

# BADANIE NIEZAWODNOŚCI SYSTEMU ERP

Antoni ŚWIC, Daniel GAŚKA

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące realizacji badań niezawodności funkcjonowania systemów ERP. Proces badania niezawodności został przedstawiony w sposób usystematyzowany dzięki temu, że procedury realizacji badania niezawodności zostały zaczerpnięte i dostosowane, dla potrzeb systemów ERP, z polskich norm. Wprowadzenie normalizacji oraz ujednoczenie terminologii umożliwi realizację badań niezawodności systemu w różnych warunkach oraz po pewnych korektach dla różnych systemów.

**Słowa kluczowe:** niezawodność, system informatyczny, ERP.

## 1. Wstęp

Niezawodność systemu ERP jest elementem koniecznym do poprawnego funkcjonowania całego przedsiębiorstwa, z powodu integracji wszystkich elementów przedsiębiorstwa z systemem ERP możliwość utrzymania systemu w pełnej sprawności wydaje się być elementem mającym niebagatelne znaczenie w kontekście wdrażania systemów ERP w wielu przedsiębiorstwach o różnej branży.

Systemy ERP charakteryzują się budową modułową czyli w skład jednego systemu wchodzi od kilku do kilkunastu modułów, które tworzą całość. Moduły mogą pracować w różnych konfiguracjach tzn., że firma nie musi kupować całego systemu wystarczy, że kupi wybrane moduły, które będą współpracować między sobą, przekazując sobie nawzajem wprowadzane informacje. Całość systemu działa w oparciu o bazie danych, przykładowej analizie niezawodności poddany zostanie system MS Axapta w wersji 2.4+ oparty na bazie danych MS SQL. Oczywiście w prosty sposób przedstawioną metodologię badania niezawodności systemów ERP można przenieść na inne systemy z tej rodziny oparte o inne bazy danych.

## 2. Podstawowe cechy niezawodności

Chcąc przeprowadzić analizę parametrów związanych z niezawodnością systemów ERP należy zdefiniować pojęcie niezawodności w kontekście tychże systemów. Dlatego można stwierdzić, że niezawodność jest to zakres w jakim można polegać, że system wykona jedynie i prawidłowo zadanie w danych warunkach, w danej chwili lub w danym przedziale czasu, przy założeniu, że są dostarczone wymagane środki zewnętrzne.

Niezawodność nie może być oceniona bezpośrednio. Każdą jej cechę składową należy ocenić oddzielnie. Każda cecha składowa niezawodności zależy od architektonicznego zorganizowania modułów systemu ERP i od właściwości niezawodnościowych tych modułów.

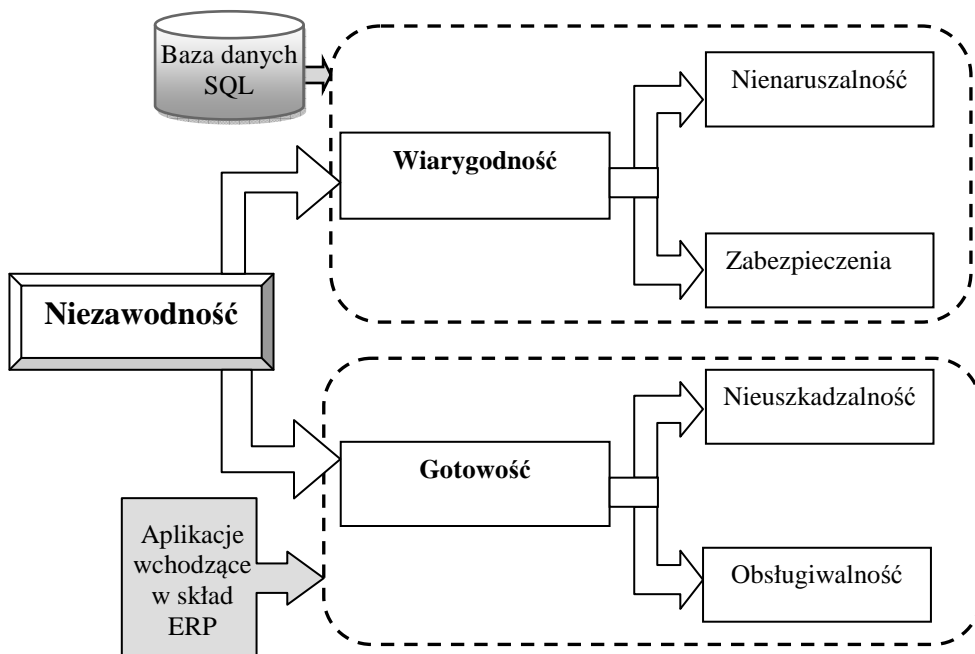
Każda z cech składowych na poziomie systemu może zależeć od kilku cech składowych na poziomie modułu. Niezawodność systemu ERP nie może zostać opisana jedną liczbą. Część cech może być wyrażona jako prawdopodobieństwo, inne cechy są deterministyczne;

niektóre elementy mogą są przedstawione ilościowo, inne aspekty mogą być opisane tylko jakościowo.

Przykładem analizy niezawodności systemu ERP na poziomie modułów mogą być sytuacje gdzie:

- architektura systemu zawiera redundancję, gotowość systemu zależy od cech nienaruszalności modułów redundantnych;
- jeżeli architektura zawiera mechanizmy zabezpieczenia systemu, zabezpieczenie systemu zależy od cech gotowości modułów, które realizują mechanizm zabezpieczenia;
- jeżeli architektura zawiera moduły kontrolujące wewnętrzne przekazywanie informacji między różnymi częściami systemu, to nienaruszalność systemu zależy od cech zabezpieczenia tych modułów.

Aby właściwie zbadać niezawodność systemu ERP należy zidentyfikować i ocenić cechy składowe determinujące niezawodność systemu rysunek 1.



Rys.1. Hierarchia cech składowych niezawodności z wyodrębnieniem funkcji baz danych (SQL) oraz programów wchodzących w skład systemy ERP

Jednym z dwóch podstawowych elementów niezawodności systemu jest jego gotowość, która zależy od gotowości poszczególnych modułów systemu i od sposobu, w jaki te moduły współpracują przy wypełnianiu zadań systemu. Sposób, w jaki moduły współpracują może zawierać:

- redundancję funkcjonalną (jednorodną lub zróżnicowaną),
- rezerwę awaryjną
- degradację funkcjonalną.

### 3. Cechy funkcjonalne gotowości systemu

Gotowość zależy w praktyce od stosowanych procedur i zasobów dostępnych do obsługi systemu dotyczy to aplikacji wchodzących w skład systemu. Gotowość systemu może być różna w odniesieniu do różnych zadań.

Gotowość systemu przypisana każdemu zadaniu może być wyrażona ilościowo na dwa sposoby:

Do predykcji gotowości systemu, jego gotowość może być obliczona jako:

$$\text{Gotowość} = \frac{\text{Średni czas do uszkodzenia}}{\text{Średni czas do uszkodzenia} + \text{średni czas naprawy}} \quad (1)$$

gdzie: "**gotowość**" - jest gotowością systemu przypisaną danemu zadaniu;

"**średni czas do uszkodzenia**" - w odniesieniu do systemów ERP należy przyjąć że jest to czas od naprawienia systemu (usunięciu niezgodności aplikacji) do stanu wykonywania danych zadań do chwili, gdy system ponownie się uszkodzi (czyli do chwili przyjęcia kolejnego zgłoszenia o uszkodzeniu systemu lub wystąpieniu kolejnej niezgodności)

"**średni czas naprawy**" - jest średnim z całkowitych czasów wymaganych do usunięcia awarii lub niezgodności w systemie

Opisana wartość będzie się odnosiła do nowo powstałych aplikacji w ramach procesu kustomizacji. Firma wdrażająca system ERP powinna przedstawić taki współczynnik gotowości, w celu zwiększenia wiarygodności wdrożenia.

W przypadku systemu pracującego, gotowość może być obliczona jako:

$$\text{Gotowość} = \frac{\text{Całkowity czas, w którym system był zdolny do wykonania zadania}}{\text{Całkowity czas, w którym spodziewano się, że system wykona zadanie}} \quad (2)$$

Jednym z dwóch elementów wchodzących w skład gotowości systemu do realizacji wyznaczonych funkcji jest nieuszkodzalność, która zależy od nieuszkodzalności poszczególnych modułów systemu ERP i od sposobu, w jaki te moduły współpracują przy wypełnianiu zadań systemu. Nieuszkodzalność systemu może być różna w odniesieniu do każdego z jego zadań. Nieuszkodzalność poszczególnych modułów systemu może być przewidziana za pomocą metody obliczeń cząstkowych. Nieuszkodzalność systemu może być wtedy przewidziana przez syntezę. Zaleca się odnotować, że w przypadku modułów systemu nie są dostępne żadne metody predykcji nieuszkodzalności dające wysoki poziom ufności.

Kolejnym elementem gotowości systemu jest obsługiwalność systemu, która zależy od obsługiwalności poszczególnych modułów systemu i od jego struktury fizycznej i funkcjonalnej. Struktura fizyczna wpływa na łatwość dostępu, zastępowalność itd. Struktura funkcjonalna wpływa na łatwość diagnostyki itd. W przypadku obsługiwalności systemu duże znaczenie mają narzędzia, którymi posługujemy się przy tworzeniu programów wchodzących w skład systemu a w szczególności ich unifikacja, która daje możliwość pracy w tym samym środowisku programistycznym na różnych platformach ERP.

Zaleca się, aby przy wyrażaniu ilościowym obsługiwalności włączyć wszystkie czynności wymagane do naprawienia systemu do stanu, w którym jest w pełni zdolny do wykonywania swoich zadań. Powinny one obejmować czas konieczny na wykrycie defektów, na zawiadomienie obsługi, na zdiagnozowanie i usunięcie przyczyn, na dostrojenie i kontrolę itd.

Zaleca się, aby ilościowe wyrażenie obsługiwalności rozszerzyć o stwierdzenia jakościowe przez skontrolowanie, czy są zapewnione i w jakim stopniu następujące sprawy:

- **zgłoszenie** wystąpienia uszkodzeń: komunikaty alarmowe, raporty sygnalizacja świetlna, itd.;
- **dostęp**: łatwy dostęp dla personelu (możliwość poprawienia usterki i skompilowanie poprawionego skryptu), modularność itd.;
- **diagnostyka**: bezpośrednia identyfikacja defektów, narzędzia diagnostyczne, same w sobie, nie wpływające na system, narzędzia do zdalnego wspomaganie obsługi, statystyczna kontrola błędów i ich zgłaszanie;
- **naprawialność/zastępowalność**: modularność, jednoznaczna identyfikacja modułów i elementów, minimum potrzebnych narzędzi specjalnych, minimalne reperkusje wywołane przez inne elementy i moduły, gdy elementy lub moduły są zastępowane;
- **kontrola końcowa**: jasne procedury obsługi, minimalne wymagania dotyczące kontroli końcowej.

#### 4. Cechy funkcjonalne wiarygodności systemu

Wiarygodność systemu ERP zależy od mechanizmów nienaruszalności i zabezpieczenia, zaimplementowanych jako funkcje wykonywane przez elementy systemu. Badając wiarygodność będziemy jednocześnie badali wiarygodność bazy danych przez pryzmat nienaruszalności bazy danych oraz zabezpieczenia, która jest głównym źródłem problemów systemach ERP.

Mechanizm nienaruszalności jest zaimplementowany za pomocą elementu kontrolującego wyjścia z innych elementów.

Mechanizm zabezpieczenia jest zaimplementowany za pomocą elementu kontrolującego wejścia do systemu i bazy danych oraz wszystkich modułów systemu, przy czym użytkownik logujący się do systemu może mieć różne uprawnienia do korzystania z systemu i jego modułów.

Mechanizmy wiarygodności zawierają:

- sprawdzanie:
  - prawidłowego wykonywania funkcji (np. przez program alarmowy, wykorzystanie danych znanych);
  - prawidłowości danych;
- działanie, na przykład:
  - autokorekcja;
  - powiadamianie o działaniu itd.

Powyższe mechanizmy mogą być zastosowane do zapewnienia nienaruszalności i zabezpieczenia. Wiarygodność jest cechą deterministyczną i niektóre jej aspekty można wyrazić ilościowo.

Jednym z elementów wiarygodności systemu jest jego zabezpieczenie, które zależy od mechanizmów zaimplementowanych na jego granicach w celu wykrywania

nieprawidłowych wejść i nieuprawnionego dostępu i zapobiegania im. Element bezpieczeństwa jest jednym z najistotniejszych punktów funkcjonowania systemu ERP w przedsiębiorstwie, w dużej mierze od jego działania zależy prawidłowe działanie całego przedsiębiorstwa.

Innym z elementów wiarygodności systemu jest jego nienaruszalność, która zależy od mechanizmów zaimplementowanych w elementach wyjściowych systemu w celu kontroli prawidłowości wyjść. Zależy ona także od mechanizmów zaimplementowanych wewnątrz systemu do wykrywania i zapobiegania nieprawidłowym przekazywaniu danych między modułami systemu. Te wewnętrzne mechanizmy są mechanizmami nienaruszalności lub zabezpieczenia odpowiednich modułów systemu, gdy każda z nich może być traktowana, sama w sobie, jako system.

## 5. Wybrane techniki wyznaczania niezawodności systemu ERP

Wśród technik wyznaczania niezawodności systemu ERP możemy wyróżnić podział na techniki ilościowe oraz jakościowe, wyznaczenie niezawodności systemu może być kombinacją zastosowania obu technik.

Techniki analityczne opisane poniżej, są oparte na modelach. Te modele rzadko mogą odwzorować dokładnie tak złożony system rzeczywisty jakim jest system ERP.

Na niezawodność systemu mają także wpływ błędy wprowadzone do systemu w trakcie projektowania, specyfikowania i wytwarzania. To dotyczy zarówno sprzętu, jak i oprogramowania systemu. Te błędy mogą być wykryte jedynie przez drobiazgową kontrolę prawidłowości wykonywania każdej funkcji.

Dodatkowo, wprowadzanie hipotetycznych defektów lub błędów jest znaczącą techniką w zapewnieniu zwiększenia poziomu ufności końcowej niezawodności systemu ERP, jaki osiągnięto podczas wszystkich faz projektowania, specyfikacji i wdrażania wraz z kustomizacją. Te techniki wprowadzania defektów (stosujące sprzęt i specjalne opracowane oprogramowanie dostosowujące system do potrzeb klienta wdrażane w procesie kustomizacji) są używane do wykrycia ogólnych konsekwencji w wykonywaniu zadań systemu wywołanych przez takie hipotetyczne defekty i błędy.

Jednakże należy zdawać sobie sprawę, że w praktyce zwiększenie poziomu ufności jest ograniczone, gdyż liczba testów, które mogą zostać opracowane i wykonane będzie ograniczona liczbą wszystkich możliwych błędów i defektów, które mogą być przewidziane i wprowadzone.

### 5.1. Techniki jakościowe wyznaczania niezawodności

Jakościowe wyznaczanie niezawodności jest oparte na analizie predykcyjnej lub na badaniach. W obu przypadkach wyznaczanie niezawodności należy rozpoczynać od analizy funkcjonalnej struktury systemu oraz sposobu wykonywania zadań przez system w kontekście funkcji realizowanych przez system dla klienta.

Rozpatruje się tryby powstawania uszkodzeń wszystkich elementów systemu zarówno oprogramowania wchodzącego w skład systemu jak i samej bazy danych na której pracuje system. Określa się ich skutki na niezawodność zadań systemu, łączne z wpływem na wymagania obsługiwalności. Analiza jakościowa może być wykonana z zastosowaniem jednej z następujących metod lub ich kombinacji:

**Analiza indukcyjna:** identyfikuje się tryby powstawania uszkodzeń na poziomie modułu lub funkcji i analizuje się odpowiednie skutki każdego uszkodzenia na

niezawodność zadań systemu na najbliższym wyższym poziomie. Skutki wynikające z analizowanych uszkodzeń stanowią tryby powstawania uszkodzeń na najbliższym, wyższym poziomie.

To podejście "od podstawy" jest metodą długotrwałą, która w końcu daje wynik w postaci zidentyfikowania skutków na wszystkich poziomach systemu spowodowanych wszystkimi, przyjętymi w analizie, trybami powstawania uszkodzeń.

**Analiza dedukcyjna** przebiega od hipotetycznych uszkodzeń na najwyższym poziomie systemu, to jest od uszkodzenia zadania, do kolejno niższych poziomów.

Analizuje się najbliższy niższy poziom w celu zidentyfikowania trybów powstawania uszkodzeń i związanych z nimi uszkodzeń, które mogłyby dać w wyniku zidentyfikowane uszkodzenia na najwyższym poziomie, to jest na poziomie zadania.

Analizę powtarza się, wchodząc na coraz niższe ścieżki funkcjonalne systemu, dopóki analiza nie dostarczy wystarczających informacji o niezawodności (łącznie z obsługiwalnością), aby wykonać ocenę.

Analiza dedukcyjna nie daje informacji o trybach powstawania uszkodzeń, których nie uważa się za zdarzenia. Jednakże jest ona bardzo efektywna czasowo w zastosowaniu do systemów złożonych, w których przypadku jest wygodniej opisać co się uważa za uszkodzenie lub poprawne działanie systemu, niż rozpatrywać wszystkie możliwe tryby powstawania uszkodzeń elementów składowych systemu ERP.

## 5.2. Techniki ilościowe wyznaczania niezawodności

Ilościowe wyznaczanie niezawodności może być oparte na analizie predykcyjnej i obliczeniach lub badaniach.

W obu przypadkach wyznaczanie niezawodności należy rozpocząć od analizy funkcjonalnej struktury systemu oraz sposobu wykonywania zadań przez system ERP.

Analiza ilościowa może być wykonana przy zastosowaniu jednej z następujących metod lub ich kombinacji.

**Predykcyjne wyznaczanie niezawodności:** oparte jest na analizie jakościowej uzupełnionej o wyrażenie ilościowe nieuszkodzalności (intensywność uszkodzeń) elementów systemu (może dotyczyć zarówno błędnego oprogramowania jak i źle funkcjonującej bazy danych). Do wyrażenia ilościowego intensywności uszkodzeń w wykonywaniu zadań systemu, jest wymagane zastosowanie metody analizy predykcyjnej.

Metoda ta jest głównie zorientowana na analizę sukcesu (dwustanową: działa - nie działa) i nie jest efektywna w przypadkach złożonych strategii napraw i obsługi, jak też w sytuacjach wielostanowych.

Do wspomagania obliczenia intensywności uszkodzeń są dostępne różne narzędzia matematyczne, na przykład algebra Boole'a, tablice prawdy i analiza ścieżek i przecięć. Metoda analizy Markova, która jednak staje się złożoną metodą, gdy należy rozważyć dużą liczbę stanów systemu. W tych przypadkach znacznie skuteczniejsze jest zastosowanie analizy Markova do obliczenia danych o nieuszkodzalności podsieci modeli analizowanych, otrzymanych jedną z innych metod analizy, na przykład "analizy drzewa niezdatności".

Właściwości systemu, obsługiwalność, zabezpieczenie i nienaruszalność zależą głównie od cech zaprojektowanych w samym systemie i z tego względu stopień ich istnienia nie może być obliczony na drodze probabilistycznej. Należy rozpatrzeć nieuszkodzalność elementów użytych do zapewnienia zabezpieczenia i nienaruszalności. Metody użyte do

oceny nieuszkodzalności tych elementów mogą być tymi samymi, co użyte w przypadku elementów i modułów wspomagających główne funkcje systemu ERP.

## 7. Badania do wyznaczenia niezawodności

Możliwość zmierzenia nieuszkodzalności i gotowości systemu tak złożonego jakim jest system ERP, przez analizy wykonane na poziomie systemu nie jest ani praktyczne, ani tanie. Zwykle system złożony jest unikatem (przez zastosowanie kustomizacji przy wdrażaniu systemu w przedsiębiorstwie). Co więcej, pokrycie tymi badaniami będzie z konieczności bardzo ograniczone ze względu na czas dopuszczony na przeprowadzenie badań. Jednakże w przypadku systemów ERP już pracujących, te badania dostarczają wartościowych informacji zarówno firmom wdrożeniowym jak i instytucjom i firmom wdrażającym dany system.

Rzeczywiste dane otrzymane na tej drodze są przydatne do:

- wskazówek do ulepszenia przyszłych wdrożeń, struktury systemu, przeprojektowania lub zastąpienia elementów oprogramowania podatnych na defekty;
- porównania charakterystyk oczekiwanych lub podanych w specyfikacji z danymi rzeczywistymi;
- utworzenia bazy danych z obiektu, które mogą być użyte przy przyszłych predykcjach niezawodności.

Głównym powodem prowadzenia badań systemu jest wyznaczenie zachowania się systemu w obecności defektu (oprogramowania oraz bazy danych) lub przy nieuprawnionym lub nieprawidłowym wejściu (nienaruszalność i zabezpieczenie).

W celu zaobserwowania zachowania się systemu należy zdefiniować reprezentatywne zadanie lub zbiór zadań i do każdego zadania, które ma zostać rozważone, zdefiniować co uważa się za uszkodzenie (np. stan wyjść).

**Badania techniką wprowadzania defektów.** Przed badaniem polegającym na wprowadzaniu defektów należy sprawdzić specyfikację systemu ERP w celu określenia;

- miar nienaruszalności przyjętych, aby uniknąć rozprzestrzeniania się defektów w systemie a w szczególności w bazie danych;
- miar zabezpieczenia przyjętych, aby uniknąć wtargnięcia wejść błędnych lub nieuprawnionych na które narażona jest baza danych o którą oparty jest system ERP;
- udostępnionych właściwości diagnostycznych.

Aby być czasowo wydajnym, projekt badań systemu powinien opierać się na analizie jakościowej i powinien wykorzystywać, tak dalece jak to możliwe, właściwości diagnostyczne udostępniane przez system i dostarczane do niego. Większości systemów ERP wyposażone są w takie narzędzia, dzięki którym możliwe jest monitorowanie wydajności pracy zarówno serwera jak i klientów. Należy zwrócić uwagę na to, że gdy te właściwości diagnostyczne są konieczne do zapewnienia niezawodności systemu, to zaleca się, aby same były zbadane niezależnie.

Badając nienaruszalność modułów, elementów i komponentów można wprowadzać defekty, a następnie obserwować, czy:

- wyjścia systemu nie są w pełni sprawne, czy są sprawne
- następuje sygnalizacja defektu, czy nie następuje.

Przy badaniu zabezpieczenia, defekty (lub nieuprawnione informacje) mogą być na granice systemu, to jest: niepoprawne wejścia, błędy ludzkie w czynnościach operatorskich i obsługi.

Należy zwrócić uwagę, aby włączyć kilka jednoczesnych badań nienaruszalności i zabezpieczenia. Jednym z wyników defektu wewnątrz systemu może być uniemożliwienie wykrycia defektu wejścia.

**Badania przy zmianach warunków środowiskowych.** Niektóre zmiany warunków wpływających mogą przełączać mechanizmy zabezpieczeń. Dlatego zaleca się, aby zmieniać wybrane warunki wpływające wokół ich normalnych wartości w celu zbadania mechanizmów zabezpieczeń.

## 7. Wykonanie oceny i sporządzenie sprawozdania

Zaleca się, aby sprawozdanie z oceny systemu ERP przedstawiało następujące elementy:

1. plan oceny łącznie z niezbędnymi odstępstwami;
2. zestawienie, na podstawie dokumentu wymagań systemowych i dokumentu specyfikacji systemu, danych o zadaniach systemu, wymaganiach niezawodnościowych, warunkach środowiskowych, pracy i obsługi itd.;
3. analizę systemu:
  - fizyczną i funkcjonalną strukturę systemu, stresy działające na bazę danych, moduły systemu;
4. adaptację modeli:
  - adaptację modeli, gdy to konieczne do celów predykcji, z uwzględnieniem wymaganej dokładności;
5. pozyskiwanie danych, np. źródła użyte do modeli matematycznych;
6. zaleca się, aby obliczenia były przedstawione razem z podaniem dokładności wyników;
7. wykonane badania;
  - opis badania i uzasadnienie wyboru badań;
  - symulowane tryby uszkodzenia;
  - oczekiwane zachowanie się wynikające z analizy jakościowej;
  - oczekiwana częstość pojawiania się uszkodzeń, jaką otrzymano z analizy ilościowej;
  - rodzaj defektów wprowadzonych do systemu do zbadania nienaruszalności i zabezpieczenia, do symulowania uszkodzenia bazy danych, np. defekty wprowadzone przez elementy wejścia/wyjścia, defekty wynikające z błędów ludzkich (np. jako wynik czynności obsługi), defekty wprowadzone jako wynik pomyłki;
  - rodzaj i poziom czynników wpływających doprowadzonych do granic systemu;
  - czas rozpoznania defektów;
  - izolacja defektu (rozdzielczość defektów);
  - czas lokalizacji defektów;
  - sprawdzenie prawidłowości diagnostyki on-line, np. czy fałszywe alarmy, defekty systemu istotne ze względu na pracę procesu itd. są rozpoznawane jako takie i czy takie defekty są identyfikowane błędnie;
8. wykaz czynności oceny zalecanych do dalszej analizy i badań.



## 8. Podsumowanie

Możliwości przeprowadzania badań nad niezawodnością systemów ERP jest tematem charakteryzującym się dużą złożonością zarówno w odniesieniu do oprogramowania realizującego funkcje systemu jak i bazy danych na której system jest oparty. W artykule przedstawiono wytyczne umożliwiające zinterpretować elementy systemu, które powinny być poddane badaniu jak również sposoby, które umożliwiają przeprowadzenie właściwie zaplanowanego badania niezawodności systemu ERP. Większość wytycznych związanych z badaniem niezawodności zaadaptowana została z normy PN-EN 61069: Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi. Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny: Część 5: Ocena niezawodności systemu, dzięki czemu przeprowadzenie badania dla różnych firm według tej samej znormalizowanej procedury daje porównywalne wyniki i może posłużyć do ulepszania procesu wdrożenia i funkcjonowania systemów ERP w przedsiębiorstwie.

## Literatura

1. Brinkworth J.: What is a High Quality Software System? SQM, No 27, 1995.
2. Gąska D.: Możliwości wprowadzenia procesu normalizacji do oceny efektywności systemów klasy ERP, Materials of international scientific-technical conference of students, postgraduate students and young scientists, Sewastopol 2005.
3. Maguire Steve, Writing solid code: Microsofts techniques for developing bug-free C programs, Published by Microsoft Press Washington 1993.
4. <http://www.isaca.org.pl>: ISACA - Stowarzyszenie do spraw audytu i kontroli systemów informatycznych Polska.
5. PN-EN 61069: Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi. Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny: Część 1: Postanowienia ogólne i metodologia.
6. PN-EN 61069: Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi. Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny: Część 5: Ocena niezawodności systemu.
7. PN-EN 61069: Pomiary i sterowanie procesami przemysłowymi. Wyznaczanie właściwości systemu w celu jego oceny: Część 7: Ocena bezpieczeństwa systemu.
8. MBS Axapta, Documentation for a partner firm of MBS Axapta. CSF 2000.
9. MBS Axapta, Manual, Navision Axapta. Operations assisting system. CSF 2000.

Dr hab. inż. Antoni ŚWIC prof. PL  
Mgr inż. Daniel GĄSKA  
Instytut Technologicznych Systemów Informatycznych  
Politechnika Lubelska  
20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 36  
tel./fax.: (0-81) 538 12 76 / (0-81) 538 14 96  
e-mail: a.swic@pollub.pl  
d.gaska@pollub.pl