

Joanna SPERZYŃSKA, Michał MICHAŁKIEWICZ,

INSTYTUT INŻYNIERII ŚRODOWISKA
POLITECHNIKA POZNAŃSKA

CZY FONTANNY WEWNĘTRZNE SĄ BEZPIECZNE?

ARE INNER FOUNTAINS SAFE ?

The article presents a preliminary assessment of the quality of water used in the fountains. Microbiological and physico-chemical research made of water collected from 3 fountains located in large shopping malls indicate that the quality of water in some fountains is bad. Water parameters also show that the water in those fountains is subjected to a secondary purification. Unfortunately, the quality of the water in the fountains is not standardized by any regulations and sanitary services do not monitor the purity of the water in terms of microbiology regularly. Obtained results indicate that the poor condition of the water from the fountains can provide, inter alia, the source of humans' infections. Not only is it recommended to implement the relevant provisions for the quality of the water in the fountains but monitor water in the fountains as well.

1. Wprowadzenie

Fontanna to specyficzny element architektoniczny, najczęściej ośrodków miejskich związanych z odpowiednim poziomem cywilizacyjnym. Budowano je zwykle ze względu na zalety estetyczne i użytkowe. Dawniej były one miejscem poboru wody gospodarczej, ale funkcjonowały także jako źródła pitne.

Wraz z rozwojem techniki budowlanej pojawiły się również fontanny dekoracyjne, które stały się niekiedy prawdziwymi dziełami sztuki. Obecne rozwiązania techniczne i konstrukcyjne, m.in. przez wprowadzenie sterowania i nadzoru elektronicznego, podniosły ich walory estetyczne, a niekiedy dzięki zastosowaniu specjalnych programów świetlnych (kolory) doprowadziły do możliwości uzyskania ciekawych i fantastycznych efektów wizualnych. Ze względu na lokalizację, fontanny można podzielić na dwie grupy: fontanny zewnętrzne i wewnętrzne.

W fontannach zewnętrznych, zlokalizowanych najczęściej na placach, skwerach czy w parkach, spotyka się zarówno charakterystyczne lustro wody, z którego woda tryska pod ciśnieniem w górę, jak i różne formy rzeźbiarskie, z których woda spływa do zbiornika fontanny. Niekiedy występują również fontanny ze spływem kaskadowym. Takie fontanny zewnętrzne, ze względu na panujące warunki klimatyczne, funkcjonują u nas najczęściej od maja do końca września.

Fontanny wewnętrzne natomiast, to coraz częściej pojawiająca się forma architektoniczna, która stanowi ciekawą, całoroczną ozdobę zlokalizowaną najczęściej w wielkoprzestrzennych galeriach handlowych lub niekiedy w renomowanych hotelach czy restauracjach. Tego typu fontanny występują m.in. w formie ścian, brył i wymyślnych zbiorników z płynącą wodą i oryginalnym podświetleniem. Są one wielką atrakcją dla osób przebywających w tego typu obiektach [1].

Dobrze zaprojektowane i zaawansowane technicznie i technologicznie fontanny mogą sprawiać, że miasto (obiekt) zyskuje na atrakcyjności. W związku z tym, coraz częściej projektanci za priorytet stawiają sobie już nie tylko ich funkcję dekoracyjną, ale również oryginalność i wielość zastosowań. Oczekiwania współczesnego społeczeństwa odnośnie fontann to nie tylko pełnienie funkcji dekoracyjnej, funkcji źródła wody służącej m.in. do ochłody, do stworzenia specyficznego mikroklimatu, ale także coraz częściej możliwość oglądania spektakli wodnych z udziałem dźwięku, światła lub interaktywnej zabawy z wodą, czy nawet możliwość kąpieli w upalne dni. Władze licznych miast i projektanci wychodzą naprzeciw tym wyzwaniom, wiedząc, że typowy wodotrysk starego typu nie stanowi już atrakcji. Oczywiście dotyczy to głównie fontann zewnętrznych [9].

Okazuje się jednak, że fontanny, mimo wielu zalet, głównie estetyczno-dekoracyjnych, mogą stwarzać pewne zagrożenie dla ludzi. Fakt korzystania z wody miejskich fontann przez ludzi (moczenie rąk, nóg, zażywanie kąpieli) oraz zwierzęta (fontanny to także poidła, szczególnie dla ptaków, niekiedy dla psów) ma bezpośredni wpływ na jakość wody, głównie fontann zewnętrznych. Nie bez znaczenia są także czystość otoczenia fontanny (ruchliwa ulica, miejsce zaciszne, park), popularność miejsca (bardziej lub mniej chętnie odwiedzane) oraz dbałość o fontanny przez służby odpowiedzialne za ich stan techniczno-sanitarny [4].

W celu sprawdzenia, jaka jest jakość wody w fontannach wewnętrznych, postanowiono przebadać 3 fontanny zlokalizowane w dużych centrach handlowych w Poznaniu. W tym opracowaniu omówione zostaną parametry fizyczno-chemiczne i mikrobiologiczne wody pobranej z tych fontann.

2. Materiały i metody

W lutym, marcu i kwietniu 2016 r. pobrano w godzinach rannych próbki wody z trzech fontann (nr 1, 2 i 3) zlokalizowanych w holu głównym dużych centrów handlowych w Poznaniu, a następnie wykonano podstawową analizę bakteriologiczną i fizykochemiczną wody. W trakcie poboru próbek wody mierzono miernikiem Combo firmy Hanna temperaturę wody [°C], odczyn pH i przewodnictwo elektrolityczne właściwe [$\mu\text{S}/\text{cm}$], a wszystkie pozostałe oznaczenia wykonano w laboratorium.

W badaniach fizyko-chemiczne oznaczono: temperaturę wody [°C], odczyn pH, przewodnictwo elektrolityczne właściwe [$\mu\text{S}/\text{cm}$], zasadowość wobec fenoloftaleiny, metyloranżu i ogólną [mval/L], kwasowość [mval/L], twardość ogólną [on, mval/L, mg CaCO_3/L], twardość węglanową [mg CaCO_3/L], twardość niewęglanową [mg CaCO_3/L], zasadowość alkaliczną [mval/L], wapń [mg Ca/L], magnez [mg Mg/L], chlorki [mg Cl/L], żelazo [mg Fe/L], mangan [mg Mn/L], azot amonowy [mg NNH_4/L], azot azotynowy [mg NNO_2/L], azot azotanowy [mg NNO_3/L] oraz utlenialność nadmanganianową [mg O_2/L]. Natomiast w badaniach mikrobiologicznych oznaczono: ogólną liczebność bakterii mezofilnych w 1 mL (posiew wgłębnny i hodowla w 37°C przez 48h), psychrofilnych w 1 mL (posiew wgłębnny i hodowla w 22°C przez 72h) oraz bakterii grupy coli w 100 mL próbki wody (metoda filtrów membranowych, a wynik podano jako wskaźnik grupy coli w 100 mL). W zestawieniu wyników badań podano zakresy (minimum i maksimum) poszczególnych oznaczeń oraz wartość średnią.

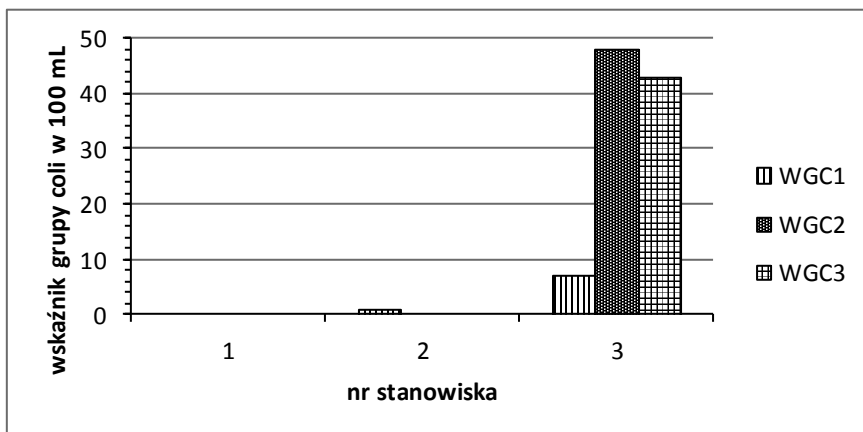
Wszystkie oznaczenia fizyko-chemiczne i mikrobiologiczne wykonano w laboratorium Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej zgodnie z obowiązującą metodyką według Standard Methods [8] oraz Polskich Norm [5, 6].

3. Wyniki badań i ich omówienie

Na podstawie uzyskanych wyników badań bakteriologicznych można stwierdzić, że jedna z fontann (nr 1) we wszystkich trzech terminach badawczych była całkowicie pozbawiona bakterii mezofilnych (w 1 mL), psychrofilnych (w 1 mL) i bakterii grupy coli (w 100 mL) (rys. 1 i 2).

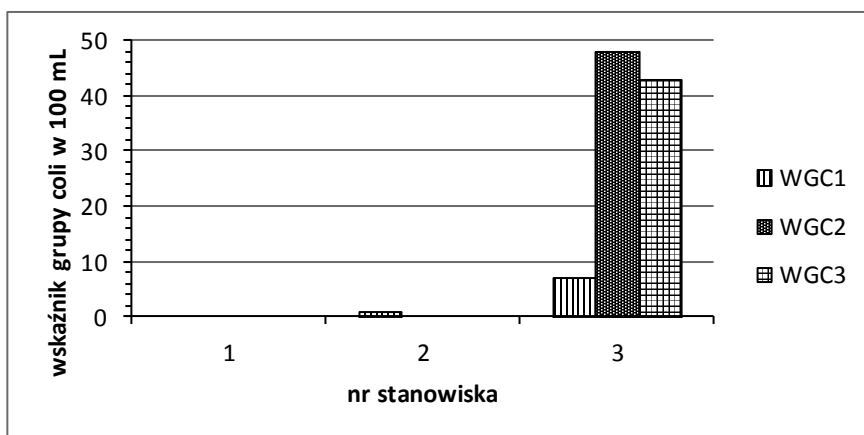
W pozostałych fontannach liczebność bakterii mezofilnych była dość zróżnicowana (rys. 1) i wahała się od 240 jtk/1 mL (fontanna nr 3) do 5200 jtk/1 mL (fontanna nr 2), a psychrofilnych od 280 jtk/1 mL (fontanna nr 3) do 4100 jtk/1 mL (fontanna nr 3). Natomiast wskaźnik grupy coli w 100 mL próbki wody był bardzo zmienny. W wodzie z fontanny nr 2 był bardzo niski i zawierał się w niewielkim przedziale od 0 do 1, a w fontannie nr 3 był najwyższy i wynosił od 7 do 48 (rys. 2).

Otrzymane wyniki badań mikrobiologicznych wskazują, że woda w fontannie nr 3 we wszystkich terminach badawczych jest dość silnie zanieczyszczona, m.in. przez fekalia, natomiast nr 2 była jednorazowo nieznacznie skażona (wskaźnik grupy coli = 1). Potwierdzeniem zanieczyszczenia wody w fontannie nr 3 i 2 jest także podwyższona liczebność bakterii mezofilnych i psychrofilnych w 1 mL próbki wody. Liczebność bakterii mezofilnych wahała się w tych fontannach od 240 do 5200 jtk/1 mL, a psychrofilnych od 280 do 4100 jtk/1 mL próbki wody. Jednocześnie zauważono, że w fontannie nr 2 liczebność bakterii mezofilnych była zawsze większa niż psychrofilnych, natomiast w fontannie nr 3 taka reguła występowała tylko jeden raz i częściej liczniej występowały bakterie psychrofilne.



Rys. 1. Liczebność bakterii mezofilnych (M1, M2, M3) i psychrofilnych (P1, P2, P3) w 1 mL próbki wody w trzech terminach badawczych (1-luty, 2-marzec, 3-kwiecień) na trzech stanowiskach (fontanna 1, 2, 3)

Fig. 1. The number of mesophilic bacteria (M1, M2, M3) and psychrophilic (P1, P2, P3) in 1 mL of water samples in three terms of research (1 to February 2-March 3-April) at three positions (fountain 1, 2, 3)



Rys. 2. Wskaźnik grupy coli (WGC1, WGC2, WGC3) w 100 mL próbki wody w trzech terminach badawczych (1-luty, 2-marzec, 3-kwiecień) na trzech stanowiskach (fontanna 1, 2, 3)

Fig. 2. Indicator coliform (WGC1, WGC 2, WGC 3) in 100 mL water sample in three terms of research (1 to February 2-March 3-April) at three positions (fountain 1, 2, 3)

Wskazuje to, że potencjalnym źródłem skażenia tych wód mogą być bezpośrednio ludzie mający dość swobodny dostęp do wody, która wykorzystywana jest przez nich do różnych celów (np. mycie i zanurzanie rąk, moczenie chusteczek, płukanie opakowań), a przy okazji zostaje wtórnie skażona. Te i inne czynności związane z bezpośrednim kontaktem z wodą wypływającą z fontann powinny być zakazane, jednak zarówno konstrukcja (budowa), jak i lokalizacja fontanny powodują, że w wielu galeriach fontanna ma być właśnie tym miejscem, do którego przyciągani są ludzie.

W tabelach 1, 2 i 3 zestawiono wyniki analiz fizyko-chemicznych wody z poszczególnych fontann, podając zakresy i wartość średnią z trzech poborów.

Tablica 1. Zakresy i wartość średnia wody z fontanny nr 1
 Table 1. The range and average value of water from a fountain 1

Parametr / jednostka		Zakres	Średnia
Temperatura	°C	16,1 - 18,0	16,9
pH		7,36 - 8,33	7,94
Przewodnictwo elektrolityczne właściwe	µS/cm	950 - 3128	2183
Zasadowość wobec metyloranżu	mval/L	0,80 - 1,20	1,03
Zasadowość wobec fenoloftaleiny	mval/L	0,00 - 0,30	0,10
Zasadowość ogólna	mval/L	0,80 - 1,50	1,13
Kwasowość	mval/L	0,00 - 0,22	0,14
Twardość ogólna	°n	6,1 - 16,0	9,47
Twardość ogólna	mval/L	2,18 - 5,71	3,38
Twardość ogólna	mg CaCO ₃ /L	109,0 - 285,5	169,0
Twardość węglanowa	mg CaCO ₃ /L	40,0 - 75,0	56,5
Twardość niewęglanowa	mg CaCO ₃ /L	69,0 - 210,5	112,5
Zasadowość alkaliczna	mval/L	Brak	Brak
Wapń	mg Ca/L	27,1624 - 65,7616	43,6028
Magnez	mg Mg/L	4,3460 - 29,5528	14,6315
Chlorki	mg Cl/L	115,0 - 581,0	373,7
Żelazo	mg Fe/L	0,250 - 0,453	0,365
Mangan	mg Mn/L	0,000	0,000
Azot amonowy	mg N _{NH4} /L	0,044 - 0,596	0,328
Azot azotynowy	mg N _{NO2} /L	0,0045 - 0,0155	0,0085
Azot azotanowy	mg N _{NO3} /L	0,0560 - 0,1030	0,084
Utlenialność	mg O ₂ /L	2,60 - 9,20	5,56

Tablica 2. Zakresy i wartość średnia wody z fontanny nr 2
 Table 2. The range and average value of water from a fountain 2

Parametr / jednostka		Zakres	Średnia
Temperatura	°C	19,5 - 21,6	20,5
pH		8,27 - 8,49	8,37
Przewodnictwo elektrolityczne właściwe	μS/cm	1074 - 1140	1116
Zasadowość wobec metyloranżu	mval/L	2,85 - 3,80	3,38
Zasadowość wobec fenoloftaleiny	mval/L	0,10 - 0,30	0,20
Zasadowość ogólna	mval/L	2,95 - 4,00	3,58
Kwasowość	mval/L	Brak	Brak
Twardość ogólna	°n	5,6 - 6,5	5,9
Twardość ogólna	mval/L	2,00 - 2,32	2,12
Twardość ogólna	mg CaCO ₃ /L	100,0 - 116,0	106,0
Twardość węglanowa	mg CaCO ₃ /L	147,5 - 200,0	179,2
Twardość niewęglanowa	mg CaCO ₃ /L	Brak	Brak
Zasadowość alkaliczna	mval/L	1,48 - 1,96	1,78
Wapń	mg Ca/L	27,8772 - 30,0216	28,5920
Magnez	mg Mg/L	6,5190 - 11,2996	8,4023
Chlorki	mg Cl/L	87,0 - 95,0	90,0
Żelazo	mg Fe/L	0,070 - 0,470	0,220
Mangan	mg Mn/L	0,000	0,000
Azot amonowy	mg N _{NH4} /L	0,136 - 0,530	0,375
Azot azotynowy	mg N _{NO2} /L	0,0085 - 0,1050	0,0430
Azot azotanowy	mg N _{NO3} /L	0,0100 - 0,0380	0,0230
Utlenialność	mg O ₂ /L	2,8 - 5,8	4,45

Tablica 3. Zakresy i wartość średnia wody z fontanny nr 3
 Table 3. The range and average value of water from a fountain 3

Parametr / jednostka		Zakres	Średnia
Temperatura	°C	14,5 - 18,8	16,5
pH		8,46 - 8,70	8,57
Przewodnictwo elektrolityczne właściwe	μS/cm	776 - 1044	911
Zasadowość wobec metyloranżu	mval/L	4,80 - 6,25	5,72
Zasadowość wobec fenoloftaleiny	mval/L	0,30 - 1,00	0,56
Zasadowość ogólna	mval/L	5,80 - 6,55	6,28
Kwasowość	mval/L	Brak	Brak
Twardość ogólna	°n	19,0 - 24,3	21,97
Twardość ogólna	mval/L	6,79 - 8,68	7,85
Twardość ogólna	mg CaCO ₃ /L	339,5 - 434,0	392,3
Twardość węglanowa	mg CaCO ₃ /L	290,0 - 327,5	314,2
Twardość niewęglanowa	mg CaCO ₃ /L	49,5 - 106,5	78,2
Zasadowość alkaliczna	mval/L	Brak	Brak
Wapń	mg Ca/L	92,9240 - 101,5016	98,4041
Magnez	mg Mg/L	26,0760 - 44,3292	35,6372
Chlorki	mg Cl/L	82,0 - 150,0	107,7
Żelazo	mg Fe/L	0,076 - 0,261	0,139
Mangan	mg Mn/L	0,000	0,000
Azot amonowy	mg N _{NH4} /L	0,054 - 0,394	0,251
Azot azotynowy	mg N _{NO2} /L	0,0020 - 0,0100	0,0055
Azot azotanowy	mg N _{NO3} /L	0,0380 - 0,0700	0,0520
Utlenialność	mg O ₂ /L	2,70 - 5,77	4,36

Najczęściej przyjmuje się, że woda zasilająca fontanny pochodzi z miejskiej sieci wodociągowej. W przypadku analizy fizyko-chemicznej tych trzech fontann można stwierdzić, że być może pierwotnym źródłem zasilania jest woda wodociągowa, ale na pewno we wszystkich przypadkach prowadzone są jakieś zabiegi związane z wtórnym uzdatnianiem wody. Potwierdzeniem tego są wyniki niektórych oznaczeń, np. w przypadku fontanny nr 1 stwierdzono w wodzie duży zakres przewodnictwa (950 - 3128 μS/cm), wahania twardości ogólnej (109,0 - 285,5 mg CaCO₃/L) oraz wapnia (27,1624 - 65,7616 mg Ca/L), magnezu (4,3460 - 29,5528 mg Mg/L) i koncentracji chlorków (115,0 - 581,0 mg Cl/L), w przypadku fontanny nr 2 – bardzo niską twardość ogólną (100,0 - 116,0 mg CaCO₃) odbiegającą od wartości notowanej w sieci wodociągowej oraz dość niskie koncentracje wapnia (27,8772 - 30,0216 mg Ca/L) i magnezu (6,5190 - 11,2996 mg Mg/L), natomiast w fontannie nr 3 – niewielkie, ale widoczne wahania twardości (339,5-434,0 mg CaCO₃/L) i chlorków (82,0 – 150,0 mg Cl/L). Można sądzić, że woda przepływa przez zmiękczacze, a w niektórych przypadkach stosowana jest dodatkowa dezynfekcja wody, która tak jak w przypadku fontanny nr 1 eliminuje całkowicie drobnoustroje.

Wśród pozostałych oznaczeń fizyko-chemicznych na uwagę zasługuje raczej dość wysoki odczyn pH występujący we wszystkich badanych wodach, który utrudnia eliminację glonów, wysokie przewodnictwo elektrolityczne właściwe w fontannie nr 1, a także wahania koncentracji żelaza i azotu amonowego oraz utlenialności. Niektóre z tych oznaczeń wskazują, że może następować uzupełnianie wody w obiegu fontanny przez dopływ wody wodociągowej. Jednocześnie podczas poboru próbek wody oraz w trakcie wizji lokalnej w innych godzinach w ciągu dnia zauważono, że klasyczne działanie fontann odbywa się tylko w godzinach otwarcia galerii handlowych (tj. najczęściej ok. 12 godzin na dobę w ciągu tygodnia i ok. 10 godzin na dobę w niedzielę), a w pozostałym czasie (około od 12 do 14 godzin na dobę) fontanny nie działają, a woda w nich stagnuje. Taka sytuacja może w znacznej mierze wpływać na pogorszenie niektórych parametrów fizyko-chemicznych wód zasilających fontanny. Dodatkowo, stagnacja wody i notowane wartości temperatury mogą sprzyjać potencjalnemu rozwojowi niektórych bakterii, zwłaszcza psychrofilnych. Natomiast duże zagęszczenie ludzi w galeriach handlowych może przyczyniać się dodatkowo do emisji bioaerozoli (w tym chorobotwórczych), które z dużym prawdopodobieństwem mogą również przedostać się do niecki fontann, powodując automatycznie wtórne skażenie wody.

4. Dyskusja

Niestety, jakość wody w fontannach nie jest normowana żadnymi przepisami, a służby sanitarne nie przeprowadzają ciągłego monitoringu czystości wody pod względem mikrobiologicznym. Omówione w pracy wyniki badań wody z 3 fontann, które zbadano na początku 2016 r. pod kątem m.in. obecności bakterii analizowanych częściowo w wodzie do picia wskazują, że zły stan wody, zwłaszcza w dwóch fontannach, może stanowić potencjalne źródło występowania infekcji u ludzi. Gdyby podczas interpretacji uzyskanych wyników posłużono się Rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody do picia [7], to pod względem mikrobiologicznym tylko jedna fontanna spełniała kryteria zawarte w rozporządzeniu. Natomiast analizując parametry fizyko-chemiczne, to w każdej fontannie woda miała kilka przekroczeń dopuszczalnych wartości (przewodnictwo elektrolityczne właściwe, koncentracje magnezu, chlorków, żelaza, azotu amonowego). Taka sytuacja może być spowodowana tym, że w fontannach stosuje się specjalne fizyczne i chemiczne metody uzdatniania (oczyszczania) wody. Najczęściej są to: filtracja wraz z okresowym płukaniem filtra, regulacja odczynu pH (dozowanie korektora pH, zwykle obniżającego pH), dezynfekcja (najczęściej dodawanie podchlorynu sodu), ewentualne usuwanie glonów (dodawanie koncentratów glonobójczych). Dodatkowym procesem jest uzupełnianie ilości wody w obiegu fontanny do odpowiedniego poziomu. Do tego celu wykorzystuje się zwykle wodę wodociągową, która posiada często inny skład fizyko-chemiczny niż woda krążąca w obiegu fontanny.

Zdecydowanie częściej można przeczytać lub usłyszeć o problemach jakości wody fontann zewnętrznych. Jednak i te fontanny według danych Wojewódzkiej Stacji Sanitarnej-Epidemiologicznej w Poznaniu [2] nie podlegają kontroli sanitarno-higienicznej. Służby sanitarne nie badają wody z tego typu obiektów, gdyż są one elementem architektury oraz pełnią funkcje ozdobne. Mimo, że jakość wody w fontannach zewnętrznych jest bardzo często złej jakości (najczęściej występuje skażenie bakteriologiczne), to ludzie korzystają z tych obiektów znacznie częściej niż z fontann wewnętrznych. Woda w fontannach może być zanieczyszczona przez odchody, ptaki i inne zwierzęta, zwłaszcza psy. Zdarza się, że m.in. bezdomni traktują wodotryski, jako łaźnię i publiczną pralnię. Dla innych natomiast jest to najlepsze miejsce do wyrzucania śmieci. Służby odpowiedzialne za utrzymanie fontann w należytej czystości wyciągają z licznych basenów fontann m.in. resztki jedzenia, plastikowe i szklane butelki, kawałki odzieży i inne śmieci. Dodatkowym źródłem zanieczyszczenia wody może być także powietrze, w którym oprócz licznych mikroorganizmów znajdują się niebezpieczne substancje chemiczne (gazy, pyły itp.). Ponadto w wodzie mogą znajdować się substancje chemiczne używane do utrzymania czystości wody, a które są niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego, zwłaszcza dla małych dzieci.

Według danych Wojewódzkiej Stacji Sanitarnej-Epidemiologicznej w Poznaniu aerozole wokół fontann mogą być źródłem zakażenia bakteriami z rodzaju Legionella. Bakterie te występują naturalnie w zbiornikach wodnych i są czynnikiem wywołującym legionellozę – bardzo niebezpieczną, często śmiertelną chorobę dróg oddechowych. W środowisku naturalnym, w tym w wodzie, bakterie te bytują i namnażają się m.in. wewnątrz komórek ameb, natomiast gdy przedostaną się przez nasze drogi oddechowe do płuc, atakują pęcherzyki płucne. Można się nimi zarazić przez wdychanie skażonego aerozolu wodno-powietrznego, który w dużych ilościach występuje m.in. w sąsiedztwie fontann [3].

Fizyko-chemiczna i bakteriologiczna analiza wód z 13 fontann zewnętrznych na terenie miasta Poznania [4] wykazała, że przewodnictwo elektrolityczne właściwe wahało się od 131 do 3198 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a odczyn pH wody zawierał się w przedziale od 2,57 do 8,91. Natomiast w bakteriologicznej analizie sanitarnej wody stwierdzono, że ogólna liczebność bakterii mezofilnych wahała się od 0 do 30600 jtk/1 mL, bakterii psychrofilnych od 0 do 33450 jtk/1 mL, a wskaźnik grupy coli wahał się od 0 do 7560. Jednocześnie w zdecydowanej większości fontann stale lub okresowo występowały bakterie grupy coli. Te wyniki dowodzą, że stan sanitarny fontann zewnętrznych jest zdecydowanie gorszy od fontann wewnętrznych. Przyczyną tego jest zapewne fakt, że w przypadku fontann zewnętrznych prowadzi się mniej zabiegów uzdatniania i ewentualnej dodatkowej dezynfekcji wody.

Kąpiel w fontannach może być bardzo ryzykowna, bowiem jak wykazały wyniki badań i informacje WSSE w Poznaniu, woda nie zawsze poddawana jest skutecznym procesom dezynfekcji, a występujące w niej liczne drobnoustroje, w tym potencjalnie patogenne, mogą powodować m.in. zmiany skórne oraz mogą negatywnie oddziaływać na układ pokarmowy w przypadku konsumpcji takiej wody. Według zaleceń SANEPIDU, wszystkie fontanny powinny być oznaczone zakazem używania wody do picia oraz kąpania się w niej [2].

Bibliografia

- 1) Banaś Z., Torbicz K. *Fontanny w architekturze miejskiej i krajobrazie*. <http://www.dcebaseny.pl/fontanny.html>
- 2) <http://wsse-poznan.pl/> Jakość wody w fontannach miejskich.
- 3) [3] Idczak M. Zakaz kąpieli w fontannach. Można ciężko zachorować! *Głos Wielkopolski*, Poznań: 2.7.2012.
- 4) Michałekiewicz M., Szumigala A. Fontanny – potencjalnie niebezpieczny element architektury miejskiej. *Technologia Wody*, 2014; 6:83-91.
- 5) PN-EN ISO 6222: 2002. Jakość wody. Oznaczanie żywych organizmów. Określanie ogólnej liczby kolonii na agarze odżywczym metodą posiewu powierzchniowego lub wglębnego.
- 6) PN-EN ISO 9308-1: 2004/AC: 2009. Jakość wody. Wykrywanie i oznaczanie ilościowe *Escherichia coli* i bakterii grupy coli. Część 1: Metoda filtracji membranowej.
- 7) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. 2015, poz. 1989.
- 8) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. APHA, AWWA, WEF. 20th Edition, Washington, D.C., 1999.
- 9) Szczepańska M. Nie tylko ozdoba. *Zieleń Miejska*, 2008; 8:16-17.