

Ocena występowania punktowego i systemowego zanieczyszczenia bakteriami z rodzaju *Legionella* w instalacjach wodociągowych wody ciepłej

Assessment of point and systemic contamination with *Legionella* bacteria in domestic distribution of hot water systems

RENATA MATUSZEWSKA, MACIEJ SZCZOTKO

DOI 10.36119/15.2020.11.5

Bakterie z rodzaju *Legionella* powszechnie występują w systemach dystrybucji wody, ale największe problemy sanitarne spowodowane są zasiedlaniem przez te drobnoustroje instalacji wodociągowych wody ciepłej. W ocenie ryzyka występowania bakterii z rodzaju *Legionella* w sztucznych rezerwarach wody, wskazuje się na istotną rolę czynników środowiskowych takich jak obecność biofilmu, stagnacja wody, niskie stężenie środka dezynfekcyjnego, a przede wszystkim na temperaturę wody w zakresie od 20°C do 40°C. W artykule przedstawiono metodę oceny występowania punktowego i systemowego zanieczyszczenia instalacji wodociągowych wody ciepłej bakteriami z rodzaju *Legionella*, której podstawą było porównanie i analiza wyników badań próbek wody pobieranych metodą *preflush* i *postflush*.

Słowa kluczowe: instalacje wody ciepłej, *Legionella*, ocena zanieczyszczenia

Bacteria of the *Legionella* genus are commonly found in many water distribution systems. The most important sanitary problems caused by these microbes are related to colonizing domestic hot water systems. Regarding the risk assessment of *Legionella* occurrence in water reservoirs, there is a significant role of environmental factors such as the presence of biofilm, water stagnation, low concentration of disinfectant and above all, the water temperature in the range of 20°C to 40°C. The article presents a method of assessing the occurrence of *Legionella* contamination at the outlet and whole hot water system. The basis of this study is the comparison and analysis of test results of water samples collected by the *preflush* and *postflush* method.

Keywords: hot water systems, *Legionella*, contamination assessment

Wstęp

Największe ryzyko występowania i namnażania się bakterii z rodzaju *Legionella* w wewnętrznych instalacjach wodociągowych budynków związane jest z instalacjami wody ciepłej [1, 2, 3]. Różne czynniki środowiskowe takie jak temperatura poniżej 50°C, obecność osadów oraz biofilmu, korozja materiałów konstrukcyjnych instalacji, zaburzenia ciśnienia wody, brak recyrkulacji, zastoiny wody, niskie stężenie środka dezynfekcyjnego, sprawiają, że są to warunki sprzyjające rozwojowi pateczek *Legionella* [2-9]. Bakterie te najintensywniej zasiedlają instalacje wodociągowe zasilane wodą o temperaturze 40°C, przy czym mogą być również izolowane z wody o temperaturze nawet powyżej 60°C [2, 10]. Środowisko szczególnie przyjazne tym drobnoustrojom to warstwa biofilmu (tzw. błona biologiczna),

która powstaje na powierzchniach wewnętrznych wszystkich elementów instalacji wodociągowych, takich jak: przewody, baterie, uszczelki, które mają kontakt z wodą [2, 6, 7]. Biofilm powstaje niezależnie od materiału, z którego jest wykonana instalacja (stal, żeliwo, tworzywo sztuczne np. PVC, PE, PB, PP, miedź), różny jest jedynie czas jego tworzenia i grubość warstwy [11, 12]. Zależnie od rodzaju materiału, pateczki *Legionella* mogą stanowić od 1% do 35% ogólnej liczby bakterii izolowanych z biofilmu. Koncentracja *Legionella* na powierzchni pokrytej biofilmem może osiągać liczbę 10^5 jtk/cm². Główne miejsca występowania tych bakterii w wewnętrznych instalacjach wodociągowych budynków to: zbiorniki akumulacyjne ciepłej wody, osady w separatorach i odmulaczach, ślepe i martwe odcinki sieci, a także elementy instalacji pokryte osadem wapien-

nym (kamieniem kotłowym), takie jak: prysznic, wylewki baterii, nasadki sitkowe baterii umywalkowych [8]. Zanieczyszczenie wewnętrznej instalacji wodociągowej bakteriami *Legionella* może mieć charakter punktowy lub systemowy [13, 14]. Zanieczyszczenie o charakterze punktowym ma miejsce, gdy dotyczy ono określonego punktu i związanego z nim, na przykład, elementu instalacji (np. baterii, uszczelki czy główki prysznica). Z kolei systemowy charakter zanieczyszczenia występuje, gdy w miejscach centralnych instalacji istnieją punkty intensywnego namnażania się tych pateczek, z których są one w sposób ciągły uwalniane do wody (np. instalacja cyrkulacyjna c.w., podgrzewacz, zasobnik). Określenie charakteru kolonizacji ma duże znaczenie, ponieważ może być jednym z elementów podstawy wyboru i podjęcia odpowiednich działań naprawczych, weryfikacji środków

dr Renata Matuszewska, <http://orcid.org/0000-0002-6191-9542>, e-mail: rmatuszewska@pzh.gov.pl,

dr Maciej Szczotko, <http://orcid.org/0000-0001-7740-5768>, e-mail: mszczotko@pzh.gov.pl – Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa

kontroli, zmierzających do usunięcia zanieczyszczenia, jak też zapobieganiu jego ponownego wystąpienia.

Celem przeprowadzonych badań była ocena występowania zanieczyszczenia punktowego i systemowego pęteczkami *Legionella* w wewnętrznych instalacjach wodociągowej wody ciepłej. Ocenę przeprowadzono w oparciu o analizę wyników badań próbek wody pobieranych w budynkach użyteczności publicznej z zastosowaniem metody bezpośredniej (*preflush*) oraz metody z płukaniem (*postflush*).

Materiały i metody badań

Do badań pobrano próbki ciepłej wody w 7 obiektach, w tym w 1 budynku biurowym i 6 budynkach zamieszkania zbiorowego (5 hoteli, 1 dom studencki). Pobrano 45 próbek wody metodą bezpośrednią bez płukania – *preflush* (tj. po niezwłocznym odkręceniu kurka czerpalnego bez dezynfekcji i spuszczenia wody, bez usuwania dodatkowych akcesoriów i urządzeń) i 45 próbek wody metodą z płukaniem – *postflush* (tj. z oczyszczonego, umytego i zdezynfekowanego kurka czerpalnego, po usunięciu dodatkowych akcesoriów, spuszczeniu wody przez ok. 2-3 minuty, do czasu ustabilizowania się warunków temperaturowych). Próbki wody pobierano równolegle z tych samych punktów czerpalnych. W punktach pobierania próbek dokonywano pomiaru temperatury wody termometrem z zewnętrzną sondą (Hanna Instruments, USA). Badania w kierunku wykrywania i oznaczania liczby pęteczek *Legionella* w wodzie przeprowadzono według PN-EN ISO 11731-2:2008 [15].

Dyskusja i analiza wyników badań

W przypadku rutynowych badań w kierunku bakterii z rodzaju *Legionella*, próbki wody pobierane są metodą uwzględniającą płukanie punktu poboru – próbki *postflush*. Z kurka wody ciepłej usuwane są wszystkie dodatkowe urządzenia np.: główka prysznicowa, węże, perlatory, filtry, wkładki przeciwrozpryskowe, rurki przedłużające itp. Punkt pobrania jest myty i dezynfekowany, a próbka wody do badań pobierana jest po płukaniu. Wyniki badania pobranych w ten sposób próbek uwzględniają oszacowanie wpływu instalacji wodociągowej wewnątrz budynku na jakość wody. W przypadku oceny jakości wody w kurku czerpalnym, oceny stanu armatury, próbka wody jest pobierana metodą bezpośrednią – próbki *preflush* (bez płukania).

Jednak, aby w bardziej reprezentatywny sposób ocenić charakter lokalizacji zanieczyszczenia w wewnętrznych instalacjach systemu można porównać wyniki badań próbek *preflush* i próbek *postflush*. W tabeli 1 przedstawiono kryteria oceny i interpretację wyników badań próbek wody w kierunku pęteczek *Legionella*, pobieranych metodą *preflush* i *postflush* [13].

Tabela 1. Ocena charakteru zanieczyszczenia bakteriami *Legionella* przy użyciu próbek pobranych metodą *preflush* i *postflush*

Table 1. Assessment of the nature of *Legionella* contamination on the basis of *preflush* and *postflush* samples

Zanieczyszczenie	Obecność <i>Legionella</i> sp. (jtk/100ml) w próbkach <i>preflush</i>	Obecność <i>Legionella</i> sp. (jtk/100ml) w próbkach <i>postflush</i>	Interpretacja wyniku wskazującego na obecność <i>Legionella</i> w punkcie pobrania próbki wody* (punkt <i>Legionella</i> pozytywny)
Systemowe	poziomy zanieczyszczenia <i>Legionella</i> są zbliżone do poziomów w próbkach <i>postflush</i>	poziomy zanieczyszczenia <i>Legionella</i> są zbliżone do poziomów w próbkach <i>preflush</i>	Odsetek punktów <i>Legionella</i> pozytywnych może być wysoki, ale zależy to od lokalnych warunków w systemie wodnym i innych czynników ryzyka np.: przestrzegania reżimu temperaturowego, płukania, występowania martwych odcinków instalacji
Punktowe	poziomy zanieczyszczenia <i>Legionella</i> zwykle wyższe niż w próbkach <i>postflush</i>	poziomy zanieczyszczenia <i>Legionella</i> niższe lub brak wykrywania obecności bakterii	Wyniki badań mogą wskazywać na występowanie zarówno punktów <i>Legionella</i> pozytywnych lub negatywnych, ale zależy to od lokalnych warunków w systemie wodnym i innych czynników ryzyka np.: przestrzegania reżimu temperaturowego, płukania, występowania martwych odcinków instalacji

*Interpretacja wyników uzyskiwanych w danym obiekcie powinna uwzględniać inne czynniki ryzyka np.: kontrolę temperatury wody, reżim płukania instalacji, obecność martwych odcinków; lokalne różnice w systemie wodnym, takie jak sposób użytkowania (rozbiór wody, warunki eksploatacji) i materiały, z których została wykonana instalacja.

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że w dwóch spośród sześciu budynków zamieszkania zbiorowego (obiekt I – dom studencki, obiekt II – hotel,) nie wykryto obecności pęteczek *Legionella* w pobranych próbkach wody ciepłej niezależnie od metody pobrania. Prawdopodobnie jednym z czynników, który ograniczył występowanie i namnażanie się tych bakterii mógł być utrzymany w obu obiektach reżim temperaturowy. Potwierdzeniem były dokonane podczas pobrania pomiaru temperatury wody. Temperatura wody tuż po odkręceniu kurka czerpalnego, w czasie poniżej 1 minuty, w większości przypadków (próbki *preflush*) osiągała wartość co najmniej 50,0°C. Odnotowana temperatura wody w próbkach *postflush* w obiekcie nr I wynosiła 55,4°C – 63,5°C, a w obiekcie nr II wynosiła 54,4°C i 54,9°C. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 2.

W pozostałych budynkach zamieszkania zbiorowego (hotele, obiekty od III do VI) analiza wyników badań wskazuje na występowanie zanieczyszczenia o charakterze lokalnym – punktowym (obiekty: III, V, VI) jak i charakterze uogólnionym – systemowym (obiekt IV).

W obiekcie nr III, w 2/9 punktach wykryto bakterie z rodzaju *Legionella* w próbkach wody *preflush* w liczbie 7 jtk/100 ml i 8300 jtk/100 ml. W próbkach wody *postflush* nie wykryto obecności

pęteczek (temperatura wody od 52,4°C do 60,4°C). W jednym punkcie w próbce pobranej bez płukania oznaczona liczba *Legionella* wynosiła 2 jtk/100 ml, a w próbce wody *postflush* liczba wykrywanych bakterii wzrosła do wartości 54 jtk/100 ml, co może wskazywać na to, że bakterie pomimo dość wysokiej temperatury wody 54,3°C znalazły dogodny warunki do

namnażania. W tym przypadku próbka wody została pobrana z wylewki prysznicowej, z punktu umiejscowionego w strefie dystalnej instalacji (IX piętro), a wzrost odnotowanej liczby bakterii, mógł być spowodowany na przykład uwolnieniem ich z biofilmu występującego na powierzchniach wewnętrznych instalacji lub wylewki. Odsetek punktów *Legionella* pozytywnych wynosił 22,2%.

W obiekcie nr IV, w 5/8 punktach w próbkach wody *preflush* oznaczona liczba bakterii *Legionella* wynosiła od 2 jtk/100 ml do 9800 jtk/100 ml, przy odnotowanej temperaturze wody od 30,6°C do 45,5°C. Z kolei w próbkach wody *postflush* oznaczona liczba pęteczek wynosiła od 0 jtk/100 ml do 920 jtk/100 ml, a pomiar temperatury wody wskazywał w większości przypadków na wartości powyżej 50°C. W jednym punkcie, w próbce pobranej bez płukania stwierdzono występowanie *Legionella* w liczbie 250 jtk/100 ml, a w próbce *postflush* odnotowano wzrost liczby oznaczonych bakterii do 790 jtk/100 ml. Punkt pobrania próbki wody (wylewka prysznicowa) był umiejscowiony w strefie nie odległej od podgrzewacza (II piętro). Badania retrospektywne wskazywały, że w tym obszarze instalacji bakterie *Legionella* nie były wykrywane, ale czasami pojawiało się zanieczyszczenie przekraczające liczbę 100 jtk/100 ml bakterii *Legionella*

Tabela 2. Wyniki badań w kierunku bakterii *Legionella* sp. w próbkach wody ciepłej w budynkach zamieszkania zbiorowego, pobranej w różnych punktach czerpalnych metodą *preflush* i *postflush*
Table 2. The results of *Legionella* testing in hot water samples in buildings (hotels, students dorms), collected at various outlet using the *preflush* and *postflush* methods

Nr obiektu	Punkty pobrania próbek	Próbki <i>preflush</i>		Próbki <i>postflush</i>	
		LEG jtk/100 ml	T[°C]	LEG jtk/100 ml	T[°C]
I	1.	0	55,1	0	63,5
	2.	0	34,2	0	55,4
	3.	0	50,0	0	57,9
II	1.	0	52,1	0	54,4
	2.	0	50,8	0	54,9
III	1.	0	34,6	0	57,0
	2.	0	40,2	0	52,4
	3.	2	41,1	54	54,3
	4.	0	31,6	0	59,7
	5.	0	38,6	0	60,4
	6.	0	43,1	0	57,5
	7.	0	49,9	0	64,8
	8.	7	42,4	0	53,9
	9.	8300	39,6	0	51,6
IV	1.	106	45,5	48	43,8
	2.	2	42,6	0	59,7
	3.	0	23,5	0	57,8
	4.	9800	30,6	920	52,2
	5.	250	35,2	790	50,7
	6.	230	34,6	84	56,9
	7.	170	33,9	1	45,6
	8.	0	35,3	0	61,6
V	1.	0	37,2	0	46,1
	2.	0	45,8	0	53,4
	3.	npl*	43,1	75	49,4
	4.	0	42,8	0	56,3
	5.	0	37,0	0	57,2
	6.	0	34,0	0	60,7
	7.	1	33,9	0	55,4
	8.	1	41,8	0	56,3
	9.	1090	38,3	0	52,8
	10.	12500	41,9	1300	47,6
	11.	1145	30,8	144	46,6
	12.	12200	28,6	5100	43,1
	13.	200	36,6	63	50,1
	14.	78	49,5	0	60,3
	15.	0	36,0	0	59,4
	16.	0	43,3	0	58,5
	17.	0	30,1	0	58,2
	18.	0	31,8	0	58,8
VI	1.	177	35,7	26	36,1
	2.	131	27,8	19	36,0

*npl – niepoliczalna liczba

w badanej próbce wody. Zatem odnotowany wzrost liczby *Legionella* w tym punkcie mógł być spowodowany okresowo nieprawidłowościami w funkcjonowaniu instalacji wewnętrznej (np. stagnacja wody) lub uwolnieniem bakterii z biofilmu. Odsetek punktów *Legionella* pozytywnych wyniósł 75,0%. Porównanie wyników badań próbek *post* – i *preflush* wskazuje na zanieczyszczenie systemowe, dodatkowo analiza pomiarów temperatury wody sugeruje, że pomimo osiągnięcia wartości powyżej 50,0°C w większości punktów,

była ona niewystarczająca, aby ograniczyć poziom skażenia. Tylko w dwóch punktach, w obu rodzajach pobranych próbek wody nie wykryto pałeczek *Legionella*, pomimo niskiej temperatury wody 23,5°C i 35,3°C (próbki pobrane bez płukania), ale temperatura wody po płukaniu była wysoka i wynosiła 57,8°C i 61,6°C.

W obiekcie nr V, w 50% punktów, w próbkach wody *preflush*, poziom zanieczyszczenia *Legionella* był wyższy niż w próbkach wody *postflush*. Spośród pozytywnych próbek wody bez płukania,

w trzech przypadkach oznaczona liczba bakterii *Legionella* nie przekraczała wartości 100 jtk/100 ml i wynosiła od 1 jtk/100 ml do 78 jtk/100 ml. W próbkach wody po płukaniu pobranych z tych samych punktów nie wykryto obecności pałeczek, przy czym odnotowano wysoką temperaturę wody, która przekraczała 55°C. W kolejnych sześciu przypadkach oznaczona liczba bakterii *Legionella*, w próbkach bez płukania, wskazywała na wysoki i bardzo wysoki poziom zanieczyszczenia od 200 jtk/100 ml do 12500 jtk/100 ml (w jednej próbce nie określono precyzyjnie liczby bakterii – oznaczono jako niepoliczalne), a odnotowana temperatura wody wynosiła od 28,6°C do 43,1°C. Jednocześnie w pięciu próbkach wody *postflush* pałeczki były wykrywane w liczbie od 63 jtk/100 ml do 5100 jtk/100 ml, a temperatura wody w większości próbek była niższa niż 50°C. Tylko w jednym punkcie pomimo stwierdzonego zanieczyszczenia powyżej 1000 jtk/100 ml, w próbce po płukaniu nie wykryto bakterii *Legionella*. W pozostałych dziewięciu punktach, nie wykryto pałeczek *Legionella* w próbkach wody *preflush* i *postflush*. Ponieważ poziom zanieczyszczenia bakteriami w próbkach *preflush* był wyższy niż w próbkach *postflush* oraz w większości próbek pobranych po płukaniu była *Legionella* negatywna, można uznać że występujące zanieczyszczenie miało charakter punktowy.

W obiekcie nr VI, próbki wody zostały pobrane w punktach, w których wewnątrz instalacji zostały zamontowane termostatyczne zawory mieszające. W próbkach wody *preflush* oznaczona liczba bakterii *Legionella* wynosiła 177 jtk/100 ml i 131 jtk/100 ml, a w próbkach wody *postflush* odpowiednio 26 jtk/100 ml i 19 jtk/100 ml. W obu punktach pobrania odnotowana temperatura wody ciepłej bez płukania i po płukaniu (ze względu na obecność termostatycznego zaworu mieszającego) była niska, w żadnym z przypadków nie przekroczyła wartości 37,0°C.

Ostatnim obiektem, który został objęty badaniami był budynek biurowy (obiekt VII). We wszystkich pobranych próbkach wody metodą *postflush* oznaczona liczba pałeczek była wyższa niż w próbkach wody pobranych metodą *preflush*, co wskazuje na zanieczyszczenie systemowe. Poziom zanieczyszczenia był znaczny (od średniego do bardzo wysokiego), czemu mogła sprzyjać zbyt niska temperatura wody, poniżej wartości 50°C, bardzo rozbudowana instalacja, w tym z nieużytkowanymi obszarami. Wyniki badań próbek wody przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki badań w kierunku bakterii z rodzaju *Legionella* w próbkach wody ciepłej pobranej metodą *preflush* i *postflush* w budynku biurowym
Table 3. The results of *Legionella* testing in hot water samples in an office building, collected by *preflush* and *postflush* methods

Nr obiektu	Punkty pobrania próbek	Próbki <i>preflush</i>		Próbki <i>postflush</i>	
		LEG jtk/100 ml	T[°C]	LEG jtk/100 ml	T[°C]
VII	1.	0	44,2	110	48,7
	2.	30	40,8	1520	45,9
	3.	1590	18,1	npl*	29,8

*npl – niepoliczalna liczba

Jednym z działań w ramach prawidłowego nadzoru mającym zapobiegać namnażaniu się bakterii *Legionella* w wewnętrznych instalacjach wodociągowych jest utrzymywanie reżimu temperaturowego, tzn. zapewnienie odpowiednio wysokiej temperatury wody ciepłej w podgrzewaczu, która powinna być wyższa niż 60°C, oraz w kurkach czerpalnych, która powinna wynosić, co najmniej 50°C (rekomendowane 55°C) [16, 17]. Warto podkreślić, że zapewnienie właściwej temperatury nie dotyczy tylko instalacji wody ciepłej. W przypadku wody zimnej, temperatura rekomendowana w warunkach dystrybucji i przechowywania powinna być niższa niż 20°C, a akceptowalna nie powinna przekraczać wartości 25°C [3, 8, 13, 16]. Oprócz systematycznej kontroli temperatury w różnych punktach wewnętrznej instalacji wodociągowej również pobranie próbek wody do badań metodą *preflush* i *postflush*, pozwala na ocenę czy w instalacjach tych został zachowany reżim temperaturowy. Znajdując to potwierdzenie w wynikach przeprowadzonych badań, które wskazują, że jednym z czynników ograniczających występowanie bakterii *Legionella* była prawdopodobnie temperatura wody, powyżej 50°C. W punktach, w których stwierdzano obecność *Legionella* w próbkach *preflush* nie wykrywano ich również w próbkach *postflush*. Warto jednak zaznaczyć, że nie tylko temperatura jest czynnikiem ograniczającym lub promującym występowanie tych bakterii. Nawet przy zachowaniu reżimu temperaturowego, bakterie te czasami są wykrywane ponieważ mają duże zdolności adaptacyjne zarówno do wysokich jak i niskich temperatur wody. Poniżej 20°C pałeczki *Legionella* nie namnażają się, ale nadal pozostają dość długo obecne w wodzie.

Kolejnym działaniem wpływającym hamująco na namnażanie się bakterii z rodzaju *Legionella* jest utrzymanie tzw. reżimu płukania systemu wodnego, polegające na spuszczeniu wody z kurków czerpalnych. Zabieg ten ogranicza powstawanie zastoin wody wewnątrz instalacji oraz umożliwia dostęp środka dezyn-

fekcyjnego do wszystkich jej punktów. Płukanie instalacji lub jej elementów ma bezpośredni wpływ na utrzymanie odpowiedniej temperatury wody. W zachowanych prawidłowych warunkach wewnętrznych instalacji wody ciepłej, spuszczana woda powinna osiągać temperaturę, co najmniej 50°C w ciągu 1 minuty. W przypadku instalacji wody zimnej, temperatura wody w ciągu 2 minut spuszczenia nie powinna być wyższa niż 20°C [13].

Umiejscowienie punktowe i znaczny stopień skażenia elementów instalacji bakteriami z rodzaju *Legionella*, jest często spotykane w punktach dystalnych (na obwodzie instalacji). Zanieczyszczeniu punktowemu sprzyja najczęściej niewielki rozbiór wody, materiały instalacyjne podatne na tworzenie się biofilmu, a także obecność termostatycznych zaworów mieszających (TMV) [8, 16, 18, 19]. Wyniki badań wskazujące na obecność pałeczek *Legionella* w wodzie (próbki pozytywne) jak i na ich brak (próbki negatywne), powinny być analizowane i umieszczane na schemacie systemu wodnego w celu powiązania ich z lokalnymi czynnikami ryzyka oraz przestrzennej lokalizacji skażenia. Przeprowadzone badania potwierdzają, że porównanie wyników badań próbek wody pobranych metodą *preflush* i *postflush* jest bardziej reprezentatywne w kontekście oceny stopnia i charakteru kolonizacji punktu/instalacji wodnych oraz w ocenie zagrożenia dla zdrowia użytkownika.

Ze względu na trudności w usuwaniu bakterii *Legionella* z instalacji wodociągowych, wielu ekspertów zwraca uwagę na istotną rolę tzw. oceny ryzyka, dla instalacji i urządzeń wodnych pod względem występowania tych pałeczek. Ocena ryzyka przeprowadzana jest w oparciu o programy zarządzania, kontroli oraz ich monitorowania. Podstawowym celem tej oceny jest uzyskanie informacji, w jakich warunkach i gdzie występują lub mogą namnażać się bakterie *Legionella*. W analizie ryzyka uwzględnia się między innymi:

- utrzymanie reżimu temperaturowego,
- utrzymanie reżimu płukania instalacji wodnej,

- umiejscowienie (punktowe, systemowe) i stopień skażenia mikrobiologicznego instalacji/urządzeń lub ich elementów,
- obecność w badanych próbkach najbardziej niebezpiecznej dla zdrowia człowieka *L. pneumophila* sg 1.

Warto również zaznaczyć, że problem występowania i namnażania się bakterii *Legionella* w wodzie oraz zagrożenia dla zdrowia ludzi, był przedmiotem analizy Europejskiego Biura Regionalnego Światowej Organizacji Zdrowia (WHO). Wyniki tej analizy wskazują, że bakterie z rodzaju *Legionella*, powinny zostać objęte kontrolą, co znalazło swoje odzwierciedlenie w pracach nad nowelizacją dyrektywy 98/83/WE dotyczącej jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. W projekcie nowelizowanej dyrektywy wskazano na konieczność prowadzenia oceny ryzyka związanego z wewnętrznymi systemami wodociągowymi (ryzyka związanego z występowaniem *Legionella*) oraz zarządzania tym ryzykiem przede wszystkim w odniesieniu do tzw. obiektów priorytetowych takich jak: szpitale, placówki opieki zdrowotnej, domy opieki, placówki opieki nad dziećmi, szkoły, placówki oświatowe, obiekty zakwaterowania, ośrodki sportowe i centra handlowe, obiekty wypoczynkowe, rekreacyjne.

Podsumowanie

Ze względu na powszechne zasiedlenie przez pałeczki *Legionella* różnych systemów dystrybucji wody, w tym wewnętrznych instalacji wodociągowych wody ciepłej, istnieje realne zagrożenie zdrowotne dla ludzi powodowane przez te bakterie [2]. Odpowiednie akty prawne wskazują na dopuszczalne wartości parametryczne tych zanieczyszczeń oraz charakter działań, które należy podjąć w przypadku ich przekroczenia. W instalacjach wody ciepłej obiektów wskazanych w treści rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie, jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, zanieczyszczenie wody przez *Legionella* sp. nie powinno przekraczać 100 jtk w 100 ml wody [20]. Jednocześnie wartość tego parametru w przypadku obiektów szczególnego ryzyka tj. dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą w zakresie stacjonarnych i całodobowych świadczeń zdrowotnych, w których przebywają pacjenci o obniżonej odporności, w tym objęci leczeniem immunosupresyjnym, liczba pałeczek *Legionella* sp. nie może być wyższa niż 50 jtk w 1000 ml [20].

Ponieważ usuwanie pałeczek *Legionella* może stwarzać problemy, duże znaczenie

dla skuteczności tych działań ma identyfikacja charakteru stwierdzonej kolonizacji instalacji wodociągowej – czy jest ona lokalna tzw. punktowa, czy też ma charakter uogólniony, gdy dotyczy całego systemu. W powiązaniu z danymi dotyczącymi między innymi utrzymania reżimu temperaturowego, czy użytkowania wody, zarządzający obiektem ma możliwość podjęcia działań adekwatnych do sytuacji. W przypadku zanieczyszczenia punktowego może być wystarczające np. czyszczenie lub wymiana baterii i systematyczne płukanie punktu. Natomiast w przypadku zanieczyszczenia systemowego planowane rozwiązania zazwyczaj będą uwzględniały czyszczenie i dezynfekcję całej instalacji wewnętrznej, a niekiedy mogą wskazywać na konieczność jej wymiany.

Warto zaznaczyć, że jednym z przydatnych narzędzi w zarządzaniu ryzykiem związanym z występowaniem bakterii z rodzaju *Legionella* w instalacjach oraz urządzeniach wodnych wskazywanych między innymi w wytycznych WHO, czy zaleceniach EWGLI/ECDC jest tzw. Plan Bezpieczeństwa Wody (Water Safety Plan – WSP) [16, 18]. Obejmuje on trzy obszary działania:

- ocenę instalacji wodociągowej pod względem: materiału wykonania, wielkości, występowania czynników sprzyjających zanieczyszczeniu mikrobiologicznemu oraz podejmowanych na tej podstawie środków kontrolnych, takich jak: dezynfekcja wody, utrzymanie reżimu temperaturowego i płukanie instalacji,
- monitorowanie stanu technicznego, użytkowania instalacji wodociągowej oraz poprawności stosowanych środków kontrolnych,
- zarządzanie obejmujące podejmowa-

nie właściwych decyzji dotyczących postępowania, wyboru procedur naprawczych oraz właściwą komunikację między personelem technicznym i odpowiedzialnym za nadzór.

Wdrożenie planów bezpieczeństwa wody uwzględniających występowanie potencjału środowiskowego, systematyczny monitoring stopnia kolonizacji instalacji wodociągowej przez bakterie z rodzaju *Legionella* oraz obowiązek regularnego stosowania środków zapobiegawczych, w tym również dezynfekcji, może stanowić podstawę do skutecznego zapobiegania występowaniu i namnażaniu się tych bakterii.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Matuszewska R. Krogulska B.: Występowanie bakterii z rodzaju *Legionella* w systemach wody ciepłej w hotelach w Polsce – zagrożenia zdrowia podróżujących. *Medycyna Środowiskowa*, 2004,7,(2),206-207.
- [2] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *Management of Legionella in water system*. Washington, DC: The National Academies Press., 2019.
- [3] Bartram J., Chartier, Y., Lee, J.V., Pond, K., Surman-Lee, S.: *Legionella and the prevention of legionellosis*. WHO, Geneva 2007.
- [4] Lin Y.E., Stout J.E., Yu V.L.: Prevention of hospital-acquired legionellosis. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 2011,24(4),350-356.
- [5] Exner M., Kramer A., Lajoie L. i wsp.: Prevention and control of health care – associated waterborne infections in health care facilities. *Am. J. Infect. Control.* 2005, 3(5 suppl.1):S26-S40.
- [6] Liu Z., Lin Y.E., Stout J.E. i wsp.: Effect of flow regimes on the presence of *Legionella* within the biofilm of a model plumbing system. *J. Appl. Microbiol.* 2006,101(2),437-442.
- [7] Rogers J., Dowsett A.B., Dennis P.J. i wsp.: Influence of plumbing materials on biofilm formation and growth of *Legionella pneumophila* in potable water systems. *Appl. Environ. Microbiol.* 1994,60(6),1842-1851.
- [8] Health and Safety Executive (HSE). *Legionnaires' disease Part 2: The control of legionella bacteria in hot and cold water*. HSG274 Part 2, 2014.
- [9] Joniec W.: *Legionella w instalacjach c.w.u.*, Rynek Instalacyjny 2008/3
- [10] Krogulska B., Matuszewska R.: Bakterie z rodza-

ju *Legionella* w wodzie z natrysków w budynkach użyteczności publicznej. *Instal*, 2000,5,23-25.

- [11] Szczotko M., Matuszewska R.: Ocena podatności materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z wodą do spożycia przez ludzi na tworzenie się biofilmu – aktualne problemy towarzyszące ocenie higienicznej. *Gaz Woda i Techniki Sanitarne*, 2019,10,314-319.
- [12] Szczotko M.: Biofilm – krótka charakterystyka obrastów mikrobiologicznych związanych z instalacjami wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 2007, 58(4),667-675.
- [13] Public Health England (PHE). *Responding to the detection of Legionella in healthcare premises. Guidance for PHE Health Protection Teams*. London: PHE, 2015.
- [14] Zimoch I., Paciej J.: Analiza przestrzenna ryzyka zagrożenia zdrowotnego wywołanego obecnością bakterii z rodzaju *Legionella* w instalacjach ciepłej wody w województwie śląskim, *Ochrona Środowiska* 2014, 36 (4),23–28
- [15] PN-EN ISO 11731-2:2008. Jakość wody – – Wykrywanie i oznaczanie ilościowe bakterii z rodzaju *Legionella* – – Część 2: Metoda filtracji membranowej dla wód o małej liczbie bakterii.
- [16] European Working Group for *Legionella* Infections/European Centre for Disease Prevention and Control(EWGLI/ECDC). *European Technical Guidelines for The Prevention, Control and Investigation of Infection Caused by Legionella species*. [online] June 2017.
- [17] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2002, Nr 75, poz.690)
- [18] World Health Organization (WHO). *Guidelines for Drinking Water Quality 4th edition*. Geneva, WHO, 2011.
- [19] Pierścieniak M., Trzcinińska N., Słomczyński T.: Problem wtórnego zanieczyszczenia wody. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 2009,39,28-39.
- [20] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2017, poz. 2294).

Praca została wykonana w ramach zadania badawczego BK-3/2019