



B320 Dezynfekcja instalacji wody pitnej

Zwalczanie problemu Legionelli dwutlenkiem chloru



1 Problem Legionelli

1.1 Podłoże historyczne

Odkrycie Legionelli cofa nas do lipca 1976 roku, kiedy to rozpętała się epidemia ostrego zapalenia płuc w grupie weteranów „US Amrican Legion“ zebranych na swoim dorocznym zjeździe w Filadelfii. Na 4400 uczestników aż 220 osób mocno zachorowało, z których aż 30 zmarło (śmiertelność 16%). Wyodrębnioną bakterię zidentyfikowano sześć miesięcy później i nadano jej nazwę „Legionelle pneumophila“. Ta infekcja została rozprzestrzeniona wśród uczestników zjazdu poprzez urządzenia klimatyzacyjne hotelu.

Już w roku 1968 Legionella była bakterią odpowiedzialną za epidemię powstałą w mieście Pontiac (Michigan). Infekcja nie spowodowała ofiar śmiertelnych, ale z powodu objawiającej się bardzo wysokiej gorączki została nazwana „Gorączką z Pontiac“.

Zwiększone występowanie choroby legionellowej (Legionellozy) w Wielkiej Brytanii i USA było bacznie obserwowane w tych obu krajach. Krótki wybuch tej choroby w Holandii uświadomił jej niebezpieczeństwo dla całej Europy.

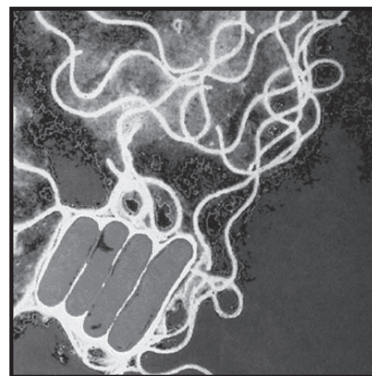
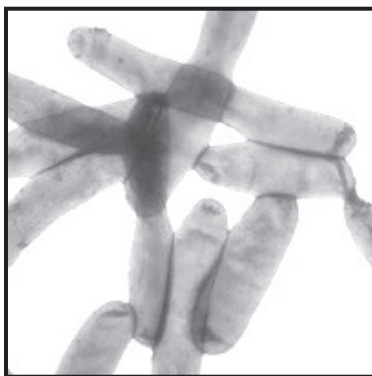
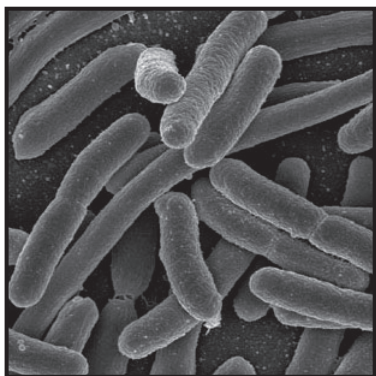
Tak długo jak bakterie (Legionella) znajduje się w swoim naturalnym ekosystemie nie sprawia ona żadnych szczególnych problemów. Systemy podgrzewania wody, urządzenia klimatyzacyjne, wieże chłodnicze, kąpiele z hydromasażem tworzą nowe rodzaje niszy ekologicznych, gdzie Legionella ma wspaniałe warunki do rozmnażania się i rozprzestrzeniania.

1.2 Bakteria

Legionella należy do rodziny Legionellaceae, rodzaj Legionella. Jest bakterią Gram-ujemną, żyjącą w wodzie, nie tworzącą zarodników, która porusza się dzięki położonym w jej biegunach rzęskom. Wszystkie Legionelle są potencjalnie niebezpieczne dla człowieka. Obecnie wyróżnia się więcej niż 44 rodzaje w 66 grupach antygenów. Za wywoływanie choroby u ludzi odpowiedzialna jest Cegianelle pneumophila (w 90% przypadków). Występuje ona w 14 grupach antygenów, z których grupa 1,4 i 6 mają największe znaczenie.

Obecnie u ludzi choroba ta występuje sporadycznie lub przy zaniedbaniach i niedopatrznościach. W rodzajach infekcji rozróżnia się szpitalną lub ambulatoryjną, przypadkową Legionellozę. Szczególną formą zapaleń płuc spowodowanych Legionellą są infekcje występujące w podróżach przy zmianie miejsca pobytu. Występuje one często w miesiącach letnich i jesiennych.

Na podstawie wielu krajowych i międzynarodowych badań szacuje się, że w Niemczech występuje od 6 000 do 10 000 przypadków Legionelli-Pneumonii. W diagnozowanych w szpitalach zapaleniach płuc tylko 1-5% określono jako Legionellozę.



1.3 Występowanie

Pierwotnym środowiskiem jest oczywiście woda. Legionella występuje na całym świecie w wodach słodkich, nie znaleziono jej w wodzie morskiej. Na jej występowanie największy wpływ ma temperatura wody. Idealne warunki do rozmnażania powstają, gdy temperatura wody jest w granicach 25 do 50 °C. Może też występować w wodzie zimnej, ale jej rozmnażanie jest bardzo niewielkie. W wodzie Legionella rozmnaża się wewnątrz komórek ameb i innych jednokomórkowców. Idealne warunki do rozwoju powstają, gdy woda powierzchniowa pobierana jest do rurociągów, urządzeń i klimatyzacji. Największe ryzyko obecności Legionelli powstaje, gdy instalacje wodne i zbiorniki są stare, źle zabezpieczone lub użytkowane tylko okresowo.

Legionelle można znaleźć prawie wszędzie tam, gdzie występuje naturalna wilgotność. Obecność jej jest jednak niezbyt liczna. Jednak w tworzonych przez człowieka różnorodnych systemach, w których obecna jest wilgoć znajduje ona wspaniałe warunki do rozmnażania (sztuczną stymulację).

Stężenie Legionelli w wodzie zależy przede wszystkim od temperatury i stopnia jej zakwaszenia. Bakterie rozmnażają się między 25 0C a 45 0C (optymalnie przy 37 0C) jednak przy odczynie pH neutralnym lub lekko kwaśnym. Jednakże może ona przeżyć w skrajnych warunkach: temperaturze między 5 0C a 63 0C oraz odczynie pH między 5,5 a 8,1.

Legionella posiada też zdolność rozmnażania się wewnątrz wolno żyjących ameb. Z tego powodu może się ona bardzo uporczywie i wytrzymałe utrzymywać pod błoną komórkową ameb.

Bardzo łatwo jest jednak usuwalna poprzez dużą zmianę temperatury lub odczynu pH. Jednak taki rodzaj ukrycia w innym organizmie znacznie ogranicza działanie stosowanych biocydów.

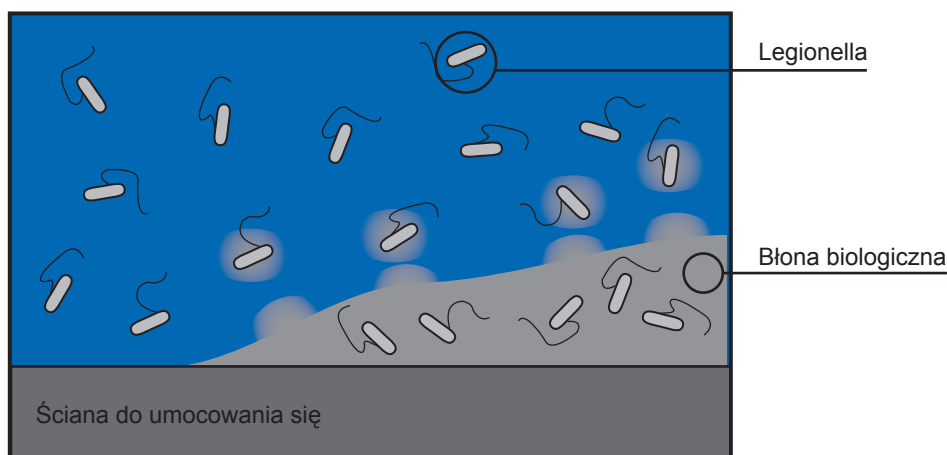
Dlatego do walki ze skażeniem spowodowanym tak umiejscowioną Legionellą można stosować jedynie mikro biocydy, które przenikają przez otoczkę śluzową komórki.

Powszechne stosowanie w wodzie pitnej chloru o różnych stężeniach z reguły nie eliminuje Legionelli z uwagi na obecność śluzu.

Wzrost Legionelli może być stymulowany przez obecność różnych mikroorganizmów (bakterii, jednokomórkowców, alg), substancji organicznych, soli zawierających żelazo, wapna, magnezu, kauczuku, silikonu i elementów plastikowych. Miedź i srebro są czynnikami mocno hamującymi jej wzrost.

Dla Legionelli czas podwajania się liczby bakterii przy optymalnych warunkach wzrostu wynosi ok. cztery godziny i w porównaniu do innych mikroorganizmów jest stosunkowo długi.

Rozwój błony biologicznej



Rysunek 1 : Schematyczne przedstawienie rozwoju błony biologicznej

1.4 Drogi infekcji

Legionella obecna w wodzie nie stwarza bezpośredniego zagrożenia dla ludzkiego zdrowia. Dopiero kontakt z zarazkami znajdującymi się w wodzie, która jest w postaci aerozolu prowadzi do zainfekowania (np. przy korzystaniu z prysznica, hydromasażu /Whirlpools/, obecności w klimatyzowanych pomieszczeniach).

Część zainfekowanych ameb rozpoczyna przenoszenie Legionelli, gdyż wpływają one na materiał genetyczny ameby. Infekcja poprzez zakażone ameby pochodząca od Legionellii znana jest jako paradoks działania dawki dozującej (brak infekcji mimo skażenia systemów wodnych względnie infekcja mimo minimalnego skażenia). Zagrożenie zdrowia osób o prawidłowym systemie immunologicznym wynikające z picia wody, w której są bakterie Legionelli jest praktycznie żadne. U pacjentów o obniżonej odporności lub mających problemy z przetykaniem (również po operacjach głowy i szyji) możliwa jest infekcja poprzez oddychanie. Przenoszenie Legionellozy następuje w szczególności przy takich technicznych systemach jak :

- Zaopatrywanie w gorącą wodę (np. domy mieszkalne, szpitale, hotele)
- Urządzenia wymiany powietrza (centrale chłodnicze, urządzenia klimatyzacyjne)
- Baseny, szczególnie z hydromasażem (bąbelkami) zwane Whirlpools
- Pozostałe urządzenia tworzące spray z kropelkami wody (np. hydroterapia, nawilżacze)

Do tej pory nie udało się ustalić minimalnej, koniecznej dawki wywołującej infekcję. Prawdopodobne wyjaśnienie jest takie, że rozwój klinicznej Legionellozy zależy od większej liczby bakterii obecnych w amebach stanowiących źródło efektu stymulującego rozwój. Ta hipoteza pokazuje wyraźnie konieczność walki ze wszystkimi mikroorganizmami zawartymi w wodzie.

Ze względu na możliwość rozprzestrzenienia się zakażenia z wody na pacjentów konieczne jest ich izolowanie od środowiska i pogrupowanie genetyczne.

Czas inkubacji

- Legionella-Pneumonie (klasyczna Legionelloza, choroba legionistów) : dwa do dziesięciu dni
- Gorączka z Pontiac : jeden do dwóch dni

Bezpośrednie przenoszenie zarazków między ludźmi nie zostało udowodnione.

2 Nadzór prowadzony przez organy sanitarne

Organy sanitarne prowadzą kontrolę obecności Legionelli według parametrów badawczych zalecanych dla wody pitnej, opublikowanych Dzienniku Urzędowym RFN Nr 24 , z 21.05.2001

Zgodnie z § 3, Nr 2 Dziennika Urzędowego

Urządzeniami do zaopatrzenia w wodę są :

- a) Urządzenia, które wraz z przynależną siecią przesyłową dostarczają na potrzeby ludności więcej niż 1000 m³ rocznie
- b) Urządzenia, które maksymalnie szczytowo dostarczają rocznie 1000 m³ wody na potrzeby ludności (małe urządzenia), a także pozostałe , nie stacjonarne urządzenia.
- c) Urządzenia instalacji domowych dostarczające wodę na potrzeby ludności, nie ujęte w punkcie a lub b.

Zgodnie z § 3, Nr 3 Dziennika Urzędowego

Do instalacji domowych należą w całości rurociągi, armatura i urządzenia, które znajdują się pomiędzy punktem odbioru wody na zaopatrzenie ludności a punktem poboru wody z urządzeń zaopatrujących w wodę określonych w ustępie 2 (numerze), punkcie a lub b.

Zgodnie z § 18 Dziennika Urzędowego

(1) Organ sanitarny kontroluje urządzenia do zaopatrzenia w wodę, z których woda zaopatruje budynki użyteczności publicznej, w szczególności szkoły, przedszkola, szpitale, restauracje i inne obiekty gminne. Odpowiednie badania pokazują dotrzymanie wyznaczonych zaleceń. Jeśli organ sanitarny zakwestionuje jedno z urządzeń do zaopatrzenia w wodę zgodnie z § 3, Nr 2, litera C, zostanie ono poddane kontroli , a okoliczności tego pojedynczego przypadku zostaną zbadane pod kątem ochrony zdrowia ludzkiego oraz zabezpieczenia poprawnych właściwości wody dla celów spożywczych.

Zgodnie z Instrukcją 4 I 2 – Okresowe badania

.....Do okresowych badań należą również badania Legionelli w centralnych urządzeniach podgrzewających wodę oraz w instalacjach domowych według § 3 Nr 2, punkt C, z których woda jest do dyspozycji odbiorców publicznych. . . .



3 Środki działania

3.1 Zwalczanie

Przez dłuższy czas stosowane były standardowe metody dezynfekcji z zastosowaniem chloru, bromu lub też mieszaniny obu tych substancji utleniających. Chlor i brom działał skutecznie przeciwko zakażeniu Legionellą tylko w bardzo wysokich stężeniach. Uderzeniowe dozowanie w zakresie stężeń od 5 do 20 mg/l nie było rzadkością.

Już w relatywnie krótkim czasie bardzo efektywne działanie dwutlenku chloru znalazło potrzebną akceptację. Szczególnie właściwość dwutlenku chloru do rozbijania i przenikania przez warstwę śluzu jest udowodnioną, ważną zaletą.

Duża liczba badań zajmujących się skutecznością działania dwutlenku chloru na Legionelle pneumophila, które zostały dotąd zakończone wykazuje, że jest to skuteczny biocyd do sterowania i ograniczania ryzyka infekcji w systemach wodnych.

Dwutlenek chloru stosowany do oczyszczania skażonych systemów oraz w zapobieganiu Legionelli ma w stosunku do chloru bardzo dużo zalet.

Dwutlenek chloru jest dostępny jedynie jako roztwór wodny. Nie posiada on negatywnych działań chloru (podrażnienia śluzówki, niekorzystny dla środowiska), jest bardziej stabilny niż ozon, a jego wytwarzanie jest stosunkowo tanie. Dzięki nowoczesnym metodom wytwarzania czysty roztwór dwutlenku chloru (zgodnie z normą DIN EN 12671:2000-11) został wpisany na listę niezawodnych i skutecznych preparatów do dezynfekcji (Dziennik Urzędowy DVGW W 291:2000-03 – Oczyszczanie i dezynfekcja urządzeń do rozpraszania wody).

Środki działania	Zalety	Wady
Dezynfekcja termiczna	Gwarantowane usunięcie Legionelli brak dodawanych chemikaliów	Brak redukcji błony biologicznej co powoduje powtórne zakażenie, niebezpieczeństwo poparzenia, duży nakład czasu i pracy
Chlorowanie	Gwarantowane usunięcie pojedynczych Legionelli, przy długotrwałym działaniu żadne lub niewielkie odbudowanie błony biologicznej, efekt przedłużonego działania	Dodawanie środków chemicznych
Naświetlanie promieniami UV	Gwarantowane usunięcie pojedynczych Legionelli, brak dodawania środków chemicznych	Niedostateczne usunięcie Legionelli z cząstek błony biologicznej oraz pojedynczych komórek, brak odbudowy błony biologicznej, brak przedłużonego działania
Naświetlanie promieniami UV oraz działanie ultradźwiękiem	Jak przy naświetlaniu promieniami UV (ultradźwięki usuwają Legionelle z ameby przez co zostaje ona unieszkodliwiona)	Jak przy naświetlaniu promieniami UV
Związki nadtlenu	Usuwanie błony biologicznej	Dodawanie środków chemicznych, brak dopuszczenia do stałej dezynfekcji

Tabela : Przegląd metod dezynfekcji

3.2 Porównanie

Dwutlenek chloru skutecznie walczy z Legionellą gdy jego stężenie w systemach z wodą zimną jest w zakresie 0,1 – 0,2 mg ClO₂/l , a w systemach wody gorącej do 0,35 mg ClO₂/l.

Dzięki swojemu składowi chemicznemu dwutlenek chloru jest idealnym preparatem dla niektórych rodzajów systemów wodnych, szczególnie przy wysokim odczynie pH (większym niż 8,5) i w systemach zanieczyszczonych.

Na podstawie dostępnej wiedzy i doświadczenia można stwierdzić, że skuteczne zwalczanie Legionelli nie ogranicza się tylko do bezpośredniego oddziaływania mikrobiocytu na bakterię. W wielu przypadkach bardzo ważne jest dla skutecznego przygotowania wody destrukcyjne działanie dwutlenku chloru na błonę biologiczną. To jest bardzo istotna zaleta tej substancji w porównaniu z większością innych mikrobiocydów.

Dzięki zniszczeniu błony biologicznej nie tylko Legionella traci ważne miejsce do rozmnażania się i osadzania w systemach instalacji wodnych. Istnieje również szereg innych, bardzo pozytywnych efektów w systemach rozpraszających wodę :

- Uniknięcie korozji pod błoną biologiczną
- Zmniejszenie ilości wapna, które było zabudowane błoną biologiczną
- Zwalczanie anaerobowych mikroorganizmów powodujących korozję, jak np. bakterie redukujące siarczany
- Pozytywne działanie na wydajność wymienników ciepła
- Zwiększenie przepływu przez co redukowana jest zbędna moc pomp

Kryterium	Chlor	Dwutlenek chloru
Redukcja błony biologicznej w rurociągach	Przy roboczym stężeniu w wodzie pitnej tylko znikoma redukcja błony biologicznej, ze względu na znikome wnikanie do niej	Pełne wnikanie do błony biologicznej i bardzo dobre jej usuwanie
Związki z chloraminami drażniącymi śluzówkę	Chlorowanie wszystkich amin do chloramin	Brak reakcji z pierwszorzędowymi i drugorzędowymi aminami i przez to brak chloramin, powstałe chloraminy zniszczone przez oksydację
Odczyn pH, zależności przy dezynfekcji	Dezynfekcja zapewniona tylko przy odczynie pH < 7,5 , niewielka dezynfekcja przy rurach betonowych	Bardzo skuteczna dezynfekcja w zakresie odczynu pH 4 < x < 10, dobry efekt również w rurach betonowych
Działanie bakteriobójcze i wirusobójcze	Dobre działanie bakteriobójcze, ale słabe wirusobójcze. Przy pH>7,5 bardzo słabe działanie bakteriobójcze	Bardzo dobre działanie bakteriobójcze i wirusobójcze, a przy pH>7,5 ok.20-30 razy silniejszy efekt dezynfekujący od chloru
Oddziaływanie na algi	Tylko przy chlorowaniu uderzeniowym	Już przy systematycznej dezynfekcji (0,2 – 0,5 mg/l)
Stabilizacja sieciowa	Temperatura >30 °C niszczy chlor bardzo szybko. Skłonność do dużych zniszczeń w rurociągach	Dostatecznie stabilny w temperaturach 30 °C < x < 45 °C w systemach zamkniętych, reaguje selektywniej niż chlor
Korozyjność	Wysoki udział chlorków w roztworach chlorowozasadowych w połączeniu z wysokim potencjałem oksydacyjnym działa bardzo korozyjnie	Roztwory, które zostały wytworzone według uznanych metod zgodnych ze stanem techniki nie zawierają chlorków. Dlatego też przy stosowaniu w systemach korozyjność jest znikoma.
Związki ze środkami rakotwórczymi THM i AOX	Silne związki poprzez reakcje z substancjami organicznymi zawierającymi wodę	Brak związków THM w wodzie pitnej i tylko znikome związki AOX

Tabela 2 : Porównanie działania chloru w stosunku do dwutlenku chloru



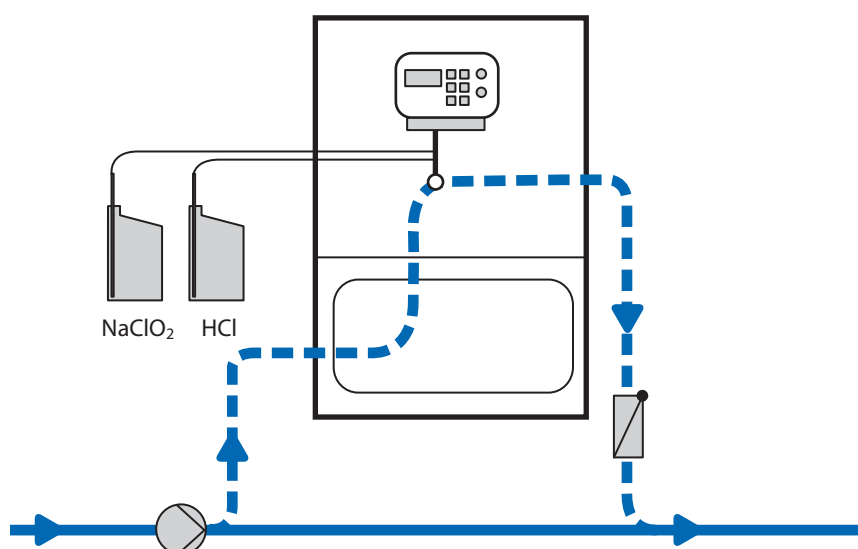
3.3 Nasze rekomendacje

Ze względu na dotychczas przytoczone powody rekomendujemy stosowanie dwutlenku chloru do walki ze skażonymi już wodami, jak również do działań zapobiegawczych.

Wprowadzanie skoncentrowanego roztworu dwutlenku chloru następuje zawsze dzięki pompie dozującej. W przeważającej liczbie przypadków jest to pompa membranowa z napędem magnetycznym. Pompa membranowa może być sterowana systemem zegarowym (dozowanie uderzeniowe, zwłaszcza w systemach obiegowych) lub wodomierzem kontaktowym (dozowanie proporcjonalne do przepływu, zwłaszcza w systemach przepływowych z ciągłym dopływem wody nieprzygotowanej).

Do kontroli zawartości dwutlenku chloru można stosować sondę pomiarową, a pomiary dokumentować.

Bardzo chętnie opracujemy dla Państwa potrzeb przekrojowe rozwiązanie do efektywnej walki z Legionellą oraz dostarczymy katalog urządzeń i preparatów.



Rysunek 2 : Urządzenie dozowania dwutlenku chloru