



Folkhälsomyndigheten

Risicanalys för legionella

Ett kapitel i kunskapssammanställningen
Legionella i miljön – hantering av smittrisker

Juli 2015

Innehåll

Risicanalys för legionella	3
Behov av riskbedömningar för legionella	3
Att förebygga smittspridning.....	3
Krav på att genomföra riskbedömningar	4
Bakgrund till risicanalys	4
Olika modeller för risicanalys.....	5
Water Safety Plans	5
HACCP.....	7
Kvantitativ mikrobiell risicanalys - QMRA	9
Modeller för snabba riskbedömningar	10
Riskbedömning av legionella i praktiken.....	12
Inträffade fall	13
Riskkaraktärisering av vatteninstallationer.....	13
Tekniska faktorer i riskbedömningar	13
Checklistor för riskbedömning.....	13
Riskbedömning baserat på förekomst av legionella	15
Risicanalyser kopplade till industrin.....	18
Riskhanteringsmall för skogsindustriföretagen	18
Referenser	21
Personlig kommunikation	22

Risicanalys för legionella

Behov av riskbedömningar för legionella

Riskbedömningar kan gälla **förebyggande arbete** för att minska antalet inträffade fall i samhället. För legionella innebär det att olika verksamhetsutövare behöver bedöma risker för förekomst och spridning av bakterier i sina system. Övergripande riskbedömningar kan även göras av myndigheter eller branschorganisationer för en vis typ av system eller anläggningar. En riskbedömning kan även behövas under **utredning av en akut händelse**, då risken för att fler ska insjukna direkt behöver bedömas och eventuellt hanteras genom åtgärder. **Efter en händelse** är det ofta viktigt att gå igenom eller ompröva en tidigare gjord riskbedömning för att genom den erfarenhet man fått förbättra åtgärderna.

Riskbedömningar kan utgöras av stora övergripande genomgångar av ett system enligt modeller som presenteras nedan, men även av checklistor för en installatör eller en specifik bedömning av risken för smitta för den som ska ta ett visst miljöprov för analys av legionella.

I detta kapitel beskriver vi olika modeller för risicanalys som kan tillämpas för legionella med hänvisning till andra publikationer där ytterligare detaljer är inkluderade. Vi beskriver även specifika riskvärderingsverktyg och studier som gjorts avseende spridning av legionella. Även om det finns modeller och generella riktlinjer för riskbedömningar måste man alltid utgå från det befintliga systemet och de individuella förutsättningarna samt vara öppen för okända företeelser.

Resonemangen och modellerna kan användas av olika verksamhetsutövare och är främst inriktade mot det förebyggande arbetet. Riskbedömning för verksamheter inom vården tas specifikt upp i kapitlet *Legionella i vården*. Någon generell modell som hanterar förebyggande åtgärder för legionella har inte tagits fram av svenska myndigheter. Däremot finns modeller för bedömning av risker i samband med utbrott av smittsamma sjukdomar framtagna av Folkhälsomyndigheten, se avsnittet *Andra modeller* nedan.

Att förebygga smittspridning

För legionella handlar det förebyggande arbetet i huvudsak om att göra riskbedömningar i relation till olika vatteninstallationer och anläggningar där möjligheten till tillväxt, aerosolbildning samt exponering av människor är de avgörande faktorerna. Att kvantifiera risken är svårt eftersom det inte finns modeller för vilka halter (doser) av legionella som orsakar infektion.

Bedömningarna underlättas av att man inte behöver ta hänsyn till smittspridning från person till person. Syftet med en sådan riskbedömning bör vara att minska risken för legionellasmitta. Det är varken möjligt eller relevant att åstadkomma en ”nollrisk” vilket även uttrycks av McCoy i boken *Preventing legionellosis* (1).

Krav på att genomföra riskbedömningar

Som beskrivs i kapitlet *Nationell lagstiftning relaterad till legionella* finns det enligt miljöbalken krav på att verksamhetsutövare ska göra riskvärderingar inom ramen för egenkontrollen¹. Det finns även ett allmänt råd från Boverket som sen 2006 innefattar att byggherren ska genomföra en riskvärdering avseende legionella². Här nämns särskilt tappvatteninstallationer i äldreboenden, hotell, sporthallar, simhallar, sjukhus och flerbostadshus samt vatteninstallationer som sprider aerosoler, till exempel bubbelbad, öppna kyltorn och grönsaksbefuktare. I *Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2005:1) om mikrobiologiska arbetsmiljörisker – smitta, toxinpåverkan, överkänslighet* finns krav på att arbetsgivaren ska göra riskbedömningar för ohälsa och olycksfall som kan orsakas av biologiska agens på arbetsplatsen, se kapitlet *Nationell lagstiftning relaterad till legionella*. På Arbetsmiljöverkets webbplats finns mer vägledning kring hur riskbedömningar kan genomföras och hur risken för legionella i vattensystem kan hanteras. Arbetsmiljöverket har också en sida som gäller specifikt för legionella och bioreningsanläggningar³.

Boverket och Arbetsmiljöverket anser dock att riskbedömningar inte görs i den utsträckning som krävs (Jönsson, personlig kommunikation; Joelson, personlig kommunikation). Expertisen inom legionellaområdet är överens om att vägen framåt är att i större utsträckning genomföra riskbedömningar och förbättra de riskbedömningar av olika system som redan görs. Omfattningen av en riskbedömning och hur komplex den är behöver variera beroende på typ av verksamhet och beroende på vilka som avses genomföra riskbedömningen.

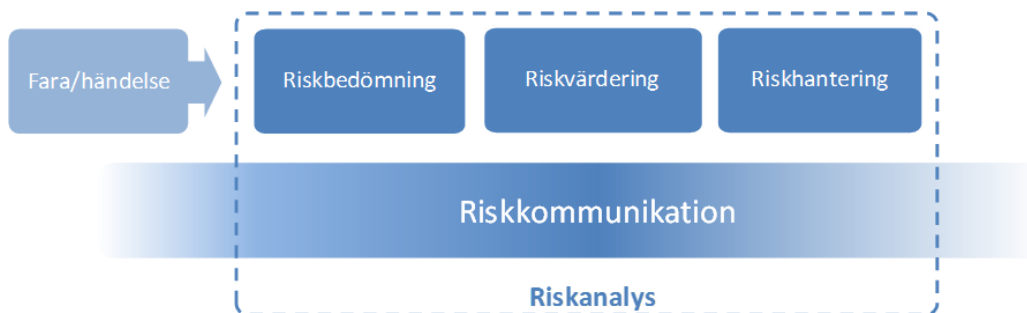
Bakgrund till riskanalys

Riskanalys är ett brett begrepp som kan tillämpas inom många olika områden. Definitionerna av riskanalys och andra riskbegrepp kan dock skilja sig åt inom olika discipliner. Inom smittskyddsarbetet är vi mest bekanta med den modell som illustreras i figur 1 där riskanalys omfattar riskbedömning, riskvärdering, riskhantering och riskkommunikation i relation till en specifik fara (smittämne) eller händelse.

¹ Allmänna bestämmelser om verksamhetsutövarens kontroll finns i [26 kap. 19 § miljöbalken](#) och i förordningen om verksamhetsutövares egenkontroll (SFS 1998:901) som gäller för den, som yrkesmässigt bedriver verksamhet eller vidtar åtgärder, som omfattas av tillstånds- eller anmälningsplikt enligt [9](#) eller [11-14 kap. miljöbalken](#) är kravet på riskvärdering tydligare uttalat.

² I ett allmänt råd i avsnitt 6:626 i BFS 2011:6 anges att man bör inventera, värdera och dokumentera riskerna för tillväxt av legionellabakterier i tappvatteninstallationer i olika slags byggnader samt även i vatteninstallationer som sprider aerosoler, t.ex. bubbelbad, öppna kyltorn och befuktningssystem.

³ http://www.av.se/teman/mikrobiologiska/forebygg/exempel/legionella_bioreningsanlaggningar.aspx där man hänvisar till AFS 2005:1 för att genomföra riskbedömning och riskbegränsning



Figur 1. Processen för riskanalys hämtad ur Folkhälsomyndighetens metodguide⁴.

Riskbedömningen är ofta den centrala och innebär att systematiskt samla in, bedöma och dokumentera information för att avgöra omfattningen av en risk. För smittämnen och smittspridning kan en riskbedömning göras antingen kvalitativt eller i vissa fall kvantitativt. Termen riskvärdering används i många sammanhang på motsvarande sätt som riskbedömning men enligt processen som illustreras i figur 1 innebär det en värdering av hur acceptabel risken är där riskbedömningen utgör ett av flera underlag. Andra aspekter som kan behöva vägas in är kostnad/nytta eller intressen från allmänhet, media eller politiker. En risk som bedömts som låg kan ändå kräva omfattande åtgärder i form av exempelvis kommunikationsinsatser om allmänheten uppfattar risken som oacceptabel.

Olika modeller för riskanalys

Det finns modeller för riskanalys som framförallt baseras på systematiska genomgångar av olika verksamheter eller processer. Det finns många likheter i dessa modeller och det är ofta riskbedömning (riskvärdering) i sig som betonas i samband med att den ska genomföras av en grupp med bred representation. Dokumentation, övervakning, validering och åtgärdsprogram är andra nyckelord som ofta återkommer.

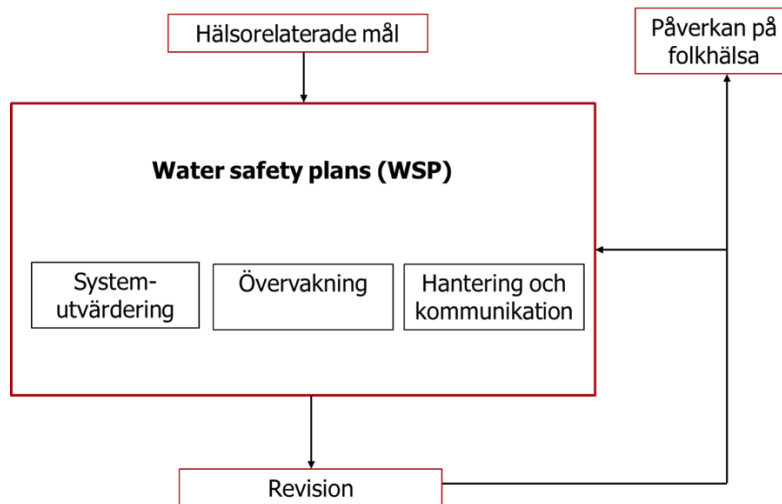
Water Safety Plans

Världshälsoorganisationen (WHO) har utvecklat ett ramverk för säkert dricksvatten som man anser även kan användas för att bedöma och hantera risker kopplade till legionella (2). Ramverket illustreras i figur 2. Hälsorelaterade mål kan här exempelvis innebära att man på nationell nivå sätter mål för hur många legionellainfektioner som är acceptabelt. En så kallad *Water Safety Plan (WSP)*⁵ är den centrala som ska tas fram för varje enskilt system eller verksamhet, till exempel för en byggnad där verksamhetsutövaren är ansvarig för att utveckla och implementera planen. Revision (*surveillance*) innebär en granskning av planen av en oberoende part.

⁴ Modellen finns för närvarande (2015) endast beskriven i Folkhälsomyndighetens interna dokumenthanteringssystem.

⁵ Det finns vad vi känner till inget vedertaget uttryck på svenska för Water Safety Plans, men vattensäkerhetsplaner har använts i vissa sammanhang. Övriga engelska termer har översatts fritt av Folkhälsomyndigheten.

De hälsorelaterade målen fokuserar på att kontrollera tillväxten av legionella samt bildandet och spridning av aerosoler, eftersom det inte finns några hälsomässiga riktvärden för legionella.



Figur 2. Ramverket för säkert dricksvatten inklusive Water Safety Plans, enligt WHO (2). De engelska termerna nämns i texten och har översatts fritt.

I utvärderingen av systemet (*system assessment*) bestäms om vattenkvaliteten vid möjliga exponeringspunkter når de hälsomässiga målen, baserat på en riskbedömning för den population som kan exponeras. Övervakning (*monitoring*) är relaterad till driften och här identifieras och övervakas de parametrar som säkerställer att vattnet är säkert, till exempel temperatur, pH eller biocidhalter. Hantering (*management*) och kommunikation (*communication*) innebär att dokumentera systemutvärderingen och övervakningen samt att beskriva de åtgärder som ska göras vid normal drift och vid incidenter, inklusive dokumentation och kommunikation (2).

WHO betonar vikten av att riskbedömningen av systemet genomförs av ett team och att hela WSP:n tas fram i samarbete med, och görs tillgänglig för, alla berörda parter så som hälsomyndigheter, vattenproducenter och driftansvariga. Planen ska revideras regelbundet.

I praktiken bedömer Folkhälsomyndigheten att detta tillvägagångssätt, precis som HACCP som beskrivs nedan, är lämpligt för att det utgår från att systematiskt gå igenom sitt system, identifiera riskpunkter, hur ett kontroll- eller övervakningsprogram kan se ut och vilka åtgärder som ska göras vid avvikelse, samt hur information ska spridas. Det svåra i förhållande till legionella är ofta att i förväg bestämma vilka prover som ska tas och på vilka halter alternativt andra parametrar man ska agera.

HACCP

Bakgrund till HACCP

HACCP står för *Hazard Analysis and Critical Control Point* och betyder på svenska ungefär faroanalys och kritiska styrpunkter. HACCP togs ursprungligen fram för att NASA ville kvalitetssäkra maten som astronauterna åt på sina rymdresor. HACCP har sedan blivit ett vedertaget sätt att arbeta med övervakning och kontroll av en produktionsprocess inom livsmedelsbranschen. I USA har man kunnat visa att antalet infektioner minskat sen HACCP blev ett krav inom livsmedelsindustrin (1).

HACCP innebär ett arbetssätt som identifierar, bedömer och styr faror som är viktiga för en produkts säkerhet. Genom att arbeta med ett förebyggande säkerhetstänkande är målet att störningar i processen ska kunna upptäckas och åtgärdas innan de märks hos användaren, till skillnad från att förlita sig på kontroller av slutprodukten. För att identifiera de möjliga kritiska styrpunkterna genomförs en riskbedömning. Eftersom kritiska styrpunkter (CCP:s) skall vara övervakningsbara på ett sätt som gör det möjligt att vidta åtgärder i tid innan någon användare påverkas, är det i detta läge viktigt att ställa sig frågan vilka typer av övervakning som ger denna möjlighet.

I Sverige är ett egenkontrollprogram baserat på HACCP sen 2005 ett krav enligt EG-förordningen för livsmedelshygien⁶ och från 2012 är det ett krav inom dricksvattenproduktionen. Svenskt Vatten och Livsmedelsverket har gett ut vägledningar för HACCP^{7,8}.

Principerna för HACCP

HACCP-principerna innebär att (hämtat ur vägledningen till dricksvattenföreskrifterna (3)):

1. Identifiera de faror som måste förebyggas, elimineras eller reduceras till en acceptabel nivå.
2. Identifiera kritiska styrpunkter i det steg eller de steg där kontroll är nödvändig för att förebygga eller eliminera en fara eller för att reducera den till en acceptabel nivå.
3. Fastställa kritiska gränsvärden vid kritiska styrpunkter vilka skiljer acceptabelt från icke acceptabelt i de kritiska styrpunkterna i syfte att förebygga, eliminera eller reducera identifierade faror.
4. Upprätta och genomföra effektiva förfaranden för att övervaka de kritiska styrpunkterna.

⁶ I artikel 5 i förordning (EG) nr 853/2004 om livsmedelshygien framgår att livsmedelsföretagare i alla led förutom i primärproduktionsledet ska inrätta, genomföra och upprätthålla ett eller flera förfaranden grundade på HACCP-principerna.

⁷ <http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Dricksvatten/Takt-till-kran/HACCP/>

⁸ <http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/produktion-handel-kontroll/vagledninga-kontrollhandbocker/vagledning-dricksvatten.pdf>

5. Fastställa vilka korrigerande åtgärder som ska vidtas när övervakningen visar att en kritisk styrpunkt inte är under kontroll.
6. Upprätta förfaranden, vilka skall genomföras regelbundet, för att verifiera att de åtgärder som avses i punkt 1–5 fungerar effektivt.
7. Upprätta dokumentation och journaler avpassade för livsmedelsföretagets storlek och art för att visa att de åtgärder som avses i punkt 1–6 tillämpas effektivt.

För att förhindra att HACCP-systemet bara blir en pappersprodukt upprättas rutiner för verifiering⁹. En utsedd ansvarig person ansvarar för att det upprättade systemet fungerar i praktiken och ska därför regelbundet kontrollera att väsentliga delar av systemet så som flödesscheman och övervakningsmetoder av varje CCP är aktuella och korrekta.

Validering¹⁰ är en dokumentgranskning som bör utföras av en kompetent person som inte har deltagit i framtagandet av HACCP-planen. Valideringen av HACCP-systemet syftar till att påvisa brister i det förebyggande säkerhetsarbetet.

HACCP som process i den amerikanska standarden för legionella

Den nyligen publicerade standarden *Prevention of Legionellosis Associated with Building Water Systems*¹¹ som ges ut av ASHRAE¹² syftar till att förebygga legionella i byggnaders vatteninstallationer och omfattar vissa tappvattensystem, kyltorn, bubbelpooler, fontäner samt luftrenare, luftfuktare och luftkonditionering. HACCP valdes ursprungligen som en systematisk process men terminologin har i senare versioner ändrats till mer allmänna ord och arbetssättet kallas nu *Water Management Program*¹³. Denna amerikanska standard är princip lagligt bindande när den träder i kraft.

Standarden betonar vikten av att bilda en grupp som ansvarar för programmet. Vattensystemet ska dokumenteras med flödesscheman och analyseras utifrån om det finns en risk för tillväxt av legionella. Om så är fallet ska man undersöka om det finns lämpliga ställen för att sätta in förebyggande åtgärder. Kontrollåtgärderna är centrala eftersom de är vad som kan reducera risken och standarden anger ramar för att rutiner måste finnas för nya konstruktioner, start och stängning av system, underhåll, desinfektion och övervakning genom till exempel mätning av temperaturer och halter av desinfektionsmedel, samt vattenrening. Om inte kontrollåtgärderna övervakas enligt vad som bestämts i programmet måste förbestämda

⁹ Enligt vägledningen till dricksvattenföreskrifterna som hänvisar till ISO 9000:2000 Ledningssystem för kvalitet – principer och terminologi: Bekräftelse genom att framlägga bevis på att specificerade krav har uppfyllts (dvs. visa att ställda krav uppfylls).

¹⁰ Enligt vägledningen till dricksvattenföreskrifterna som hänvisar till ISO 9000:2000 Ledningssystem för kvalitet – principer och terminologi: Bekräftelse genom att framlägga bevis på att krav för en specifik, avsedd användning eller tillämpning har uppfyllts (dvs. visa att rätt krav har ställts för den specifika tillämpningen).

¹¹ <https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/ansi-ashrae-standard-188-2015-legionellosis-risk-management-for-building-water-systems>

¹² American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc.

¹³ <http://hcinform.com/blog/update-on-ashrae-188p/>

korrigering åtgärder görs. Det ska också finnas en plan för hur eventuella fall av legionella ska hanteras. Verifiering ska göras för att se att programmet har implementerats och validering görs för att utvärdera effektiviteten av programmet. Analys av legionellaförekomst kan då vara ett alternativ men är inte ett krav enligt standarden. Rutiner för dokumentation och kommunikation av alla delar i programmet ska fastställas. Således är det i princip samma arbetssätt som i HACCP.

Kvantitativ mikrobiell riskanalys - QMRA

Kvantitativ mikrobiell riskanalys (*Quantitative Microbial Risk Analysis – QMRA*) har sitt ursprung i kemisk riskanalys och tillämpades till att börja med för dricksvatten i USA. I Sverige har QMRA använts som ett verktyg i flera forskningsprojekt, i huvudsak för att beräkna och uppskatta risker för infektion med smittämnen som orsakar mag-tarmsymtom. Sen ett par år tillbaka finns ett riskvärderingsverktyg (MRA-verktyg) som kan användas för vattenverk tillgängligt via Svenskt Vattens hemsida¹⁴.

Principen är att man genom att beräkna vilken mängd (dos) av ett smittämne en exponerad person kan få i sig använder så kallade dos-responsmodeller för att i nästa steg beräkna sannolikheten att personen blir infekterad. För att ta reda på dosen behövs kunskap om förekomsten av ett smittämne i miljön (till exempel i ett vatten) och om hur det överlever i miljön innan man uppskattar en volym som personen får i sig. Sannolikheten för infektion kan sedan översättas till sannolikheten för sjukdom och död och scenarierna kan innehålla flera olika smittvägar och populationer. För att risken ska kunna karaktäriseras kan även hänsyn till symtom och konsekvenser av sjukdomen vägas in.

För legionella har QMRA använts i några publikationer. Ett exempel kan beskrivas på följande sätt enligt modellens olika steg (4):

- Faroidentifiering och karaktärisering: Legionellabakterier som orsak till lunginflammation.
- Exponeringsanalys: Inandning av aerosol förorenad med legionella i närheten av bubbelpool. Data för inandning i volym per minut och en beräknad koncentration av legionella på 5–180 cfu¹⁵ per m³.
- Dos-responsanalys: Dosen beräknas enligt data ovan vilket resulterar i att en arbetare i närheten av bubbelpoolen får i sig 1,3–34,5 cfu. Dos-responsmodell från försök på marsvin används för att beräkna sannolikheten för infektion.
- Riskkaraktärisering: Medianvärdet för sannolikheten för subklinisk infektion är $3,9 \times 10^{-1}$ (det vill säga 0,39 eller 39 % sannolikhet för infektion) och

¹⁴ <http://www.svenskvatten.se/Vattentjanster/Dricksvatten/Takt-till-kran/Mikrobiologiska-barrierer/MRA/>
Forskningsprogrammet DRICKS på Chalmers förvaltar sen 2014 verktyget och genomför projekt som syftar till förbättringar.

¹⁵ Colony Forming Units, motsvarar antal bakterier.

medianvärdet för sannolikheten för klinisk infektion är $8,9 \times 10^{-4}$ (det vill säga mindre än 0,1 % sannolikhet eller knappt 1 på 1 000 som blir sjuka).

De beräknade resultaten jämfördes med dokumenterad sjukdomsfrekvens och skillnaden låg inom en tiopotens, vilket enligt författarna stödjer att dos-responsmodellen är relevant att använda för att uppskatta risk. Det finns dock skillnader mellan olika stammar av *Legionella pneumophila* som kan bidra till att QMRA-risken blir fel enligt författarna.

I en svensk studie uppskattades risken för att bli sjuk vid exponering genom att duscha. Här jämfördes risken för olika former av legionellabakterier – frilevande (*planktonic*), biofilmsassocierade och legionellabakterier som tidigare varit associerade med amöba i biofilmen, samt olika desinfektionsmetoder (5, 6). Sammanfattningsvis var risken högre för de bakterier som var associerade med amöbor eller biofilm på grund av bättre överlevnad vid termisk och kemisk desinfektion jämfört med frilevande bakterier. Risken beskrevs vara högre än den acceptabla risk på att 1 av 10 000 som exponeras insjuknar, som US Environmental Protection Agency (US EPA) föreslagit. Detta berodde till stor del på den dos-responsmodell som använts där varje exponering beräknades orsaka infektion.

En annan kvantitativ riskbedömning för infektion via dusch resulterade i höga kritiska halter, det vill säga den halt som krävs för att orsaka infektion. I vattnet kunde upp till 10^7 cfu per liter och i duschen 10^2 cfu per m^3 tillåtas utan att personen blev sjuk, till stor del på grund av den låga fördelningen (*partitioning*) mellan duschvatten och inandningsbara aerosoler som sker (7). Författarna identifierade fördelningskoefficienten för luft-vatten som en betydande orsak till osäkerhet i QMRA-processen för legionella.

De studier som nämns ovan är de vi känner till för legionella där QMRA använts för att bedöma risken. Olika svårigheter och begränsningar tas upp i en artikel som sammanfattar studierna (8). Folkhälsomyndigheten bedömer inte att kvantitativa riskvärderingar enligt QMRA-modellen kommer att vara det som närmast styr utvecklingen av förbättrade riskbedömningar och förbättrad riskhantering för legionella. QMRA kan dock bidra med att identifiera kunskapsluckor. Mikrobiell riskvärdering kan sägas utgöra en del i modellerna för HACCP och WSP, men är till mindre grad kvantitativ för legionella än för andra smittämnen. Även US EPA har konstaterat att då det inte finns någon känd infektionsdos för legionella är det i princip omöjligt att göra kvantitativa riskbedömningar för legionella och betonar istället olika riskfaktorer (9).

Modeller för snabba riskbedömningar

ECDC:s *Operational guidance on rapid risk assessment methodology* (10) är främst kopplad till att göra riskbedömningar i anslutning till en händelse så som ett utbrott av smitta för att snabbt kunna avgöra vilka åtgärder som behöver vidtas på myndighetsnivå. Processen innefattar att samla in information om den akuta situationen (antalet fall, misstänkt smittväg med mera) och bakgrundsinformation som utgör underlag i den fortsatta bedömningen av risken för utsatta grupper.

Den i dagsläget (2015) senaste riskbedömningen som är publicerad om legionella är utbrottet i Portugal med över 300 smittade som inträffade i november 2014 (11). Enligt rapporten bedömdes utbrottet vara lokalt och eftersom orten inte var någon turistdestination bedömdes andra EU-medborgare inte utsättas för någon risk. Utbrottet beskrivs närmare i en artikel (12) och även i kapitlet *Utbrott och intressanta fall*.

En annan rapport rör ett bubbelpoolsutbrott på ett hotell i Spanien, där sammanlagt fem uppdaterade riskbedömningar gjordes med fokus på smittspårning och risk för att fler personer skulle smittas (benämns *ECDC threat assessment for the EU*). Intressant i detta sammanhang var att efter en första miljöutredning och sanering av spa poolen i hotellet bedömdes risken som låg då påföljande prover var negativa (13), men senare insjuknade fler gäster och hela hotellet fick då stänga (14), se kapitlet *Utbrott och intressanta fall*.

WHO:s modell *Rapid Risk Assessment of Acute Public Health Events* (15) används på motsvarande sätt och innehåller även definitioner på hur olika grader av sannolikhet ska tolkas, vilket kan vara användbart vid kommunikation av risk. Sannolikheter och konsekvenser bedöms enligt ett flödesschema och de erhållna måtten sätts samman i en riskmatris där den slutliga risken graderas, från exempelvis *mycket låg risk* till *extremt hög risk*, och åtgärderna anpassas efter denna gradering. Skogsindustrierna har använt detta tillvägagångssätt för risker kopplade till bioreningsanläggningar, se nedan.

Folkhälsomyndigheten har utarbetat en metodguide¹⁶ som baseras på bland annat ECDC:s och WHO:s modeller. Den riktar sig framförallt mot bedömning av risker i samband med utbrott av smittsamma sjukdomar och kan troligen användas för bedömning av utbrott av legionella. Riskmatrisen (figur 3) och förslag på åtgärder i förhållande till bedömd risk (figur 4) är hämtade ur metodguiden. Någon modell som hanterar förebyggande åtgärder har som nämnts inte tagits fram av svenska myndigheter.

¹⁶ Modellen finns för närvarande (2015) endast beskriven i Folkhälsomyndighetens interna dokumenthanteringssystem.

Sannolikhet Konsekvens/ påverkan	Mycket låg	Låg	Måttlig	Hög	Mycket hög
Mycket låg	Mycket låg risk	Låg risk	Låg risk	Måttlig risk	Måttlig risk
Låg	Låg risk	Låg risk	Måttlig risk	Måttlig risk	Hög risk
Måttlig	Låg risk	Måttlig risk	Måttlig risk	Hög risk	Hög risk
Hög	Måttlig risk	Måttlig risk	Hög risk	Hög risk	Mycket hög risk
Mycket hög	Måttlig risk	Hög risk	Hög risk	Mycket hög risk	Extremt hög risk

Figur 3. Exempel på riskmatris med gradering av risken. Riskens karaktär uppskattas genom att det genererade måttet på sannolikhet vägs samman med måttet på konsekvens i matrisen (hämtad ur Folkhälsomyndighetens metodguide¹⁷ och anpassad från ECDC:s *Operational guidance on rapid risk assessment methodology* (10)).

Risken estimeras som:	Exempel på åtgärdernas omfattning:
Mycket låg	Ingen åtgärd krävs.
Låg	Åtgärder och fortsatt övervakning enligt normala rutiner.
Måttlig	Ansvar och roller behöver definieras. Särskilda övervaknings- och kontrollrutiner tillämpas (exv. vaccinationskampanj).
Hög	Behöver uppmärksammas av ledningen. Det kan finnas behov av särskilda lednings- och kontrollstrukturer. En rad kontrollåtgärder krävs, varav vissa kan få betydande konsekvenser.
Mycket hög	Omedelbara åtgärder krävs, oavsett tid på dygnet. Behöver omedelbart uppmärksammas av ledningen. Det kan föreligga ett omedelbart behov av särskilda kontrollåtgärder, vilka troligen kan få allvarliga konsekvenser.
Extremt hög risk	Omedelbara åtgärder krävs, oavsett tid på dygnet. Behöver omedelbart uppmärksammas av ledningen. Det föreligger ett omedelbart behov av särskilda kontrollåtgärder, vilka högst troligt får allvarliga konsekvenser.

Figur 4. Förslag på åtgärdernas omfattning i förhållande till den bedömda risken (hämtad ur Folkhälsomyndighetens metodguide¹⁸ och anpassad från WHO:s *Rapid Risk Assessment of Acute Public Health Events* (15)).

Riskbedömning av legionella i praktiken

Som beskrivs ovan är systematiska riskbedömningar det som behöver utvecklas för att arbeta förebyggande mot legionella. Olika konkreta tillvägagångssätt så som användning av checklistor kan utgöra delar i ett sådant arbete eller vara ett resultat av en systematisk genomgång av verksamheten. Nedan ges exempel på hur risken för legionella kan hanteras i praktiken.

¹⁷ Modellen finns för närvarande (2015) endast beskriven i Folkhälsomyndighetens interna dokumenthanteringssystem.

¹⁸ Modellen finns för närvarande (2015) endast beskriven i Folkhälsomyndighetens interna dokumenthanteringssystem.

Inträffade fall

Har ett eller flera sjukdomsfall inträffat i aktuell byggnad eller vid en verksamhet (exempelvis en industri) vet man att vattensystemet varit koloniserat med en sjukdomsframkallande variant av legionella. Inträffade fall bör därför ingå som den viktigaste riskfaktorn i riskbedömningar av olika fastigheter eller verksamheter.

Riskkaraktärisering av vatteninstallationer

Ett första steg i en riskbedömning av ett vattensystem kan vara att definiera vilken riskkategori systemet tillhör. Detta kan därefter ha betydelse för hur riskerna i systemet ska utvärderas och hanteras. Folkehelseinstituttet (FHI) använder sig i den norska vägledningen för legionella (16) av detta tillvägagångssätt. Den översiktliga riskkategoriseringen kan exempelvis baseras på en bedömning av typ av byggnad, om legionella kan tillväxa i systemet och om aerosoler kan bildas och spridas (se även kapitlet *Befintliga rekommendationer och internationella riktlinjer*).

Tekniska faktorer i riskbedömningar

Riskfaktorer som påverkar om legionellafall kan inträffa kan dels kopplas till personer som exponeras och dels till själva systemet. Faktorer som rör personer redogörs för i kapitlet *Epidemiologi och övervakning*. Tekniska riskfaktorer har i Sverige framförallt identifierats genom olika studier där *Legionella i vatteninstallationer – Tekniska faktorer med risk för samhällsförvärd legionellainfektion* (17) är unik i sitt slag. Här kunde man dra slutsatser om exempelvis vilka temperaturer och vilka konstruktioner av tappvatteninstallationer som är mer eller mindre lämpliga baserat på vilka faktorer som kunde kopplas till inträffade fall, se vidare i kapitlet *Svenska och utländska studier*.

Checklistor för riskbedömning

Olika typer av checklistor kan vara användbara för att på ett konkret sätt utvärdera risker för legionella. De kan vara både på en teoretisk nivå (till exempel för att göra en riskkategorisering) och på en praktisk nivå (till exempel vid drift och underhåll av tappvattensystem). I ovan nämnda rapport *Legionella i vatteninstallationer* (17) ges exempel på checklistor för en teknisk inventering. Checklistor kan också hämtas från andra länder med erfarenhet av legionellaarbete, så som den som publicerats av HSE i England¹⁹. Det har i referensgruppen till kunskapssammanställningen konstaterats att det finns behov av att fortsätta arbetet med att utveckla och förbättra formulär och checklistor för exempelvis flerbostadshus.

Många landsting har egna checklistor för provtagning av vattensystemet och hantering av eventuell förekomst av legionella. För verksamheter inom vården liksom för andra verksamheter kan checklistor innefatta exempelvis rutiner för temperaturkontroll. Ibland räcker temperaturkontroll som övervakning men om

¹⁹ <http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/ck02.pdf>

någon förändring sker i systemet, åtgärder görs eller inträffade fall av legionella misstänks så kan provtagning för analys av legionella vara motiverat. Det är dock svårt att på ett generellt sätt säga när prover bör tas eller inte. Det är även viktigt att påtala att det aldrig går att garantera ett legionellafritt vatten även om temperaturer och andra rekommendationer avseende utformning av tappvattensystem följs.

Risikvärdering och checklistor kopplade till Boverkets allmänna råd

I samband med att Boverkets allmänna råd om dokumenterade riskvärderingar skulle införas påbörjades 2006 ett arbete med att ta fram ett förslag på vad som skulle ingå i dessa riskvärderingar²⁰. Man utgick från att ett grundläggande sätt att strukturera riskerna för legionärssjuka är att differentiera problemet i flera olika nivåer enligt tabell 1 (18).

Tabell 1. De händelser i ett tappvattensystem eller kyltorn som bidrar till risken för legionellafall indelade i nivå 1–7 samt vilka faktorer som påverkar varje nivå.

Oönskad händelse	Hur vanlig är händelsen?	Vad ökar risken?	Hur begränsas risken?
1. Legionellabakterier når installationen i byggnaden	Ständigt förekommande		"LegionellabARRIER" ²¹
2. Legionellabakterier förökas i installationen och kontaminerar vattnet	Oklart, troligen vanligt	Främst olämplig temperatur på tappvattnet	Främst rätt temperatur på tappvattnet
3. Legionellakontaminerat vatten bildar aerosol/dimma	Förekommer genom duschar, kyltorn m.m.	Främst faktorer på nivå 2	Främst faktorer på nivå 2
4. Legionellakontaminerad aerosol/dimma sprids i luften	Förekommer genom duschar, kyltorn m.m.	Främst faktorer på nivå 2	Främst faktorer på nivå 2
5. Människor exponeras för legionellabakterier	Inandning av aerosol från kontaminerat vatten	Främst faktorer på nivå 2	Främst faktorer på nivå 2
6. Legionellaexponeringen ger en legionellainfektion	Oklart	Bland annat virulens och smittdos	
7. Legionellainfektionen leder till sjukdom	Omkring 100 registrerade fall per år	Individuella riskfaktorer	Infektionen botas med antibiotika

Tekniska egenskapskrav, som är byggreglernas fokus, är egentligen bara aktuella för nivåerna 1–2 och för kyltorn även nivå 3. Nivåerna 4–5 kan egentligen inte styras genom tekniska egenskapskrav. Ett indirekt sätt är dock att ställa högre krav i vissa typer av lokaler, där personer som tillhör riskgrupper i högre utsträckning kan antas uppehålla sig. (18)

²⁰ Förstudien utfördes Göran Stålbom, Allmänna VVS Byrån AB på uppdrag av Boverket.

²¹ Strategin är då att man inte ska släppa in några legionellabakterier över huvud taget i byggnadens interna tappvattensystem, vilket i dokumentet bedöms som svårt att uppnå.

Förslaget var att ha ett dokument som 1) ger vissa grunduppgifter om byggprojektet, 2) innehåller en checklista, 3) innehåller en riskbedömning där man utifrån checklistan förtecknar brister samt 4) utifrån riskbedömningen gör en riskvärdering²². Checklistan omfattar frågor om tappvattensystemet, varmvattencirkulationen, typ av duschslangar, om aerosolbildande källor finns (alternativt att systemet är kyltorn eller bubbelbad/bassäng), vilka temperaturmätningar som görs med mera. Den avslutande riskvärdering utgörs i förslaget av att markera risken som antingen acceptabel eller oacceptabel.

Det skulle i första hand ligga på byggherren och de sakkunniga att i varje enskilt fall genomföra riskvärderingen på ett bra sätt. Branschen bör enligt dokumentet också bedöma om det finns anledning att ta fram branschgemensamma riktlinjer för formerna för riskvärderingen.

Riskbedömning baserat på förekomst av legionella

Även om vikten av provtagning och analys för legionella kan diskuteras är en bedömning av förekomsten av legionella central för vissa system och i vissa sammanhang. Som beskrivs i kapitlet *Befintliga rekommendationer och internationella riktlinjer* så varierar bedömningen i olika länder och av olika organisationer. Aktörer så som miljöinspektörer efterfrågar hjälp för att bedöma halter i samband med till exempel egenkontroller, utredningar (smittspårningar) och efter åtgärder.

Nedan resonerar vi kring olika frågeställningar som kan kopplas till en bedömning beroende på förekomst av legionella. För de flesta frågor finns inga entydiga svar. Förekomst av legionella diskuteras även i andra kapitel, exempelvis i *Miljöanalys av legionella*.

Kan halten av legionella förutsäga risken för infektion?

Även om den dos legionella en person får i sig påverkar risken för infektion finns det fler faktorer som styr och det är allmänt accepterat att varken den faktiska (okända) halten vid exponering eller den uppmätta halten vid ett visst tillfälle kan förutsäga risken för infektion. Eftersom en betydande andel (25 % enligt tidigare studier (19)) av våra tappvattensystem innehåller legionella så exponeras troligen ett stort antal personer dagligen utan att bli infekterade. Dessutom är det känt att halten legionella vid provtagning kan variera relativt snabbt från ett prov till ett annat.

²² *Riskbedömning* är en bedömning av sannolikheten att en oönskad händelse ska inträffa och konsekvenserna av detta. Syftet med riskbedömningen är att skapa en bild riskens storleksordning. *Riskvärdering* är en helhetsmässig värdering av dels konsekvenserna av den oönskade händelsen, dels olika åtgärder för att förhindra att det sker. Grunden för riskvärderingen är riskbedömningen, men dessutom andra faktorer, främst tekniska, juridiska och ekonomiska möjligheter. Risken värderas i förhållande till nytta, kostnader, alternativ, konsekvenser, riskkommunikation och andra överväganden som har att göra med den enskildes och samhällets inställning till risker av det aktuella slaget. Syftet med riskvärderingen är att hitta var gränsen går mellan acceptabla och ej acceptabla risker. (18)

Kännedomen om ”normalt” förekommande halter är dålig. I samband med de utredningar av fall (smittspårningar) som görs på Folkhälsomyndigheten analyseras ofta miljöprov och mycket varierande halter påvisas då, från några enstaka legionellabakterier till flera tusen per liter prov. Det är således svårt att dra några slutsatser om risk utifrån resultat i samband med smittspårningar. Anledningar till variation mellan provtagningar kan vara att biofilm och amöbor påverkar förekomsten i ett visst ögonblick, genom att till exempel en bit av biofilmen lossnar och samlas upp i det aktuella provet.

Där man har en kontinuerlig kontroll av förekomsten av legionella, exempelvis i kyltorn och biorening, har högre halter än vad som är normalt för systemet i vissa fall uppmätts i samband med sjukdomsfall.

Kan andelen positiva prover förutsäga risken för infektion?

Det finns ett antal publikationer från USA där studier gjorts på sjukhus för att undersöka kopplingen mellan positiva prover och sjukdomsfall. En slutsats som förs fram är att det i princip inte finns någon risk för fall om mindre än 30 % av proverna i perifera delar (*distal sites*) av tappvattensystemet är negativa för legionella. Man betonar här att det inte finns någon möjlighet att förutsäga risken baserat på halter.

Vår bedömning är att det är svårt att ange att en viss procentandel positiva prover innebär risk för utbrott, dels för att det är beroende på hur vattensystemet ser ut och dels på var proverna tas, det vill säga hur representativa de är för systemet. Det har förekommit utbrott på sjukhus där en lägre andel (<30 %) prover var positiva. En mindre andel positiva prover koncentrerade till en mindre del av en byggnad (exempelvis på ett sjukhus) kan tyda på en risk för de som exponeras i just denna del av byggnaden.

Vid en kartläggning av förekomst i en fastighet kan det ändå vara värdefullt att ta representativa prover som ger en helhetsbild av förekomsten av legionella. Vid utredning av ett fall är det viktigare att provtagningen utgår från var den sjuke kan ha exponerats. Vid vidare utredning av var i systemet en tillväxt sker behöver andra identifierade provpunkter provtas längs med vattnets flöde. Se kapitlet *Miljöanalys av legionella*.

Betyder halter under detektionsnivån att risken är obefintlig?

Som nämnts ovan kan halten variera relativt fort, vilket gör att det finns en teoretisk möjlighet att legionella förekommer även om bakterierna inte detekteras vid ett specifikt provtagningstillfälle. Därför bör man vara försiktig med att tolka ett enskilt negativt stickprov som bevis på att legionella inte förekommer.

Det är också viktigt att provet och resultatet av analysen diskuteras med laboratoriet, särskilt i de fall då detektionsnivån²³ anges vara relativt hög. Detta kan

²³ Detektionsnivå betyder det påvisbara antalet i den analyserade volymen omräknad till halten i den angivna volymen.

bero på att andra mikroorganismer stör analysen vilket gör det svårt att identifiera och räkna legionellabakterierna, som ändå kan finnas i provet.

Ska "nolltolerans" eftersträvas?

I risksammanhang är det viktigt att poängtera att risken aldrig är obefintlig, det finns i praktiken ingen "nollrisk". Det är heller inte möjligt att sätta gränsen till noll eller säga att legionella inte förekommer i ett system eftersom det vid analyser av mikroorganismer alltid finns en detektionsnivå. Man bör därför uttrycka sig som att "legionella inte har påvisats" alternativt att "halten legionella är under detektionsgränsen" (som varierar beroende på typ av vattenprov, se kapitlet *Miljöanalys av legionella*). Låga halter och negativa prover betyder dock att risken för infektion är lägre, men som nämnts ovan kan resultatet från ett enstaka stickprov vara svårt att tolka.

Legionella är som sagt vanligt förekommande i våra tappvattensystem och i vissa andra vatteninstallationer och att eftersträva att förekomsten alltid är under detektionsnivån är troligen inte realistiskt. Däremot kan det vara relevant att eftersträva "nolltolerans" där vissa känsliga personer kan exponeras. Det enda kända sättet att garantera ett legionellafritt vatten är i dagsläget att installera ett filter som inga bakterier kan passera på respektive tappställe, så kallade *Point of Use* filter.

En särskild frågeställning blir vad man ska eftersträva och hur prover ska bedömas efter olika typer av åtgärder (exempelvis en temperaturhöjning) och efter en sanering, av exempelvis en pool, ett kyltorn eller ett tappvattensystem. Fler prov än ett bör tas för att det ska säga något om effekten och direkt efter en sanering bör halterna vara under detektionsnivån (se kapitlet *Metoder för desinfektion och sanering*). Det är dock väl känt att legionella kan påvisas efter en period i till exempel ett tappvattensystem som tidigare varit koloniserat av legionella.

Kan förekomsten av en viss typ av legionella förutsäga infektion?

Som beskrivs i kapitlet *Epidemiologi och övervakning* orsakar *Legionella pneumophila* cirka 80–90 % av antalet fall av legionärssjuka och *L. pneumophila* serogrupp 1 svarar för majoriteten av infektionerna. Serogrupp 1 anses också mest benägen att orsaka utbrott. Risken att bli sjuk kan därför bedömas vara högre om denna typ av legionella förekommer i ett vattensystem. Vi anser dock att förekomst av alla typer av legionella visar att det finns tillväxtpotentialer för bakterierna vilket skulle kunna göra att *L. pneumophila* sg 1 förekommer även om det inte visas initialt. Det kan alltså förekomma flera arter och typer av legionella samtidigt i ett vattensystem fast analysen endast påvisar en av dessa.

Det vanligaste diagnostiska testet (urinantigentest) är riktat mot *L. pneumophila* sg 1 och infektioner orsakade av andra serogrupper kan därför vara underdiagnostiserade. Särskilt för en person med nedsatt immunförsvar kan vilken serogrupp som helst innebära en risk för infektion. Alla arter som har visats förknippad med sjukdom (se kapitlet *Inledning*) kan också sägas utgöra en risk.

Även avseende art kan begränsningar i de diagnostiska metoderna underskatta förekomsten (se kapitlet *Epidemiologi och övervakning*). Nya legionellaarter upptäcks och de skulle kunna röra sig om patogena arter.

Vi bedömer att det i de flesta fall är för komplicerat att göra en riskbedömning utifrån vilken art eller serotyp av legionella som påvisas i ett vattensystem. Även om det numera finns metoder för att artbestämma och typa legionellabakterier så finns inte tillräckligt mycket data för de undersökta systemen. Flera arter/typer kan också förekomma i ett och samma system vilket gör att en lång och väldokumenterad provserie behövs för att kunna dra slutsatser.

I riskvärdering för biorening (se *Riskanalyser kopplade till industrin* nedan) bedöms dock förekomst av serogrupp 1 som en särskild riskfaktor.

Det finns även snabbtester som är riktade mot just *Legionella pneumophila* serogrupp 1 men dessa bedömer vi är motiverade att använda endast i specifika frågeställningar.

Riskanalyser kopplade till industrin

Som nämnts finns krav inom lagstiftningen på att göra riskbedömningar för verksamheter, för byggnader och för vatteninstallationer som sprider aerosoler, så som öppna kyltorn, se ovan och kapitlet *Nationell lagstiftning relaterad till legionella*.

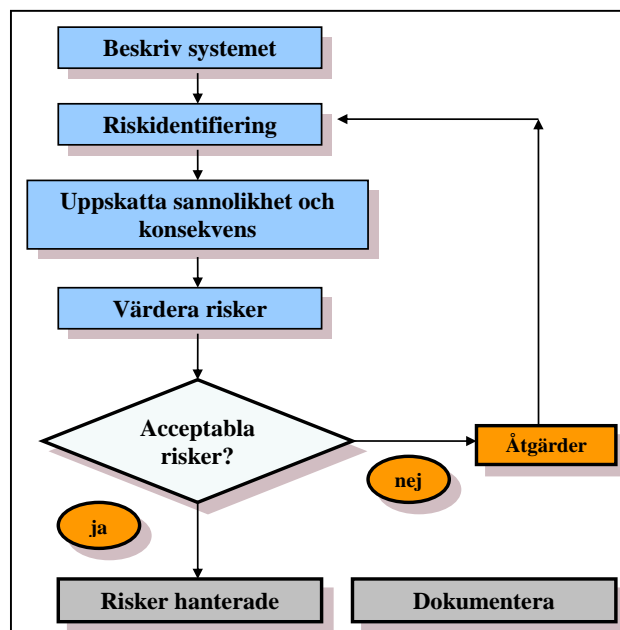
Det finns internationella företag som även i Sverige specialiserat sig på att genomföra riskbedömningar och ta fram planer för riskhantering både i tappvattensystem och industriella anläggningar (främst kyltorn).

Skogsindustrin är den bransch som tydligast har tagit ett samlat grepp på riskanalys kopplat till legionella.

Riskhanteringsmall för skogsindustriföretagen

En riskhanteringsmall för arbetsmiljön vid bioreningsanläggningar på massa- och pappersbruk togs fram 2008 med anledning av att föreskriften om arbetsmiljörisker (AFS 2005:1) trätt i kraft och rekommendationerna i Smittskyddsinstitutets rapport från 2007 om legionella i bioreningsanläggningar (20). Arbetet genomfördes av Ragnsells på uppdrag av Skogsindustrierna och ett antal myndigheter lämnade synpunkter på materialet. HACCP utgör underlag för riskhanteringsmallen som består av fyra olika dokument. I figur 5 visas den övergripande strukturen.

Ytterligare en riskhanteringsmall togs fram 2011 för den yttre miljön, det vill säga för området utanför bruket där ”tredje person” eventuellt kan bli exponerad för legionella. Denna mall är uppdelad för bedömning av risker med avloppsvatten, slamhantering respektive recipientvatten.



Figur 5. Flödesschema hämtat från den riskvärderingsmall som används inom skogsindustrin och som syftar till att identifiera, bedöma, värdera och hantera riskerna för spridning av legionella.

Båda riskhanteringsmallarna är uppbyggda på samma sätt:

- Beskriv olika scenarier i arbetsprocessen med risk för legionella.
- Beräkna sannolikhet för exponering utifrån förekomst (halt) av legionella som klassas *låg*, *medelhög* eller *hög* samt exponeringstid som klassas *kort*, *medellång* eller *lång*.
- Beräkna konsekvens utifrån antal exponerade, smittsamhet och känslighet hos personer som utsätts.
- För in sannolikhet och konsekvens i en riskmatris (figur 6).

Riskbedömningen används på respektive industri som underlag för beslut om åtgärder och ibland i dokumentationen vid miljötillsyn som utförs av länsstyrelsen.

		Konsekvens		
		1	2	3
Sannolikhet/exponeringsfaktor	3	B, D, E, G2, J		H
	2	C1, C2	G1	
	1	A, F, I		

Figur 6. Exempel på en riskmatris där resultat från bedömning av sannolikhet och konsekvens i olika scenarier (A–J) förts in²⁴.

Riskkriterier för när åtgärder ska vidtas visas i figur 7 nedan.

	Åtgärder behöver inte vidtas
	Åtgärder ska övervägas
	Åtgärder vidtas omgående

Figur 7. Kriterier för när åtgärder ska vidtas som kopplas till riskmatrisen i figur 6²⁵.

²⁴ Hämtat från den riskvärderingsmall som används inom skogsindustrin.

²⁵ hämtat från den riskvärderingsmall som används inom skogsindustrin.

Referenser

1. McCoy WF. Preventing legionellosis. London, UK: IWA Publishing; 2005.
2. WHO. Legionella and the prevention of legionellosis. India: World Health Organization; 2007.
3. Livsmedelsverket. Vägledning Dricksvatten; 2014.
<http://www.livsmedelsverket.se/globalassets/produktion-handel-kontroll/vagledning-ar-kontrollhandbocker/vagledning-dricksvatten.pdf>
4. Armstrong T, Haas CN. A Quantitative Microbial Risk Assessment Model for Legionnaires' Disease: Animal Model Selection and Dose-Response Modeling. Risk Analysis 2007;27(6):1581-1596.
5. Storey M, Ashbolt N, Stenström TA. Biofilms, thermophilic amoebae and Legionella pneumophila - A quantitative risk assessment for distributed water. Water Science & Technology 2004;50(1):77-82.
6. Storey MV, Winięcka-Krusnell J, Ashbolt NJ, Stenström TA. The efficacy of heat and chlorine treatment against thermotolerant Acanthamoebae and Legionellae. Scandinavian journal of infectious diseases 2004;36(9):656-662.
7. Schoen ME, Ashbolt NJ. An in-premise model for Legionella exposure during showering events. Water research 2011;45(18):5826-5836.
8. Buse HY, Schoen ME, Ashbolt NJ. Legionellae in engineered systems and use of quantitative microbial risk assessment to predict exposure. Water research 2012;46(4):921-933.
9. US EPA. Legionella: Drinking Water Health Advisory; 2001. Report No.: EPA-822-B-01-005.
http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/upload/2009_02_03_criteria_humanhealth_microbial_legionellaha.pdf
10. ECDC. Operational guidance on rapid risk assessment methodology. Stockholm; 2011.
http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/1108_TED_Risk_Assessment_Methodology_Guidance.pdf
11. ECDC. Outbreak of Legionnaires' disease in the Lisbon area, Portugal. 13 November 2014. Stockholm; 2014. <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/legionnaires-disease-portugal-RRA-14-nov-2014.pdf>
12. Shivaji T, Sousa PC, San-Bento A, Oliveira S, Valente J, Machado J, et al. A large community outbreak of Legionnaires disease in Vila Franca de Xira, Portugal, October to November 2014. Eurosurveillance 2014;19(50).
13. ECDC. Update - Outbreak of Legionnaires' disease in a hotel in Calpe, Spain November 2011 – May 2012, 4 June 2012. Stockholm; 2012. <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/1206-TER-Updated-Risk-assessment-Legionnaires-Spain.pdf>
14. ECDC. Outbreak of Legionnaires' disease in a hotel in Calpe, Spain November 2011 – June 2012 Update, 11 July 2012. Stockholm; 2012. <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/1207-TER-Rapid-risk-assessment-legionnaires-disease.pdf>
15. WHO. Rapid Risk Assessment of Acute Public Health Events. Geneva, Switzerland; 2012.
http://whqlibdoc.who.int/hq/2012/WHO_HSE_GAR_ARO_2012.1_eng.pdf?ua=1
16. Pettersen JE. Forebygging av legionellasmitte - en veiledning Norge: Folkehelseinstituttet; 2012.
<http://www.fhi.no/dokumenter/e0091dae75.pdf>
17. Boverket, Smittskyddsinstitutet, VVS-Installatörerna. Legionella i vatteninstallasjoner - Tekniske faktorer med risiko for samfunnsforværet legionellainfeksjon; 2006.
[http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Dricksvatten/S%20c3%a4kerhet/Legionella%20i%20vatteninstallasjoner%20\(rapport%20okt%202006%20-%20Boverket,%20SMI,%20VVS-I\).pdf](http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Dricksvatten/S%20c3%a4kerhet/Legionella%20i%20vatteninstallasjoner%20(rapport%20okt%202006%20-%20Boverket,%20SMI,%20VVS-I).pdf)
18. Stålbom G. Riskvärdering för tillväxt av legionellabakterier enligt BBR: Allmänna VVS-byrån; 2006
19. Szewzyk R, Stenström TA. Kartläggning av förekomsten av legionella i svenska vattensystem: Byggnadsnämnden; 1993. http://www.byggnadsmaterial.lth.se/fileadmin/byggnadsmaterial/BFR-publ/BFR_1993-R9.pdf
20. Smittskyddsinstitutet. Legionella i bioreningsanläggningar - Kartläggning och riskbedömning 2005 - 2007; 2007. Report No.3:2007. <http://www.folkhalsomyndigheten.se/pagefiles/15205/legionella-i-bioreningsanlaggningar-kartlaggning-2005-2007.pdf>

Personlig kommunikation

Jönsson, Bertil. Boverket, september 2013.

Joelson, Thorleif. Arbetsmiljöverket, september 2013.



Folkhälsomyndigheten

Solna Nobels väg 18, SE-171 82 Solna **Östersund** Forskarens väg 3, SE-831 40 Östersund.

www.folkhalsomyndigheten.se