

# OCENA MOŻLIWOŚCI WYSTĄPIENIA ZAGROŻENIA BAKTERIAMI Z RODZAJU LEGIONELLA Z UWAGI NA TEMPERATURĘ WODY W WYBRANYCH FONTANNACH NA WĘGRZECH

## EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF DANGER OF LEGIONELLA BACTERIA DUE TO THE TEMPERATURE OF THE WATER IN THE FOUNTAINS SELECTED IN HUNGARY

*The paper presents the characteristics of bacteria of the family Legionellaceae with particular emphasis on the effect of water temperature on the presence and bacterial growth. The research tests of water temperature in the three fountains in two cities in Hungary were presented. The results were discussed and proposed preliminary conclusions.*

### 1. Wprowadzenie

Woda jest niezbędna do życia człowiekowi i innym organizmom żywym. Należy jednak pamiętać, że może ona także wiązać się z dużym niebezpieczeństwem dla życia ludzkiego, ale i dla środowiska. Wystarczy wspomnieć choćby powodzie czy coraz częściej występujące w miastach zalania i podtopienia (związane z wodami opadowymi). Nie tylko jednak nadmierna ilość bądź deficyt wody są niebezpieczne. Obecność w wodzie niektórych pierwiastków i związków chemicznych oraz wybranych mikroorganizmów może także mieć negatywny wpływ na zdrowie i życie ludzi. Zanieczyszczona woda jest również szkodliwa dla środowiska i organizmów żywych. Ważna jest zatem ilość wody nas otaczającej, ale także jej jakość.

W wodzie pitnej pobieranej przez konsumentów w punktach poboru mogą znajdować się w niewielkiej liczbie bakterie z rodzaju Legionella. W Polsce ich liczba limitowana jest w ciepłej wodzie, ale tylko w określonych budynkach. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [1] (obowiązującego od 28 listopada 2015 roku) ustala wymagania dotyczące liczby bakterii z rodzaju Legionella w ciepłej wodzie w budynkach zamieszkania zbiorowego i przedsiębiorstwach podmiotu wykonującego działalność leczniczą w rodzaju stacjonarne i całodobowe świadczenia zdrowotne.

Liczba tych mikroorganizmów powinna być mniejsza od 100 jednostek w próbce wody o objętości 100 ml. Dla szpitali z pacjentami o obniżonej odporności wymagania są zdecydowanie ostrzejsze z uwagi na ryzyko zachorowania. Bakterie te powinny być nieobecne w próbkach o objętości 1000 ml pobieranych z tych obiektów.

Woda basenowa także podlega wymaganiom dotyczącym liczebności bakterii Legionella, które wprowadziło Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 listopada 2015 roku w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach [2]. Bakterie z rodzaju Legionella powinny być nieobecne w próbkach wody o objętości 100 ml pochodzących z niocek basenowych wyposażonych w urządzenia wytwarzające aerozol wodno – powietrzny, niocek basenowych udostępnianych do nauki pływania dla niemowląt i małych dzieci do lat 3 oraz z niecki basenowej o ile temperatura wody jest równa bądź wyższa od 30°C. Te same wymagania dotyczą także wody wprowadzanej do niecki basenowej z systemu cyrkulacji. Natomiast woda w natryskach pochodząca z instalacji ciepłej wody podlega identycznym wymaganiom jak ciepła woda w budynkach zamieszkania zbiorowego.

Jeżeli w instalacjach w budynkach nie istnieją warunki sprzyjające ich rozwojowi – bakterie z rodzaju Legionella nie stanowią dużego zagrożenia. Problem ten jest już od pewnego czasu opisywany dosyć szczegółowo w literaturze technicznej i prasie branżowej [m.in. 3]. Niezwykle ważna jest wówczas świadomość i odpowiedzialność użytkowników budynków oraz stała kontrola.

Wobec upalnego lata, które wystąpiło w 2015 roku w całej Polsce, zaobserwowano natomiast możliwość występowania innego źródła zagrożenia bakteriami z rodziny Legionellaceae, którym mogą być fontanny publiczne. Przy wysokich temperaturach powietrza utrzymujących się przez dłuższy czas temperatura wody w fontannach może także ulec znacznemu podwyższeniu, a to z kolei może spowodować nagły i znaczny wzrost liczby bakterii z rodzaju Legionella, co przy wytwarzanym przez fontanny aerozolu wodno – powietrznym może okazać się bardzo niebezpieczne dla ludzi.

W celu oceny możliwości wystąpienia zagrożenia bakteriami z rodzaju Legionella z uwagi na temperaturę wody w fontannach przeprowadzono badania temperatury w wybranych fontannach publicznych. Prace podzielono na dwie części. Pierwszą część zrealizowano w Polsce, w dużym mieście będącym popularną destynacją turystyczną. Drugą przeprowadzono za granicą. W tym celu wybrano kraj, w którym klimat jest cieplejszy niż w Polsce – Węgry.

W referacie przedstawiono charakterystykę bakterii z rodziny Legionellaceae ze szczególnym uwzględnieniem wpływu temperatury wody na ich obecność i namnażanie. Zaprezentowano wyniki badań wstępnych temperatury wody w trzech fontannach na Węgrzech zlokalizowanych w dwóch miastach. Omówiono otrzymane rezultaty i zaproponowano wstępne wnioski. Prace prowadzone były przez Politechnikę Krakowską w ramach projektu badawczego [4].

## 2. Charakterystyka bakterii z rodzaju Legionella

Bakterie z rodzaju Legionella należą do rodziny Legionellaceae. Są to gramujemne pałeczki o grubości od 0,3  $\mu\text{m}$  [5] do 1,0  $\mu\text{m}$  [6] i długości 1,3 (bakterie wolnożyjące)  $\div$  20  $\mu\text{m}$  [3,5], chociaż mogą występować także bakterie tworzące nić o długości do 50  $\mu\text{m}$  [6]. Poruszają się dzięki jednej lub kilku rzęskom zlokalizowanych na biegunie komórki bądź w jego pobliżu [5]. Poszczególne gatunki bakterii zaliczanych do omawianego rodzaju wykazują różnice między sobą w budowie chemicznej kwasów tłuszczowych występujących w ścianie komórkowej. Polega ona na odmiennej liczbie atomów węgla, wiązań podwójnych oraz sposobach przyłączania grupy  $\text{CH}_3$  do atomów węgla [6]. Bakterie te posiadają specjalne wymagania wzrostowe [7]. Do wzrostu wymagają bezwzględnie aminokwasów L – cysteiny i innych (m.in. L – alaniny), estrów wyższych kwasów tłuszczowych oraz jonów żelaza, cynku i manganu ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ )[6].

Zakażenie bakteriami Legionella następuje drogą wziewną poprzez wdychanie aerozolu wodnego o średnicy kropeł 2  $\div$  5  $\mu\text{m}$  zawierającego te bakterie lub poprzez zachłyśnięcie zakażoną wodą [5, 8].

### 2.1 Rezerwuary bakterii z rodzaju Legionella

Naturalnym środowiskiem występowania bakterii z rodzaju Legionella są wody powierzchniowe i podziemne, wody termalne, wody morskie, gleby uprawne i gliniaste [6]. Jedne z ostatnich badań [9] wskazują także na ich obecność w kałużach na drogach asfaltowych. Sztuczne rezerwuary tych bakterii zostały szczegółowo wymienione w [8]. Wśród nich wymienione są także fontanny. W sieci wodociągowej miejscem rozwoju tych bakterii są między innymi osady wewnątrzrurowe [6]. Bytują one w biofilmie, który tworzy się na pozostających w kontakcie z wodą wewnętrznych powierzchniach przewodów sieci i instalacji oraz urządzeń [8].

### 2.2 Postaci kliniczne legionelozy

Bakterie te są czynnikiem etiologicznym różnych postaci choroby o nazwie legioneloza. Wyróżnia się następujące postaci kliniczne legionelozy [6, 8, 10]:

- postać płucną (choroba legionistów, legionelozowe zapalenie płuc) – ciężkie zapalenie płuc z wysoką gorączką (do 39  $\div$  40°C, a nawet więcej); charakteryzuje się wysoką śmiertelnością;
- łagodna postać pozapłucna (gorączka Pontiac, gorączka Lochgoilhead) - charakteryzuje się gorączką z dreszczami, bólami mięśni, głowy i osłabieniem; choroba trwa 2 – 5 dni, choruje 90 % narażonych na zakażenie, a wyzdrowienie następuje samoistnie, na ogół nie stwierdza się przypadków śmiertelnych;
- ciężka postać pozapłucna – występująca jako zespół rozsianego wykrzepnięcia wewnątrznaczyniowego u osób po zabiegach transplantacyjnych.

Oprócz wymienionych postaci występują także zakażenia bezobjawowe, na które wskazuje wzrost miana swoistych przeciwciał w krwi [6]. Łagodna postać pozapłucna jest zwykle nazywana gorączką Pontiac [np. 6]. Pojawia się jednak jeszcze jedna nazwa – gorączka Lochgoilhead. Nazwę swą choroba ta wywodzi od małej miejscowości właśnie o nazwie Lochgoilhead w Szkocji. Odnotowano tam wśród osób odwiedzających kompleks rozrywkowo – hotelowy 170 przypadków ostrego zachorowania z takimi objawami jak bóle głowy, stawów, mięśni, zmęczenie, kaszel i duszności. Opisana epidemia jest uważana za pierwszą zachorowania przypominającego gorączkę Pontiac przypisywanego bakterii *Legionella micdadei* [11].

### 2.3 Bakterie *Legionella* a temperatura wody

Dla badań możliwości wystąpienia zagrożenia bakteriami *Legionella* istotna jest temperatura inaktywacji tych bakterii oraz zakres temperatur wody sprzyjający obecności i namnażaniu się tych bakterii. Ważna jest także preferowana temperatura dla wzrostu. Nie bez znaczenia pozostaje także pełny zakres temperatury w której można stwierdzić ich obecność.

Zależność bakterii *Legionella* od temperatury jest cały czas w trakcie badań [m.in. 12, 13]. W literaturze podawane są węższe bądź szersze zakresy temperatur dogodne dla wzrostu tych bakterii. Zależne jest to między innymi od warunków, których one dotyczą (laboratoryjne czy naturalne).

W warunkach laboratoryjnych bakterie *Legionella* wzrastają w zakresie temperatur  $15\div 43^{\circ}\text{C}$ , przy optimum  $36^{\circ}\text{C}$  [3, 6]. Według [14] wzrost tych bakterii następuje w temperaturze  $22\div 43^{\circ}\text{C}$ , przy optimum w temperaturze  $36^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Z kolei w innym artykule [13] wskazuje się zakres  $25\div 45^{\circ}\text{C}$  dla ich namnażania, przy tym samym optimum ( $35\div 37^{\circ}\text{C}$ ). Dokładnie te same zakresy i optima można znaleźć w publikacji [15]. W opracowanych zaleceniach [8] jako optymalną temperaturę wzrostu, ale w warunkach naturalnych, wymienia się zakres  $32\div 42^{\circ}\text{C}$ , co z kolei zgodne jest ze stwierdzeniem wykazany w [16 za 17], iż naturalnie występująca *Legionella pneumophila* przeżywa i namnaża się w temperaturze pomiędzy  $25$  a  $45^{\circ}\text{C}$  z optymalnym zakresem właśnie między  $32\div 42^{\circ}\text{C}$ .

W publikacji [10] pojawia się stwierdzenie, iż bakterie te zasiedlają sieci wód użytkowych o temperaturze  $20\div 50^{\circ}\text{C}$ . Według [3] bakterie *Legionella* kolonizują często systemy dystrybucji wody o temperaturze pomiędzy  $20\div 50^{\circ}\text{C}$ , a więc w takim samym zakresie jak w poprzedniej pracy. W zaleceniach [8] stwierdza się, iż zakres temperatur  $20\div 45^{\circ}\text{C}$  jest jednym z czynników sprzyjających występowaniu i namnażaniu się ich w sztucznych rezerwarach wody.

Według [17] poniżej  $20^{\circ}\text{C}$  odnotowuje się niewielki lub żaden wzrost liczby tych bakterii. Z kolei [5] podaje, iż poniżej tej temperatury bakterie te znajdują się w stanie hibernacji. Inni autorzy [8] wskazują, iż poniżej  $20^{\circ}\text{C}$  bakterie *Legionella* nie namnażają się, ale dość długo przeżywają. Tego faktu dowiedziono między innymi w badaniach [18], podczas których ustalono, iż w temperaturze  $5^{\circ}\text{C}$  w wodzie wodociągowej bakterie te mogą przeżywać przez okres dłuższy niż 299 dni. Z tych właśnie względów dla przechowywania i dystrybuowania zimnej wody rekomenduje się temperaturę poniżej  $25^{\circ}\text{C}$ , zaznaczając, iż doskonale byłoby, aby była ona poniżej  $20^{\circ}\text{C}$  [17]. Dodać jednak należy, iż ostatnie badania zmutowanych szczepów bakterii *Legionella* [19] wykazały, iż bakterie te mogą rosnąć w także w temperaturze poniżej  $20^{\circ}\text{C}$  w określonych warunkach.

### 3. Zakres badań i metodyka badawcza

Przyjęty program badań możliwości wystąpienia zagrożenia bakteriami z rodzaju *Legionella* w fontannach publicznych [4] zakładał kilka etapów. Realizację kolejnych etapów uzależniano od wyników badań pierwszego etapu. W etapie wstępnym założono wykonanie pomiarów temperatury wody w wybranych fontannach w jednej lub dwóch seriach o różnych godzinach w dniach o wysokich temperaturach powietrza, a następnie porównanie średniej temperatury wody z preferowanym zakresem dla wzrostu bakterii z rodzaju *Legionella*. Zarówno wybór fontann publicznych podlegających badaniom, jak i miesiące w których były przeprowadzane badania były celowe.

Prezentowane w artykule wyniki stanowią część badań przeprowadzonych w pierwszym etapie, którą wykonano na Węgrzech. Pozostałe pomiary (nie omawiane w referacie) prowadzone były w Krakowie. Prezentowane prace prowadzone były w trzecim kwartale roku, w miesiącu sierpniu. Jest to jeden z najcieplejszych okresów w roku, dlatego też temperatura wody w fontannach w tym czasie mogła również być wysoka. Badania prowadzone były w dwóch miastach na Węgrzech. Badano temperaturę wody w dwóch fontannach publicznych w centrum Debrecena i w jednej w centrum Hajduszoboszlo – popularnej destynacji turystycznej.

W badaniach celowo zostały wybrane fontanny znajdujące się w ścisłym centrum miast będących popularnymi celami podróży wielu turystów. W upalne dni fontanny zlokalizowane w miejscach nasłonecznionych były oazą dla szukających ochłody turystów.

Liczba punktów pomiarowych była dostosowywana do wielkości niecki fontanny oraz jej geometrii w ten sposób, aby średnia temperatura mogła być reprezentatywna dla fontanny, a pojedyncze pomiary tworzyły w miarę kompletną informację o temperaturze wody. Punkty pomiarowe były zlokalizowane równomiernie w niecce fontanny. Badano fontanny zarówno o prostych kształtach niecki (owalny, kołowy), jak i bardziej skomplikowanych, składających się z kilku basenów.

Badania wykonywano w jednej serii. W trakcie każdej serii badań rejestrowano:

- temperaturę wody w niecce fontanny w kilku punktach pomiarowych
- temperaturę powietrza
- wilgotność powietrza.

Ponadto zapisywano także godzinę pomiaru oraz krótki opis pogody występującej w danym dniu i dniach poprzednich.

Badania temperatury wody prowadzone były przy użyciu termometru cyfrowego KT – 300. Rozdzielczość termometru wynosiła 0,1°C, a jego dokładność  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Temperatura powietrza i wilgotność powietrza były rejestrowane na podstawie pomiarów stacją pogodową WS – 9400. Ponadto rejestrowano także wskazania termometru publicznego, który znajdował się w okolicy lokalizacji każdej z badanych fontann (zarówno w Debrecenie, jak i w Hajduszoboszlo).

Oprócz wymienionych wyżej pomiarów wykonano bogatą dokumentację fotograficzną każdej z fontann obrazującą między innymi liczbę osób znajdujących się wokół fontanny, wskazującą jak wiele osób mogłoby być potencjalnie zagrożonych. Do każdego z pomiarów wykonywano także szkic w planie niecki fontanny z lokalizacją punktów pomiarowych.

Na rysunku 1 zaprezentowano jedną z fontann, w której były wykonywane pomiary.



*Rys. 1. Przykład fontanny publicznej w Debrecenie na Węgrzech objętej programem badań*  
*Fig. 1. An example of a public fountain in Debrecen, Hungary covered by the research program*

#### **4. Wyniki badań**

Wyniki badań temperatury wody w fontannach zestawiono w tabelach o nr 1 ÷ 3. W każdym zestawieniu tabelarycznym opracowanym dla każdej z badanych fontann podano daty wykonania pomiarów, wyniki pomiarów parametru podstawowego, tj. temperaturę wody wyrażoną w stopniach Celsjusza oraz punkty pomiarowe dla których był badany ten parametr. Badania wykonywano w jednej miejscowości w ciągu jednego dnia.

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono prace wykonywane podczas pomiarów temperatury wody w fontannach w Debrecenie i Hajduszoboszlo na Węgrzech.

Tabela. 1. Wyniki badań temperatury wody w fontannie nr 1 w Debrecenie (Węgry)  
 Table. 1. The test results of water temperature in the fountain No. 1 in Debrecen (Hungary)

Punkt pomiarowy	Temperatura wody [°C]
	Data: 26/08/2015
1 bg	23,6
2 bg	23,6
3 bg	23,6
1	24,1
2	24
3	24
4	23,9
5	23,9
6	23,7
7	23,7
8	23,6
9 (strumień)	23,6

bg – basen górny

Tabela. 2. Wyniki badań temperatury wody w fontannie nr 2 w Debrecenie (Węgry)  
 Table. 2. The test results of water temperature in the fountain No. 2 in Debrecen (Hungary)

Punkt pomiarowy	Temperatura wody [°C]
	Data: 26/08/2015
1	21,5
2	21,5
3	21,5
4	21,5
5	21,5
6	21,5
7	21,6
8	21,5

Tabela. 3. Wyniki badań temperatury wody w fontannie w Hajduszoboszlo (Węgry)  
Table. 3. The test results of water temperature in the fountain in Hajduszoboszlo (Hungary)

Punkt pomiarowy	Temperatura wody [°C]
	Data: 27/08/2015
1	22,2
2	22,2
3	22,2
4	22,2
5	22,2
6	22,2
7	22,2



Rys. 2. Pomiary temperatury wody w jednej z fontann na Węgrzech  
Fig. 2. Measurements of water temperature in one of the fountains in Hungary





*Rys. 3. Pomiar temperatury wody w jednej z fontann na Węgrzech*

*Fig. 3. Measurements of water temperature in one of the fountains in Hungary*

## 5. Dyskusja wyników

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, iż temperatury woda we wszystkich fontannach była wyrównana. Maksymalna różnica pomiędzy wykonywanymi pomiarami w jednej serii pomiarowej wyniosła  $0,5^{\circ}\text{C}$ , która wystąpiła tylko w przypadku jednej fontanny i związana było ze specyfiką fontanny (m.in. geometrią i ruchem występującym w fontannie). Zaznaczyć należy, iż różnica ta wystąpiła pomiędzy dwoma skrajnie zlokalizowanymi punktami pomiarowymi w jednej z niecek fontanny, zaś temperatura wody pomiędzy tymi punktami stopniowo zmieniała się, na co wskazują wyniki badań zarejestrowane dla punktów pośrednich. Zwykle różnica ta wynosiła  $0,1^{\circ}\text{C}$  bądź nie odnotowywano jej wcale. Takie wyniki mogą świadczyć między innymi o dobrym wymieszaniu wody w fontannie.

We wszystkich pomiarach temperatura wody w fontannach była powyżej 20°C, a więc powyżej temperatury w której bakterie Legionella znajdują się w stanie hibernacji według [5]. W żadnym z pomiarów nie wystąpiła jednak temperatura wyższa niż 25°C. Według [17] poniżej 37°C wskaźnik reprodukcji tych bakterii maleje i poniżej 20°C nie ma wzrostu bądź jest niewielki. W badanych fontannach zakres występujących temperatur wahał się pomiędzy 20 a 25°C. Można zatem stwierdzić, iż pomimo wysokich temperatury powietrza utrzymujących się przez dłuższy czas nie odnotowano podczas pomiarów znacznego podwyższenia temperatury wody w fontannach (powyżej 25°C). Niemniej niepokojący może być fakt, iż temperatura wody była we wszystkich przypadkach powyżej 20°C. Badania temperatury nie mogą wykluczyć obecności bakterii Legionella i powolnego ich wzrostu. Pierwszy etap badań wskazuje na konieczność przeprowadzenia drugiego etapu związanego z badaniem jakości wody pod względem obecności bakterii z rodzaju Legionella.

## 6. Podsumowanie i wnioski

Rejestrowane temperatury wskazują na możliwość obecności i powolnego wzrostu bakterii z rodzaju Legionella. Konieczna jest zatem ocena ilościowa występowania bakterii w próbkach wody z każdej fontanny, jak również regularne pomiary temperatury wraz z pomiarami nocnymi, celem oceny, jak zmienia się temperatura wody w ciągu doby.

Uzyskane wartości temperatury nie wskazują na duże zagrożenie bakteriami z rodzaju Legionella, niemniej nie wykluczają go, zwłaszcza, że ostatnie badania [19] wskazują także na możliwość wzrostu tych bakterii również w temperaturze poniżej 20°C.

## Bibliografia

- 1) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, Dz.U. 2015 poz. 1989
- 2) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 listopada 2015 roku w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach, Dz.U. 2015 poz. 2016
- 3) Botzenhart K. i inni „Legionella” w „Guidelines for drinking – water quality. Second edition. Addendum. Microbiological agents in drinking water” WHO Gene-va 2002, s. 40 – 69
- 4) DS /Ś-3/2015 Rozwój metod monitoringu sieci wodociągowych, kanalizacyjnych oraz środowiska. Zadanie 1. Badanie zagrożeń jakości dostarczanej konsumentom wody pitnej
- 5) Szewczyk E. (redakcja) „Diagnostyka bakteriologiczna”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013
- 6) Grabińska - Łoniewska A., Siński E. „Mikroorganizmy chorobotwórcze i potencjalnie chorobotwórcze w ekosystemach wodnych i sieciach wodociągowych”, Wydawnictwo Seidel – Przywecki, Warszawa 2010
- 7) Stypułkowska – Misiurewicz H., Krogulska B., Pancer K., Matuszewska R. „Legionella sp. – laboratoryjne rozpoznawanie zakażeń u ludzi w środowisku wodnym” Rocznik PZH, 52, nr 1, 2001, s. 1 – 18
- 8) Krogulska B., Matuszewska R., Maziarka D., Krogulski A., Szczotko M., Bartosik M. „Zalecenia dotyczące ograniczania występowania zanieczyszczeń mikrobiologicznych, w tym bakterii z rodzaju Legionella, w systemach wody technologicznej/ chłodniczej i w sanitarnych instalacjach wody ciepłej w zakładach przemysłowych” Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Zakład Higieny Środowiska, Warszawa 2013
- 9) Sakamoto R., Ohno A., Nakahara T. i inni „Legionella pneumophila in rainwater on roads” Emerging Infectious Diseases, vol. 15, No. 8, August 2009, s. 1295 – 1297, [www.cdc.gov/eid](http://www.cdc.gov/eid)
- 10) Magdzik W. i inni (redakcja) „Choroby zakaźne i pasożytnicze – epidemiologia i profilaktyka”, α – Medica Press 2007, s.154 – 159
- 11) Goldberg D.J., Wrench J.G., Collier P.W., Emslie J.A., Fallon R.J., Forbes G.I., McKay T.M., Macpherson A.C., Markwick T.A., Reid D. „Lochgoilhead fever: outbreak of non-pneumonic legionellosis due to Legionella micdadei” Lancet 1989 Feb;1(8633):s. 316-8
- 12) Ohno A., Kato N., Yamada K., Yamaguchi K. „Factors influencing survival of Legionella pneumophila Serotype 1 in hot spring water and tap water” Applied and Environmental Microbiology, vol.69, No. 5, May 2003, s. 2540 – 2547
- 13) Toczyłowska B., Kozłowski B. „Temperatura jako czynnik ryzyka skażenia wody wodociągowej bakteriami Legionella – doświadczenia z praktyki”, Instal nr 4/ 2012, s. 18 – 24
- 14) Chudzicki J. „Bakterie Legionella w instalacjach sanitarnych”, Gaz, woda i technika sanitarna”, nr 2/1998, s. 64 – 72
- 15) Toczyłowska B. „Rola biofilmu w zapobieganiu i zwalczaniu bakterii Legionella w instalacjach wodociągowych”, Technologia wody, rok VIII, zeszyt 1(45), styczeń – luty 2016, s. 22 – 30

- 16) Yee R., Wadowsky R. „Multiplication of Legionella pneumophila in unsterilized tap water”, Applied and Environmental Microbiology, 43, 1982, s. 1330 – 1334
- 17) Bartram J., Chartier Y., Lee J.V., Pond K., Surman – Lee S. (edition) „Legionella and the prevention of legionellosis”, WHO 2007
- 18) Hsu S.C., Martin R., Wentworth B.B. „Isolation of Legionella Species form drinking water”, Applied and Environmental Microbiology, vo.48, no. 4, October 1984, s.830 – 832
- 19) Sodeberg M., Rossier O., Cianciotto N. „The type II protein secretion system of Legionella pneumophilapromotes growth at low temperatures”, Journal of Bacteriology, 186, 2004, s. 3712 – 3720