

Barbara Tchórzewska-Cieślak

Zarządzanie ryzykiem w ramach planów bezpieczeństwa wody

Dyrektywa 98/83/EC z 3 listopada 1998 r. [1] w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi zobowiązała kraje członkowskie do monitoringu jakości wody przeznaczonej do spożycia. Państwa członkowskie powinny podejmować wszelkie środki niezbędne do zapewnienia regularnego monitorowania jakości wody w celu sprawdzenia, czy woda dostępna dla konsumentów spełnia wymagania aktualnych międzynarodowych unormowań prawnych. Konsumenti wody są świadomi możliwych zagrożeń i oczekują od przedsiębiorstw wodociagowych, aby woda przeznaczona do spożycia była bezpieczna dla ich zdrowia. W 2004 r., w trzeciej edycji wytycznych dotyczących jakości wody do spożycia (WHO: Guidelines for Drinking-Water Quality), Światowa Organizacja Zdrowia przedstawiła wytyczne do opracowania tzw. planów bezpieczeństwa wody (Water Safety Plans), przeznaczonych do systemów zaopatrzenia ludności w wodę [2,3]. Głównym elementem planów bezpieczeństwa wody wg tych wytycznych jest opracowanie systemowej analizy ryzyka we wszystkich podsystemach systemu zaopatrzenia w wodę, tj. ujęcia, oczyszczania wody, pompowania, magazynowania i rozprowadzania, w celu zapewnienia bezpieczeństwa konsumentom wody [4,5]. Miarą utraty bezpieczeństwa jest ryzyko, rozumiane jako prawdopodobieństwo zaistnienia zagrożenia i skutków (strat) związanych z jego wystąpieniem [6].

Przedmiotem pracy było zarządzanie ryzykiem, wynikające z obowiązku wdrożenia przez przedsiębiorstwa wodociagowe planów bezpieczeństwa wody oraz propozycja metody oceny ryzyka, jakie ponoszą konsumenci.

Bezpieczeństwo konsumentów wody

W odniesieniu do konsumentów wody, bezpieczeństwo rozumiane jest jako prawdopodobieństwo uniknięcia zagrożenia wynikającego ze spożycia wody o jakości niezgodnej z obowiązującym normatywem lub brakiem wody. Zgodnie z §2.1 rozporządzenia Ministra Zdrowia [7] woda jest bezpieczna dla zdrowia ludzkiego, jeżeli jest wolna od mikroorganizmów chorobotwórczych i pasożytów w liczbie stanowiącej potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego, substancji chemicznych w ilościach zagrażających zdrowiu oraz nie ma agresywnych właściwości korozyjnych i spełnia podstawowe wymagania mikrobiologiczne i chemiczne. Nadzór nad jakością wody obejmuje monitoring kontrolny (służy sprawowaniu bieżącego nadzoru nad

jakością wody i polega na regularnym badaniu wody i przekazywanie informacji o jej jakości) i monitoring przeglądowy, który stanowi rozszerzenie monitoringu kontrolnego (służy dostarczeniu informacji o wartościach wskaźników niezbędnych do oceny jakości wody). Koordynatorem monitoringu jakości wody jest Główny Inspektor Sanitarny. Na podstawie okresowych ocen jakości wody, organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej dokonują ocen obszarowych jakości wody oraz szacowania ryzyka zdrowotnego konsumentów. Miarą bezpieczeństwa konsumentów wody jest ryzyko konsumenta (r_{ko}), które zdefiniowano jako prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia niepożądanego (A_i) (przyczyna), które może być realnym zagrożeniem dla zdrowia lub życia konsumentów wody (skutek). Na podstawie oceny ryzyka zdefiniowano następujące poziomy bezpieczeństwa konsumentów wody (PB_{ko}):

– tolerowany poziom bezpieczeństwa (Tolerable Level of Safety – TLS): poziom bezpieczeństwa konsumentów wody, w którym nie istnieją przesłanki do zagrożenia zdrowia lub życia konsumentów wody w wyniku eksploatacji systemu wodociagowego ($r_{ko} \leq r_T$) (r_T – ryzyko tolerowane),

– kontrolowany poziom bezpieczeństwa (Controlled Level of Safety – CLS); poziom bezpieczeństwa konsumentów wody, w którym może zaistnieć zagrożenie zdrowia konsumentów wody w wyniku eksploatacji systemu wodociagowego, lecz istnieją wystarczające bariery ochronne dla konsumentów wody ($r_T < r_{ko} < r_N$) (r_N – ryzyko nieakceptowane; wartość ryzyka znajduje się w obszarze ALARP (r_{ALARP}) (As Low As Reasonably Practicable – tak niewiele ryzyka, jak to praktycznie uzasadnione, ryzyko jest podejmowane, gdy pożądane są korzyści),

– nieakceptowany poziom bezpieczeństwa (Unacceptable Level of Safety – ULS): poziom bezpieczeństwa konsumentów wody, po przekroczeniu którego konsumenci narażeni są na utratę zdrowia lub życia w wyniku eksploatacji systemu wodociagowego ($r_{ko} > r_{ALARP}$).

Procedury zarządzania ryzykiem w ramach planów bezpieczeństwa wody

Plan bezpieczeństwa wody jest kluczowym elementem strategii zapobiegania zdarzeniom niepożądanym w systemie wodociagowym. Składa się z części opisowej zawierającej syntezę wszystkich ważnych informacji o budowie systemu, zasadach jego eksploatacji i obsługi oraz części analityczno-wdrożeniowej, w której przedstawia się ocenę funkcji systemu, które mają wpływ na jego prawidłowe działanie pod kątem bezpieczeństwa konsumentów wody [8].

Plany bezpieczeństwa wody obejmują:

- charakterystykę podstawowego celu planu, jakim jest bezpieczeństwo konsumentów wody (tzw. cele zdrowotne) opierające się na ocenie ryzyka zdrowotnego [6],

- całościową ocenę systemu zaopatrzenia w wodę, tj. ocenę, czy system (od źródła wody poprzez oczyszczanie aż do jej dostawy do konsumentów) jest w stanie dostarczyć wodę spełniającą standardy zdrowotne (zgodnie z obowiązującymi krajowymi i międzynarodowymi standardami jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi) [2,7],

- plany zarządzania, tj. dokumentację oceny systemu, plany monitoringu (rutynowe oraz w nagłych wypadkach), aktualizacje, ulepszenia i sposoby powiadamiania o sytuacjach zagrażających zdrowiu konsumentów wody,

- monitoring walidujący każdego podsystemu w celu potwierdzenia, że wdrażane procedury prowadzą do zaplanowanych wyników; niezależny nadzór weryfikuje prawidłowe i skuteczne działanie w ramach planu bezpieczeństwa wody.

Procedury zarządzania ryzykiem w ramach planu bezpieczeństwa wody powinny zawierać:

- wykonanie oceny zagrożenia i hierarchizację ryzyka,

- analizę zidentyfikowanego ryzyka (wybór zdarzeń mogących wywołać ciąg zdarzeń niepożądanych, tzw. efekt domina, opracowanie modeli scenariuszy awaryjnych, opracowanie modeli funkcjonalnych i systemowych ciągów zdarzeń – drzewa zdarzeń i drzewa uszkodzeń, analizę błędów operatora, oszacowanie prawdopodobieństwa występowania zagrożeń oraz prawdopodobnych przyczyn i skutków zdrowotnych dla konsumentów),

- ilościową ocenę ryzyka zdrowotnego konsumentów wody i na jej podstawie ocenę poziomu bezpieczeństwa konsumentów wody,

- identyfikację ścieżek, poprzez które zagrożenia mogą być przenoszone na konsumentów,

- identyfikację tzw. krytycznych punktów kontrolnych,

- określenie sposobu monitorowania i procedur kontrolnych w przypadku każdego zidentyfikowanego ryzyka, w tym określenie zakresu oraz częstości monitoringu (granice akceptowalności),

- scenariusze awaryjnego zaopatrzenia ludności w wodę oraz plany reagowania na wypadek zaistnienia sytuacji kryzysowej, szkoleń operatorów,

- spójną dokumentację zdarzeń niepożądanych w każdym podsystemie układu wodociągowego oraz informatyczną bazę danych,

- opcje kontroli ryzyka (określenie, w jaki sposób można zmniejszyć poziom ryzyka),

- ocenę kosztów i zysków (określenie wykorzystania poniesionych kosztów w celu zmniejszenia ryzyka i w ten sposób dokonanie hierarchizacji różnych opcji kontroli ryzyka),

- przygotowanie zaleceń do procesu decyzyjnego (zapropozowanie tych wariantów kontroli ryzyka, które wg ekspertów są najbardziej skuteczne pod względem spodziewanych korzyści oraz poniesionych kosztów),

- opracowanie procedury informowania konsumentów wody o ryzyku.

Identyfikacja zagrożeń i ryzyka

Identyfikacja ryzyka na potrzeby planów bezpieczeństwa wody obejmuje przede wszystkim identyfikację zagrożeń, opracowanie scenariuszy zdarzeń niepożądanych oraz oszacowanie zagrożenia dla zdrowia lub życia konsumentów wody. Celem identyfikacji zagrożeń dla konsumentów wody jest wskazanie rodzaju substancji znajdującej się

w wodzie do spożycia, natomiast ocena poziomu zagrożenia powinna opierać się na wskazaniu jej szkodliwego działania na stan zdrowia człowieka i dokonaniu klasyfikacji substancji na podstawie wszystkich dostępnych danych. Wpływ poszczególnych substancji na zdrowie człowieka określają odpowiedni specjaliści (lekarze, chemicy, biochemicy, mikrobiolodzy) na podstawie badań laboratoryjnych, klinicznych i wieloletnich doświadczeń. Podstawą klasyfikacji szkodliwych substancji, jakie mogą znajdować się w wodzie do spożycia, zawsze w pierwszej kolejności powinno być aktualne rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, wytyczne Światowej Organizacji Zdrowia, przepisy UE, a także wiedza i doświadczenie ekspertów. Ze względu na rodzaj działania szkodliwego, można wyróżnić następujące podstawowe grupy składników, jakie mogą znajdować się w wodzie do spożycia – mikroorganizmy chorobotwórcze oraz pasożyty, substancje chemiczne, w tym m.in. substancje o działaniu rakotwórczym. Obecne rozporządzenie Ministra Zdrowia dotyczące jakości wody przeznaczonej do spożycia określa dopuszczalne wartości wskaźników jakości wody oraz zakres jej monitoringu, który przeprowadza się w wybranych punktach systemu wodociągowego, które powinny być rozmieszczone równomiernie w całym systemie, a w szczególności obejmować badania jakości wody na ujęciu wody, stacji oczyszczania, w zbiornikach wody czystej, w wybranych punktach sieci wodociągowej oraz w zbiornikach sieciowych.

Analizę zagrożeń można wykonać również metodą HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points). Metoda ta ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa wody do spożycia poprzez identyfikację i oszacowanie skali zagrożeń z punktu widzenia jakości zdrowotnej oraz ryzyka wystąpienia zagrożeń podczas przebiegu wszystkich etapów dostawy wody do spożycia. System ten ma również na celu określenie metod ograniczania zagrożeń oraz ustalenie działań naprawczych [9]. Na główne procedury HACCP składają się identyfikacja możliwych zagrożeń oraz charakterystyka metod ich identyfikacji wg kategorii występowania, takich jak biologiczne, chemiczne i fizyczne (ustalenie źródła i przyczyny, oszacowanie ryzyka zagrożenia, prewencja w postaci kontroli poszczególnych faz procesu dostawy wody do spożycia, a nie tylko końcowego produktu, stosowanie kontroli w całym cyklu produkcyjnym, tj. od ujęcia wody, poprzez oczyszczanie i magazynowanie aż do dystrybucji do konsumentów). Proces identyfikacji potencjalnych zagrożeń i ryzyka powinien obejmować również charakterystykę ryzyka oraz jego hierarchizację, której propozycję przedstawiono w tabeli 1.

Metoda oceny ryzyka

Ryzyko (r) jest funkcją trzech parametrów – prawdopodobieństwa (P_{Si}) wystąpienia i -tego reprezentatywnego scenariusza awaryjnego (S_i), rozmiaru strat (C_{Si}) wywołanych przez i -ty reprezentatywny scenariusz awaryjny (S_i) i ochrony konsumentów (O_{Si}) przed i -tym reprezentatywnym scenariuszem awaryjnym (S_i), $r=f(P_{Si}, C_{Si}, O_{Si})$ [10]. Ryzyko konsumentów można więc wyznaczyć wg formuły:

$$r_{ko} = \sum_{i,j,k=1}^n (r_{ij} W[P(O_{kij})]^{-1}) \quad (1)$$

w której:

$$r_{ij} = W[P(A_i|j)]W[j] \quad (2)$$

r_{ko} – indeks ryzyka utraty bezpieczeństwa konsumentów
 A_i – zdarzenie niepożądane w systemie zaopatrzenia w wodę,
 i – numer kolejny zdarzenia niepożądanego A , $i=1, \dots, 1-n$, n
 j – konsekwencje (skutek) dla konsumentów wody w wyniku zajścia zdarzenia A_i
 r_{ij} – ryzyko utraty bezpieczeństwa konsumentów wody w wyniku zajścia zdarzenia A_i oraz skutków j ,
 $P(A_i | j)$ – prawdopodobieństwo zdarzenia A_i pod warunkiem, że wywołało ono skutek j
 $W[P(A_i | j)]$ – waga punktowa przypisana do określonego zakresu prawdopodobieństwa
 $W[j]$ – waga punktowa przypisana skutkom j
 $W[P(O_{kij})]$ – waga punktowa przypisana prawdopodobieństwu zadziałania systemu ochrony k , odpowiedniego do ochrony konsumentów przed skutkami j w wyniku zajścia i -tego zdarzenia

Tabela 1. Hierarchizacja ryzyka
 Table 1. Risk prioritizing

Priorytet	Znaczenie	Opis
Istotne	priorytetowe	istnieją udokumentowane dowody, że dane zagrożenie stanowi ryzyko zdrowotne dla konsumentów wody
Niepewne	niepewność, czy sytuacja stanowi istotne ryzyko	ryzyko może wymagać dalszego monitorowania w celu określenia jego rangi
Nieistotne	nie stanowi priorytetu	brak dowodów, że zagrożenie stanowi ryzyko dla konsumentów wody; ryzyko powinno być monitorowane w ramach planu bezpieczeństwa wody w kolejnych latach eksploatacji systemu wodociągowego

Wartości wag punktowych w przypadku parametru skutków j stanowią 5-elementowy zbiór $W[j]=\{1,2,3,4,5\}$ i zostały określone wg następujących zasad:

- bardzo małe: małe zakłócenia w funkcjonowaniu systemu wodociągowego; właściwy inspektor sanitarny stwierdził przydatność wody do spożycia ($W[j]=1$),
- małe: dostrzegalne zmiany organoleptyczne wody, pojedyncze skargi konsumentów; właściwy inspektor sanitarny określił przydatność wody do spożycia na warunkach przyznanego odstępstwa ($W[j]=2$),
- średnie: znaczna uciążliwość organoleptyczna (odór, zmieniona barwa i mętność wody); właściwy inspektor sanitarny na podstawie analizy ryzyka zdrowotnego (dotyczącego przekroczonych wskaźników fizyczno-chemicznych) określił warunkową przydatność wody do spożycia ($W[j]=3$),
- duże: niedyspozycje zdrowotne konsumentów, liczne skargi na przekroczone wartości określonych wskaźników fizyczno-chemicznych wody, w stosunku do których analiza ryzyka zdrowotnego wykazała zagrożenie dla zdrowia konsumentów wody; właściwy inspektor sanitarny określił brak przydatności wody do spożycia ($W[j]=4$),
- bardzo duże: wymagane leczenie szpitalne osób narażonych, zaangażowanie profesjonalnych służb ratowniczych, poważne skutki toksyczne wśród organizmów wskaźnikowych; właściwy inspektor sanitarny określił brak przydatności wody do spożycia ($W[j]=5$).

Wartości wag punktowych w przypadku parametru prawdopodobieństwa stanowią 5-elementowy zbiór $W[P(A_i | j)]=\{1,2,3,4,5\}$. Zakresy prawdopodobieństwa

przyjęto na podstawie obliczonej częstości występowania zdarzeń niepożądanych (np. 1 zdarzenie na 20 lat, tzn. $1/175200 \text{ h}=5,7 \cdot 10^{-6} \text{ 1/h}$):

- nieprawdopodobne: 1 zdarzenie na przestrzeni 20 lat – $P < 5 \cdot 10^{-6} \text{ 1/h}$, $W[P(A_i | j)]=1$,
- mało prawdopodobne: 1 zdarzenie na przestrzeni 5 lat – $P=(5 \cdot 10^{-6} \div 2 \cdot 10^{-5} \text{ 1/h})$, $W[P(A_i | j)]=2$,
- dość prawdopodobne: 1 zdarzenie w ciągu roku – $P=(2 \cdot 10^{-5} \div 10^{-4} \text{ 1/h})$, $W[P(A_i | j)]=3$,
- prawdopodobne: 1 zdarzenie w ciągu miesiąca – $P=(10^{-4} \div 10^{-3} \text{ 1/h})$, $W[P(A_i | j)]=4$,
- bardzo prawdopodobne: 1 zdarzenie w ciągu tygodnia – $P > 10^{-3} \text{ 1/h}$, $W[P(A_i | j)]=5$,

Wartości wag punktowych parametru ochrony przyjęto w następujący sposób:

- niski stopień ochrony konsumentów wody: $W[P(O_{kij})]=1$,
- średni stopień ochrony (standardowy monitoring jakości wody wodociągowej zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem): $W[P(O_{kij})]=2$,
- wysoki stopień ochrony (ponadstandardowy monitoring pracy systemu wodociągowego w ramach systemu multibarierowy z biomonitorem jakości wody na podstawie organizmów wskaźnikowych i z wykorzystaniem telewizji przemysłowej z czujnikami ruchu oraz opracowany kompleksowy plan reagowania w sytuacji awaryjnej oraz informowania konsumentów o zagrożeniu): $W[P(O_{kij})]=3$.

W ten sposób ryzyko (r_{ko}) wg wzoru (1) w przypadku pojedynczego zdarzenia przyjmuje wartości z zakresu $[0,33 \div 25]$. W tabeli 2 przedstawiono macrycę ryzyka. Przyjęto następującą skalę wartości ryzyk (r_{ij}):

- ryzyko tolerowane (r_T), $r_{ko} < 0,33 \div 3 >$,
- ryzyko kontrolowane (r_K), $r_{ko}=(3 \div 10 >$,
- ryzyko nieakceptowane (r_N), $r_{ko}=(10 \div 25 >$.

W zależności od liczby zdarzeń niepożądanych branych pod uwagę w ocenie ryzyka konsumenta, poziomy ryzyka konsumenta (r_{ko}), (będącego wg (1) sumą wszystkich ryzyk (r_{ij})), przyjmuje się proporcjonalnie do pojedynczego ryzyka (r_{ij}). Przy dużej liczbie zdarzeń niepożądanych wartość ryzyka konsumenta można również przyjmować jako maksymalną wartość ryzyka ze zbioru wszystkich obliczonych wartości ryzyk (r_{ij}). W przypadku ryzyka na poziomie tolerowanym przyjmuje się, że ryzyko konsumenta jest akceptowane (nie ma potrzeby jego zmniejszenia), a poziom bezpieczeństwa konsumentów (PB_{ko}) wody jest równy wartości obliczonego ryzyka i jest na poziomie tolerowanym ($r_{ko} \leq r_T$; $PB_{ko} = \text{TLS}$). W przypadku ryzyka kontrolowanego stosuje się zasadę ALARP, pożądane jest ograniczenie ryzyka, ale do poziomu, przy którym koszty podjętych działań przewyższają korzyści, wymagane jest natomiast stałe monitorowanie ryzyka ($r_T < r_{ko} < r_N$; $PB_{ko} = \text{CLS}$). W przypadku ryzyka nieakceptowanego konieczne jest jego zmniejszenie bez względu na poniesione koszty ($r_{ko} > r_{\text{ALARP}}$; $PB_{ko} = \text{ULS}$).

Podsumowanie

Procedury wdrażania planów bezpieczeństwa wody są ciągle dyskutowane i budzą wiele zastrzeżeń, przede wszystkim ze względu na ich koszty. W 2008r. w Dyrekcji Generalnej ds. Środowiska Komisji Europejskiej odbyło się drugie spotkanie zespołu konsultacyjnego w sprawie rewizji dyrektywy 98/83/EC. Tematem spotkania były m.in. plany bezpieczeństwa wody oraz zakres analiz wody przeznaczonych do spożycia. Zaproponowano wyróżnienie następujących grup substancji [11]:

Tabela 2. Matryca ryzyka
Table 2. Risk matrix

W[P(A _i j)]	W[j]				
	1	2	3	4	5
W[P(O _{kij})]=1					
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25
W[P(O _{kij})]=2					
1	0,5	1	1,5	2	2,5
2	1	2	3	4	5
3	1,5	3	4,5	6	7,5
4	2	4	6	8	10
5	2,5	5	7,5	10	12,5
W[P(O _{kij})]=3					
1	0,33	0,67	1,00	1,33	1,67
2	0,67	1,33	2,00	2,67	3,33
3	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
4	1,33	2,67	4,00	5,33	6,67
5	1,67	3,33	5,00	6,67	8,33

– grupa 1A (podstawowa): wskaźniki do obowiązkowej kontroli lub wykazanie, że nie występują w wodzie surowej i oczyszczonej (np. arsen, ołów, azotany, azotyny, pestycydy),
 – grupa 1B: wskaźniki pomocnicze, co do których kraj członkowski może podjąć decyzję o nieobowiązywaniu (np. glin, chlorki, barwa, pH, żelazo, magnez),
 – grupa 2A: wskaźniki związane z materiałami kontaktującymi się z wodą (np. akryloamid, chlorek winylu),
 – grupa 2B: wskaźniki, które będą kontrolowane w ramach planu bezpieczeństwa wody; nie mają zdefiniowanych odpowiednich analiz (np. toksyny),
 – grupa 2C: wskaźniki zarządzane przez plan bezpieczeństwa wody, mierzone tylko w momencie określenia zagrożenia występowania (np. antymon, chrom, radon).

Plany bezpieczeństwa wody nie są doskonałe, ale stanowią ważny krok w kierunku bezpieczeństwa konsumentów wody i dlatego powinny być podstawowym elementem strategii działania przedsiębiorstw wodociagowych. Szczegółowe procedury powinny być konsultowane w szerokim gronie ekspertów z różnych dziedzin. Należy brać pod uwagę koszty wprowadzanych zmian i ulepszeń, ale zawsze priorytetem powinno być zapewnienie konsumentom wody, która będzie bezpieczna dla zdrowia [12,13].

Przedstawiona metoda analizy ryzyka zagrożeń dla konsumentów wody uwzględnia występowanie tzw. obszaru ALARP, w którym procedury ograniczenia ryzyka powinny być wdrażane tylko wtedy, jeśli jest to ekonomicznie uzasadnione. Granica obszaru ALARP decyduje o wyborze metod szacowania ryzyka. Im różnica poziomu ALARP jest mniejsza od poziomu ryzyka nieakceptowanego, tym metoda szacowania ryzyka powinna być dokładniejsza (metody ilościowe – drzewa zdarzeń, niezdatności) oraz winna uwzględniać wyznaczenie rozkładów prawdopodobieństw występowania zagrożenia. Jeśli obszar ALARP jest znacznie oddalony od granicy poziomu ryzyka nieakceptowanego, to można stosować metody matrycowe oraz jakościowe.

Praca naukowa została sfinansowana ze środków przeznaczonych na naukę w latach 2007–2010 jako projekt badawczy nr N N523 3765 33 pt. „Opracowanie metodyki analizy i oceny ryzyka awarii systemów zaopatrzenia w wodę z uwzględnieniem bezpieczeństwa konsumentów”.

LITERATURA

1. Dyrektywa 98/83/EC z 3 listopada 1998.
2. Guidelines for Drinking-water Quality. WHO, Geneva 2004.
3. Water Safety Plans (Revised Draft). Report publication WHO/SDE/WSH/02.09.2002.
4. L. ROSEN, A. LINDE, P. HOKSTAD, S. SKLET, J. RØSTUM, T.J.R. PETTERSSON: Generic framework for integrated risk management in water safety plans. Proc. "6th Nordic Drinking Water Conference", Oslo 2008, pp. 193–203.
5. R.G. GARDNER: Implementing risk management for water supplies: A catalyst and incentive for change. *The Rangeland Journal Csiro Publishing* 2008, Vol. 30, pp. 149–156.
6. J. RAK: Bezpieczna woda wodociągowa. Zarządzanie ryzykiem w systemie zaopatrzenia w wodę. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2009.
7. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. DzU nr 61, poz. 417.
8. B. TCHÓRZEWSKA-CIEŚLAK, G. KALDA: Analiza ryzyka systemów zaopatrzenia w wodę z uwzględnieniem bezpieczeństwa konsumentów wody. *Przem. Chem.* 2008, nr 5, ss. 590–592.
9. J. RAK, K. PIETRUCHA, B. TCHÓRZEWSKA-CIEŚLAK: Kontrola jakości wody w aspekcie bezpieczeństwa użytkowników wodociągu. *Instal* 2008, wydanie specjalne, ss. 75–78.
10. J. RAK, B. TCHÓRZEWSKA-CIEŚLAK: Five-parametric matrix to estimate the risk connected with water supply system operation. *Env. Prot. Engng.* 2006, Vol. 32, No. 2, pp. 37–46.
11. www.igwp.org.pl.
12. B. TCHÓRZEWSKA-CIEŚLAK: Szacowanie akceptacji ponoszenia kosztów ryzyka związanego z funkcjonowaniem systemu zaopatrzenia w wodę. *Ochrona Środowiska* 2007, vol. 29, nr 3, ss. 69–72.
13. The Bonn Charter for Safety Drinking Water. International Water Association, London 2004.

Tchórzewska-Cieślak, B. Risk Management in Water Safety Plans. *Ochrona Środowiska* 2009, Vol. 31, No. 4, pp. 57–60.

Abstract: The term *safety* denotes 'lack of threat', as well as the 'guarantee that a threat will be eliminated or minimized'. As far as tap water is concerned, the word *safety* is used to denote the probability of avoiding a threat inherent in the consumption of water which fails to meet the relevant quality standard, or a threat resulting from the lack of water. The risk to the functioning of the water supply system (WSS) is a measure of the loss of safety. The paper contains an analysis of some basic notions defining water user's

safety. It also proposes methods of risk management in WSS operation, including threat identification and risk assessment. The problem of risk analysis and risk assessment has been extended by taking into account the costs incurred and the profits made due to the implementation of the so-called Water Safety Plans. In the proposed method of risk analysis pertaining to the threat of water user's safety, consideration is given to the occurrence of the so-called ALARP area, where a risk reducing procedure can be implemented only if such implementation is justified in economic terms.

Keywords: Water supply system, risk management, Water Safety Plans.