

## PROBLEMY BEZPIECZEŃSTWA ZAOPATRZENIA W WODĘ NA OBSZARACH ZASILANYCH Z MAŁYCH UJEĆ

Krzysztof BORYCZKO\*, Barbara TCHÓRZEWSKA-CIEŚLAK, Dawid SZPAK

Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza,  
al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów

**Streszczenie:** Celem Planów Bezpieczeństwa Cyklu Wodnego (WCSP, ang. *Water Cycle Safety Plans*) jest zapewnienie konsumentów, że spożywana przez nich woda jest bezpieczna dla ich zdrowia i życia. W pracy przedstawiono problemy wdrażania WCSP na obszarach gminnych pod kątem utraty bezpieczeństwa konsumentów wody. Zakres pracy obejmuje charakterystykę specyfiki WCSP dla MSZZW wraz z uwzględnieniem stref ochronnych ujęć wody, propozycję metody analizy i oceny ryzyka oraz propozycję ankiety dla operatorów systemów..

*Słowa kluczowe:* plany bezpieczeństwa cyklu wodnego, wodociąg, gmina.

### 1. Wprowadzenie

Bezpieczeństwo, w odniesieniu do konsumentów wody do spożycia, rozumiane jest jako prawdopodobieństwo uniknięcia zagrożenia, wynikającego ze spożycia wody o jakości niezgodnej z obowiązującym normatywem lub brakiem wody. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2015 poz. 1989), woda jest bezpieczna dla zdrowia ludzkiego, jeżeli jest wolna od mikroorganizmów chorobotwórczych i pasożytów w liczbie stanowiącej potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego, wszelkich substancji w stężeniach stanowiących potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego oraz nie ma agresywnych właściwości korozyjnych i spełnia podstawowe wymagania mikrobiologiczne i chemiczne określone w załącznikach nr 1 i 2 Rozporządzenia.

W 2013 roku Światowa Organizacja przedstawiła wytyczne (WCSP, 2013) do opracowania tak zwanego Planu Bezpieczeństwa Cyklu Wodnego (WCSP, ang. *Water Cycle Safety Plans*), przeznaczone dla systemów zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę (SZZW), których głównym celem jest ochrona zdrowia konsumentów wody (Piegoń i Tchórzewska-Cieślak, 2013; Rak, 2009; Szatkiewicz, 2009; Wichrowska i Mulik, 2013; WHO, 2011).

Zasadność wdrożenia WCSP w SZZW jest akceptowana przez większość operatorów systemów, choć pewne obawy budzi perspektywa ich wdrożenia w małych systemach zbiorowego zaopatrzenia w wodę (MSZZW).

Celem pracy jest scharakteryzowanie specyfiki WCSP dla MSZZW oraz podanie podstaw teoretycznych i problemów ich wdrażania do praktyki.

### 2. Wdrażanie Planów Bezpieczeństwa Cyklu Wodnego

Plan Bezpieczeństwa Cyklu Wodnego jest kluczowym elementem strategii zapobiegania zdarzeniom niepożądanym w SZZW. Składa się z części opisowej zawierającej syntezę wszystkich ważnych informacji o budowie SZZW, zasadach jego eksploatacji i obsługi oraz części analityczno-wdrożeniowej, w której przedstawia się ocenę funkcji systemu, które mają wpływ na prawidłowe jego funkcjonowanie pod kątem bezpieczeństwa konsumentów wody (Boryczko i in., 2014; Rosen i in., 2008). Plany Bezpieczeństwa Cyklu Wodnego powinny zawierać kompleksowe programy zarządzania bezpieczeństwem SZZW, a w szczególności zarządzania ryzykiem zdrowotnym odbiorców wody. Celem WCSP jest ciągłe zapewnienie bezpieczeństwa i akceptowalności dostaw wody do spożycia.

Zakres WCSP obejmuje:

- charakterystykę podstawowego celu WCSP jakim jest bezpieczeństwo konsumentów wody, tak zwane cele zdrowotne, bazujące na ocenie ryzyka zdrowotnego (Rak, 2009);
- całościową ocenę SZZW: ocenę czy system zaopatrzenia w wodę (od ujęcia wody poprzez uzdatnienie aż do jej spożycia) jest w stanie dostarczyć wodę spełniającą standardy zdrowotne,

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: kb@prz.edu.pl

zgodnie z obowiązującymi krajowymi i międzynarodowymi standardami jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (WHO, 2011; Dz. U. 2015 poz. 1989);

- plany zarządzania: dokumentację oceny systemu, plany monitoringu (rutynowe oraz w nagłych wypadkach), aktualizacje, ulepszenia i sposoby powiadamiania o sytuacjach zagrażających zdrowiu konsumentów wody;
- monitoring walidujący dla każdego podsystemu SZZW, w celu potwierdzenie, że wdrażane procedury WCSP prowadzą do zaplanowanych wyników. Niezależny system nadzoru weryfikuje prawidłowe i efektywne działanie w ramach WCSP.

Procedury zarządzania ryzykiem w ramach WCSP powinny zawierać (Tchórzewska-Cieślak, 2009):

- wykonanie oceny zagrożenia i hierarchizację ryzyka;
- analizę zidentyfikowanego ryzyka (wybór zdarzeń mogących wywołać ciąg zdarzeń niepożądanych, tak zwany 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 oraz skutków zdrowotnych dla konsumentów);
- ilościową ocenę ryzyka zdrowotnego konsumentów wody i na tej podstawie ocenę poziomu bezpieczeństwa konsumentów wody;
- identyfikację ścieżek, poprzez które zagrożenia mogą być przenoszone na konsumentów wody;
- identyfikację „krytycznych punktów kontrolnych”;
- określenie sposobu monitorowania i procedur kontrolnych dla każdego zidentyfikowanego ryzyka, w tym określenie zakresu oraz częstotliwości monitoringu (granice akceptowalności);
- opracowania scenariuszy awaryjnego zaopatrzenia ludności w wodę oraz planów reagowania na wypadek zaistnienia sytuacji kryzysowej, szkoleń operatorów SZZW;
- opracowania spójnej dokumentacji zdarzeń niepożądanych dla każdego podsystemu SZZW oraz informatycznej bazy danych;
- ustalenie opcji kontroli ryzyka (określenie w jaki sposób można zredukować poziom ryzyka);
- ocenę kosztów i zysków (określenie efektywności poniesionych kosztów w celu redukcji ryzyka i w ten sposób dokonanie hierarchizacji różnych opcji kontroli ryzyka);
- przygotowanie zaleceń dla procesu decyzyjnego (zapropozowanie tych wariantów kontroli ryzyka, które według ekspertów są najbardziej efektywne pod względem spodziewanych korzyści oraz poniesionych kosztów);
- opracowanie procedury informowania konsumentów wody o ryzyku.

### 3. Plany Bezpieczeństwa Cyklu Wodnego w wodociągach na terenach gminnych

Międzynarodowa Sieć Małych Systemów Zbiorowego Zaopatrzenia (*International Small Community Water Supply Network*) utworzona w styczniu 2005 roku to wielonarodowa grupa ekspertów z krajów całego świata działająca pod agendą WHO. Jest to forum otwarte, w którego skład wchodzi m.in. osoby zarządzające MSZZW, pracownicy uczelni wyższych zajmujący się opracowaniem technik zarządzania, rozwiązywaniem problemów związanych z eksploatacją MSZZW.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2015 poz. 1989), jasno określa, że przepisy rozporządzenia stosuje się także dla ujęć wody zaopatrujących mniej niż 50 osób lub dostarczających mniej niż 10 m<sup>3</sup> na dobę, pod warunkiem, że woda dostarczana jest jako część działalności handlowej lub publicznej. W przeciwnym wypadku przepisów rozporządzenia nie stosuje się, ale na właścicielu lub zarządcy ujęcia wody spoczywa obowiązek udzielania konsumentom informacji o jakości wody (Dz. U. 2015 poz. 1989).

Specyfika wdrażania WCSP w MSZZW wymaga od eksploatatora zaangażowania i zrozumienia sensu ich stosowania. Światowa Organizacja Zdrowia w MSZZW zwraca szczególną uwagę na:

- mikrobiologiczną jakość wody, której pogorszenie najczęściej powodowane jest zanieczyszczeniem fekalnym;
- zagrożenia skażeniem chemicznym (między innymi: arsenem, fluorkami, pestycydami, azotanami) spowodowanym działalnością człowieka (na przykład działalnością rolniczą lub przemysłową).

Plany Bezpieczeństwa Cyklu Wodnego powinny zawierać wykaz zagrożeń jakie powinny być one określone dla konkretnego SZZW. Proponuje się także rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo już na etapie projektowania (na przykład zwiększenie głębokości z jakiej studnie ujmują wodę), jako bardziej skuteczne i efektywne niż późniejsze kontrole jakości wody. Priorytetowo powinny być traktowane zagrożenia mikrobiologiczne jak potencjalnie najbardziej niebezpieczne.

### 4. Strefy ochronne ujęć wody

Strefy ochronne ujęć wody ustanawiane są w celu zapewnienia odpowiedniej jakości wody ujmowanej do zaopatrzenia w wodę ludzi oraz zaopatrzenia zakładów wymagających wody odpowiednio wysokiej jakości, a w celu ochrony zasobów wodnych.

Przepisy prawa polskiego, już w połowie lat 60-tych XX wieku, wprowadziły możliwość ustanowienia stref ochronnych ujęć wody. Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat strefy ochronne ustanawiane były głównie w drodze decyzji przez starostów bądź wojewodów:

- rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 marca 1965 roku w sprawie ustanowienia stref ochronnych ujęć i źródeł wody (Dz.U. 1965, Nr 13, poz. 93),
- rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 25 sierpnia 1970 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie ustanawiania stref ochronnych ujęć i źródeł wody (Dz.U. 1970, Nr 22, poz. 181),
- rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 roku w sprawie zasad ustanawiania stref ochronnych źródeł i ujęć wody (Dz.U. 1991, Nr 116, poz. 504).

Aktualna ustawa z dnia 18 lipca 2001 roku *Prawo wodne* (Dz. U. 2015 poz. 469) mówi że może być ustanowiona strefa ochronna bezpośrednia i pośrednia ujęcia wody, a decyzje o jej ustanowieniu podejmuje właściciel ujęcia wody.

Organem właściwym do ustanowienia stref ochronnych ujęć wody jest Dyrektor Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej, który ustanawia strefę wskazując zakazy, nakazy i ograniczenia dotyczące użytkowania gruntów oraz korzystania z wód, a także obszary, na których one obowiązują. W przypadku chęci wyznaczenia tylko terenu ochrony bezpośredniej, strefę ustanawia organ właściwy do wydania pozwolenia wodnoprawnego (starosta, a przypadkach szczególnych Marszałek Województwa lub Dyrektor Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej).

Zgodnie z art. 21 ust. 1 ustawy z dnia 5 stycznia 2011 roku o zmianie ustawy *Prawo wodne* oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2011, Nr 32, poz. 159) strefy ochronne ujęć wody ustanowione przed dniem 1 stycznia 2002 roku wygasają z dniem 31 grudnia 2012 roku. Skutkiem tej decyzji jest brak ciągłości w ochronie ujęć wody, gdyż wielu zarządców systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę, a zwłaszcza tych mniejszych, nie przypilnowała terminowego złożenia wniosku o ustanowienie stref. Wymaga to przygotowania wyników badań hydrologicznych, hydrograficznych, geomorfologicznych, opisu ujęć wody, uzasadnienie ustanowienia strefy, propozycja zasięgu i listy nakazów i zakazów. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na fakt użycia sformułowania, że strefy ochronne ujęć wody mogą, a nie muszą być ustanowione.

## 5. Metoda analizy ryzyka w ramach WCSP

Przed przystąpieniem do wprowadzenia procedur wdrożenia WCSP w wodociągach na obszarach gminnych proponuje się przeprowadzenie ankiet sondażowych wśród operatorów systemów, których celem będzie ustalenie na ile operatorzy tych systemów są przygotowani do wdrożenia PBW.

W tabeli 1 przedstawiono propozycję ankiety dla operatorów, mającą na celu określenie stopnia przygotowania operatora do wdrożenia WCSP.

Tab. 1. Propozycja ankiety dla operatorów MSZZW

Lp.	Pytanie	Odpowiedź		
		Do 10	10-500	500-1000
1	Średnia dobową produkcja wody w m <sup>3</sup> /dobę:	Do 10	10-500	500-1000
2	Liczba zaopatrywanych w wodę mieszkańców:	Do 50	50-2500	2500-5000
3	Rodzaj ujęcia/ujęć wody:	Podziemne		Powierzchniowe
4	Czy są wyznaczone strefy ochronne ujęcia wody?	Tak		Nie
5	Czy wskazano grupy zagrożeń mających wpływ na utratę bezpieczeństwa funkcjonowania twojego SZZW?	Tak		Nie
6	Czy wiesz o wszystkich możliwych źródłach zagrożeń mikrobiologicznych dla wody do spożycia na terenie całego obszaru zasilania w wodę?	Tak		Nie
7	Czy wiesz o wszystkich możliwych źródłach zagrożeń chemicznych dla wody do spożycia na terenie całego obszaru zasilania w wodę?	Tak		Nie
8	Czy znasz zagrożenia dla utraty bezpieczeństwa twojego SZZW wynikające z awarii podsystemów lub pojedynczych elementów SZZW?	Tak		Nie
9	Czy znasz potencjalne drogi (ścieżki) rozprzestrzeniania się potencjalnych zagrożeń mikrobiologicznych?	Tak		Nie
10	Czy znasz potencjalne drogi (ścieżki) rozprzestrzeniania się potencjalnych zagrożeń chemicznych?	Tak		Nie
11	Czy prawdopodobieństwo/częstotliwość wystąpienia zagrożeń jest rejestrowana?	Tak		Nie
12	Czy potrafisz ocenić skutki poszczególnych zagrożeń?	Tak		Nie
13	Czy potrafisz ocenić ryzyko związane z wystąpieniem zagrożenia?	Tak		Nie
14	Czy wiesz jak reagować na wypadek przekroczenia norm jakościowych w wodzie do spożycia?	Tak		Nie
15	Czy w twoim SZZW istnieją źródła awaryjnego zaopatrzenia ludności w wodę?	Tak		Nie
16	Czy w twoim SZZW istnieją procedury reagowania na wypadek wystąpienia zewnętrznych sytuacji kryzysowych (na przykład: powódź, susza, incydentalne zanieczyszczenie źródła wody)?	Tak		Nie

Interpretacja ankiety: dla poszczególnych MSZZW sklasyfikowanych według pytań 1, 2, 3, określa się sumę punktów uzyskanych w odpowiedziach od pytania 4 do 16 według następującego schematu:

- odpowiedź „Tak” – 1 punkt,
- odpowiedź „Nie” – 0 punktów.

Wyniki ankiety interpretowane są:

- suma punktów 12-13 – system jest bardzo dobrze przygotowany do wdrożenia,
- suma punktów 8-11 – system jest dobrze przygotowany do wdrożenia, ale wymaga uzupełnienia niektórych procedur,
- suma punktów 6-8 – system jest średnio przygotowany do wdrożenia i wymaga bezwzględnego uzupełnienia procedur wynikających z przeprowadzonej ankiety,
- suma punktów 0-5 – system nie jest przygotowany do wdrożenia i wymaga kompleksowego przeglądu pod kątem procedur eksploatacyjnych, a także przeprowadzenia szkoleń dla jego operatorów.

W celu analizy i oceny ryzyka utraty bezpieczeństwa w MSZZW proponuje się zastosowanie jakościowych metod matrycowych (Rak i Tchórzewska-Cieślak, 2005 i 2006). Założono że, ryzyko ( $r$ ) jest funkcją trzech parametrów: prawdopodobieństwa  $P_i$  wystąpienia  $i$ -tego reprezentatywnego scenariusza awaryjnego  $S_i$ , wielkości strat  $C_i$  wywołanych przez  $i$ -ty reprezentatywny scenariusz awaryjny  $S_i$  i odporności systemu  $V_i$  przed  $i$ -tym reprezentatywnym scenariuszem awaryjnym  $S_i$ ,  $r = f(P_i, C_i, V_i)$  (Rak i Tchórzewska-Cieślak, 2006). Ryzyko wyznacza się ze wzorów:

$$r = \sum_{i,j,m=1}^n (r_{ij} \cdot (V_k)^{-1}) \quad (1)$$

$$r_{ij} = P(A_i | j) \cdot C_j \quad (2)$$

gdzie:  $r$  jest indeksem ryzyka,  $A_i$  jest zdarzeniem niepożądanym w SZZW,  $i$  jest numerem kolejnego zdarzenia niepożądanego  $A$ ,  $i = 1, \dots, 1-n$ ,  $n$ ,  $j$  są to konsekwencje (skutek) dla konsumentów wody w wyniku zajścia zdarzenia  $A_i$ ,  $r_{ij}$  jest ryzykiem w wyniku zajścia zdarzenia  $A_i$  oraz skutków  $j$ ,  $P(A_i/j)$  jest wagą punktową związaną z prawdopodobieństwem zdarzenia  $A_i$  pod warunkiem, że wywołało ono skutek  $j$ ,  $C_j$  jest wagą punktową przypisaną skutkom  $j$ ,  $V_k$  jest wagą punktową przypisaną odporności systemu  $k$ , odpowiednią dla ochrony przed skutkami  $j$  w wyniku zajścia zdarzenia  $i$ , (na przykład monitoring jakości wody).

W tabeli 2 przedstawiono trójparametryczną matrycę ryzyka według formuły (1) dla pojedynczego zdarzenia  $A_i$  ( $i = 1$ ).

Wartości wag punktowych dla parametru odporności przyjęto w następujący sposób:

- $k = 1$  – standardowy monitoring jakości wody, brak procedur wczesnego i późnego ostrzegania przed wodą o nieodpowiedniej jakości,
- $k = 2$  – standardowy monitoring jakości wody wodociągowej zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem (Dz. U. 2015 poz. 1989), istnieją

procedury opóźnionego ostrzegania przed wodą o nieodpowiedniej jakości,

- $k = 3$  – ponadstandardowy monitoring jakości wody do spożycia oraz pracy całego SZZW, (w ramach systemu multibarier z biomonitorem wody surowej na podstawie organizmów wskaźnikowych i z wykorzystaniem telewizji przemysłowej z czujnikami ruchu oraz opracowany kompleksowy plan reagowania w zaistniałej sytuacji awaryjnej oraz informowania konsumentów o zagrożeniu).

Przyjęto trójstopniową skalę ryzyka:

- ryzyko tolerowane ( $r_T$ ),  $r_{ij} = <0,33; 3>$ ,
- ryzyko kontrolowane ( $r_K$ ),  $r_{ij} = (3; 0>$ ,
- ryzyko nieakceptowane ( $r_N$ ),  $r_{ij} = <12; 25>$ .

W zależności od liczby zdarzeń niepożądanych branych pod uwagę w ocenie ryzyka konsumenta, poziomy ryzyka konsumenta  $r_{ko}$  (będącego z definicji (1) sumą wszystkich ryzyk  $r_{ij}$ ) przyjmuje się proporcjonalnie jak dla pojedynczego ryzyka  $r_{ij}$ . Dla dużej liczby zdarzeń niepożądanych wartość ryzyka konsumenta można również przyjmować jako maksymalną wartość ryzyka ze zbioru wszystkich obliczonych wartości ryzyk  $r_{ij}$ . Dla ryzyka na poziomie tolerowanym przyjmuje się, że ryzyko konsumenta jest akceptowane (nie ma potrzeby jego redukcji). Dla ryzyka kontrolowanego stosuje się zasadę ALARP (ang. *as low as reasonably practicable*), pożądana jest redukcja ryzyka, ale do poziomu, w którym koszty podjętych działań przewyższają korzyści, wymagane jest natomiast stałe monitorowanie ryzyka. Dla ryzyka nieakceptowanego konieczna jest redukcja ryzyka bez względu na poniesione koszty (Tchórzewska-Cieślak, 2009). Proces identyfikacji potencjalnych zagrożeń oraz ryzyka powinien obejmować również charakterystykę ryzyka oraz jego hierarchizację, której propozycję przedstawiono w tabeli 3.

Potencjalny wpływ na zdrowie ludzi jest najważniejszym elementem brany pod uwagę, jednak uwzględnić należy również inne czynniki takie, jak skutki estetyczne, ciągłość i odpowiedniość dostaw oraz reputacja zakładu wodociągowego. Celem powinno być wprowadzenie rozróżnienia między ryzykami bardziej i mniej znaczącymi. Przykład dla wybranych zdarzeń niepożądanych przedstawiono w tabeli 4.

## 6. Wyniki ankiety dla wybranych małych systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę

Ankiety przeprowadzono dla trzech MZZSW z terenu województwa Podkarpackiego:

- MSZZW A:
  - średnia dobowa produkcja wody w m<sup>3</sup>/dobę: 10-500,
  - liczba zaopatrywanych w wodę mieszkańców: 50-2500,
  - rodzaj ujęcia/ujęć wody: podziemne,

Tab. 2. Matryca ryzyka

		Skutki $C_j$				
		Nieznaczące $j = 1$	Niewielkie naruszenie przepisów $j = 2$	Średni wpływ na cechy estetyczne $j = 3$	Poważne naruszenie przepisów $j = 4$	Katastrofalny wpływ na zdrowie publiczne $j = 5$
$V_k, k = 1$						
$P(A_i   \hat{G})$	Rzadkie / raz na 5 lat 1	1	2	3	4	5
	Mało prawdopodobne / raz na rok 2	2	4	6	8	10
	Umiarkowane / raz na miesiąc 3	3	6	9	12	15
	Prawdopodobne / raz w tygodniu 4	4	8	12	16	20
	Prawie pewne / raz dziennie 5	5	10	15	20	25
$V_k, k = 2$						
$P(A_i   \hat{G})$	Rzadkie / raz na 5 lat 1	0,5	1	1,5	2	2,5
	Mało prawdopodobne / raz na rok 2	1	2	3	4	5
	Umiarkowane / raz na miesiąc 3	1,5	3	4,5	6	7,5
	Prawdopodobne / raz w tygodniu 4	2	4	6	8	10
	Prawie pewne / raz dziennie 5	2,5	5	7,5	10	12,5
$V_k, k = 3$						
$P(A_i   \hat{G})$	Rzadkie / raz na 5 lat 1	0,33	0,67	1,00	1,33	1,67
	Mało prawdopodobne / raz na rok 2	0,67	1,33	2,00	2,67	3,33
	Umiarkowane / raz na miesiąc 3	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
	Prawdopodobne / raz w tygodniu 4	1,33	2,67	4,00	5,33	6,67
	Prawie pewne / raz dziennie 5	1,67	3,33	5,00	6,67	8,33

Tab. 3. Hierarchizacja zdarzeń niepożądanych

Priorytet	Znaczenie	Opis
Istotne dla oceny ryzyka	z pewnością priorytetowe	istnieją udokumentowane dowody, że dane zagrożenie stanowi ryzyko zdrowotne dla konsumentów wody
Niepełne dla przydatności w ocenie ryzyka	niepewność czy sytuacja stanowi istotne ryzyko	ryzyko może wymagać dalszego monitorowania w celu określenia jego rangi
Nieistotne dla oceny ryzyka	z pewnością nie stanowi priorytetu	brak udokumentowanych dowodów, że zidentyfikowane zagrożenie stanowi ryzyko dla konsumentów wody, ryzyko powinno być monitorowane w ramach PBW w kolejnych latach eksploatacji SZZW

Tab. 4. Miary i kategorie ryzyka dla przykładowych zdarzeń awaryjnych w MSZZW

Miejsce wystąpienia zdarzenia	Opis zdarzenia $A_i$	Typ zdarzenia	Waga punktowa prawdopodobieństwa	Waga punktowa skutków	Waga punktowa podatności	Miara i kategoria ryzyka
Ujęcie	zanieczyszczenie pestycydami	chemiczne	2	4	1	8 – kontrolowane
Uzdatnianie	brak zasilania awaryjnego	mikrobiologiczne i chemiczne	2	5	1	10 – kontrolowane
Dystrybucja	wyciek	mikrobiologiczne	3	5	1	15 – nieakcentowane

- MSZZW B:
    - średnia dobową produkcją wody w  $m^3$ /dobę: 500-1000,
    - liczba zaopatrywanych w wodę mieszkańców: 2500-5000,
    - rodzaj ujęcia/ujęć wody: powierzchniowe,
  - MSZZW C:
    - średnia dobową produkcją wody w  $m^3$ /dobę: 10-500,
    - liczba zaopatrywanych w wodę mieszkańców: 50-2500,
    - rodzaj ujęcia/ujęć wody: podziemne.
- Wyniki ankiety dla operatorów MSZZW przedstawiono w tabeli 5. Wyniki ankiety wskazują że:
- MSZZW A i B – systemy są średnio przygotowane do wdrożenia i wymagają bezwzględnego uzupełnienia procedur wynikających z przeprowadzonej ankiety,
  - MSZZW C – system nie jest przygotowany do wdrożenia i wymaga kompleksowego przeglądu pod kątem procedur eksploatacyjnych, a także przeprowadzenia szkoleń dla jego operatorów.

Tab. 5. Wyniki ankiety dla operatorów MSZZW

Lp.	MSZZW A	MSZZW B	MSZZW C
4	TAK	NIE	NIE
5	NIE	NIE	NIE
6	NIE	NIE	NIE
7	NIE	NIE	NIE
8	TAK	TAK	TAK
9	NIE	NIE	NIE
10	NIE	NIE	NIE
11	NIE	NIE	NIE
12	TAK	TAK	TAK
13	TAK	TAK	NIE
14	TAK	TAK	TAK
15	TAK	TAK	NIE
16	TAK	TAK	TAK
Suma punktów	7	6	4

Nierozwiązaną kwestią w badanych MSZZW pozostaje archiwizowanie danych eksploatacyjnych związanych

z występowaniem zdarzeń niepożądanych. Brak tych danych aktualnie uniemożliwia przeprowadzenia w nich analiz ryzyka na danych rzeczywistych.

## 7. Wnioski

Znaczącą rolę w prawidłowym wdrażaniu WCSP w MSZZW ma operator, który powinien posiadać pełną wiedzę o zarządzanym przez siebie MSZZW, możliwych zagrożeniach, skutkach tych zagrożeń i procedurach postępowania na wypadek wystąpienia zagrożenia.

Podsumowując:

- Małe systemy zbiorowego zaopatrzenia w wodę posiadają swoją specyfikę i w każdym przypadku procedury wdrażania WCSP powinny być analizowane indywidualnie.
- Brak obligatoryjnego ustalenia stref ochronnych ujęć wody stwarza ciągle zagrożenie dla bezpieczeństwa konsumentów wody. Wygaśnięcie stref ochronnych ustanowionych przed dniem 1 stycznia 2002 roku nie zmobilizowało wszystkich właścicieli ujęć wody do złożenia wniosku o ponowne ustalenie zasięgu ochrony.
- Dla wodociągów na terenach gminnych proponuje się wprowadzenie uproszczonych procedur WCSP, ustalonych indywidualnie dla konkretnego MSZZW.
- Przedstawiona w pracy propozycja analizy i oceny ryzyka powinna być stosowana dla każdego MSZZW w celu identyfikacji i oceny ryzyka zagrożeń konsumentów wody.
- Zaleca się wdrażanie w MSZZW strategii archiwizacji danych eksploatacyjnych, co pozwoli na wykonanie rzetelnych analiz ryzyka w danym systemie.

## Literatura

- Boryczko K., Piegoń I., Eid M. (2014). Collective water supply systems risk analysis model by means of RENO software. W: Safety, Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon. P.H.A.J.M. Van Gelder, R.D.J.M. Steenbergen, S. Miraglia, A.C.W.M. Vrouwenvelder (eds.), Taylor & Francis Group, London, 1987-1992.
- Piegoń I., Tchórzewska-Cieślak B. (2013). Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwach wodociągowych z wykorzystaniem nowoczesnych systemów informatycznych. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 10/2013, 401-404.

- Rak J. (2009). Bezpieczna woda wodociągowa. Zarządzanie ryzykiem w systemie zaopatrzenia w wodę. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej*, Rzeszów.
- Rak J., Tchórzewska-Cieślak B. (2005). Czteroparametryczna maczyca szacowania ryzyka w funkcjonowaniu systemu zaopatrzenia w wodę. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, Sigma-NOT, 2/2005, 6-9.
- Rak J., Tchórzewska-Cieślak B. (2006). Five-parametric matrix to estimate the risk connected with water supply system operation. *Environment Protection Engineering*, Vol. 2, 37-46.
- Rosen L., Lindhe A., Hokstad P., Sklet S., Rostum J., Pettersson T.J.R. (2008). Generic Framework for Integrated Risk Management in Water Safety Plans. W: *Proc. of 6<sup>th</sup> Nordic Drinking Water Conference*, Oslo.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 roku w sprawie zasad ustanawiania stref ochronnych źródeł i ujęć wody (Dz.U. 1991, Nr 116, poz. 504).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2015 poz. 1989).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 marca 1965 roku w sprawie ustanowienia stref ochronnych ujęć i źródeł wody (Dz.U. 1965, Nr 13, poz. 93).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 25 sierpnia 1970 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie ustanawiania stref ochronnych ujęć i źródeł wody (Dz.U. 1970, Nr 22, poz. 181).
- Szatkiwicz K. (2009). Rewizja dyrektywy 98/83/We w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, dotycząca oceny zagrożeń i zarządzania ryzykiem. *Ochrona Środowiska*, 3/2009, 41-44.
- Tchórzewska-Cieślak B. (2009). Zarządzanie ryzykiem w ramach planów bezpieczeństwa wody. *Ochrona Środowiska*, 4/2009, 57-60.
- Wichrowska B., Mulik B. (2013). Zintensyfikowanie działań Głównego Inspektora Sanitarnego na rzecz wdrożenia Dyrektywy 98/83/WE. *Technologia Wody*, 2/2013, 26-29.
- WHO (2011). Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition. *World Health Organization*, Geneva.
- WCSP (2013). Water cycle safety plan framework. Final. (<http://www.prepared-fp7.eu/viewer/file.aspx?FileInfoID=423>)
- Ustawa z dnia 5 stycznia 2011 roku o zmianie ustawy – Prawo wodne oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2011, Nr 32, poz. 159).
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 roku *Prawo wodne* (Dz. U. 2015, poz. 469).

#### WATER SAFETY PLANS IMPLEMENTATION PROBLEMS IN SMALL WATER SUPPLY SYSTEM

**Abstract:** Water Cycle Safety Plans aim is to assure consumers that water ingested by them is safe for their health and life. In the paper the operational conditionings of WCSP implementation in small water supply system in relation to consumer safety loss were presented. The paper includes specific characteristic of WCSP for small water supply system taking into account the water intake protection zone, and suggested method of risk assessment and proposed questionnaire for operators.