

# Vatten på dunk

Riskvärdering



---

Denna titel kan laddas ner från: [Livsmedelsverkets publikationer](#)

Citera gärna Livsmedelsverkets texter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd att använda dem.

© Livsmedelsverket, 2024.

Författare:

Jakob Ottoson.

Rekommenderad citering:

Livsmedelsverket. Ottoson, J. 2024. PM 2024: Vatten på dunk - Riskvärdering. Livsmedelsverkets PM. Uppsala.

PM 2024

ISSN 1104-7089

Omslag: Livsmedelsverket

Inlaga: Ange fotograf för bilder i rapporten

# Förord

Detta PM utgör ett vetenskapligt underlag om mikrobiologiska risker vid tillväxt av bakterier i vatten förvarat på dunk under en längre tid. Underlaget har tagits fram på beställning av Enheten för hållbar livsmedelskonsumtion och kommer att ligga till grund för råd om hur länge en konsument kan lagra vatten. Underlaget är uppdelat i faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsuppskattning och riskkarakterisering där de specifika frågeställningarna besvaras.

Ansvarig för rapportens innehåll är Jakob Ottoson, mikrobiolog och riskvärderare på Enheten för biologiska faror. Rapporten har faktagranskats av Roland Lindqvist, senior mikrobiolog och riskvärderare på Enheten för biologiska faror.

Livsmedelsverket

Helena Brunnkvist

Avdelningschef Risk och nyttovärdering

Mars 2024



# Innehåll

Ordlista .....	7
Bakgrund .....	9
Övergripande frågeställning:.....	9
Specifika frågor som ska besvaras: .....	9
Data och metoder .....	10
Litteraturstudier .....	10
Faroidentifiering.....	11
Aeromonas hydrophila .....	11
Icke-tuberkulösa mykobakterier .....	11
Legionella pneumophila .....	12
Pseudomonas aeruginosa .....	12
Endotoxiner .....	13
Jäst och mögel.....	13
Farokarakterisering .....	14
Aeromonas hydrophila .....	14
Mycobacterium avium .....	14
Exponeringsuppskattning.....	15
Tillväxt .....	15
Rengöring .....	16
Riskkaraktärisering .....	17
Svar på frågor .....	17
Referenser .....	19



# Ordlista

*Assimilerbart organiskt kol (AOC):* Den fraktion av kolet i vattnet som är mest lättnedbrytbart och som heterotrofa bakterier kan utnyttja för tillväxt.

*Biofilm:* En biofilm är en samling av organiskt och oorganiskt, levande och dött material som samlats på en yta. Den kan vara en film som täcker hela ytan men utgörs i vattensystem oftast av fläckar på en röryta (eller i en plastdunk). Biofilmer i dricksvattenledningsnät eller förvaringskärl kan orsaka kvalitetsproblem såsom tillväxt av bakterier samt smak- och luktförändringar (WHO 2003).

*Biologiskt stabilt vatten:* Ett vatten som förhindrar mikrobiell tillväxt.

*Endotoxin:* Endotoxiner finns hos bakterier men utsöndras inte aktivt utan frigörs när bakterierna dör. Det vanligaste endotoxinet hos bakterier är lipopolysackarider (LPS).

*Fototrofa bakterier:* Bakterier som med hjälp av ljusenergi kan omvandla koldioxid, vatten och närsalter till t.ex. kolhydrater, proteiner och lipider.

*Heterotrofa bakterier:* Bakterier som behöver organiska ämnen för att få energi. Användes tidigare som benämning för analys av totalantal bakterier.

*Koliforma bakterier:* Rörliga eller icke-rörliga Gramnegativa icke-sporbildande bakterier som kan utnyttja  $\beta$ -galaktosidas för att producera syror och gaser vid optimala tillväxttemperaturer (35–37 °C). Koliforma bakterier omfattar en rad olika släkter, bland annat Escherichia, och analysen används ofta som hygienisk indikator för bl.a. livsmedel och vatten.

*Lipopolysackarid (LPS):* Lipopolysackarider (LPS) är molekyler som består av en lipid (lipid A) och en polysackaridkedja, där den yttre delen kallas O-antigen. De förekommer i gramnegativa bakteriers yttre membran. När bakterier dör frigörs LPS och immunreaktionen på detta (O-antigen) kan framkalla sjukdomssymptom (Rasuli et al. 2022).

*Opportunistiska patogener:* Opportunistiska patogener är organismer som kan orsaka sjukdom efter en störning av deras värds förmåga till försvar såsom i) underliggande sjukdom, ii) ett sår eller en brännskada, iii) medicinering, iv) tidigare eller pågående infektion, v) immunbrist och vi) åldrande (Brown et al. 2012).

*Trihalometaner:* Trihalometaner är samlingsnamn för en blandning av bromerade och klorerade organiska föreningar. Dessa kan bildas som biprodukter vid klorering och har negativa hälsoeffekter (Livsmedelsverket 2024a).





# Bakgrund

Livsmedelsverket har flera webbsidor med information om hemberedskap på sin webbplats, bland annat för dricksvatten på dunk. Till dessa sidor länkas från bland annat MSB:s webbsida och Krisinformation.se.

Sidan om dricksvatten på dunk är i behov av uppdatering och det behövs vetenskaplig dokumentation om eventuella mikrobiologiska hälsorisker som skulle kunna uppstå med tiden i dricksvatten som förvaras på dunk.

Dricksvatten i dunk (livsmedelsverket.se)

## Övergripande frågeställning:

Enheten för Hållbar livsmedelskonsumtion behöver ett vetenskapligt underlag om mikrobiologiska risker i dricksvatten som förvaras i dunk. Frågan besvaras utifrån antagande om att dricksvattnet från början håller dricksvattenkvalitet och att det fylls på en dunk som är ren.

## Specifika frågor som ska besvaras:

1. Amerikanska Centers for Disease Control (CDC) har en webbsida om uppförande och förvaring av dricksvatten på dunk [Creating and Storing an Emergency Water Supply | Water, Sanitation, & Hygiene-related Emergencies & Outbreaks | Healthy Water | CDC](#).

[Make Water Safe During an Emergency \(Print-only\) \(cdc.gov\) \(CDC 2024\)](#)

Bland annat anges att vattnet byts ut var sjätte månad och att dunkarna saneras med klorin.

- a. Utvärdera om informationen på CDC webbsida är användbar för svenska förhållanden.
2. Vilken är den mest bidragande faktorn för tillväxt av bakterier i dricksvatten på dunk?
3. Hur rengör man dunkarna bäst?

# Data och metoder

## Litteraturstudier

För att bedöma vilka organismer som är mest relevanta användes information från en WHO-publikation om heterotrofa bakterier (WHO 2003). Dessutom gjordes en litteratursökning i PubMed med söksträngen: (stagnant OR bottle\*) AND water AND microb\* AND (hazard OR risk) 2024-01-24, vilken renderade i 291 träffar.

Inklusionskriterier: artiklar som berör mikrobiologiska faror som kan tillväxa utanför sin värd/värdcell i kallvattensystem, inklusive dricksvatten på flaska och i vattensifoner, från industrialiserade länder.

Exklusionskriterier: artiklar som endast berör varmvattensystem, naturliga vatten (ej dricksvatten), toxikologiska och radiologiska faror, samt mikrobiologiska faror som inte kan tillväxa utanför sin värd/värdcell i ett kallvattensystem. Artiklar som studerat mikrobiologiska faror i dricksvattensystem i utvecklingsländer.

Relevanta artiklar sorterades efter genomgång av titel (291 → 28) och abstract (28 → 18). De mikrobiologiska faror som omnämns är i huvudsak bakteriella: *Aeromonas* spp. fr.a. *A. hydrophila*, icke-tuberkulösa mykobakterier, fr.a. *M. avium* komplexet, *Pseudomonas* spp. fr.a. *P. aeruginosa* samt *Legionella* spp., fr.a. *L. pneumophila*. När Gram-negativa bakterier dör efter tillväxt är deras endotoxin (lipopolysackarid, LPS) som finns i membranet fortfarande aktivt varför även denna fara inkluderades i frågeställningen. Två artiklar från litteratursökningen berörde jäst och mögel som relevanta faror (Tischner et al. 2021; van der Wielen & van der Kooij 2013). Farorna beskrivs i kapitlet faroidentifiering. För att bedöma möjligheten att infekteras eller bli sjuk via det lagrade dricksvattnet gjordes specifika sökningar per fara i syfte att finna evidens för att dricksvattenexponering kan leda till sjukdom.

Bakterier kan utnyttja kolkällor i vattnet, vilket brukar mätas som assimilerbart organiskt kol (AOC). Dessutom kan materialet, t.ex. ämnen i plasten och gummipackningar, bidra med kolkällor för bakteriell tillväxt (WHO 2003). Denna del beskrivs i kapitlet exponeringsuppskattning. Där beskrivs även strategier för rengöring. Som utgångspunkt för det senare har Svenskt Vattens publikation P115, Rengöring av vattenledningar och reservoarer, använts som utgångspunkt för rengöring av material i kontakt med dricksvatten (Svenskt Vatten 2021).

# Faroidentifiering

Gemensamt för de prioriterade farorna är att de är vanligt förekommande i miljön, inklusive vatten, samt att de kan tillväxa under relativt näringsfattiga förhållanden och därigenom kolonisera dricksvattensystem där de ofta har påvisats (WHO 2003; de Giglio et al. 2020; Proctor et al. 2020; Falkingham III et al. 2015).

## Aeromonas hydrophila

*Aeromonas hydrophila* är en Gramnegativ stavformad bakterie som ofta påvisas i vattenmiljöer, inklusive grundvatten och förpackat flaskvatten (Borchard et al. 2003; Bravo & Figueras 2020). Studier har dessutom visat att bakterierna kan tillväxa i flaskvatten (Crocchi et al. 2001). I buljongförsök har tillväxt av *A. hydrophila* påvisats ner till 4 °C (Palumbo et al. 1985). Det vanligaste symptomet vid infektion är magsjuka, men även bakteremi, och efter exponering via hud har sårinfektioner rapporterats (Bravo & Figueras 2020). *A. hydrophila* har också isolerats från livsmedel och ett svenskt magsjuka-utbrott, där 22 av 27 konsumenter insjuknade efter konsumtion av landgång, finns beskrivet (Krovacek et al. 1995). Förmågan att orsaka sjukdom hos människa är dock omdebatterad och i flera epidemiologiska studier har bärarskapet varit högre i kontrollgruppen än i fallgruppen (WHO 2003). Frånvaron av vattenburna utbrott och de låga nivåerna av smittsamhet hos människor i experimentella studier tyder på att människor har hög motståndskraft mot *Aeromonas*-infektioner (WHO 2003). Det går dock inte att utesluta att vissa stammar av *A. hydrophila* är extra virulenta. De viktigaste virulensfaktorerna är förknippade med bakteriens förmåga att binda till och invadera värdcellen för att undkomma immunförsvaret samt att producera ett enterotoxin (WHO 2003; Fernandez-Bravo & Figueras 2020). Vid jämförande studier har dock inte vattenisolat överlappat signifikant med patientisolat (Borchard et al. 2003; WHO 2003).

## Icke-tuberkulösa mykobakterier

Icke-tuberkulösa mykobakterier utgörs av en stor grupp arter som ingår i släktet *Mycobacterium*. Infektionssjukdomar orsakade av mykobakterier har ökat över hela världen. I de flesta fall utgörs de av *M. avium*-komplexet (MAC) som består av arterna *M. avium* och *M. intracellulare*. *M. avium* är vidare indelat i fyra underarter (Whiley et al. 2012; Griffith et al. 2012). *M. avium* finns spritt i miljön och har påvisats i till exempel jord, damm och vatten, inklusive dricksvatten (Whiley et al. 2012; Song & Oguma 2023). Även om *M. avium* förekommer hos olika djur bedöms den zoonotiska potentialen vara låg. Person till person-spridning har inte påvisats utan miljön, inklusive vatten, anses som den viktigaste källan för humaninfektioner (Whiley et al. 2012). Infektion kan ske genom såväl inandning som förtäring av mykobakterier vilket leder till antingen lungsjukdom eller gastrointestinala symptom. Hos friska värdar är infektionen asymptomatisk, medan infektionen kan spridas systemiskt hos patienter med kraftigt nedsatt

immunförsvar (Hornsburgh Jr. 1999; Busatto et al. 2019). *M. avium* kan tillväxa i temperaturer ner till 15 °C, där de tillväxer långsamt (George et al. 1980) och det är framför allt i varmvattensystem som bakterien påvisats (WHO 2003).

## **Legionella pneumophila**

Släktet *Legionella* utgörs av drygt 40 arter men där *L. pneumophila* är den som oftast orsakar sjukdom hos människa (WHO 2003). Legionellabakterier är vanligt förekommande i jord och vatten. Bakterierna kan tillväxa i olika typer av vattensystem och där utgöra en risk vid inandning av aerosoler som bildas. Att få i sig bakterien via dryck orsakar inte sjukdom (Folkhälsomyndigheten 2024) och det saknas rapporter om dricksvattenburna utbrott (WHO 2003). Infektion med legionella kan orsaka två sjukdomar; i) Legionärssjuka yttrar sig som en lunginflammation med hög feber, huvudvärk och muskelvärk. Diarré förekommer ofta. Sjukdomsbilden är ibland mycket allvarlig, särskilt då sjukdomen nästan alltid drabbar personer som av någon anledning har nedsatt immunförsvar. ii) Pontiacfeber är en lindrigare form med influensaliknande symptom såsom feber och muskelvärk som i regel övergår inom två till fem dygn. Pontiacfeber drabbar oftast personer utan bakomliggande sjukdomar (Folkhälsomyndigheten 2024). Legionellainfektion är enligt smittskyddslagen en anmälningspliktig sjukdom, och inträffade fall anmäls till smittskyddsläkaren i regionen samt till Folkhälsomyndigheten. Vid misstanke om inhemska fall eller utbrott ska miljökontoret eller motsvarande i kommunen kontaktas omgående för vattenprovtagning. Cirka 100 till 150 fall rapporteras varje år i Sverige, varav två tredjedelar har smittats i Sverige.

## **Pseudomonas aeruginosa**

*Pseudomonas aeruginosa* är vanligt förekommande i miljön, bland annat i jord och vatten. Bakterierna kan tillväxa vid låg näringstillgång och därigenom etablera sig i vattensystem. Vidare är *P. aeruginosa* vanligt förekommande i biofilm där de kan tillväxa på ytor såsom plaströr och andra installationer, oftast i de yttre delarna av vattensystemen såsom kranar, vattenlås, hoar och toaletter (WHO 2003; Jeanvoine et al. 2019). *P. aeruginosa* är en vanlig orsak till vårdrelaterade infektioner och bakterien kan kolonisera många delar av kroppen såsom hud, öron, ögon, sår, ben och leder, lungor, hjärta, centrala nervsystemet och urinvägarna. Allvarliga infektioner tenderar dock att vara begränsade till vissa sårbara populationer, bland annat urinvägsinfektion hos patienter med katetrar, sepsis hos patienter med öppna sår eller brännskador samt lunginflammation hos patienter med cystisk fibros (Reynolds et al. 2021). Eftersom bakterien är naturligt resistent mot många antibiotika kan infektioner vara svårbehandlade. *P. aeruginosa* har dessutom förmågan att förvärva resistens mot ett brett spektrum av antibiotika genom olika mekanismer. Till exempel skedde det ett utbrott av karbapenemas-producerande *P. aeruginosa* på sjukhus i södra Sverige. Den troliga källan till utbrottet kunde lokaliserats till vattenhoar (Fraenkel et al. 2023). Det finns dock inga

studier som visar ett samband mellan konsumtion av dricksvatten och sjukdom. Vidare saknas rapporterade vatten- och livsmedelsburna utbrott trots att *P. aeruginosa* ofta förekommer i dricksvattensystem samt på livsmedel (WHO 2003). I volontärstudier krävdes höga doser för att kolonisera tarmen, dock utan att det uppstod några symptom (Buck & Cock 1969).

## Endotoxiner

När Gramnegativa bakterier dör är fortfarande deras endotoxiner, som sitter i det yttre membranet aktiva. Intravenös exponering för endotoxiner kan ske hos bland annat dialyspatienter, vilket leder till symptom såsom feber, illamående, diarré, högt blodtryck och chock som i vissa fall kan vara dödliga (Anderson et al. 2002; Rasuli et al. 2022).

Endotoxiner finns i miljön och särskilt höga halter har påvisats i luften på bondgårdar, textilfabriker och avloppsreningsverk (Rylander 1999; Rasuli et al. 2022). I det senare fallet har studier från Sverige visat att arbetare på avloppsreningsverk påvisar andningssymtom, feber och trötthet på grund av denna exponering (Rylander 1999). Samtidigt finns det teorier om att exponering för endotoxiner kan minska risken att utveckla vissa IgE-medierade allergier och allergisk astma (Braun-Fahrländer et al., 2002, Schram et al., 2005). Endotoxiner förekommer i vatten och koncentrationen ökar när vattnet blir stillastående (Ye et al. 2022). Huruvida exponering via mag- tarmkanalen kan leda till sjukdom är dock inte dokumenterat (Anderson et al. 2002; Rasuli et al. 2022). Med tanke på den omsättning som sker av bakterier i tarmen, eller exponering från tillagad mat, är tillskottet av LPS från döda bakterier i lagrat vatten sannolikt av liten betydelse.

## Jäst och mögel

Jäst och mögel går under dricksvattenundersökningar som parametern mikrosvamp, vilka kan tillväxa till höga halter i vatten i bland annat brunnskonstruktioner, filter och distributionsanläggningar. Tillväxten stimuleras av naturmaterial samt dålig omsättning av vattnet. Höga halter av vissa mögelsvampar har i sällsynta fall gett överkänslighetsreaktioner på huden (eksem, klåda och utslag) vid dusch och bad (Livsmedelsverket 2024a). I de studier som påträffades i litteraturundersökningen påvisades en del opportunistiska mögelarter som kan orsaka sjukdom i en population som har nedsatt immunförsvar (*Sarocladium kiliense*, *Acremonium sclerotigenum/egyptiacum*, *Exophiala jeanselmei* var. *lecanii-corni*, *Exophiala equina*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Cystobasidium slooffiae*, *Aspergillus jensenii*, *Bisifusarium biseptatum* som). De orsakar dock inte magsjuka men vissa av dem kan potentiellt utgöra ett problem för tandvårdspatienter efter kirurgiska ingrepp (Tischner et al. 2021). Eventuell tillväxt av mikrosvamp vid lagring av vatten bedöms framförallt påverka vattnets lukt och smak (van der Wielen & van der Kooij 2013; Tischner et al. 2021; Livsmedelsverket 2024a).

# Farokaraktärisering

Av de identifierade farorna är det två stycken som potentiellt skulle kunna orsaka sjukdom genom konsumtion av dricksvatten; *Aeromonas hydrophila* samt *Mycobacterium avium*.

## ***Aeromonas hydrophila***

*Aeromonas* har påvisats i samband med ett flertal sjukdomstillstånd såsom magsjuka, sårinfektioner och bakteremi (Janda & Abbot 2010). *Aeromonas*-infektioner involverar ofta mer än en typ av bakterier i samma kliniska prov, det vill säga att *A. hydrophila* utgör en del av en blandinfektion. I samband med diarré är det ofta i kombination med *Campylobacter* eller *Salmonella* och vid sårinfektioner *Staphylococcus aureus* (Fernandez-Bravo & Figueras 2020). I en volontärstudie där 57 deltagare exponerades för doser mellan  $10^4$  och  $10^{10}$  bakterier av fem olika stammar som uttryckte de viktigaste virulensfaktorerna utvecklade endast två deltagare symptom (Morgan et al. 1985) och det är oklart om *A. hydrophila* kan vara enskild orsak till gastrointestinal sjukdom (Janda & Abbot 2010).

## ***Mycobacterium avium***

Den vanligaste kliniska manifestationen vid *M. avium*-infektion är lungsjukdom, men även lymfatisk infektion, infektion av mjukvävnad samt spridd (systemisk) sjukdom kan ske (Griffith et al. 2012). Vid spridd sjukdom är infektion via mag-tarmkanalen vanligast och patienter med HIV/AIDS är extra mottagliga (Hornsburch Jr. 1999), särskilt vid CD4-celltal under  $50/\mu\text{l}$  (Griffith et al. 2012; Busatto et al. 2019). Med effektivare behandling av HIV (highly active antiretroviral therapy, HAART) har dock antalet fall sjunkit drastiskt och antibiotikabehandling av spridd infektion är inte alltid nödvändig hos patienter som svarat på antiretroviral behandling (Karakousis et al. 2004). Andra underliggande sjukdomar som underlättar för *M. avium* kolonisering av lungorna, efter inandning av bakterier, är cystisk fibros, lungcancer och kronisk obstruktiv lungsjukdom (KOL) (Busatto et al. 2019). Vidare kan det finnas ett samband mellan infektion med *M. avium* subsp. *paratuberculosis* och Crohns sjukdom (ett kroniskt inflammationstillstånd i tarmen) (Griffith et al. 2012) som dock är (fortsatt) omdebatterat (Mintz & Lukin 2023).

# Exponeringsuppskattning

## Tillväxt

För att undvika problem med tillväxt på ledningsnätet är en av vattenverkens viktigaste funktioner att avlägsna huvuddelen av det organiska materialet. Det finns även beredningssteg för att stabilisera kvarvarande organiskt material så att det är mindre tillgängligt för mikrobiologisk aktivitet, t.ex. genom konstgjord grundvattenbildning, långsamfiltrering, biologisk förbehandling och biologiskt aktiva filter. Transporten i mark gör att grundvatten som regel har betydligt lägre halter av assimilerbart organiskt kol (AOC) än dricksvatten producerat från ytvatten (Svenskt Vatten 2021). Studier i Nederländerna har visat att AOC-halter under 10 µg kol per liter<sup>1</sup> ger goda förutsättningar för ett biologiskt stabilt vatten med begränsad mikrobiell tillväxt, även i oklorerade dricksvattensystem (WHO 2003). Eftersom det inte kommer något tillskott av nytt vatten under lagring i dunk bedöms det kol som initialt finns i vattnet förbrukas relativt snabbt under lagring även vid högre AOC-halter. Mikrobiell tillväxt som sker i vattnet sedimenterar när näringen tar slut. Vattnet skulle därefter kunna karaktäriseras som biologiskt stabilt. Däremot kan vissa material som kommer i kontakt med vattnet utgöra nya källor till kol, till exempel gummi (från packningar) och tillsatssämnen till plast (WHO 2003; Svenskt Vatten 2021). Eftersom de flesta mikroorganismerna är hydrofoba tenderar de att binda till plasten. PVC-rör och beläggningsmaterial kan läcka ut tillsatser som resulterar i bakterietillväxt. Till exempel visade studier utförda i Storbritannien fyra gånger högre halter av koliforma bakterier när vattenprover samlades in från plastkranar än när de samlades in från metallkranar (WHO 2003). Hur mycket AOC som frigörs från materialet och vad det innebär i mikrobiell tillväxt kan dock skilja beroende på vatten, material och mikrobiell population (WHO 2003). Tillväxtstudier i mineralvatten visade att A. hydrophila kan tillväxa och att halten som uppnåddes var beroende på koncentrationen av mineraler, temperatur, lagringslängd och flaskmaterialet. Högst halter ( $10^{4.5}$  bakterier per 100 ml) uppmättes i vatten med låg mineralhalt lagrad i PET-flaskor (Crocchi et al. 2001). För att undvika att nytt organiskt material i form av luftburna partiklar såsom pollen och frön tillförs vattnet är det viktigt att kärnen är förslutna. Solljus kan stimulera tillväxt av fototrofa bakterier som, när de dör, kan utgöra nya kolkällor för heterotroferna.

---

<sup>1</sup> Detta värde är dock mycket lågt och i regel ligger det högre i de flesta dricksvatten.

# Rengöring

Det finns olika orsaker till behovet att rengöra ett dricksvattensystem (ledningarna och reservoarer); dålig lukt och smak, missfärgning eller hygieniska skäl såsom misstanke om sjukdom. Den absolut vanligaste anledningen är missfärgning (Svenskt Vatten 2021). För att åtgärda mikrobiologisk förorening rekommenderades tidigare ökad klorering (chockklorering). Kloreringen kunde ske genom ökade klordoser på vattenverket och/eller lokal klorering med mobil utrustning. Numer rekommenderar Svenskt Vatten (2021) inte längre detta arbets sätt vid sanering av distributionsnätet. Istället bör man i första hand få till en tillräcklig vattenomsättning vid såväl mikrobiologisk som kemisk förorening. I de fall en ledning ska kloreras föreslås en klorhalt motsvarande 50 ppm (mg/l) med en kontakttid på minst 30 minuter.

Däremot kan klorering vara lämplig att genomföra efter manuell rengöring av en tömd reservoar. För polyeten-klädda reservoarer ska ytorna i första hand sköljas med vanligt vattentryck innan beläggningar avlägsnas genom avtorkning med mikrofiberduk under lätt tryck för att undvika repor i materialet. Rengöringsmedel kan användas men är dessa oxiderande får en maximal klorkoncentration på 3 ppm (mg/l) användas. Kontakttiden bör vara minst 30 minuter men gärna över natt. Efter rengöringen sköljs ytan med rent vatten. (Svenskt Vatten 2021).

Enligt de amerikanska riktlinjerna bör kärnen saneras innan påfyllning med utspädd klorin<sup>2</sup> motsvarande en klorkoncentration på mellan 330 och 600 ppm i minst trettio sekunder (CDC 2024). Koncentrationen är relativt hög, t.ex. får utgående dricksvatten enligt LIVSFS 2022:12 inte överstiga 0,4 ppm fritt klor (max tillsats är 1 ppm totalchlor). Enligt Vägledning om bassängbad är den maximala klorhalten som bör tillsättas 2 ppm (Folkhälsomyndigheten 2021). Vidare förespråkas inte avsköljning av ytan i rekommendationerna från CDC, utan endast lufttorkning (CDC 2024), vilket kan påverka vattnets lukt och smak efter påfyllnad. Med tanke på att den mikrobiologiska tillväxten i dricksvatten inte anses vara hälsoskadlig (WHO 2003) kan behovet av sanering ifrågasättas. Ett visst kloröverskott kan dock förlänga tiden till dess att ny biofilm bildas (Huang et al. 2021), men också leda till bildandet av skadliga desinfektionsbiprodukter (Svenskt Vatten 2021; Livsmedelsverket 2024a). Eventuell sanering kan även utföras vid lägre koncentrationer klor men med längre kontakttid.

---

<sup>2</sup> CDC:s rekommendationen är en tesked (5 ml) blekmedel/klorin (med 5 – 9 viktprocent klor) till en Quart (946 ml) (CDC 2024)



# Riskkaraktärisering

I stående vatten sker en mikrobiell tillväxt som är beroende av tillgängligt kol i vattnet samt kol som kan släppas från materialet. I regel är dessa mikroorganismer harmlösa och orsakar inte sjukdom i en frisk befolkning (WHO 2003; van der Wielen & van der Kooij 2013). Vissa opportunistiska bakterier, listade i faroidentifieringen, påvisas ofta i vattensystem, till exempel efter att vattnet har varit stillastående under en längre tid (de Giglio et al. 2020; Falkinham III et al. 2015; Proctor et al. 2020). Det finns dock inga epidemiologiska samband mellan sjukdom och höga halter av bakterier i dricksvatten, möjligtvis med undantag för *M. avium* hos immunedsatta (WHO 2003). En kvantitativ riskvärdering bedömde att sannolikheten för infektion orsakad av *P. aeruginosa*, *A. hydrophila* och *M. avium* via dricksvatten var mycket låg (Rusin et al. 1997).

## Svar på frågor

1. Amerikanska Centers for Disease Control (CDC) har en webbsida om uppförande och förvaring av dricksvatten på dunk [Creating and Storing an Emergency Water Supply | Water, Sanitation, & Hygiene-related Emergencies & and Outbreaks | Healthy Water | CDC](#).

[Make Water Safe During an Emergency \(Print-only\) \(cdc.gov\)](#)

Bland annat anges att vattnet byts ut var sjätte månad och att dunkarna saneras med klorin.

- a. Utvärdera om informationen på CDC webbsida är användbar för svenska förhållanden.

*Svar:* Det korta svaret är ja, informationen kan användas under svenska förhållanden. Dock finns det teoretiskt sett ingen borte gräns för hur länge vattnet kan lagras. Till exempel anges en hållbarhet på 2 år i tetraförpackning och 12 månader i bag in box på det vatten som togs fram i en pilotstudie (Livsmedelsverket 2024b). Den angivna klorkoncentrationen för sanering är väl tilltagen och egentligen inte nödvändig (se vidare nedan).

Av de potentiella patogener som ofta påvisas i dricksvattensystem (se Faroidentifiering), inklusive flaskvatten, har *M. avium* och *A. hydrophila* potentialen att infektera människor via mag-tarmsystemet. Det saknas dock epidemiologiska samband att så har skett och sannolikheten för sjukdom efter konsumtion av lagrat vatten bedöms som mycket låg och begränsad till en immunedsatt befolkning. Däremot kan lukt och smak påverkas av eventuell mikrobiologisk tillväxt.

I ett biologiskt stabilt system (lågt kolinnehåll i vattnet samt begränsad möjlighet att utnyttja kol från materialet, se svar 2) finns det egentligen ingen borte gräns för hur länge vattnet kan förvaras ur mikrobiologisk synvinkel.

2. Vilken är den mest bidragande faktorn för tillväxt av bakterier i dricksvatten på dunk?

*Svar:* Initialt förbrukas energin (kolkällorna) i vattnet. I och med att vattnet utgör en begränsad volym kommer materialet på sikt att vara av större betydelse (se Exponeringsuppskattning). Tillväxten gynnas av en högre temperatur och tiden för att eventuell bakteriell tillväxt leder till problem med lukt och/eller smak är kortare ju varmare temperatur lagringen sker i. Ytterligare en anledning till att förvara vattnet svalt är att tillväxten för de flesta opportunistiska bakterier förväntas ske vid temperaturer över 20 °C (van der Wielen 2013 & van der Kooij). För den högst rankade faran (*M. avium*) bedöms den undre tillväxtgränsen i vatten ligga runt 15 °C (George et al. 1980). *A. hydrophila* kan tillväxa vid lägre temperaturer (Palumbo et al. 1985; Croci et al. 2001) men deras förmåga att ensamt orsaka sjukdom är begränsad (WHO 2003; Janda & Abbot 2010; Fernandez-Bravo & Figueras 2020). (Sol)ljus bör undvikas då det kan gynna fototrofa organismer som potentiellt kan syntetisera nya kolkällor som i sin tur kan utnyttjas av de heterotrofa bakterierna. En väl försluten dunk förhindrar tillförsel av kolkällor från luftpartiklar såsom pollen och frön.

3. Hur rengör man dunkarna bäst?

*Svar:* Det bästa sättet är att skölja ur dunken. Eventuell kvarvarande fläckar som kan utgöras av biofilm torkas eller diskas bort på ett sätt som i så stor utsträckning som möjligt förhindrar att materialet repas eftersom detta ger bakterier i vattnet en större yta att fästa till samt att nya kolkällor kan läcka ut från materialet. Vid behov kan rengöringsmedel, t.ex. handdiskmedel, användas, men det behöver då sköljas bort noggrant. Eventuellt kan dunken desinficeras med klor. Det senaste är dock inte nödvändigt eftersom det inte finns några uppenbara mikrobiologiska faror i vattnet om det från början är av dricksvattenkvalitet som fylldes i en ren dunk (se svar på fråga 1). Visst överskott av fritt klor kan dock förlänga tiden till uppbyggandet av ny biofilm (Huang et al. 2020) men kan också leda till oangenäm lukt och smak på vattnet och bildandet av hälsoskadliga biprodukter såsom trihalometaner (Livsmedelsverket 2024a). Vid återkommande problem med synlig tillväxt, lukt eller smak inom sex månader kan dock sanering med klor, eller köp av nytt förvaringskärl, vara ett alternativ. Ett kryddmått (en ml) klorin (12 viktprocent klor) i tre liter vatten ger en totalhalt klor motsvarande 50 ppm. Kärlet bör sköljas ur efter behandlingen (om cirka 30 minuter) och lufttorka innan påfyllning med nytt vatten.

# Referenser

- Anderson, W.B., Slawson, R.M. & Mayfield, C.I. (2002). A review of drinking-water-associated endotoxin, including potential routes of human exposure. *Can J Microbiol* 48: 567-87.
- Borchard, M.A., Stemper, M.E. & Standridge, J.H. (2003). *Aeromonas* Isolates from Human Diarrheic Stool and Groundwater Compared by Pulsed-Field Gel Electrophoresis. *Emerg Inf Dis* 9: 224-8.
- Braun-Fahrlander, C., Riedler, J., Herz, U. et al. (2002). Environmental exposure to endotoxin and its relation to asthma in school-age children. *N Engl J Med* 347: 869-77.
- Brown, S.P., Cornforth, D.M. & Mideo, M. (2012). Evolution of virulence in opportunistic pathogens: generalism, plasticity, and control. *Trends Microbiol* 20: 336-42.
- Buck, A.C. & Cook, E.M. (1969). The Fate Of Ingested *Pseudomonas Aeruginosa* In Normal Persons. *J Med Microbiol* 2: 521-5.
- Busatto, C., Vianna, J.S., da Silva Junior, et al. (2019). *Mycobacterium avium*: an overview. *Tuberculosis* 114: 127-34.
- CDC (2024). Creating and Storing an Emergency Water Supply [web]. Access 2024-02-28. Senast uppdaterad 2023-04-19. [www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)
- Croci, L, Di Pasquale, S. Cozzi, L & Toti, L (2001). Behavior of *Aeromonas hydrophila* in Bottled Mineral Waters. *J Food Prot* 64: 1836-40.
- de Giglio, O., Diella, G, Lopuzzo M. et al. (2020). Impact of lockdown on the microbiological status of the hospital water network during COVID-19 pandemic. *Environ Res* 191: 110231.
- Falkinham III, J.O., Pruden, A. & Edwards, M. (2015). Opportunistic Premise Plumbing Pathogens: Increasingly Important Pathogens in Drinking Water. *Pathogens* 4: 373-86.
- Fernandez-Bravo, A. & Figueras, M.J. (2020). An Update on the Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Epidemiology, and Pathogenicity. *Microorganisms* 8: 129.
- Folkhälsomyndigheten (2021). Vägledning om bassängbad. Artikelnummer 23048. Folkhälsomyndigheten, Solna.
- Folkhälsomyndigheten (2024). Smittsamma sjukdomar A-Ö. Sjukdomsinformation om legionellainfektion [web]. Access 2024-02-13. Senast uppdaterad 2018-07-13. [www.folkhalsomyndigheten.se](http://www.folkhalsomyndigheten.se)
- Fraenkel, C-J., Starlander, G., Tano, E., Sütterlin, S. & Melhus, Å (2023). The First Swedish Outbreak with VIM-2-Producing *Pseudomonas aeruginosa*, Occurring between 2006 and 2007, Was Probably Due to Contaminated Hospital Sinks. *Microorganisms* 11: 974.

George, K.L., Parker, B.C., Gruft, H. & Falkingham III, J.O. (1980). Epidemiology of Infection by Nontuberculous Mycobacteria - II. Growth and Survival in Natural Waters. *Am Rev Respir Dis* 122: 89-94.

Griffith, D.E., Aksamit, T., Brown-Elliott, B.A. et al. (2012). An Official ATS/IDSA Statement: Diagnosis, Treatment, and Prevention of Nontuberculous Mycobacterial Diseases. *Am J Respir Crit Care Med* 175: 367-416.

Hornsburgh Jr., C.J. (1999). The Pathophysiology of Disseminated Mycobacterium avium Complex Disease in AIDS. *J Inf Dis* 179(Suppl 3): S461-5.

Janda, J.M. & Abbott, S.L. (2010). The genus *Aeromonas*: Taxonomy, pathogenicity, and infection. *Clin Microbiol Rev* 23 35–73.:

Jeanvoine, A., Meunier, A., Puja, H. et al. (2019). Contamination of a hospital plumbing system by persisters cells of a copper-tolerant high-risk clone of *Pseudomonas aeruginosa*. *Water Res* 157: 579-86.

Krovacek, K., Dumonet, S., Eriksson, E. & Baloda, S.B. (1995). Isolation, and Virulence Profiles, of *Aeromonas hydrophila* Implicated in an Outbreak of Food Poisoning in Sweden. *Micrbiol Immunol* 39: 655-61.

Livsmedelsverket (2024a). Kontrollwiki – Dricksvatten/Kvalitetskrav [web]. Access 2024-02-22. Senast uppdaterad 2023-12-21. [www.livsmedelsverket.se](http://www.livsmedelsverket.se)

Livsmedelsverket (2024b). Pilotstudie – Livsmedelsföretags omställning vid höjd beredskap. Livsmedelsverket. Uppsala.

Mintz, M.J. & Lukin, D.J. (2023). *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis (MAP) and Crohn's disease: the debate continues. *Transl Gastroenterol Hepatol* 8: 28.

Morgan, D.R., Johnson, P.C., DuPont, H.L. et al. (1985). Lack of correlation between known virulence properties of *Aeromonas hydrophila* and enteropathogenicity for humans. *Infect Immun* 50: 62–65.

Palumbo, S.A., Morgan, D.R. & Buchanan, R.L. (1985). Influence of temperature, NaCl and pH on the growth of *Aeromonas hydrophila*. *J Food Sci* 50: 1417-21.

Proctor, C.R., Rhoads, W.J., Keane, T. et al. (2020). Considerations for large building water quality after extended stagnation. *AWWA Wat Sci* 2020:e1186.

Rasuli, L., Deghani, M.H., Aghei, M. et al. (2022). Occurrence and fate of bacterial endotoxins in the environment (air, water, wastewater) and remediation technologies: An overview. *Chemosphere* 303: 135089.

Reynolds, D. & Collef, M. (2021). The Epidemiology and Pathogenesis and Treatment of *Pseudomonas aeruginosa* Infections: An Update. *Drugs* 81: 2117-31.

- Rusin, P.A., Rose, J.B., Haas, C.N. & Gerba, C.P. (1997). Risk assessment of opportunistic bacterial pathogens in drinking water. *Rev Environ Contam Toxicol* 152:57-83.
- Rylander, R. (1999). Health effects among workers in sewage treatment plants. *Occup Environ Med* 56: 354-7.
- Schram, D., Doekes, G., Boeve, M. et al. (2005). Bacterial and fungal components in house dust of farm children, Rudolf Steiner school children and reference children - the PARSIFAL Study. *Allergy* 60: 611-8.
- Song J.J.X. & Oguma, K. (2023). Mycobacterial contamination in tap and shower waters in Thailand. *Lett Appl Microbiol* 76: 1-9.
- Svenskt Vatten (2021). Rengöring av vattenledningar och reservoarer. Svenskt Vatten publikation P115. Stockholm.
- Tischner, Z., Sebok, R., Kredics, L., Allaga, H. et al. (2021). Mycological investigations of bottled water dispensers in healthcare facilities. *Pathogens* 10: 871.
- van der Wielen, P.W.J.J. & van der Kooij, D. (2013). Nontuberculous Mycobacteria, Fungi, and Opportunistic Pathogens in Unchlorinated Drinking Water in the Netherlands. *Appl Environ Microbiol* 79: 825-34.
- Whiley, H., Keegan, A., Giglio, S & Bentham, R. (2012). Mycobacterium avium complex – the role of potable water in disease transmission. *J Applied Microbiol* 113: 223-32.
- WHO (2003). Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety – The significance of HPCs for water quality and human health. World Health Organization. Geneva.

