



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

BADANIA SYSTEMOWE
Inżynieria Środowiska

**BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW
ZAOPATRZENIA W WODĘ**

Janusz Ryszard Rak

Warszawa 2009



**BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW
ZAOPATRZENIA W WODĘ**

**POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH**

Seria: BADANIA SYSTEMOWE, tom 66

Redaktor naukowy: prof. Jakub Gutenbaum

Podseria: Inżynieria Środowiska

Warszawa 2009

**BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW
ZAOPATRZENIA W WODĘ**

Janusz Ryszard Rak

Publikacja wydana ze środków projektu badawczego MINISTERSTWA NAUKI
i SZKOLNICTWA WYŻSZEGO: nr R 11 001 01

Omówiono problematykę bezpieczeństwa miejskich Systemów Zaopatrzenia w Wodę. Bezpieczeństwo uznawane jest za współczesny miernik jakości działania systemów zaliczanych do tzw. infrastruktury krytycznej. Jednym z podstawowych warunków funkcjonowania aglomeracji miejskich jest zapewnienie bezpieczeństwa dostawy wody do spożycia przez wodociąg publiczny. Definiowane jest ono, jako stan umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na wodę w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony z poszanowaniem ochrony naturalnych zasobów wód. Analizy i oceny ryzyka są pierwszoplanową procedurą zarządzania bezpieczeństwem systemami zaopatrzenia w wodę (SZW). Zaproponowano ilościowe wartości ryzyka zdrowotnego związanego ze spożywaniem wody wodociągowej, które mogą być wykorzystane w analizie zagrożeń w krytycznych punktach kontroli. W analizach efektywności redukcji ryzyka celowe jest stosowanie rachunku kosztów rocznych z uwzględnieniem strat związanych z uszczerbkiem na zdrowiu człowieka. Zaprezentowane instrumenty zarządzania ryzykiem w odniesieniu do zdarzeń pogodowych dają możliwość ochrony przed niepożądanymi warunkami atmosferycznymi. Dokonano interpretacji procedur obróbki danych statystycznych pod kątem analizy ryzyka. Wykorzystano pojęcie semiwariancji i semiodchylenia standardowego jako miary oceny ryzyka.

Recenzenci:

Dr hab. inż. Michał Inkielman

Dr hab. inż. Janusz Łomotowski

Dr hab. inż. Jan Studziński

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2009

Instytut Badań Systemowych PAN
Newelska 6, PL 01-447 Warsaw

Sekcja Informacji Naukowej i Wydawnictw IBS PAN
e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl

ISSN 0208-8029
ISBN 978-83-89-47524-4

Spis treści

Słowo wstępne	9
1. Wstęp	13
2. Systemowe zarządzanie bezpieczeństwem SZW	25
2.1. Definicja systemu	25
2.2. Podstawowe pojęcia i terminy teorii systemów	26
2.3. Teoretyczne modele stosowane w ocenie bezpieczeństwa SZW	30
2.4. Zarządzanie bezpieczeństwem systemu	32
2.5. Metoda szacowania ryzyka w SZW	34
2.6. Metoda uaktualniania danych	37
3. Zarządzanie kryzysowe w Polsce	41
3.1. Kompetencje organów państwowych i administracyjnych	41
3.2. Ubezpieczenia obowiązkowe	48
3.3. Rodzaje roszczeń	50
4. Wybrane zagadnienia z eksploatacji	51
4.1. Uwagi wstępne	51
4.2. Wybrane zagadnienia z eksploatacji	52
4.3. Pojęcie kanibalizmu technicznego	54
4.4. Metody poszukiwania przecieków	56
5. Rozważania na temat ryzyka poznawalnego i losowego na przykładzie systemu zaopatrzenia w wodę	59
5.1. Charakterystyka ryzyka poznawalnego	59
5.2. Ryzyko czysto losowe, a ryzyko poznawalne	61
5.3. Dywersyfikacja a poznawalność ryzyka	65

6.	Zasady postępowania w obliczu ryzyka	71
6.1.	Mechanizmy powstawania zdarzeń niepożądanych	71
6.1.1.	Zmiana stanu równowagi	71
6.1.2.	Koincydencja niezależnych czynników	71
6.1.3.	Niewłaściwe współdziałanie obiektów	72
6.1.4.	Przemieszczanie zagrożenia	72
6.1.5.	Strategia konfliktu	73
6.1.6.	Emergencja destruktywnych cech	73
6.2.	Jakościowe rozważania nad percepcją ryzyka	73
6.3.	Relacja zagrożenie techniczne – bezpieczeństwo techniczne	75
6.4.	Metodologiczny aspekt zarządzania bezpieczeństwem	76
6.5.	Kryteria akceptowalności ryzyka	78
6.6.	Strategia zarządzania bezpieczeństwem	79
6.7.	Niepewność w oszacowaniu ryzyka	81
6.8.	Dopuszczalne ryzyko zdrowotne związane z konsumpcją wody wodociągowej	82
6.8.1.	Bezpieczeństwo wodne w unormowaniach krajowych	82
6.8.2.	Pojęcie ryzyka w ujęciu Dyrektywy Seveso II	83
6.8.3.	Zdefiniowanie ryzyka	85
6.8.4.	Wartościowanie ryzyka	87
6.8.5.	Pojęcie mikrorzyka	88
6.8.6.	Ryzyko zdrowotne korzystania z wodociągu publicznego	89
6.9.	Aspekt zdrowotny w odniesieniu do spożywania wody	91
7.	Problematyka finansowa sterowania ryzykiem w wodociągach	97
7.1.	Podstawowe definicje	97
7.2.	Kategorie zdarzeń niepożądanych	98
7.3.	Ekonomiczny aspekt sterowania ryzykiem	99
7.4.	Model opcji ryzyka	101
7.5.	Redukcja ryzyka	102
7.6.	Efektywność finansowa	103
7.7.	Analiza kosztów zdrowotnych związanych z ryzykiem spożycia zanieczyszczonej wody	104
8.	Rozważania na temat błędów i i ii rodzaju w aspekcie zaopatrzenia w wodę	107
8.1.	Tło historyczne hipotez statystycznych	107

8.2. Istota testowania hipotez statystycznych	108
8.3. Niepewność źródłem błędów I i II rodzaju	110
8.4. Przykłady interpretacji błędów I i II rodzaju w SZW	111
8.5. Ilościowe a jakościowe rozważania nad percepcją ryzyka	113
9. Ocena niezawodności metodą drzewa	115
9.1. Istota metody drzewa zdarzeń	115
9.2. Ilościowa ocena drzewa zdarzeń	118
9.3. Metoda poprawy popełnionego błędu	119
9.4. Niezawodność operatora	122
9.5. Próby oceny wartości życia	124
10. Odporność systemu zaopatrzenia w wodę na zagrożenia terrorystyczne	127
10.1. Definicje terroryzmu	127
10.2. Pojęcie strachu i lęku	129
10.3. Charakterystyka oszustwa	129
10.4. Zagrożenie czynnikami chemicznymi	130
10.5. Zagrożenie czynnikami biologicznymi	132
10.6. Sposoby rozpraszania	133
10.7. Wrażliwość systemu zaopatrzenia w wodę	133
10.8. Globalne skażenie wody wodociągowej	135
11. Wybrane elementy ryzyka pogodowego	139
11.1. Przykłady anomalii pogodowych	139
11.2. Aspekty prawne stanu kłęski żywiolowej powodzi	142
11.3. Elementy zarządzania ryzykiem pogodowym	146
11.4. Zarządzanie ryzykiem nieekstremalnych zdarzeń pogodowych	147
11.5. Instrumenty transakcji pogodowych	148
12. Wybrane czynniki interpretacji ryzyka	153
12.1. Skrajna możliwość interpretacji ryzyka	153
12.2. Koncepcja statystycznej metody oceny ryzyka	154
12.3. Ryzyko narażenia zawodowego na czynniki szkodliwe	157
12.3.1. Wymagania przy stosowaniu środków chemicznych do uzdatniania wody	157
12.3.2. Terminologia	159
12.3.3. Zasady prewencji i bezpieczeństwa	161
12.3.4. Wymagania dotyczące oceny ryzyka zawodowego ..	163

12.3.5. Metoda oceny ryzyka zawodowego	165
12.3.6. Charakterystyka zagrożenia czynnikami biologicznymi	167
12.3.7. Statystyczne wskaźniki wypadków przy pracy	168
12.3.8. Sankcje karne osoby odpowiedzialnej za bezpieczeństwo pracy	170
13. Podsumowanie	171
Literatura	179
Spis rysunków	207
Spis tabel	208
Streszczenie	209
Summary	210

ISBN 0208-8029

ISSN 978-83-89-47524-4
