (typisk 1 L) med **natriumthiosulfat** (efter laboratoriets anvisning)
- Plastposer til evt. udtagning af prøver fra brusehoved
- Engangshandsker
- Termometer
- Etiketter og **følgesedler** (laboratoriets skema)
- Køleboks og køleelementer
- Spritservietter (til koldtvandsprøver, hvis relevante)

3. Udpeg tapsteder (før gennemførelse)

Som minimum til lovpligtig varmtvandskontrol (flush-prøve (B-prøve)):

Antal prøver = antallet af sengepladser eller boliger, som anvendes som normeret ved periodens indgang, hvilket deles med 15 og rundes op.

Fordeling på tapsteder:

- 1 eller flere **repræsentative** tapsteder
fx typisk håndvask nær almindelig stigstreng
- 1 eller flere **fjerneste** tapsteder
fx håndvask eller bruser længst væk fra beholder/veksler
- Evt. **kritisk tapsted** uden bruseslange
fx bruser, hvor brugere eksponeres for aerosoler

Prøver fra **bruseslanger** tages kun, hvis aftalt som **risikovurdering** – ikke som hovedmål for anlæggets generelle niveau.

4. Sådan tager du en **flush-prøve (B-prøve)** (varmt vand)

For hvert udvalgt varmtvands tapsted:

- Kontrollér tapsted (stemmer med din liste).
- Åbn for **varmt vand** (ved 1-grebs: stil grebet tydeligt på 'varmt').
- Lad vandet løbe i **60 sekunder** (moderat stråle) eller til stabil temperatur.
- Mål og **notér temperaturen** ved tapstedet.
- Fyld den sterile prøveflaske uden kontakt med flasken.
- Luk flasken godt.

- Mærk flasken med:
 - bygning/adresse
 - præcist tapsted (fx 'Bad 2. sal, rum 214, håndvask')
 - 'Flush-prøve (B-prøve)'
 - dato og klokkeslæt
 - målt temperatur
- Notér samme oplysninger på følgesedlen.

5. Straks-prøver (A-prøver) – kun hvis aftalt

Hvis foreskrevet af myndighed eller anden ansvarlig, fx

rådgiver/laboratorium (smitteudredning/risikovurdering) (se Guidelinens afsnit 1.3):

- Åbn tapstedet og fyld straks flasken (ingen forudgående gennemskylning).
- Mærk tydeligt: 'Straks-prøve (A)'.
- Notér temperatur og alle øvrige data som ved B-prøve.
- Hold Straks-prøver (A-prøver) **adskilt** fra B-prøver ift. tolkning.

6. Opbevaring og transport

- Hold prøverne i skygge under rundgangen.
- Lad meget varme prøver køle til < 40 °C, før de lægges i transportboks.
- Læg prøverne i transport under hensyntagen til, at de ikke beskadiges under transporten.
- Lever prøverne til laboratoriet:
 - Helst inden for 24 timer
 - Senest inden for 48 timer
- Kontroller, at alle flasker og følgesedler stemmer overens.

7. Arbejdsforhold med risiko for aerosoldannelse fra tapsted med højt Legionellaindhold, fx kendt smittested

- Medtag og anvend åndedrætsværn til beskyttelsesklasse P3, fx engangs-FFP3, eller genanvendelig halvmaske med P3-filter

8. Når svarene kommer

- Kontroller, at alle prøver er registreret korrekt (tapsteder, dato mv.).
- Tjek resultater (CFU/L) op mod 1.000 CFU/L-grænse og interne krav.
- Ved overskridelser:
 - Informér ansvarlig driftsleder/bygningsansvarlig.
 - Aftal afhjælpende tiltag og evt. ekstra prøver.
 - Sørg for, at indberetning iht. lovgivning (BEK 721) gennemføres.

Vedlæg evt. udfyldt af prøvetager underskrevet tjekliste.

NOTER:

Ved tvivl om antal prøver, valg af tapsteder eller prøvetype – kontakt altid rådgiver eller det akkrediterede laboratorium eller rådgiver, **før** du tager prøverne.

- Bekræftet gennemførelse af tjekpunkt anføres med x.

Dato og underskrift:

Appendiks 3 – Prøvetagningsjournal for Legionellamålinger

PRØVETAGNINGSDAGBOK - LEGIONELLA

Prøvetager: []

Dato og tidspunkt: []

Legionella prøveudtagning:

Kunde []

Sagsnr []

Adresse []

Dokumentation:

Billede taget før afmontering []

Billede taget efter afmontering []

Prøvested:

Vandhane: m/u perlator [] Andet afmonteret: []	Bruser: m/u hoved [] m/u slange [] Andet afmonteret: []	Varmtvandsbeholder(VB): på VB [] hane tættest på []
Prøven udtaget på: koldt vand / varmt vand / indstillet vand		

Prøvetagningsmetode:

Straks-prøve (A-prøve) []	Flush-prøve (B-prøve): []
Andet: []	

Temperatur:

Temperatur målt ved prøvetagning	[] °C
Max. Temperatur målt	[] °C
Temperatur aflæst for varmtvandsbeholder(VB)	[] °C
Andet	[] °C

Øvrige anvisninger fra Rørcentret:

- Rørcenter-anvisning 001
Ressourcebesparende afløbsinstallationer i boliger, juni 1999
- Rørcenter-anvisning 002
Ressourcebesparende vandinstallationer i boliger, juni 1999
- Rørcenter-anvisning 003
Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger, september 2012
- Rørcenter-anvisning 004
Renovering af afløbsledninger. Paradigme for udbud og beskrivelse inkl. vejledning, 2. udgave, januar 2005, inkl. Indlagt cd-rom
- Rørcenter-anvisning 005
Fedtudskillere. Projektering, dimensionering, udførelse og drift, 2. udgave, april 2021
- Rørcenter-anvisning 006
Olieudskilleranlæg. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift, 2. udgave, april 2021
- Rørcenter-anvisning 007
Dæksler og Riste. Dæksler og riste af støbejern til kørebane og gangarealer, maj 2005
- Rørcenter-anvisning 008
Acceptkriterier. Retningslinjer for vurdering af nye og fornyede afløbsledninger ved hjælp af TV-inspektion, maj 2005
- Rørcenter-anvisning 009
Nedsivning af regnvand i faskiner. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af faskiner, maj 2005
- Rørcenter-anvisning 010
Tømning af bundfældningstanke (septiktanke). Paradigme for udbudsmateriale, marts 2006
- Rørcenter-anvisning 011
Vacuumsystemer i bygninger. Vejledning i projektering, udførelse og drift, marts 2006
- Rørcenter-anvisning 012
Nye afløbssystemer samt omlægninger. Paradigme for udbud og beskrivelse, maj 2007
- Rørcenter-anvisning 013
Erfaringer med nedsivningsanlæg, februar 2007
- Rørcenter-anvisning 014
Afløbssystemer. Oversigt over undersøgelses-, måle- og fornyelsesmetoder, april 2007
- Rørcenter-anvisning 015
Tilbagestrømningssikring af vandforsyningsystemer, oktober 2009
- Rørcenter-anvisning 016
Anvisning for håndtering af regnvand på egen grund, maj 2012
- Rørcenter-anvisning 017
Legionella. Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder, maj 2019
- Rørcenter-anvisning 018
Store nedsivningsanlæg. Dimensionering og udførelse, august 2012
- Rørcenter-anvisning 019
Vandbremsere. Regulering af vandstrømme i afløbssystemer, maj 2013
- Rørcenter-anvisning 020
Skybrudssikring af bygninger, september 2013
- Rørcenter-anvisning 021
Kælderoversvømmelser. Sikring mod opstigende kloakvand, september 2013
- Rørcenter-anvisning 022
Renovering af faldstammesystemer, maj 2017
- Rørcenter-anvisning 023
Regnvandsventilen, marts 2018
- Rørcenter-anvisning 024
Beredskab. Indsatsplaner for oversvømmelser, maj 2017
- Rørcenter-anvisning 025
Rekreative regnvandsbassiner, marts 2018
- Rørcenter-anvisning 026
LAR-Anlæg. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af LAR-Anlæg, juni 2018
- Rørcenter-anvisning 027
Vandinstallationer. Eksempelsamling til bygningsreglementets afsnit 21 og 24, december 2018
- Rørcenter-anvisning 028
Undgå kælderoversvømmelser med pumper, højvandslukker og by-pass anlæg, april 2020
- Rørcenter-anvisning 029
Dræning og isolering af kældre, juli 2022
- Rørcenter-anvisning 030
Dræning af grønne arealer, juli 2022
- Rørcenter-anvisning 031
Spuling og rensning af afløbsledninger, august 2022
- Rørcenter-anvisning 032
Sikring af bygninger mod rotter fra kloakken, oktober 2023
- Rørcenter-anvisning 033
Sokkelrender, september 2024
- Rørcenter-anvisning 034
Afløbsrender, september 2024
- Rørcenter-anvisning 035
Våde regnvandsbassiner. Planlægning, udførelse og drift, april 2026
- Rørcenter-anvisning 036
Legionellamåling. Guideline for prøvetagning og analyse, maj 2026