

## Ciągłość działania rozległych układów technicznych

*Stanisław Biedugnis, Mariusz Smolarkiewicz  
Politechnika Warszawska*

*Paweł Podwójci  
Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, Płock,  
Politechnika Warszawska*

*Andrzej Czapczuk  
Politechnika Warszawska*

### 1. Wstęp

Ciągłość działania współczesnych systemów technicznych, rozumiana wielowymiarowo, obejmuje w swej treści zarówno niezawodność funkcjonowania jak i bezpieczeństwo ich działania. Bezpieczne działanie systemu oznacza jego funkcjonowanie nie stwarzające zagrożenia dla ludzi. Rola człowieka w bezpiecznym działaniu całego systemu technicznego realizowana jest na dwóch płaszczyznach (rys. 1): jako twórcy (projektanta i wykonawcy systemu) oraz eksploatatora (operatora i konserwatora systemu).

Systemy zaopatrzenia w wodę są potencjalnie niebezpieczne. Istniejący system kontroli jakości wody, najczęściej pozbawiony nowoczesnego monitoringu jej jakości, nie daje gwarancji dostatecznie wczesnego podjęcia działań ochronnych [8]. Przedostanie się do wody cyjanków i rozprowadzenie jej do odbiorców kończy się śmiertelnymi zatruciami. Mogą też incydentalnie wystąpić inne wysoce szkodliwe związki. Często nawet niewielkie dawki niebezpiecznych związków kumulują się w organizmie (np. ołów systematycznie odkłada się w szpiku kostnym), co dopiero po latach daje ewidentnie negatywne skutki.



**Rys. 1.** Wpływ człowieka na działający system; *Źródło: materiały własne*  
**Fig. 1.** Impact of human being on working system

## 2. Czterofazowy system zarządzania kryzysowego

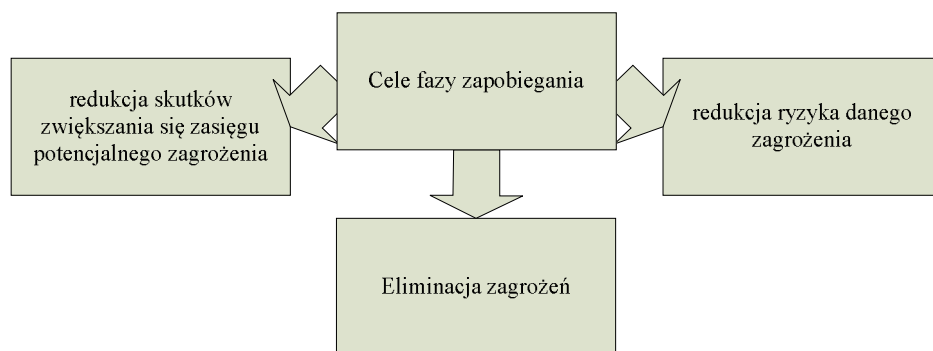
Metody szacowania ryzyka wynikającego z rozwoju cywilizacyjnego wiążą się z identyfikacją, zagrożeniami oraz oceną i hierarchizowaniem ryzyka związanego z technicznymi wypadkami. Do takich wypadków możemy zaliczyć: duże pożary, wybuch i wycieki trujących substancji przynoszących szkodę środowisku lub klęski żywiołowe mogące przyczynić się do powstania wypadku technicznego, w wyniku np. obsunięcia ziemi, czy też powodzi. Metody te stanowią podstawowe narzędzie zarządzania ryzykiem technicznym.

Większość systemów ochrony stworzonych do tej pory skupiało się na skutecznym reagowaniu na zdarzenie. Przez szereg lat reagowania na awarie techniczne – służby ratownicze (Straż Pożarna, Policja, Służby Medyczne jak i wyspecjalizowane służby techniczne) stały się dobrze przygotowane do niesienia pomocy w czasie sytuacji zagrażającej życiu i mieniu ludzkiemu. Jednak umiejętność skutecznego reagowania nie zmniejsza liczby zdarzeń. Co więcej – ich liczba stale rośnie. W następstwie tych zjawisk rozwinął się w Polsce czterofazowy model zarządzania kryzysowego obejmujący takie fazy jak (rys. 2): zapobieganie, przygotowanie, reagowanie i odbudowa. Wszystkie te fazy są bardzo ważne. Jednak największe wysiłki powinny być skierowane na fazę zapobiegania, ponieważ skuteczne zapobieganie jest w stanie zminimalizować częstotliwość występowania awarii, a więc także ilość ofiar i strat finansowych.

Według James A. Gordona faza zapobiegania ma na celu: eliminację zagrożeń, redukcję ryzyka danego zagrożenia, redukcję skutków zwiększania się zasięgu potencjalnego zagrożenia.

Aby zminimalizować skutki potencjalnego zagrożenia i przygotować się na nie, należy przeprowadzić szczegółową analizę ryzyka związanego z danym zagrożeniem technicznym. Taka analiza pozwala na wyeliminowanie lub przynajmniej ograniczenie ewentualnych zagrożeń. Skuteczna analiza ryzyka technicznego wymaga zastosowania szeregu ogólnych reguł dotyczących jej przeprowadzania. Podczas analizy tego typu ryzyka należy uwzględnić szereg

charakterystycznych cech danego obszaru, na którym znajduje się analizowany obiekt techniczny. Związane to jest z tym, że zagrożenia techniczne występują we wszystkich rodzajach układów technicznych niezależnie od ich wielkości i przeznaczenia. Zdarzenia niekorzystne związane z zagrożeniami technicznymi najczęściej występują na poziomie poszczególnych modułów technicznych (awaria samochodu, awaria pompy, pęknięcie zbiornika, pęknięcie przewodu). Ich nakładanie się – efekt domina, może powodować rozszerzenie się awarii i przejście jej w stan awarii całego systemu (awaria wodociągu przesyłowego, zerwanie przesyłowej trakcji elektrycznej, awaria całej linii produkcyjnej).



**Rys. 2.** Cele fazy zapobiegania; *Źródło: Czapczuk, 2007*

**Fig. 2.** Aims of prevention phase

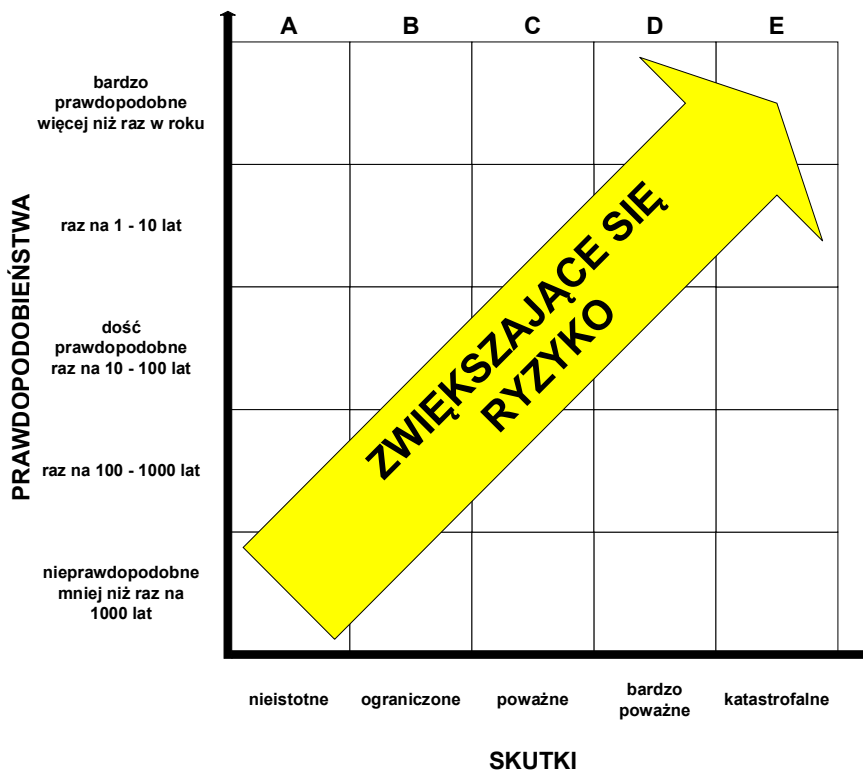
Mapy ryzyka stanowią jedną z najskuteczniejszych metod wdrożenia fazy zapobiegania w czterofazowym modelu zarządzania kryzysowego. Mapy ryzyka technicznego pozwalają na globalną i pełną ocenę dowolnego systemu technicznego.

### **3. Miara ryzyka**

Ryzyko to miara charakteryzująca bezpieczeństwo (poziom bezpieczeństwa) lub jego poczucie, wyrażona poprzez wartość prawdopodobieństwa wystąpienia niekorzystnego zdarzenia w określonym czasie wraz z jego skutkami oddziałującymi negatywnie na zdrowie i życie ludzi, mienie lub środowisko. Powyższa definicja wskazuje na istnienie dwóch aspektów określenia ryzyka: prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia w określonym czasie oraz skutki tego zdarzenia. Analiza zagrożeń opiera się na badaniu wzajemnego powiązania prawdopodobieństwa i skutków wystąpienia zdarzenia. Obydwie wartości na raz bardzo rzadko można określić liczbowo, a tym samym z dużą precyzją, jednak w wielu przypadkach nawet zgrubne określenie tych liczb jest wystarczają-

co dokładne, aby stwarzały one podstawę do podejmowania odpowiednich decyzji i przyjmowania miar by, przeciwdziałać ryzyku. Zmniejszenie ryzyka polega więc na zmniejszeniu prawdopodobieństwa

Analiza zagrożeń obejmuje klasyfikację zagrożeń indywidualnych uwzględniając prawdopodobieństwo, skutki oraz czas ostrzegania. Praca ta może być uproszczona jeżeli do jej wykonania wykorzystana zostanie macierz ryzyka (mapy ryzyka) przedstawiono na rysunku poniżej. Prawdopodobieństwo zdarzenia związanego z określonym zagrożeniem można podzielić na pięć klas w zależności od oszacowania częstotliwości jego wystąpienia (rys. 3).



Rys. 3. Prawdopodobieństwo zdarzenia związanego z określonym zagrożeniem; Źródło: [www.rudnicki.com.pl](http://www.rudnicki.com.pl)

Fig. 3. Probability of event connected with specific threat

#### **4. Ciągłość działania**

Przedsiębiorstwa posiadające w swoich zasobach rozległe systemy techniczne winny posiadać rozbudowany system bezpieczeństwa ciągłości działania. W wielu opracowaniach „ciągłość działania” sprowadzana jest tylko do zagadnień technicznych [6]. DYREKTYWA KOMISJI 2006/73/WE z dnia 10 sierpnia 2006 r. „wprowadzająca środki wykonawcze do dyrektywy 2004/39/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów organizacyjnych i warunków prowadzenia działalności przez przedsiębiorstwa inwestycyjne oraz pojęć zdefiniowanych na potrzeby tejże dyrektywy” ujmuje to zagadnienie w szerszym aspekcie. Dyrektywa bezpośrednio dotyczy przedsiębiorstw inwestycyjnych aczkolwiek może zostać w prosty sposób odniesiona do przedsiębiorstw strategicznych takich jak przedsiębiorstwa komunalne w tym wodociągi. Artykuł 5 omawianej dyrektywy jak i Artykuł 13 ust. 2–8 dyrektywy 2004/39/WE wprowadzają następujące wymogi:

- ust. 2. Państwa członkowskie wymagają, by przedsiębiorstwa inwestycyjne ustanowiły, wprowadziły i utrzymywały systemy i procedury, które zapewniają właściwy stopień bezpieczeństwa, integralności i poufności informacji, uwzględniając przy tym charakter takich informacji,
- ust. 3. Państwa członkowskie wymagają, by przedsiębiorstwa inwestycyjne ustanowiły, wprowadziły i utrzymywały odpowiednią politykę utrzymywania ciągłości działalności gospodarczej, której celem jest zachowanie najważniejszych danych i funkcji oraz utrzymanie usług i działalności inwestycyjnej w razie przerwy w funkcjonowaniu systemów i procedur – a jeśli nie jest to możliwe – możliwie szybkie przywrócenie takich danych i funkcji oraz możliwie szybkie wznowienie usług i działalności inwestycyjnej.

Przytoczone powyżej wymogi pozwalają traktować ciągłość działania jako zbiór procesów zachodzących na wszystkich płaszczyznach funkcjonowania przedsiębiorstwa. Procesy w równym stopniu występują na płaszczyźnie technicznej, społecznej i ekonomicznej. Zakres procesu ciągłości działania powinien obejmować:

- identyfikację kluczowych procesów i ich zasobów,
- analizę ryzyka,
- analizę wpływu zdarzenia na przedsiębiorstwo,
- listę procesów krytycznych,
- budowę strategii przetrwania,
- budowę minimalnej akceptowalnej konfiguracji,
- analizę dostępnych i brakujących rozwiązań,
- opracowanie strategii przetrwania,

- budowę procedur awaryjnych i odtworzeniowych.

Tak przygotowane procedury awaryjne i odtworzeniowe dotyczące wszystkich aspektów pracy przedsiębiorstwa w sposób kompleksowy zapewniają jego ciągłość działania.

## **5. Podsumowanie**

Ciągłość działania rozległych układów technicznych i bezpieczeństwo rozległych układów technicznych to pojęcia bliskoznaczne. Istnieje jednak między nimi subtelna różnica. Bezpieczeństwo działania posiada swoje korzenie w pojęciu niezawodność. „Jestem niezawodny więc działam cały czas”. Bezpieczeństwo poszerza pojęcie niezawodności i w pewien sposób je zawiera. Bezpieczeństwo to ogół działań by system był bezpieczny to przewidywanie wszelkich zjawisk nie pożądanych. Natomiast ciągłość działania to tak naprawdę efekt niezawodności i bezpieczeństwa. Ciągłość działania to cel sam w sobie.

Niniejszy artykuł jest głosem w polemice związanej z rozwijającą się dziedziną nauki jaką jest bezpieczeństwo, a w szczególności bezpieczeństwo techniczne. Stara się zhierarchizować pojęcia związane z tą dziedziną w aspekcie układu człowiek, natura, technika.

## **Literatura**

1. **Aven T.:** *Reliability and Risk Analysis*. London and New York, Elsevier, 1992.
2. **Denczew S.:** *Organizacyjne, techniczno-technologiczne oraz ekonomiczne możliwości usprawnienia zjawiska „uszkodzenie – usunięcie” w procesie eksploatacji układów wodociągowych*. w: *Gaz, woda i technika sanitarna*, nr 9/2003.
3. **Denczew S.:** *Wstępna analiza niezawodności zaopatrzenia w wodę m. st. Warszawa*. w: *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* nr 7/99.
4. **Denczew S.:** *Organizacja i zarządzanie infrastrukturą komunalną w ujęciu systemowym*. Wydawnictwo SGSP, Warszawa, 2006.
5. **Jaźwiński J., Ważyńska-Fioł K.:** *Bezpieczeństwo systemów*. Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1993.
6. **Opychał L.:** *Metoda analizy i oceny ryzyka awarii opracowana dla polskich budowli hydrotechnicznych*, Instytut MiGW, Warszawa, 2005.
7. **Szopa T.:** *Podstawy modelowania bezpieczeństwa*. W materiałach z VI Symp. Bezpieczeństwa Systemów, Kiekrz, 1996.
8. **Wieczysty A., Lubowiecka T., Iwanejko R.:** *Niezawodność człowieka w biotechnicznym systemie zaopatrzenia w wodę*. Materiały III Międzynarodowej (XV Krajowej) Konferencji Naukowo-Technicznej Zaopatrzenie w wodę miast i wsi, Poznań, 9-21, 1998.

## **Operational Continuity of Extensive Technical Circuits**

### **Abstract**

Operational continuity of extensive technical circuits, as understood from multidimensional point of view, means not only their operational reliability, but also their safety of use. Safe operation of a system means functioning, in which there are no symptoms of hazard for human use. The role of the human in safe functioning of the overall technical system is accomplished on two levels: as a creator (a designer and a builder of the system), and as an exploiter (an operator and a maintenance technician of the system).

Water supply systems are potentially hazardous. Existing water control system, which most frequently are deprived of high-tech monitoring techniques for water quality, does not guarantee a suitable, early start of preventive measures [Rak i Wieczysty 1991, Wieczysty et al. 1994].

Penetration of cyanides to water and distribution of the water to consumers results in lethal intoxications. From time to time some other highly hazardous compounds can be found. Even small doses of highly toxic compounds can frequently accumulate in a human body (ex. lead is continuously being deposited in bone marrow), albeit it takes years for visibly negative results to develop.

Risk evaluation methods resulting from civilization progress are based on identification of hazards and evaluation, as well as classification of risk associated with technical incidents.

Risk is a measure of safety (safety level) or the feeling of safety defined as the value of probability of occurrence of an unfavourable incident and its results at a given time, which negatively affect human health and life, property or the environment.

