



POLSKA AKADEMIA NAUK

Instytut Badań Systemowych

BADANIA SYSTEMOWE

Inżynieria Środowiska

**BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW
ZBIOROWEGO ZAOPATRZENIA
W WODĘ**

Janusz Rak

Barbara Tchórzewska-Cieślak

Jan Studziński

Warszawa 2013



**POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH**

Seria: BADANIA SYSTEMOWE

Tom 72

**Redaktor naukowy:
Prof. dr hab. inż. Jakub Gutenbaum**

Warszawa 2013

Rada redakcyjna serii: **BADANIA SYSTEMOWE**
Inżynieria Środowiska

Prof. Olgierd Hryniewicz - przewodniczący

Prof. Jakub Gutenbaum – redaktor naczelny

Prof. Janusz Kacprzyk

Prof. Tadeusz Kaczorek

Prof. Roman Kulikowski

Prof. Marek Libura

Prof. Krzysztof Malinowski

Prof. Zbigniew Nahorski

Prof. Marek Niezgódka

Prof. Roman Słowiński

Prof. Jan Studziński

Prof. Stanisław Walukiewicz

Prof. Andrzej Weryński

Prof. Antoni Żochowski



**POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH**

Janusz Rak

Barbara Tchórzewska-Cieślak

Jan Studziński

**BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW
ZBIOROWEGO ZAOPATRZENIA
W WODĘ**

Warszawa 2013

Copyright © by Instytut Badań Systemowych PAN
Warszawa 2013

Autorzy:

Prof. dr hab. inż. Janusz R. Rak

Politechnika Rzeszowska
rakjan@prz.edu.pl

Dr hab. inż. Barbara Tchórzewska-Cieślak

Politechnika Rzeszowska
cbarbara@prz.edu.pl

Dr hab. inż. Jan Studziński

IBS PAN Warszawa
studzins@ibspan.waw.pl

Recenzenci:

Prof. dr hab. inż. Janusz Łomotowski

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Dr hab. inż. Izabela Zimoch

Politechnika Śląska w Gliwicach

Skład: Aneta M. Pielak

Wydawca:

Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk
Newelska 6, 01-447 Warszawa
www.ibspan.waw.pl

*Publikacja wydana ze środków projektów rozwojowych
Narodowego Centrum Badań i Rozwoju
nr NR 14-0006-10/2010 oraz NR 14-0011-10/2010*

ISSN 0208-8029

ISBN 83-894-7549-9

4. Zagrożenia endogeniczne i egzogeniczne SZZW

Czynniki wpływające na niezawodność SZZW, to: starzenie się obiektów liniowych i urządzeń, ograniczenia remontów, zwiększanie obciążeń obiektów liniowych i urządzeń, redukcja zakresu monitoringu i personelu z nim związanego.

Analizy niezawodności i bezpieczeństwa SZZW prowadzi się na poziomie bilansu zasobów wodnych oraz na poziomie podsystemów: produkcji wody oraz przesyłu i dystrybucji wody.

Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje ryzyka i zagrożeń z nim związanych:

- endogeniczne, gdzie źródła ryzyka usytuowane są wewnątrz systemu i można nad nimi sprawować kontrolę,
- egzogeniczne, gdzie źródła ryzyka są poza systemem, a co za tym idzie są poza możliwościami kontroli przez operatora systemu.

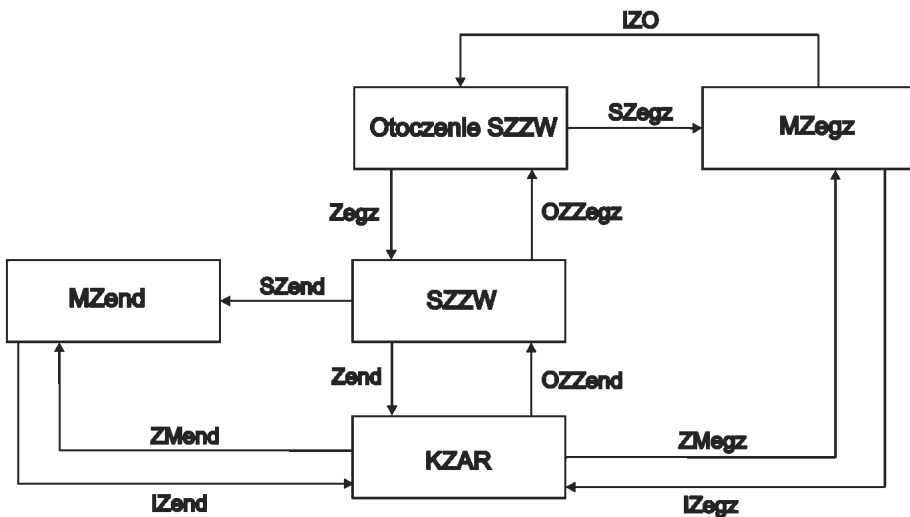
W latach 80-tych XX wieku w Wielkiej Brytanii i USA zostały wdrożone w systemach technicznych systemy antyryzyka. W głównej mierze opierają się one o podsystemy monitoringu powiązanego z oprogramowaniem komputerowym (Apostolakis, Kaplan, 1981; Avizienis i inni, 2000). Na rys. 4.1. pokazano schemat ideowy systemu antyryzyka.

Antyryzyko polega na skompensowaniu zagrożeń przez stosowne układy zabezpieczeń opisane szczegółowo w PN-EN 61508 cz. 1÷7 z 2010 roku – „Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych (elektronicznych) programowalnych systemów związanych z bezpieczeństwem”.

Układy zabezpieczeń mogą być skonfigurowane w następujący sposób:

- typ 1001 – zadziałanie układu zabezpieczenia powoduje wyłączenie awaryjne (brak rezerwowania),
- typ 1002 – zadziałanie jednego z dwóch układów zabezpieczeń powoduje wyłączenie awaryjne (rezerwowanie polega na zadziałaniu 1 z 2 układów),
- typ 1002D – j.w., ale zadziałanie 1 z 2 układów lub zadziałanie diagnostyki powoduje wyłączenie awaryjne (rezerwowanie polega na zadziałaniu 1 z 2 lub diagnostyki),

- typ 2002 – dla wyłączenia awaryjnego wymagane jest jednoczesne zadziałanie obu układów zabezpieczenia,
- typ 2003 – zadziałanie 2 z 3 układów zabezpieczeń powoduje wyłączenie awaryjne,
- typ N00MD – zadziałanie N z M układów zabezpieczeń powoduje wyłączenie awaryjne lub odbywa się to w wyniku głosowania na podstawie badań diagnostycznych.



Rys. 4.1. Schemat działania systemu antyryzyka; oznaczenia: *IZend* – informacja o zagrożeniu endogenicznym, *IZegz* – informacja o zagrożeniu egzogenicznym, *Zend* – zagrożenia endogeniczne, *SZend* – sygnał zagrożeń egzogenicznych, *Zegz* – zagrożenia egzogeniczne, *SZegz* – sygnał zagrożeń egzogenicznych, *OZZegz* – oddziaływanie zwrotne na zagrożenia egzogeniczne, *MZOgz* – monitoring zagrożeń pochodzących z otoczenia SZZW, *ZMend* – zarządzanie monitoringiem endogenicznym, *ZMegz* – zarządzanie monitoringiem egzogenicznym, *KZAR* – kokpit zarządzania antyryzykiem, *IZO* – informacja zwrotna do otoczenia.

Kategorie zdarzeń niepożądanych, to: uszkodzenia, awarie, poważne awarie zwane katastrofami.

Uszkodzenia, to zdarzenia niepożądane, powodujące straty w małej skali występujące stosunkowo często. Ryzyko w tym wypadku związane jest z uszko-

dzeniami sieci wodociągowej (rozdzielczej, połączeń domowych), agregatów pompowych, urządzeń do uzdatniania wody, armatury w instalacjach wewnętrznych. Poziom ryzyka szacuje się na podstawie danych empirycznych z wykorzystaniem wskaźników intensywności uszkodzeń (λ), intensywności naprawy (μ) oraz strat finansowych z tytułu niedostarczonej wody i kosztów utrzymania brygad remontowo-naprawczych przez firmę wodociągową. Strategia redukcji ryzyka polega głównie na zmniejszeniu zawodności obiektów i elementów budujących SZZW.

Awarie, to zdarzenie niepożądane, powodujące straty w średniej skali występujące stosunkowo rzadko. Przykładami takich zdarzeń są awarie rurociągów magistralnych, zaniki dostawy energii elektrycznej na skutek wylądowań atmosferycznych, incydentalne pogorszenie jakości wody w źródle, co wymaga korekt w procesie technologicznym uzdatniania wody. Poziom ryzyka szacuje się na podstawie stosownych wskaźników niezawodności. Zarządzanie ryzykiem koncentruje się na monitorowaniu funkcjonowania SZZW z wykorzystaniem metod jakościowych i ilościowych.

Katastrofy, to zdarzenia niepożądane, powodujące znaczne szkody występujące bardzo rzadko (Seveso II Directive, 1996; Suligowski, Bolt, 2005). Oszacowanie częstości takich zdarzeń dokonuje się na podstawie modeli probabilistycznych. Przykładami takich zdarzeń są globalne skażenia wody w sieci wodociągowej, problemy z jakością i ilością wody w wyniku powodzi lub długotrwałej suszy. Szacowanie ryzyka ma charakter prognostyczny na podstawie scenariuszy awaryjnych. Zarządzanie ryzykiem polega na analizie pracy systemu multibarierowy chroniącego konsumentów przed złą jakością wody (monitoring jakości wody dotyczący: stacji osłonowo-ostrzegawczej, przekroju ujęcia wody, kluczowych miejsc procesu uzdatniania wody, wody czystej, wybranych miejsc na sieci wodociągowej i wytypowanych odbiorców) oraz na zaopatrywaniu w wodę ze źródeł alternatywnych.

IBS PAN *Serw*

47323

Bibl. podręczna

ISSN 0208-8029
ISBN 83-894-7549-9

**INSTYTUT BADAŃ SYSTEMOWYCH
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

tel.: (+48) 22 3810246 / 22 3810277 / 22 3810241 / 22 3810273

e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl