

Prof. dr hab. inż. Marcin Witeczak  
Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych  
Wydział Informatyki, Elektrotechniki i Automatyki  
Uniwersytet Zielonogórski  
Ul. Podgórna 50  
65- 246 Zielona Góra  
M.Witeczak@issi.uz.zgora.pl

### **Recenzja rozprawy doktorskiej**

**Mgr inż. Przemysława Plecka**  
**pod tytułem**

### **„Metoda przedwdrożeniowego wymiarowania zmian oprogramowania wybranej klasy systemów ERP”**

**opracowana na zlecenie**  
**Wydziału Elektroniki i Informatyki**  
**Politechniki Koszalińskiej**

---

#### **I. Problem naukowy i obszar rozprawy**

Problemem naukowym stanowiącym przedmiot recenzowanej rozprawy doktorskiej jest uzyskanie odpowiedzi odnośnie możliwości opracowania metody szacowania kosztów (czasochłonności) wdrożenia oprogramowania klasy ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*) pozwalającej uzyskiwać wyniki z wyższą dokładnością i nie większym kosztem niż jest to możliwe przy pomocy znanych metod.

W świetle obecnego stanu wiedzy wskazany problem badawczy uznaje się jako ważny i aktualny. Bieżący rozwój technologiczny rodzi potrzebę wdrażania coraz bardziej zaawansowanych systemów informatycznych umożliwiających monitorowanie i sterowania zarządzaniem produkcji. Systemy klasy ERP wraz z środowiskami MES (ang. *Manufacturing Execution System*) i SCADA (ang. *Supervisory Control and Data Acquisition*) stanowią dziś podstawową grupę narzędzi umożliwiających permanentne

zwiększenie efektywności produkcji. Systemy klasy ERP wykraczają obecnie poza przedsiębiorstwa wielkiej skali poprzez upowszechnienie uniwersalnych platform w miejsce produktów dedykowanych. Wiedza producentów ERP zgromadzona podczas wieloletnich doświadczeń z klientami pozwala na opracowanie skalowalnych rozwiązań. Niezależnie od powyższych uwarunkowań, główną barierą w efektywnym wdrażaniu systemów ERP są błędne założenia odnośnie kosztów takiego wdrożenia. W szczególności, główne źródła niepowodzeń podczas wdrażania systemów informatycznych charakteryzuje się następująco:

- wzrost kosztów na kolejnych etapach wdrożenia przy jednoczesnej niepewności związanej z zawarciem kontraktu klient-dostawca;
- zastosowanie metod szacowania kosztów wdrożenia, których estymaty charakteryzują się dużą niepewnością;
- estymaty kosztów otrzymane z zastosowaniem metod klasycznych mają charakter punktowy, a nie przedziałowy;

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania, przedstawiona do recenzji rozprawa skupia się na opracowaniu modeli umożliwiających szacowanie wdrożenia systemów ERP z zastosowaniem zgromadzonej wiedzy eksperckiej oraz tzw. modeli ontologicznych. Model ontologiczny posiada dwie warstwy powiązań między składowymi, dla których budowane są relacje wejściowo-wyjściowe. Jedna warstwa to, tzw. relacje taksonomiczne, które charakteryzują się połączeniem typu jeden-do-wielu. Pozwalają one na usystematyzowanie pojęć (składowych) występujących w modelu. Druga warstwa powiązań to relacje nietaksonomiczne typu jeden-do-jednego. Odzwierciedlają one procesy przetwarzania lub powiązania danych.

Celem badań przedstawionych w dysertacji było uzyskanie odpowiedzi na trzy fundamentalne pytania:

- Jakie dane i w jakiej formie zapisywać w modelu ontologicznym?
- Jaką metodą budować ontologiczny model parametrów wdrożenia?
- Jakie cechy modelu gwarantują dokładniejsze wyniki szacowania?

Uzyskanie odpowiedzi na powyższe pytania doktorant utożsamia z postawieniem następującej tezy rozprawy:

**Ontologiczny model parametrów wdrożenia z rozmytymi wartościami właściwości składowych, umożliwi budowę metody szacowania kosztów wdrożenia, która pozwala uzyskiwać wyniki z lepszą dokładnością i nie większym kosztem, niż jest to możliwe przy pomocy aktualnie dostępnych metod.**

Podsumowując, należy również podkreślić, że rezultatem praktycznym rozprawy jest aplikacja pozwalająca na weryfikację przedstawionej strategii modelowania kosztów drożenia systemu informatycznego ERP.

## **II. Koncepcja i struktura rozprawy**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska dzieli się na 3 części, spisu rysunków, tabel, skorowidz oraz bibliografię. Podstawę pracy stanowi część 2, której 3 rozdziały obrazują czytelnie badania własne doktoranta.

**Części I** przybliża podstawowe terminy. W szczególności, precyzuje pojęcie projektu informatycznego, przedstawia zależność między etapami cyklu życia oprogramowania, a projektem informatycznym. Wskazuje również przyczynę niepowodzeń projektów informatycznych (niedoskonałe modele parametrów wdrożenia), która uzasadnia ważność problemu szacowania kosztów dla dostawców wdrażających oprogramowanie w przedsiębiorstwach w aspekcie zawieranych kontraktów z klientami.

**Cześć II** przedstawia wyniki badań własnych autora. W szczególności, *Rozdział 1* wprowadza definicję metamodelu szacowanych parametrów wdrożenia. *Rozdział 2* zajmuje się implementacją metamodelu i związanej z nią metody szacowania kosztów wdrożenia. Autor wprowadza również rozmytą metodę opisu kosztu wdrożenia poszczególnych elementów systemu informatycznego ERP wraz z odpowiednimi metodami wnioskowania umożliwiającymi ich propagację wewnątrz struktury modelu. *Rozdział 3* przedstawia rezultaty dotyczące weryfikacji opracowanej metody przedwdrożeniowego wymiarowania systemu informatycznego klasy ERP. Do realizacji tak postawionego zadania zastosowano dane i informacje pochodzące z wdrożenia 4 systemów.

Wnioski wynikające z badań i kierunki dalszych prac przedstawia **Część III**. Uzupełniające i rozszerzające informacje zawarte są w dodatkach. *Dodatek A* przedstawia ekonomiczną stronę wdrożenia projektu informatycznego. Ponadto, prezentuje się różne perspektywy postrzegania wdrożenia systemu informatycznego, od strony dostawcy i od strony klienta oraz wspólną płaszczyznę działania. *Dodatek B* zawiera analizę pierwszych etapów wdrożenia pod kątem danych jakie są pozyskiwane do procesu szacowania oraz wskazanie przyczyn niskiej jakości danych na etapie rozmów handlowych i analizy przedwdrożeniowej. *Dodatek C* prezentuje metryki i metody używane do szacowania kosztów wdrożenia oraz analizy metod szacowania. *Dodatek D* przedstawia dyskusję dotyczącą wybranych modeli wdrożenia i metod budowania modeli ontologicznych.

**Wykaz bibliograficzny** obejmuje 115 pozycji, które bardzo dobrze odzwierciedlają istniejący stan wiedzy. W wykazie znajduje się również 11 publikacji współautorskich autora recenzowanej dysertacji.

### III. Oryginalne osiągnięcia i znaczenie poznawcze

Przedmiotem pracy badawczej było zaproponowanie nowatorskiej metody szacowania kosztów (czasochłonności) wdrożenia oprogramowania klasy ERP, która pozwala uzyskiwać wyniki z wyższą dokładnością i nie większym kosztem niż jest to możliwe przy pomocy znanych metod. Głównymi cechami opracowanej metody są uwzględnienie wiedzy ekspertów z poprzednich wdrożeń oraz zastosowanie przedziałowego opisu kosztów w miejsce oszacowań punktowych.

Zgodnie z zaprezentowanym w pracy obecnym stanem wiedzy, w rozważanym obszarze badawczym nie rozpatrywano dotychczas tak sformułowanego zagadnienia. Autor zauważył i przeanalizował szereg interesujących aspektów problemu, które były pomijane lub stanowiły marginalny element w innych opracowaniach. Stąd też konieczne okazało się rozwiązanie wielu cząstkowych zadań. Do najważniejszych osiągnięć rozprawy można zaliczyć:

- 1) opracowanie struktury metamodelu wraz z operacjami, jakie można w nim przeprowadzić;
- 2) opracowanie metody badania zmian modeli zbudowanych zgodnie z definicją metamodelu;
- 3) opracowanie struktury modelu kosztów wdrożenia z rozmytymi właściwościami składowych, który spełnia w większym stopniu niż znane modele zakładane warunki:
  - (i) kompletności względem obszaru, w którym dokonuje się szacowania,
  - (ii) jednolitego poziomu szczegółowości informacji zawartej w modelu,
  - (iii) niesprzeczności wymagań;
- 4) opracowanie metody szacowania kosztów wdrożenia bazującej na modelu rozmytym;
- 5) opracowanie alternatywnych modeli właściwości wdrożenia, np. kosztów szkoleń;
- 6) przeprowadzenie badań weryfikujących przydatność opracowanych modeli i metod szacowania kosztów.

Zaproponowane metody umożliwiają rozwiązanie problemów informatycznych, dla których istniejące w literaturze rozwiązania nie dają zadowalających rezultatów. Świadczy to jednoznacznie o osiągnięciu przez Autora celu postawionego we wstępnej części pracy.

Dorobek naukowy Autora rozprawy obejmuje 12 publikacji, w tym 4 publikacje w czasopiśmie z tzw. listy B MNiSW:

- Foundations of Management (2 publikacje);
- Applied Computer Science;
- Zarządzanie przedsiębiorstwem.

oraz 8 rozdziałów w monografiach.

Uwzględniając wymienione osiągnięcia naukowo-badawcze oraz fakt ich częściowego opublikowania w wyżej wymienionych pozycjach, uważam że mgr inż. Przemysław Plecka zrealizował cel rozprawy, udowodnił postawioną tezę oraz wykazał się wiedzą i umiejętnością samodzielnego rozwiązywania trudnych problemów teoretycznych i praktycznych szeroko rozumianej współczesnej informatyki.

#### **IV. Uwagi i komentarze dotyczące rozprawy**

Uwagi ogólne:

1. Przedstawiony i zaproponowany przez Autora model i algorytm dający możliwość szacowania kosztów wdrożenia systemów ERP bazuje na wiedzy ekspertów. Autor poświęca jednak zbyt mało miejsca temu procesowi. W szczególności, jak w rozważanym systemie realizowane jest gromadzenie i uogólnianie wiedzy?
2. Opis poszczególnych kosztów w postaci rozmytej umożliwia otrzymanie przedziałowej estymaty kosztów wdrożenia. Z drugiej strony, ze względu na znaczący wymiar liczby komponentów modelu nie bez znaczenia dla finalnego wyniku jest efekt kumulacji błędów szacowania. W tym przypadku, ważnym aspektem wydaje się przeprowadzenie analizy wrażliwości modelu na niedokładności ich poszczególnych składowych.
3. Rozmyta reprezentacja wiedzy dotycząca składowych kosztów jest jedną z możliwych strategii umożliwiających wnioskowanie o finalnych kosztach wdrożenia. Autor nie wykazał jednak konkretnych motywacji dotyczących takiego rozwiązania. Naturalne alternatywne rozwiązania mogą bazować na:
  - arytmetyce interwałowej z deterministycznym modelem niepewności kosztów;
  - sieciach bayesowskich z probabilistyczną reprezentacją niepewności.
4. Wynik porównania metod punktowej estymacji kosztów wdrożenia z zaproponowaną metodą estymacji przedziałowej zależy silnie od przyjętej funkcji wyostżania. Oznacza to, że porównanie powyższych metod należałoby zrealizować biorąc pod uwagę powyższą niedogodność.
5. Autor udowadnia główne tezy pracy na podstawie 4 przykładów wdrożeń. Oczywistym jest fakt, że możliwość pozyskania tego typu danych jest w praktyce bardzo ograniczona. Brak reprezentatywnej próby może znacząco pogorszyć wiarygodność otrzymanych rezultatów. Celowe wydaje się więc zastosowanie odpowiednich technik statystycznych dedykowanych do tego typu przypadków.

#### **V. Podsumowanie recenzji**

Reasumując, podniesione wyżej uwagi krytyczne i komentarze nie wpływają jednak na wysoką ocenę oryginalnych i opublikowanych osiągnięć naukowo-badawczych,

zasadniczych wyników zawartych w recenzowanej pracy oraz jej ogólną pozytywną ocenę, która wyraźnie wykracza ponad poziom przeciętny.

W związku z powyższym stwierdzam, że:

- recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr inż. Przemysława Plecka spełnia wszystkie wymagania stosownej ustawy o tytułach i stopniach naukowych.
- wnoszę o przyjęcie opiniowanej rozprawy oraz jej dopuszczenie do publicznej obrony przed Radą Wydziału Elektroniki i Informatyki Politechniki Koszalińskiej.

