

Bożenna Toczyłowska

Rola wskaźników pomocniczych w ocenie zagrożenia zdrowia ludzi obecnością oocyst *Cryptosporidium* w wodzie

Woda jest jednym z głównych źródeł przenoszenia oocyst *Cryptosporidium*. Od lat 80. ubiegłego wieku na świecie potwierdzono wiele wodnopochoodnych epidemii wywołanych przez tego pasożytniczego pierwotniaka, głównie związanych z wodą do picia lub z korzystaniem ze zbiorników rekreacyjnych i basenów pływackich [1–3]. Ochrona zdrowia przed kryptosporidiozą została zaliczona do priorytetów zdrowia publicznego, co znalazło odbicie w wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) oraz w dyrektywach Unii Europejskiej [4–6]. Jednak do tej pory tylko trzy państwa – Stany Zjednoczone, Wielka Brytania i Irlandia – wprowadziły przepisy, w których określono wymagania dotyczące ochrony zdrowia ludzi przed *Cryptosporidium* w wodzie do picia [7–9].

W Polsce nakaz zapobiegania kryptosporidiozie obowiązuje od wielu lat, co wynika z ustawy o chorobach zakaźnych i zakażeniach [10]. Liczne badania przeprowadzone w celu poznania rezerwuaru zoonotycznego *Cryptosporidium* wykazały, że w Polsce może istnieć realne zagrożenie dla człowieka zakażeniem tym pasożytem ze względu na znaczne skażenie środowiska wodnego oocystami *Cryptosporidium* [3,11]. Wagę tego problemu doceniono wprowadzając do znowelizowanego 29 marca 2007 r. rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi zalecenie, aby w przypadku stwierdzenia obecności w wodzie bakterii *Clostridium perfringens* zbadać, czy nie ma zagrożenia dla zdrowia ludzi wynikającego z obecności innych mikroorganizmów chorobotwórczych, np. *Cryptosporidium* [12].

Zarażenie *Cryptosporidium* może wystąpić w przypadku spożycia nieprzepracowanej wody zanieczyszczonej oocystami lub żywności (np. sałaty) przygotowanej przy użyciu skażonej wody. Pierwotniak ten rozwija się głównie w komórkach nabłonkowych układu pokarmowego. Najczęstszym objawem kryptosporidiozy są obfite i wodniste biegunki, prowadzące do nagłej utraty masy ciała. Czasem występują także inne objawy kliniczne, takie jak skurczowe bóle brzucha, nieznacznie podwyższona temperatura ciała, nudności i wymioty oraz objawy nieswoiste – złe samopoczucie, osłabienie, bóle głowy i mięśni oraz brak łaknienia. Czas trwania oraz nasilenie objawów klinicznych w znacznym stopniu zależą od stanu układu odpornościowego żywiciela. U większości osób z prawidłowym układem immunologicznym występuje łagodne, przejściowe zapalenie jelita, które ulega spontanicznemu wyleczeniu w ciągu 1+2 tygodni, natomiast u osób z obniżoną odpornością (zakażonych HIV, z AIDS, po transplantacji lub poddanych chemioterapii przeciwnowotworowej)

kryptosporidioza stanowi zagrożenie życia ze względu na obfite i wodniste biegunki oraz brak skutecznych leków [13]. Przyjmuje się, że dawka infekcyjna w przypadku zdrowych osób dorosłych wynosi mniej niż 10 oocyst, natomiast w przypadku osób z obniżoną odpornością już jedna oocysta może być przyczyną zachorowania na kryptosporidiozę [4].

Podstawowym kryterium oceny zagrożenia jest zawartość oocyst *Cryptosporidium* w wodzie do picia. Polskie przepisy nie określają, jaka liczba oocyst stanowi zagrożenie epidemiologiczne. Zgodnie z wytycznymi WHO tolerowaną zawartość *Cryptosporidium* w wodzie do picia należy ustalić na poziomie kraju, ponieważ w ocenie zagrożenia kryptosporidiozą należy brać pod uwagę nie tylko dawkę infekcyjną, ale także obowiązujące na danym terenie zwyczaje dotyczące picia wody nieprzepracowanej oraz infrastrukturę społeczną, taką jak np. dostępność do opieki szpitalnej [4]. Zawartość oocyst w wodzie oczyszczonej zależy od stopnia skażenia wody surowej oraz skuteczności usuwania pasożytów w procesach oczyszczania wody. Dodatkowym czynnikiem mającym wpływ na zagrożenie zdrowia ludzi jest żywotność oocyst. Zastosowanie skutecznych metod dezynfekcji (głównie promieniami UV) nie zmniejsza liczby oocyst, ale poprzez ich inaktywację ogranicza możliwość zakażenia, a tym samym zmniejsza zagrożenie zdrowia ludzi. Nie zostały wydane żadne wytyczne lub zalecenia do rozporządzenia Ministra Zdrowia wyjaśniające, jak należy badać, czy nie ma zagrożenia epidemicznego kryptosporidiozą związanego z wodą do picia.

W pracy przedstawiono wykorzystanie wskaźników pomocniczych do oceny zagrożenia zdrowia ludzi, wynikającego z obecności w wodzie oocyst *Cryptosporidium*, na przykładzie wytycznych WHO, przepisów Agencji Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (U.S. EPA), a także przepisów wydanych w Irlandii (EPA) i Wielkiej Brytanii (DWI) [4,7–9].

Zawartość oocyst *Cryptosporidium* w wodzie

Podstawową metodą zbadania, czy nie ma zagrożenia zdrowia ludzi wynikającego z obecności w wodzie do picia pierwotniaka *Cryptosporidium*, jest określenie zawartości jego oocyst w wodzie oczyszczonej. Trudność z wykorzystaniem tego wskaźnika do oceny zagrożenia zdrowia ludzi polega na tym, że z uwagi na bardzo małą zawartość oocyst w wodzie czystej konieczne jest wstępne przygotowanie próbki, polegające na przefiltrowaniu minimum 1 m³ wody. W tym celu należy zastosować specjalne techniki filtracji. Obecnie zalecane są dwa rodzaje filtrów do izolowania i identyfikacji oocyst *Cryptosporidium* – filtry Filta-Max firmy IDEXX oraz filtry Envirochek firmy Pall [14,15]. Konstrukcja tych filtrów

zapewnia bardzo duży stopień odzysku zatrzymanych na filtrze pasożytów (do 70%). W procesie filtracji pierwotniaki nie ulegają inaktywacji, dzięki czemu możliwe jest określenie ich żywotności. Możliwe jest ciągłe pobieranie próbek, co pozwala kontrolować, czy skuteczność usuwania oocyst w procesie filtracji pospiesznej przez stałe złoże filtracyjne, stosowanym powszechnie do oczyszczania wody, nie zmienia się w czasie trwania cyklu filtracyjnego.

Obecnie tylko w Anglii i Walii wprowadzono przepisy, które nakazują ciągłe monitorowanie wody oczyszczonej w celu izolacji i identyfikacji oocyst *Cryptosporidium* [9]. W ramach kontroli w ciągu doby otrzymuje się od 1 do 4 próbek. Przepisy brytyjskie nie nakazują określania żywotności wyizolowanych pasożytów, ale dotychczasowe doświadczenia pokazały, że takie badania do oceny rzeczywistego zagrożenia zdrowia ludzi są konieczne [16]. Również zalecane jest oznaczanie rodzaju pasożytów *Cryptosporidium*, gdyż nie wszystkie stanowią takie samo zagrożenie zdrowia ludzi. Informacja o rodzaju pasożytów obecnych w wodzie pozwala dodatkowo na identyfikację źródła skażenia wody surowej [16]. W przepisach brytyjskich ustalono maksymalną tolerowaną zawartość *Cryptosporidium* w wysokości 10 oocyst (żywych i martwych) w 100 dm³ wody [8,9]. Metoda ciągłej kontroli jakości wody na podstawie wskaźników określających zawartość oocyst *Cryptosporidium* w wodzie oczyszczonej, a także ich żywotność i rodzaj, jest niewątpliwie najbardziej wiarygodną metodą oceny zagrożenia zdrowia ludzi, wynikającego z obecności *Cryptosporidium* w wodzie.

Inną metodę badania, czy nie ma zagrożenia kryptosporidiozą związaną z wodą do picia, wdrożono w Stanach Zjednoczonych w 2006 r. [7]. Przepisy U.S. EPA zalecają oparcie oceny zagrożenia na wstępnym badaniu zawartości oocyst *Cryptosporidium* w ujmowanej wodzie surowej (powierzchniowej i mieszanej). Monitorowanie jakości wody zaleca się prowadzić przez 1-2 lata, przy czym próbki należy pobierać raz w miesiącu. Liczba próbek zależy od wielkości systemu zaopatrzenia w wodę i waha się od 12 próbek w małych systemach do 48 próbek w dużych systemach dystrybucji wody. Wyznaczona na podstawie tych badań średnia zawartość oocyst w ujmowanej wodzie określa stan zagrożenia zdrowia ludzi. Przyjęto, że zagrożenie nie występuje, jeżeli łączna liczba oocyst wykrytych w ciągu roku w 12 próbkach (łącznie w 120 dm³ wody) nie jest większa niż 9. Do poboru próbek zaleca się stosowanie takich samych filtrów (Filtamax i Envirochek), jak w przypadku badania wody oczyszczonej, przy czym objętość wody przefiltrowanej będzie odpowiednio mniejsza (10+100 dm³), w zależności od mętności wody surowej. Wynik oceny stanowi podstawę określenia poziomu ryzyka i stosownie do tego producent wody powinien dokonać doboru odpowiednio skutecznych metod oczyszczania wody. Wadą tej metody oceny zagrożenia jest możliwość niedoszacowania ryzyka z uwagi na to, że pobierając jedną próbkę w miesiącu łatwo można pominąć moment największego skażenia wody. Wynika to z faktu, że zawartość oocyst *Cryptosporidium* w wodach naturalnych jest bardzo zmienna, ponieważ zależy od pory roku (najwięcej oocyst przedostaje się wraz ze ściekami z ferm hodowlanych w czasie, kiedy rodzą się cielęta i jagnięta) i warunków atmosferycznych (np. w czasie spływów powierzchniowych). Przepisy U.S. EPA nie przewidują obowiązkowej ciągłej kontroli zawartości oocyst w wodzie oczyszczonej, ani też określania ich żywotności i rodzaju, a jedynie zalecają weryfikację wstępnych

ustaleń na podstawie badań okresowych wody surowej i oczyszczonej.

Oba powyższe sposoby oceny zagrożenia kryptosporidiozą związaną z wodą do picia, których podstawą jest izolacja i identyfikacja *Cryptosporidium* są bardzo drogie i długotrwałe. Dlatego do bieżącej kontroli jakości wody surowej i oczyszczonej, a także do monitorowania procesów technologicznych, konieczne jest wykorzystywanie wskaźników pośrednich, które będą sygnalizować wystąpienie zagrożenia i pozwolą na szybką reakcję w celu ochrony wody oczyszczonej przed skażeniem.

Fizyczne i biologiczne wskaźniki jakości wody

Zagrożenie zdrowia ludzi, wynikające z obecności w wodzie *Cryptosporidium*, występuje zawsze wtedy, gdy metody oczyszczania i/lub parametry technologiczne procesów oczyszczania nie są odpowiednie do stopnia skażenia ujmowanej wody surowej. Oocysty w wodzie oczyszczonej mogą być obecne wskutek pogorszenia jakości wody surowej (np. w wyniku awaryjnego zanieczyszczenia ściekami lub po gwałtownych opadach) lub wystąpienia zakłóceń w pracy stacji oczyszczania, mogących spowodować przedostanie się oocyst *Cryptosporidium* w postaci infekcyjnej do wody wprowadzanej do sieci wodociągowej.

Przez wiele lat prowadzone były liczne prace badawcze, które miały na celu znalezienie wskaźników fizycznych i/lub mikrobiologicznych jakości wody, których wartości byłyby ściśle skorelowane z liczbą oocyst *Cryptosporidium* w wodzie [17,18]. Poniżej podano proponowane wskaźniki fizyczne i mikrobiologiczne jakości wody surowej i oczyszczonej, które mogą być wykorzystane do oceny zagrożenia związanego z obecnością w wodzie oocyst *Cryptosporidium*.

◆ Bakterie *Escherichia coli* – wskaźnik ten jest zalecany do oceny skażenia pasożytami wód naturalnych, ponieważ wskazuje na możliwość ich zanieczyszczenia ściekami. Nie jest przydatny do kontroli skuteczności usuwania *Cryptosporidium* w procesach oczyszczania wody, gdyż bakterie *E. coli*, w odróżnieniu od pasożytów, wykazują dużą wrażliwość na dezynfekcję chlorem [4,7].

◆ Bakterie *Clostridium perfringens* – wskaźnik ten został uznany za przydatny do kontroli zagrożenia wynikającego z obecności oocyst *Cryptosporidium* w wodzie oczyszczonej z uwagi na wyjątkowo dużą odporność na chlorowanie i inne niekorzystne warunki środowiskowe, podobnie jak ma to miejsce w przypadku *Cryptosporidium*. Dodatkowo jest to wskaźnik zanieczyszczenia wody powierzchniowej ściekami, dlatego może być wykorzystany do identyfikacji potencjalnych źródeł skażenia wody. Ponieważ spory *Clostridium* są mniejsze od oocyst *Cryptosporidium*, to bakterie te mogą także być wykorzystane jako wskaźnik pośredni skuteczności procesu filtracji [4,6,12].

◆ Spory bakterii tlenowych – wskaźnik ten jest przydatny do kontroli stopnia usuwania zanieczyszczeń w procesie oczyszczania wody, ustalonego wstępnie na podstawie oceny zagrożenia wynikającego z obecności oocyst *Cryptosporidium* w wodzie surowej [17,18].

◆ Mętność – jest podstawowym wskaźnikiem skuteczności procesu filtracji, stosowanym do ciągłej kontroli procesu oczyszczania wody. Do oceny zagrożenia wynikającego z obecności oocyst *Cryptosporidium* w wodzie oczyszczonej

wymagane jest monitorowanie on-line mętności wody na odpływie z każdego filtra [7–9]. Zalecane jest wyposażenie filtrów w urządzenia alarmowe sygnalizujące zwiększenie mętności ponad wartość dopuszczalną, a także automatyczne wyłączanie filtra z pracy w przypadku awarii. Przepisy U.S. EPA, dotyczące ochrony wody do picia przed *Cryptosporidium*, określają zarówno wymagania dotyczące optymalnej mętności wody oczyszczonej, jak i dopuszczalne odstępstwa od tej wartości [7]:

- mętność wody po filtrach pospiesznych nie powinna być większa niż 0,15 NTU (najczęściej zmniejszenie mętności do tej wartości wymaga stosowania procesu koagulacji),

- pomiary mętności wody po pojedynczym filtrze należy wykonywać w odstępach co 15 min, a wody po wszystkich filtrach co 4 godz.,

- 95% pomiarów wykonanych w ciągu miesiąca powinno wykazywać mętność wody <0,15 NTU,

- dwa kolejne pomiary mętności wody z jednego filtra nie mogą wykazać wartości większej niż 0,3 NTU.

Spełnienie tych warunków nie gwarantuje jednak uzyskania wody całkowicie wolnej od oocyst *Cryptosporidium*. Jak wykazały badania, obecność pasożytów stwierdzano w wodzie o mętności <0,1 NTU, a nawet <0,05 NTU [17].

- ♦ Liczba cząstek stałych – wskaźnik liczby cząstek w zakresie wielkości oocyst *Cryptosporidium* (jako np. liczba cząstek o wymiarze $\geq 2 \mu\text{m}$ lub cząstek o wymiarze $4+6 \mu\text{m}$ w 1 cm^3 wody) został uznany za najlepszy wskaźnik pomocniczy do optymalizacji pracy filtrów, gdyż zapewnia uzyskiwanie informacji o możliwych zakłóceniach, takich jak np. przebicie złoza filtracyjnego. Zaletą tej metody jest znacznie większa czułość i powtarzalność pomiarów w porównaniu z mętnością. Wskaźnik ten nie może jednak służyć jako kryterium zawartości oocyst w wodzie, ponieważ nie stwierdzono stałej korelacji między liczbą cząstek i liczbą oocyst o takich samych wymiarach [19]. Licznik cząstek jest niezbędny w przypadku oczyszczania wody metodą filtracji membranowej [20].

Z przeglądu wskaźników fizyczno-chemicznych i mikrobiologicznych wody wynika, że nie ma jednego idealnego wskaźnika pośredniego, na podstawie którego można jednoznacznie ocenić, jaka jest zawartość oocyst *Cryptosporidium* w wodzie. Jednak jednoczesne stosowanie wybranych wskaźników jakości wody, które są pośrednią lub bezpośrednią miarą czynników, od których zależy bezpieczeństwo wody, mogą być przydatne do oceny zagrożenia związanego z *Cryptosporidium*. W ocenie ryzyka należy uwzględnić wszystkie czynniki, jakie mogą mieć wpływ na występowanie w wodzie przeznaczonej do spożycia infekcyjnych postaci pasożytniczych pierwotniaków *Cryptosporidium*.

Czynniki ryzyka

Zalecenie zawarte w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [12], które nakazuje zbadanie, czy nie ma zagrożenia zdrowia ludzi wynikającego z obecności w wodzie oocyst *Cryptosporidium*, może zostać przez producentów wody wykonane metodą wstępnej analizy czynników ryzyka (PHA – preliminary hazard analysis). Najpełniej metoda ta w odniesieniu do *Cryptosporidium* została przedstawiona

w przepisach wydanych w Irlandii (EPA) [8], które zalecają uwzględnienie następujących grup czynników ryzyka:

- czynniki związane ze zlewnią, takie jak obecność zwierząt w obrębie zlewni, działalność rolnicza (np. rozrzucanie obornika), zrzuć ścieków do odbiornika, rodzaj wody surowej, ukształtowanie terenu, rodzaj ujęcia wody, sprawowanie kontroli na terenie zlewni itp.,

- czynniki związane z oczyszczaniem wody, takie jak np. stosowane procesy, stan techniczny filtrów, sposób eksploatacji urządzeń do oczyszczania itp.,

- czynniki związane z systemem monitorowania jakości wody oczyszczonej.

Kompleksowa analiza zalecana przez EPA [8] uwzględnia 104 czynniki ryzyka. Zastosowanie metody wstępnej analizy czynników ryzyka pozwala dokonać oceny, jak duże jest ryzyko, że zagrożone będzie zdrowie ludzi z uwagi na *Cryptosporidium* w wodzie do picia, ale także dostarcza narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji co do strategii działania w celu ograniczenia tego zagrożenia [8,9,21,22]. Wynik wstępnej analizy czynników ryzyka można więc traktować jako wiarygodny wskaźnik pomocniczy zagrożenia kryptosporidiozą.

Podsumowanie

Zagrożenie kryptosporidiozą związane z wodą do picia zależy od zawartości oocyst *Cryptosporidium* oraz od ich żywotności i rodzaju, ale także od czynników społeczno-ekonomicznych, takich jak picie wody nieprzygotowanej lub dostępność opieki medycznej. Do oceny zagrożenia zdrowia ludzi wynikającego z obecności w wodzie oocyst *Cryptosporidium* stosowane są w praktyce następujące metody:

- ciągle monitorowanie jakości wody oczyszczonej w celu określenia zawartości oocyst *Cryptosporidium* (żywych lub martwych),

- monitorowanie skażenia wody surowej przez 1+2 lata, a następnie dostosowanie metod oczyszczania wody do poziomu skażenia i ciągle monitorowanie skuteczności procesów oczyszczania,

- wstępna analiza czynników ryzyka.

Do bieżącej oceny zagrożenia należy wykorzystywać – jako pomocnicze – fizyczne i/lub mikrobiologiczne wskaźniki jakości wody. Nie ma jednak takiego wskaźnika, którego wartość byłaby ściśle skorelowana z liczbą oocyst *Cryptosporidium* obecnych w wodzie surowej lub oczyszczonej. Dlatego konieczne jest stosowanie równoległe kilku wskaźników, a korelację między tymi wskaźnikami i liczbą oocyst w wodzie należy ustalić indywidualnie w przypadku każdego systemu zaopatrzenia w wodę.

Wymagane przepisem prawa badanie, czy nie ma zagrożenia wynikającego z obecności w wodzie oocyst *Cryptosporidium*, ma na celu opracowanie kompleksowej strategii ochrony zdrowia publicznego przed kryptosporidiozą związaną z wodą do picia, która powinna obejmować:

- ochronę wody powierzchniowej i/lub mieszanej przed zanieczyszczeniem,

- dobór metod oczyszczania i parametrów technologicznych procesów odpowiednio do zagrożenia wynikającego z obecności oocyst *Cryptosporidium* w ujmowanej wodzie surowej,

– skuteczny nadzór nad procesami oczyszczania i jakością wody oczyszczonej, mający na celu wyeliminowanie wszelkich zakłóceń w pracy stacji, mogących spowodować przedostanie się oocyst *Cryptosporidium* w postaci infekcyjnej do wody wprowadzanej do sieci wodociągowej.

*Praca jest finansowana ze środków na naukę przyznanych w latach 2006–2009, jako projekt badawczo-rozwojowy nr RI4 012 01 pt. „Opracowanie metod technicznych obniżenia ryzyka zakażenia wody wodociągowej pasożytami *Cryptosporidium parvum*”.*

LITERATURA

1. G.F. BRAUN *et al.*: Waterborne outbreaks of cryptosporidiosis. Journal AWWA, Vol. 90, No. 9, pp. 81–91.
2. Guidelines for Drinking-water Quality. Addendum to Second Edition. Microbiological agents in drinking water. WHO, 2002.
3. A. MAJEWSKA: Środowiskowe uwarunkowania wodnopocho-nych epidemii pasożytniczych pierwotniaków jelitowych. Mat. konf. „Zaopatrzenie w wodę i jakość wód”, Poznań–Gdańsk 2002, ss. 27–38.
4. Guidelines for Drinking-water Quality. First Addendum to Third Edition, Vol. I Recommendations, WHO, 2006.
5. Dyrektywa 98/83/WE z 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (DzU L 330 z 5 grudnia 1998).
6. Dyrektywa 2003/99/WE z 17 listopada 2003 r. w sprawie monitorowania chorób odzwierzęcych i odzwierzęcych czynników chorobotwórczych (DzU L 325 z 12-12-2003).
7. U.S. EPA National Primary Drinking Water Regulations: Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule, 2006, 40 CFR Part 9, 141 and 142.
8. EPA Office of Environmental Enforcement European Communities (Drinking Water) Regulations, 2000 (S.I. 439 of 2000). A Handbook on Implementation for Sanitary Authorities, Ireland.
9. Drinking Water Inspectorate: The Water Supply (Water Quality) Regulations 2000, SI No. 3184 England, The Water Supply (Water Quality) Regulations 2001, SI No. 3911 (W.323) Wales.
10. Ustawa z 6 września 2001 r. o chorobach zakaźnych i zakażeniach (DzU nr 126, poz. 1384).
11. E. SIŃSKI, A. BAJER, B. TOCZYŁOWSKA: Ryzyko skażenia wód naturalnych w Polsce pasożytami *Cryptosporidium spp.* Mat. konf. „Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody”, Politechnika Śląska, Szczyrk 2007, ss. 233–240.
12. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (DzU nr 61, poz. 417).
13. A. MAJEWSKA: Epidemiologiczno-kliniczne aspekty zakażenia *Cryptosporidium*. Nowiny Lekarskie, 2005, 74, Supplement 1, ss. 26–27.
14. ISO 15553:2006: Water quality – Isolation and identification of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts from water.
15. U.S. EPA Method 1623: *Cryptosporidium* and *Giardia* in Water by Filtration/IMS/FA, 2005.
16. Drinking Water Inspectorate. Information Letter 10/2006.
17. R. ABOYTES *et al.*: Detection of infectious *Cryptosporidium* in filtered drinking water. Journal AWWA, 2004, Vol. 96, No. 9, pp. 88–98.
18. E.C. NIEMINSKI *et al.*: Using surrogates to improve plant performance. Journal AWWA, 2000, Vol. 92, No. 3, pp. 67–78.
19. P.D. HAMILTON *et al.*: Using particle monitors to minimize *Cryptosporidium* risk: A review. Journal Wat. Suppl. RST-Aqua, 2002, 51(7), pp. 351–366.
20. U.S. EPA Membrane Filtration Guidance Manual. EPA 815-R-06-009, 2006.
21. J.R. RAK, B. TCHÓRZEWSKA-CIEŚLAK: Metody analizy i oceny ryzyka w systemie zaopatrzenia w wodę. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2005.
22. R. IWANEJKO, T. LUBOWIECKA: Analiza ryzyka jako narzędzie planistyczno-decyzyjne w wodociągach. Mat. konf. „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód”, PZITS, Poznań 2004, t. II, pp. 547–558.

Toczyłowska, B. The Role of Indirect Indicators in Assessing Threats to Human Health Due to the Presence of *Cryptosporidium* Oocysts in Water. *Ochrona Środowiska* 2007, Vol. 29, No. 3, pp. 25–28.

Abstract: The Decree of the Minister of Health of March 29, 2007 regarding the quality of potable water recommends that, whenever the presence of bacteria of the species *Clostridium perfringens* has been detected in the water, the water supplier should find out whether or not there are any health hazards to humans arising from the presence of pathogenic microorganisms, such as *Cryptosporidium*. In the paper, the possibility is analyzed of using physicochemical and bacteriological indicators of water quality for the assessment of the risks associated with the occurrence of *Cryptosporidium* oocysts. No indicator

has been found so far, whose value is closely correlated with the number of the *Cryptosporidium* oocysts that are present in untreated or treated water. It is therefore necessary to use several indicators simultaneously. In that case, the correlation between each indicator and the number of oocysts should be established separately for each water supply system in question. It has been emphasized that the lawful requirement of investigating if there is potential threat to human health arising from the presence of *Cryptosporidium* oocysts in the water aims at developing a joint strategy of public health protection against tap-water-related cryptosporidiosis.

Keywords: Water quality, *Cryptosporidium* oocysts, cryptosporidiosis, risks, water treatment, water filtration, turbidity.