

STRESZCZENIE PRACY DOKTORSKIEJ

**Tytuł: Metoda analizy przyczynowo-skutkowej i oceny zdarzeń niepożądanych
w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę**

Autor: mgr inż. Dawid Szpak

Promotor: dr hab. inż. Barbara Tchórzewska-Cieślak, prof. PRz

Promotor pomocniczy: dr inż. Katarzyna Pietrucha-Urbanik

Słowa kluczowe: ryzyko, bezpieczeństwo, system zbiorowego zaopatrzenia w wodę

Streszczenie

Niniejsza rozprawa dotyczy problematyki analizy przyczynowo-skutkowej oraz oceny zdarzeń niepożądanych w systemie zbiorowego zaopatrzenia w wodę (SZZW) pod kątem zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa konsumentów wody, rozumianego jako prawdopodobieństwo uniknięcia zagrożenia związanego ze spożyciem wody o nieodpowiedniej jakości lub brakiem dostawy wody.

Na podstawie przeprowadzonej analizy dotychczasowego stanu wiedzy stwierdzono, że poza metodami matrycowymi w literaturze przedmiotu brakuje kompleksowej metodyki obejmującej całość zagadnień produkcji i dystrybucji wody, która mogłaby zostać wykorzystana w celu właściwej realizacji założeń planów bezpieczeństwa wodnego (ang. *Water Safety Plans* – WSP). Z tego względu w pracy podjęto próbę aplikacji metod wykorzystywanych w innych dziedzinach naukowych oraz opracowania nowych metod analizy i oceny ryzyka związanego z funkcjonowaniem SZZW, opartych głównie na analizie rodzajów błędów oraz ich skutków FMEA, teorii zbiorów rozmytych, teorii szarych systemów oraz twierdzeniu Bayesa. Wykorzystanie przedstawionych metod pozwoli na lepsze rozpoznanie występujących zagrożeń oraz odzwierciedlenie zależności przyczynowo-skutkowych pomiędzy nimi. Przedstawione metody zostały wykorzystane w sposób praktyczny przez opracowanie WSP dla SZZW miasta powiatowego zlokalizowanego w południowo-wschodniej Polsce. W rozprawie opracowano WSP zgodnie z zaleceniami *Podręcznika opracowania planów bezpieczeństwa wodnego*, wykorzystano jednak autorskie metody analizy i oceny ryzyka.

Opierając się na twierdzeniu Bayesa, wyznaczono prawdopodobieństwo wystąpienia mętności o określonej wartości, prawdopodobieństwo uszkodzenia danego rodzaju sieci wodociągowej oraz prawdopodobieństwo, że określona przerwa w dostawie wody do konsumentów zostanie spowodowana przez dany typ awarii. Opracowano także model sieci Bayesa, umożliwiający wyznaczenie prawdopodobieństwa spożycia wody o nieodpowiedniej jakości.

Opracowane metody są szczególnie istotne dla małych i średnich SZZW, w których wiedza na temat funkcjonowania systemu jest niepełna lub niepewna, głównie ze względu na ograniczenia finansowe i kadrowe. Niniejsza rozprawa przyczyni się do rozwoju wiedzy w obszarze analizy i oceny ryzyka w SZZW oraz wychodzi naprzeciw aktualnym standardom dotyczącym bezpieczeństwa wody przeznaczonej do spożycia opracowanym przez Światową Organizację Zdrowia oraz Unię Europejską.

DOCTORAL DISSERTATION ABSTRACT

**Title: Method of cause and effect analysis for assessing undesirable events
in collective water supply system**

Author: mgr inż. Dawid Szpak

Promoter: dr hab. inż. Barbara Tchórzewska-Cieślak, prof. PRz

Auxiliary promoter: dr inż. Katarzyna Pietrucha-Urbanik

Keywords: risk, safety, collective water supply system

Abstract

This doctoral dissertation deals with the issues of the cause and effect analysis for assessing undesirable events in the collective water supply system (CWSS), to ensure water consumers required safety level, understood as the probability of avoiding the risk associated with the consumption of water of inadequate quality or lack of water supply.

Based on the analysis of the current state of knowledge, it was found that apart from the matrix methods, there is no comprehensive methodology in the subject literature covering all issues of water production and distribution that could be used to implement properly the Water Safety Plans (WSP). For this reason, the dissertation attempts to apply methods used in other scientific fields and to develop new methods of analysis and risk assessment related to the functioning of the CWSS, based mainly on the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), the fuzzy sets theory, the grey systems theory and the Bayes theorem. The use of the presented methods will allow a better identification of existing threats and a reflection of cause and effect relationships between them. The presented methods were used in a practical way by developing the WSP for the CWSS in a district town located in south-eastern Poland. In the dissertation the WSP were prepared in accordance with the recommendations of *Water safety plan manual*, however, the author's methods of risk analysis and assessment were used.

Based on the Bayesian theorem, the probability that turbidity of a certain value occurs, the probability of failure in a given type of water supply network and the probability that a specific break in water supply to consumers will be caused by a given type of failure, were determined. The Bayesian network model was also developed to determine the probability of consuming inadequate quality water.

The developed methods are particularly important for small and medium-sized CWSS, where the knowledge about the functioning of the system is incomplete or uncertain, mainly due to financial and staffing restrictions. This dissertation will contribute to the development of knowledge on risk analysis and assessment in the CWSS and meets the current standards regarding the safety.