

Renata Zborowska-Dobosz, Arkadiusz Kuziemski, Monika Maron, Dorota Bahn, Aleksandra Owczarek

KOLONIZACJA SZPITALNYCH SIECI WODY CIEPŁEJ *LEGIONELLA SP.* W ŚWIETLE BADAŃ PROWADZONYCH W LATACH 2008 - 2010 W RAMACH NADZORU PRZEZ PAŃSTWOWEGO POWIATOWEGO INSPEKTORA SANITARNEGO W BYDGOSZCZY

LEGIONELLA CONTAMINATION OF HOSPITAL HOT WATER SUPPLY SYSTEMS IN
THE LIGHT OF RESEARCH CONDUCTED IN 2008-2010 AS PART OF SUPERVISION
BY THE COUNTRY SANITARY INSPECTOR IN BYDGOSZCZ

Powiatowa Stacja Sanitarno Epidemiologiczna w Bydgoszczy

STRESZCZENIE

Celem pracy była ocena skażenia bakteriami z rodzaju *Legionella* instalacji ciepłej wody użytkowej w budynkach zamkniętych zakładów opieki zdrowotnej. W okresie 2008-2010 Państwowy Powiatowy Inspektor Sanitarny w Bydgoszczy przeprowadził badania instalacji ciepłej wody użytkowej w 8 szpitalach. W okresie 2008-2010 pobrano 88 próbek wody ciepłej. Analizowano wyniki pomiarów temperatury i badań mikrobiologicznych wody ciepłej. Skażenie przekraczające normy wykryto w 6 szpitalach. Prowadzone działania naprawcze w każdym przypadku spowodowały znaczącą poprawę. W szpitalnych sieciach ciepłej wody były znaczące przekroczenia liczby bakterii *Legionella sp.* Łącznie zbadano 88 próbek wody, w 37 spośród nich wykryto ponadnormatywną liczbę bakterii *Legionella sp.* (tj. powyżej 100 jtk w 100 ml wody) co stanowiło 63,6% przebadanych próbek. Ogółem w 6 spośród 8 ocenionych szpitali stwierdzono w sieci instalacji wody ciepłej skażenie pałeczkami *Legionella sp.* na poziomie średnim i wysokim. Analiza odczytów temperatury wody wykazała, że najniższe wartości temperatury były skojarzone z wysoką kolonizacją sieci. Po przeprowadzonych działaniach naprawczych pobrano 50 próbek kontrolnych, w 37 liczba bakterii była poniżej wartości 100 jtk w 100 ml wody. Badania wykazały związek pomiędzy niską temperaturą wody ciepłej, a kolonizacją *Legionella sp.* w instalacji.

Słowa kluczowe: *Legionella sp.*, szpitale, instalacja ciepłej wody

ABSTRACT

The aim of the study was to assess the level of *Legionella sp.* contamination in the hot water supply systems at the premises of inpatient healthcare facilities. In the years 2008-2010 the State Poviats Sanitary Inspector in Bydgoszcz tested the hot water supply systems in 8 hospitals. A total of 88 samples of hot water were collected in the years 2008-2010. The analysis involved temperature measurements and microbiological testing of the hot water. Contamination levels exceeding the applicable standards were discovered in 6 hospitals. The corrective measures introduced allowed for a significant improvement in each case. The hospital hot water systems revealed *Legionella sp.* contamination levels considerably exceeding the approved standards. Of the 88 water samples tested, 37 contained excessive numbers of *Legionella sp.* bacteria (i.e. above 100 CFU in 100 ml of water), which constituted 63.6% of the samples tested. In 6 of the 8 investigated hospitals the *Legionella sp.* contamination of the hot water supply system was found to be on the medium or high level. The analysis of temperature measurements revealed that the lowest temperature readings were associated with high bacterial colonization of the plumbing system. After the implementation of corrective measures, 50 control samples were collected, and in 37 of them the bacterial levels were below 100 CFU per 100 ml of water. The *Legionella sp.* contamination was found to be associated with low temperature of the hot water.

Key words: *Legionella sp.*, hospitals, hot water supply system

WSTĘP

Bakterie z rodziny *Legionellaceae* z rodzaju *Legionella* *Tatloch* i *Fluoribacter* występujące w różnorod-

nych naturalnych i sztucznych zbiornikach wodnych, są czynnikiem etiologicznym legionelozy. W środowisku naturalnym bytują i namnażają się w komórkach ameb, natomiast w organizmie człowieka – w makrofagach

pęcherzyków płucnych, rzadziej w makrofagach tkankowych, monocytach i leukocytach. Drobnoustroje te znalazły dogodne warunki do bytowania w instalacjach wodnych wewnątrz budynków mieszkalnych i użytkowych, m.in. szpitalnych. Stwierdzano obecność pałeczek *Legionella* w inhalatorach, prysznicach, klimatyzatorach, nawilżaczach, wieżach chłodniczych, turbinach dentystycznych, wannach wirowych, biczach wodnych, fontannach. Do zakażenia pałeczkami z rodzaju *Legionella* dochodzi poprzez wdychanie skażonego aerozolu wodno-powietrznego (1). *Legionella* – wywołująca u człowieka legionelozę, obejmuje 50 gatunków, 70 serotypów bakterii. Jest cienką, orzęsioną, ruchliwą pałeczką Gram-ujemną o wymiarach $0,3\div 0,9 \times 2,0\div 4,9 \mu\text{m}$. Dominującymi gatunkami, odpowiedzialnymi za wywoływanie legionelozy są: *Legionella pneumophila*, a w mniejszym stopniu *Legionella micdadei* i *Legionella longbeach*. *Legionella pneumophila* serogrupy jest odpowiedzialna za ok. 70% szpitalnych i pozaszpitalnych przypadków zachorowań na legionelozę w Europie (2). Legionelozą została umieszczona w wykazie zakażeń i chorób zakaźnych w załączniku do ustawy z dnia 5 grudnia 2008 roku (3).

Zdolność przeżywania bakterii w organizmach jednokomórkowców to cecha utrudniająca ich eliminowanie ze środowiska. Pałeczki *Legionella* potrafią przenikać do organizmów jednokomórkowych i mnożyć się w ich wnętrzu. Takimi organizmami są np. ameby, które ze względu na swój niewielki rozmiar - około $20 \mu\text{m}$, potrafią dotrzeć niemalże do każdego miejsca w instalacji, jak również utworzyć bardzo odporne cysty. Cysty te chronią bakterie *Legionella* przed dezynfekcją (2).

Obowiązujące w Polsce rozporządzenie Ministra Zdrowia (4) określa m.in., że w ciepłej wodzie w budynkach zamieszkania zbiorowego i zakładów opieki zdrowotnej zamkniętej w próbce o objętości 100 ml liczba mikroorganizmów *Legionella sp.* powinna być niższa niż 100 jtk, natomiast w zakładach opieki zdrowotnej zamkniętej na oddziałach, w których przebywają pacjenci o obniżonej odporności, w tym objęci leczeniem immunosupresyjnym, pałeczki *Legionella sp.* powinny być nieobecne w 1000 ml wody.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury (5) określa, że instalacja ciepłej wody powinna zapewnić uzyskanie w punktach czerpalnych temperatury nie niższej niż 55°C i nie wyższej niż 60°C . Ponadto instalacja ta powinna umożliwiać przeprowadzanie ciągłej lub okresowej dezynfekcji metodą chemiczną lub fizyczną, w tym termicznej przy temperaturze nie niższej niż 70°C i nie wyższej niż 80°C .

Do chwili obecnej w Bydgoszczy nie zgłoszono żadnego zachorowania na legionelozę nabytą w związku z pobytem w szpitalu.

Śmiertelność w przypadkach legionelozowego zapalenia płuc (choroby legionistów) wynosi ok. 13 - 20%, ale w przypadkach zakażenia pałeczkami *Legionella*, nabytego w szpitalu - wzrasta, nawet do 30 - 50% (6). W Europie i USA około 20% zgłoszonych zachorowań na legionelozę u chorych hospitalizowanych na oddziałach intensywnej terapii rozpoznaje się jako zakażenia szpitalne. Związane jest to z używaniem respiratorów, inhalatorów, płuczek wodnych. Na konferencji EWGLI – Europejska Grupa ds. Zakażeń *Legionella* sugerowano, że przypadków zakażenia *Legionella sp.* należy również poszukiwać wśród chorych hospitalizowanych na innych oddziałach, gdzie rzadko są rozpoznawane (7).

MATERIAŁ I METODY

Na terenie działania Państwowego Powiatowego Inspektora Sanitarnego w Bydgoszczy znajduje się 8 szpitali. We wszystkich w latach 2008 – 2010 prowadzony był nadzór nad jakością wody ciepłej pochodzącej z instalacji ciepłej wody użytkowej. Analizowano 102 sprawozdania z badań wody. Próbkę pobierano zgodnie z obowiązującymi procedurami, ustawą o Państwowej Inspekcji Sanitarnej (8) i rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (4). Rozporządzenie określa miejsca poboru pobierania wody ciepłej w celu oceny skażenia instalacji wody ciepłej. Są to następujące punkty:

- wypływ ze zbiornika wody ciepłej lub najbliższy zbiornika punkt czerpalny,
- punkt czerpalny najdalej położony od zbiornika wody ciepłej,
- punkt czerpalny miejscu powrotu wody do zbiornika (woda recyrkulacyjna),
- punkty pośrednie, których liczba zależy od wielkości systemu

Niezależnie od wymienionych punktów wskazane jest również pobranie próbek wody z oddziałów, na których przebywają osoby należące do grupy podwyższonego ryzyka (onkologia, transplantologia, HIV).

Badania prowadzono zgodnie z PN – EN - ISO 11731 – 2:2008 (9). Typowanie punktów pobierania wody poprzedzało badanie temperatury wody. Temperaturę mierzono termometrem Elmetron PT 101 posiadającym aktualne świadectwo wzorcowania. Punkty pobierania próbek i pomiaru temperatury obejmowały miejsca w instalacji wody ciepłej budynków zgodne z rozporządzeniem (4).

Próbki wody do badań były pobierane do pojemników szklanych wcześniej wysterylizowanych w autoklawie w temp. 121°C przez 20 minut. Następnie były one transportowane do laboratorium Wojewódzkiej Stacji Sanitarnej - Epidemiologicznej w Bydgoszczy w temperaturze od 6 do 18°C , (chronione przed ciepłem

i światłem słonecznym). Do laboratorium były dostarczane w ciągu 1 do 2 godzin od momentu pobrania.

Analizę statystyczną wyników badań prowadzono przy użyciu pakietu programów Microsoft Office.

WYNIKI

W pierwszym półroczu 2008 roku zmierzono temperaturę wody ciepłej w 8 szpitalach. Najniższa odnotowana temperatura na oddziałach łóżkowych wynosiła 36,6° C, najwyższa 58,3° C. Najniższa temperatura wody na wyjściu z wymiennika wyniosła 52,0° C, najwyższa 86,0° C. Odnotowano obniżenia temperatury ok. 30 °C.

Po analizie 91 pomiarów temperatury wody ciepłej uznano, że w szpitalach, w których stwierdzono najniższą temperaturę wody ciepłej, należy w pierwszej kolejności pobrać wodę w kierunku wykrywania obecności bakterii z rodzaju *Legionella*.

W 2008 pobrano próbki wody z 2 szpitali. W każdej z 9 próbek stwierdzono przekroczenia normy. W pozostałych 6 szpitalach badania wykonano w 2009 roku.

Łącznie zbadano 88 próbek wody, w 37 spośród nich wykryto ponadnormatywną liczbę bakterii *Legionella* sp. (tj. powyżej 100 jtk w 100 ml wody) co stanowiło 63,6% przebadanych próbek. Ogółem w 6 spośród 8 ocenionych szpitali stwierdzono w sieci instalacji wody ciepłej skażenie pałeczkami *Legionella* sp. na poziomie średnim i wysokim. Wyniki badań przedstawiono na w tabeli nr 1 i wykresie 1.

Analiza odczytów temperatury wody wykazała, że najniższe wartości temperatury były skojarzone z wysoką kolonizacją sieci.

Zależność ta jest zilustrowana na wykresie 2.

Tabela 1. Wyniki badań wody ciepłej w kierunku bakterii z rodzaju *Legionella* w 8 szpitalach, tj. w 2008 r. zbadano wodę w 2 szpitalach, w 2009 r. w pozostałych 6, w 2010 zbadano w 7 szpitalach

Table 1. Results of testing for *Legionella* sp. in 8 hospitals

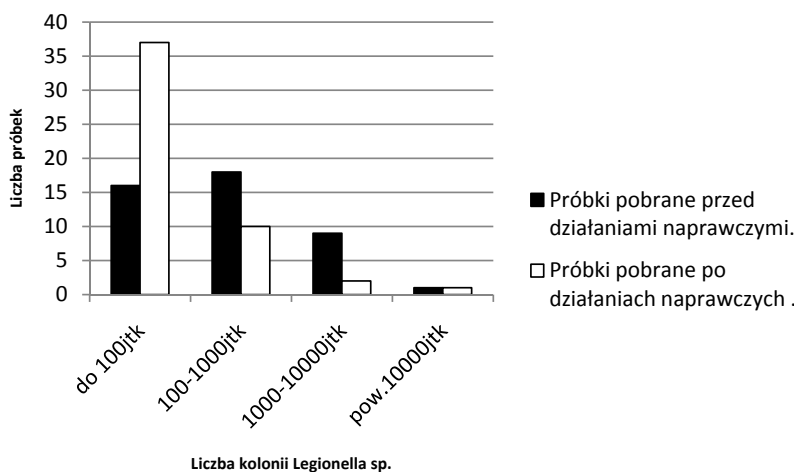
Szpital	Liczba szpitali, w których przeprowadzono badania w kierunku <i>Legionella</i>	Liczba szpitali, w których wszczęto postępowanie adm.	Liczba zbadanych próbek	Liczba zbadanych próbek, w których normy były przekroczone
2008	2 z 8	2	9	9
2009	6 z 8	4	35	21
2010	7 z 8	1	44	7
	Razem:	7	88	37

Po przeprowadzonych działaniach naprawczych pobrano 50 próbek kontrolnych, w 37 liczba bakterii była poniżej wartości 100 jtk w 100 ml wody.

DYSKUSJA

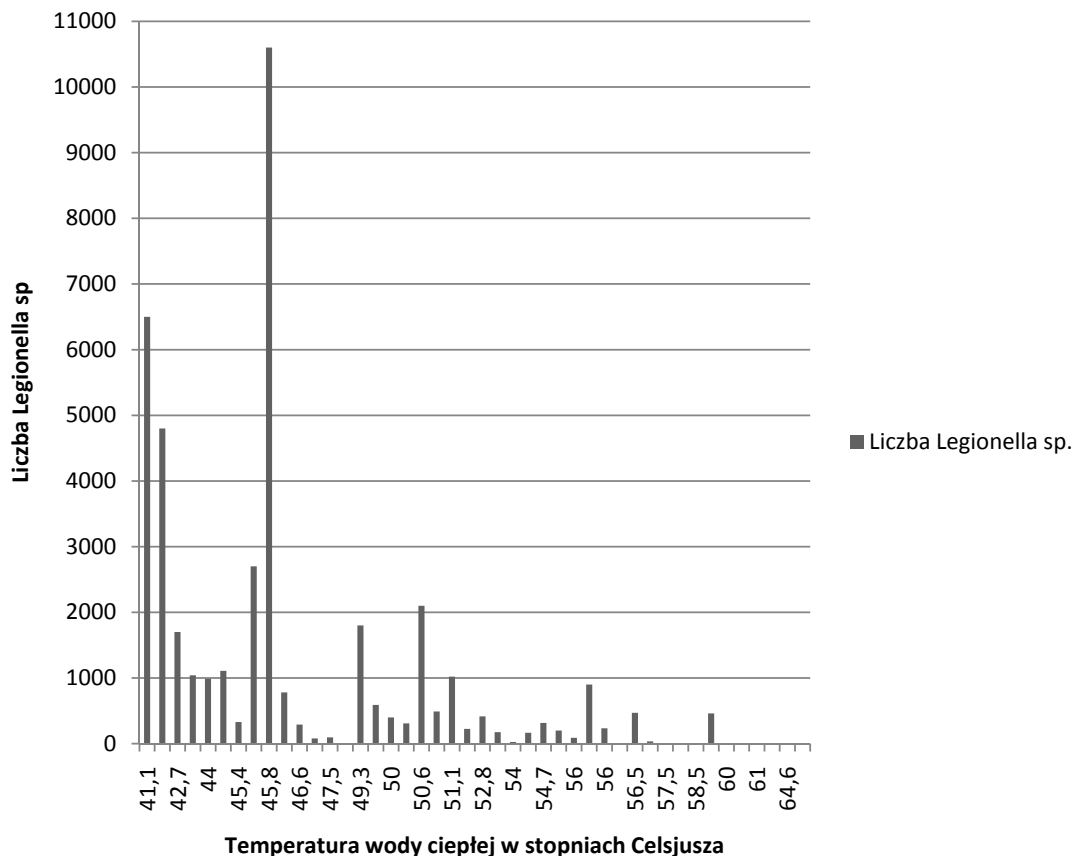
Obniżenie temperatury wody podczas przesyłu (różnice ok. 30 stopni Celsjusza) świadczy o braku równowagi w instalacji, niedomiarze mocy cieplnej dostarczanej do instalacji potrzebnej do utrzymania właściwej temperatury lub złym stanie technicznym sieci, zwłaszcza jej izolacji. W bezpośredni sposób wpływa to na niską temperaturę wody zbliżoną do 40°C (na wyjściu), która prawdopodobnie odgrywa istotną rolę w nadmiernej kolonizacji instalacji ciepłej wody użytkowej *Legionellą*.

Ważnym elementem jest też stan sanitarno-techniczny: istnienie osadów, biofilmu, ślepych odcinków sieci, pokrytych osadami, zakamienione prysznice, wylewki, nasadki sitkowe baterii umywalkowych. Najczęściej



Ryc. 1. Rozkład poszczególnych próbek w zależności od ilości *Legionella* sp. (pobór w 2008 i 2009 roku i po działaniach naprawczych pobór w 2010 r)

Fig. 1. Samples by numbers of *Legionella* sp. (initially in 2008 and 2009 and following corrective measures in 2010)



Ryc. 2. Liczba *Legionella sp.* w zależności od temperatury wody ciepłej
 Fig. 2. Numbers of *Legionella sp.* by hot water temperatures

działania naprawcze polegały na płukaniu i przegrzewaniu sieci. W jednym szpitalu zastosowano generator dwutlenku chloru.

Dwutlenek chloru jest szeroko stosowanym środkiem do dezynfekcji wody do picia, ponieważ ma wiele zalet tj. słaba reaktywność w stosunku do materii organicznej obecnej w wodzie, bez tendencji tworzenia chlorowcopochodnych, w tym THM – ów (). Dwutlenek chloru generuje tworzenie się ubocznych produktów dezynfekcji, m.in. chlorynów i chloranów (należy badać w zimnej wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi). W Polsce dwutlenek chloru w procesach dezynfekcji wody jest stosowany od 1992r., po uzyskaniu pozytywnych opinii Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej oraz Państwowego Zakładu Higieny (10). Dwutlenek chloru stosuje się nie tylko do utleniania wielu związków organicznych, ale także do poprawy smaku i barwy wody, a także obniżenia liczebności glonów.

Dwutlenek chloru posiada wiele zalet, do których należy zaliczyć takie jak:

- bardzo dobre działanie dezynfekcyjne podwyższonym zakresie pH wody,
- wysoką efektywność bakteriobójczą (zdolność bakteriobójcza około 2,5 krotnie większa od kwasu chlorawego),
- silne właściwości wirusobójcze (jest efektywniejszy

niż chlor),

- wykazuje efektywne niszczenie form przetrwalnikowych bakterii oraz dobre właściwości przeciw zarodnikowe i przeciw glonowe, powoduje utrzymywanie się długiej ochrony bakteriobójczej i bakteriostatycznej,
- powoduje rozkład osadów mikrobiologicznych w sieciach wodociągowych. (11)

Do wad dwutlenku chloru należą: koszty transportu i zakupu niezbędnych reagentów, oraz wybuchowość dwutlenku chloru jako gazu, rozkład pod wpływem promieni słonecznych, co stwarza konieczność wytwarzania *in situ*. (12)

Generatory dwutlenku chloru przeznaczone są do wytwarzania roztworu wodnego ClO_2 w oparciu o reakcję kwasu solnego (HCl) z chlorynem sodowym (NaClO_2). Produkcja dwutlenku chloru może odbywać się z wykorzystaniem reagentów rozcieńczonych. Powstały w komorze reakcyjnej dwutlenek chloru wprowadzany jest do mieszacza, przez który przepływa woda transportowa (2). Następnie roztwór wprowadzany jest do instalacji ciepłej wody użytkowej. Jest to jednak rozwiązanie stosunkowo drogie w zakupie i eksploatacji.

Wyniki badań z lat 2008-2009 wyraźnie wskazują na skolonizowanie *Legionellą sp.* instalacji Ciepłej wody użytkowej, ponieważ aż w $\frac{3}{4}$ zbadanych próbek były przekroczenia. Jest wysoce prawdopodobne, że

stwarzało to ryzyko wystąpienia zakażenia szpitalnego, ale takich przypadków nie zarejestrowano. Dzięki podjętym działaniom naprawczym problem uległ marginalizacji. Przekroczenia w 2010 roku dotyczyły tylko jednego szpitala. Wydaje się, że dzięki działaniom nadzorowym organów Inspekcji Sanitarnej zminimalizowano ryzyko zakażenia hospitalizowanych.

PODSUMOWANIE

1. W Bydgoszczy były znaczące przekroczenia liczby *Legionella sp* w szpitalnych sieciach ciepłej wody.
2. Badania wykazały związek pomiędzy niską temperaturą wody ciepłej, a kolonizacją *Legionella sp.* w instalacji.
3. Proste sposoby eliminacji bakterii były z reguły skuteczne (płukanie, przegrzewanie wody w sieci, dezynfekcja dwutlenkiem chloru).

PIŚMIENNICTWO

1. Krogulska B., Matuszewska R., Stypułkowska – Misiurewicz H., „Zasady kontroli i zapobiegania namnażaniu się pałeczek *Legionella* w instalacjach i urządzeniach wytwarzających aerozol wodno-powietrzny w obiektach służby zdrowia.” w ramach projektu badawczego MNiI nr 2 PO5D026 26 pt. „Ocena zagrożenia legionelozą na podstawie wykrycia patogenu oraz badania różnicowania i zjadliwości szczepów *Legionella* izolowanych od ludzi i z systemów wodnych budynków użyteczności publicznej. Opracowanie systemu kontroli zapobiegania zakażeniom”, www.pzh.gov.pl,
2. Wolski A., Kaiser K. *Legionella* w instalacjach budynków. Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie” Warszawa 2009 str.1-142
3. Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 roku o zapobieganiu i zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi (Dz. U. z 2008 r., Nr 234, poz. 1570 z późn.zm.)

4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z 2007 r. Nr 61, poz. 417 z późn. zm),
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75 poz. 690 z późn. zm),
6. Pancer K, Stypułkowska-Misiurewicz H, Krogulska B, Matuszewska R, Meszaros J. Legionelozę w szpitalach. Blok Operacyjny 2001, 1, 15-18.
7. Stypułkowska-Misiurewicz H, Pancer K, Krogulska B, Matuszewska R. Ognisko choroby legionistów na oddziale okulistycznym. Szpitalne zakażenie *Legionella Pneumophila* po raz pierwszy obserwowane w Polsce. *Przegl Epidemiol* 2007; 61:657- 666
8. Ustawa z dnia 14 marca 1985 roku o Państwowej Inspekcji Sanitarnej (Dz. U. z 2008 r. Nr 12, poz. 49 z późn. zm.)
9. 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.
10. Traczewska T M, Biłyk A, Czarniecka J, Piekarska K, Trusz A. Ocena potencjalnej mutagenności wody pitnej metodą biotestu. Grant Nr 7T09D 02721. Raport SPR, Wrocław 2004,
11. Mielczarek M. Dezynfekcja wody dwutlenkiem chloru. *Ochrona środowiska*, nr 4 (59), 1995.
12. http://www.epa.gov/safewater/contamination/index.html#d_dbps

Otrzymano: 9.02.2011 r.

Zaakceptowano do druku: 18.04.2011 r.

Adres do korespondencji:

Państwowy Powiatowy Inspektor Sanitarny w Bydgoszczy
ul. Kościuszki 27
85-079 Bydgoszcz
e-mail: renatadobosz@interia.pl
tel. +48728874419