

Katowice, dnia 17.08.2023 r.

Dr hab. inż. Anna Sołtysik-Piorunkiewicz, prof. UE

Katedra Informatyki

Kolegium Informatyki i Komunikacji

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

### **Recenzja**

**rozprawy doktorskiej magistra Bartłomieja Balsamskiego  
pt. „Zarządzanie integracją danych w niejednorodnych systemach  
informatycznych”**

**napisanej na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie  
pod kierunkiem naukowym**

**Promotora Profesora UEK dra hab. Dariusza Puta**

## **Podstawa formalna opracowania recenzji**

Podstawą formalną opracowania niniejszej recenzji jest decyzja Rady Dyscypliny Naukowej Nauki o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie z dnia 27.04.2023 r., dotycząca wyboru mojej osoby na recenzenta rozprawy doktorskiej Pana Magistra Bartłomieja Balsamskiego oraz powierzenie mi wykonania recenzji zgodnie z Umową o dzieło nr RDC-R-2023/37, na podstawie pisma Pana prof. dr. hab. inż. Stanisława Popka, Dyrektora Szkoły Doktorskiej, z dnia 20 czerwca 2023 r.

## **Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej**

Przedłożona do oceny praca, została napisana przez **Pana Magistra Bartłomieja Balsamskiego** pod tytułem **„Zarządzanie integracją danych w niejednorodnych systemach informatycznych”** pod kierunkiem naukowym **dr hab. Dariusza Puta, prof. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie**. Stanowi ona **poprawione dzieło rozprawy doktorskiej** stanowiącej podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora w naukach społecznych w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości. Rozprawa dotyczy aktualnego problemu automatyzacji procesów zarządzania zasobami informacyjnymi we współczesnych przedsiębiorstwach oraz zastosowania odpowiednich metod integracji systemów informatycznych o niejednorodnej architekturze.

Treść rozprawy zawarto na 223 stronach. Rozprawa zawiera spis treści, wstęp, pięć rozdziałów, podsumowanie, bibliografię, spis rysunków, spis tabel i załączniki. Do rozprawy dołączono stronę tytułową.

Wstęp pracy zawarto na 6 stronach (str. 4-9). Zawarty w nim cel pracy została opisany jako **„porównanie istniejących rozwiązań wykorzystywanych do wymiany danych między systemami informatycznymi o niejednorodnej architekturze oraz opracowanie metody podejmowania decyzji o wyborze najbardziej adekwatnego rozwiązania, w**

*zależności od charakterystyki organizacji i warunków, w jakich działa*”. Dodatkowo dla uszczegółowienia celu zaproponowano następujące cele cząstkowe:

**1. Identyfikacja roli informacji i możliwości, jakie oferuje ona przedsiębiorstwom w dobie trwającej ery Przemysłu 4.0.**

**2. Identyfikacja własności istniejących architektur wymiany danych między systemami informatycznymi.**

**3. Oszacowanie wag poszczególnych kryteriów pozwalających na przeprowadzenie analizy porównawczej wyodrębnionych architektur integracyjnych.**

**4. Identyfikacja problemów związanych z przebiegiem procesu wdrożenia architektury integracyjnej w przedsiębiorstwie.**

Następnie zaproponowano pytania badawcze:

**1. Jaką rolę odgrywa integracja systemów w przedsiębiorstwach w erze Przemysłu 4.0?**

**2. Jakie są własności poszczególnych architektur integracyjnych?**

**3. Jakie czynniki mają potencjalny wpływ na podejmowanie decyzji o wyborze odpowiedniej architektury integracyjnej przez przedsiębiorstwo?**

**4. Jakie czynniki mają pozytywny a jakie negatywny wpływ na przebieg procesu wdrożenia systemu integracji danych w organizacji?**

Wstęp zawiera przejrzysty opis poszczególnych rozdziałów w kontekście przyszłych zamierzeń Autora dla realizacji celu.

Pierwszy rozdział pracy obejmuje 30 stron (od str. 10 do str. 40) i jest zatytułowany „Znaczenie informacji dla współczesnych przedsiębiorstw”. Drugi rozdział rozprawy zatytułowano „Współczesne systemy informatyczne”. Obejmuje on 20 stron (od 40 do 60 strony). Rozdział trzeci zatytułowano „Integracja systemów informatycznych o

niejednorodnej architekturze” i zawarto na 47 stronach (str. 61-107). Rozdział czwarty zatytułowany „Analiza porównawcza architektur integracji systemów informatycznych” zawarto na 42 stronach (str. 108-150). Rozdział piąty zatytułowano „Implementacja wybranego rozwiązania integracyjnego w przedsiębiorstwie”. Rozdział ten zawarto na 31 stronach (str. 151-187). Pracę zamyka „Podsumowanie” na stronach 188 – 190. Do pracy dołączono bibliografię (od str. 191) zawierającą zestawienie około 250 pozycji literaturowych, spis 36 rysunków i 30 tabel. Do pracy dołączono załączniki zawierające dwa kwestionariusze ankietowe: „*Kwestionariusz ankiety dla osób zajmujących się zawodowo integracją*” i „*Kwestionariusz ankiety dla ekspertów mających techniczne doświadczenie w czterech architekturach integracyjnych*”.

### **Ocena merytoryczna konstrukcji rozprawy doktorskiej**

Temat rozprawy odpowiada przedstawionej treści pracy. Struktura pracy jest prawidłowa. Konstrukcja rozprawy jest poprawna i odpowiada zaproponowanemu do realizacji tematowi pracy. Cel pracy oraz cztery cele cząstkowe, uszczegóławiające cel główny, sformułowano poprawnie we wstępie do pracy (str. 5-6). Dodatkowo zaproponowano cztery pytania badawcze stanowią odwzorowanie genezy problemu badawczego (str. 6-7).

Cele badawcze uszczegółowiono w rozdziale czwartym (str. 108), przedstawiając cel pracy oraz sformułowano etapy badania. Aby zrealizować cel zaproponowano analizę wybranych architektur integracji. Przedstawiono metodykę badawczą w formie etapów badań, przedstawiono zastosowane metody badawcze, scharakteryzowano cechy próby badawczej w badaniu ankietowym, a także „(...) *Aby możliwe było stworzenie lepiej dopasowanych rekomendacji, zdecydowano się na podział badania na trzy kategorie na podstawie wielkości przedsiębiorstw, tj. małe, średnie i duże firmy*”.

Dodatkowo dokonano analizy metod integracji systemów informatycznych w oparciu wiedzę ekspercką pod kątem ich wyboru i rekomendacji dla przedsiębiorstw.

## Ocena realizacji celu pracy i zastosowanych metod badawczych

Dla realizacji celu pracy zaproponowano metody badawcze oparte na metodach ilościowych i jakościowych. Jako metody ilościowe wykorzystano metody statystyczne w oparciu o wyniki uzyskane z kwestionariuszy ankiet: formularz pierwszej ankiety skierowanej do ekspertów zajmujących się zawodowo integracją systemów informatycznych (**106 respondentów**) oraz drugiej ankiety zastosowanej w wywiadach z **czterema specjalistami** posiadającymi doświadczenie we wszystkich czterech metodach (typach) integracji systemów informatycznych stanowiących przedmiot badania: integracja za pomocą współdzielonej bazy danych, szyna integracyjna, publikuj-subskrybuj i punkt-punkt, a także oparto badania na analizie literatury przedmiotu oraz przeprowadzono analizę strategiczną SWOT dotyczącą uwypuklenia istotnych rekomendacji w zakresie wyboru metody integracji. Realizację celów pracy oparto na metodyce badań uwzględniającej poszczególne etapy badań, stanowiących odzwierciedlenie pytań badawczych.

W rozdziale pierwszym pt. ZNACZENIE INFORMACJI DLA WSPÓŁCZESNYCH PRZEDSIĘBIORSTW Autor dokonał scharakteryzowania pojęć danych, informacji i wiedzy oraz przedstawił znaczenia informacji dla przedsiębiorstw działających we współczesnej gospodarce opartej na koncepcji „Przemysłu 4.0” w oparciu zebraną literaturę przedmiotu. Autor przedstawił założenia koncepcji Przemysłu 4.0 oraz powiązał ją z rozwojem technologii cyfrowych. Odniósł się do realizacji tej koncepcji w oparciu o różne rodzaje integracji wymiany informacji między przedsiębiorstwami, wewnątrz przedsiębiorstw, a także pomiędzy elementami świata cyfrowego i rzeczywistego. Autor scharakteryzował główne technologie stanowiące podstawę Przemysłu 4.0. Następnie Autor opisał pojęcie informacji, a także pojęcie danych, wiedzy i mądrości w kontekście ich wzajemnych relacji i oddziaływania na innowacyjność przedsiębiorstw Przemysłu 4.0 w oparciu o nowoczesne metody i techniki informatyczne stosowane do zarządzania wiedzą. W rozdziale pierwszym zrealizowano **pierwszy cel**

**częstkowy pracy: Identyfikacja roli informacji i możliwości, jakie oferuje ona przedsiębiorstwom w dobie trwającej ery Przemysłu 4.0.** Rozdział oceniam pozytywnie.

W rozdziale drugim pt. WSPÓŁCZESNE SYSTEMY INFORMATYCZNE zrealizowano **drugi cel częstkowy pracy: Identyfikacja własności istniejących architektur wymiany danych między systemami** informatycznymi. Rozdział ten oceniam pozytywnie ze względu na uszczegółowienie podstaw teoriopoznawczych w zakresie typologii systemów informatycznych.

Rozdział trzeci pt. INTEGRACJA SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH O NIEJEDNORODNEJ ARCHITEKTURZE dotyczy kontynuacji realizacji **celu dysertacji w zakresie własności istniejących architektur wymiany danych między systemami informatycznymi.** Autor przedstawił źródłosłów pojęcia "integracja", omówił typy integracji i odniósł się do integracji organizacyjnej na poziomie procesów, aplikacji, zasobów informatycznych i systemów. Omówiono korzyści integracji na różnych poziomach, a także problemy wynikające z integracji zasobów informacyjnych w organizacji. Rozdział ten oceniam pozytywnie. Jest on kluczowy w rozprawie ze względu na przedstawienie w nim przeglądu metod integracji opartego na szczegółowych podstawach teoriopoznawczych (rozdział 3.4).

W rozdziale 4 Autor przedstawił **badanie metod integracji** w rozdziale pt. ANALIZA PORÓWNAWCZA ARCHITEKTUR INTEGRACJI SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH. Autor zaproponował własną metodykę badań w oparciu o wybrane kryteria oceny metod integracji. Zaproponował etapy badań (str. 104) i zastosował kwestionariusze ankietowe jako narzędzia do zgromadzenia obiektywnej opinii praktyków zajmujących się integracją systemów informatycznych w postaci wag opisujących poszczególne kryteria, mających wpływ na wybór metody integracji w zależności od wielkości firmy oraz aby wskazać rekomendację w tym zakresie dopasowaną do wielkości przedsiębiorstwa (załącznik pt. „*Kwestionariusz ankiety dla osób zajmujących się zawodowo integracją*”). W tym celu zrealizowano analizę wyboru rekomendowanej

metody przy użyciu metody statystycznej (4.3, na str. 122 – 127) i zaproponowano model regresji porządkowej z pomiarem powtarzalnym z zastosowaniem oprogramowania w języku R. W celu zweryfikowania wyników badań dokonano oceny rezultatów na podstawie zebrania opinii ekspertów uzyskanych podczas wywiadów przeprowadzonych z wykorzystaniem dedykowanego kwestionariusza ankietowego (załącznik pt. „*Kwestionariusz ankiety dla ekspertów mających techniczne doświadczenie w czterech architekturach integracyjnych*”). W badaniach zastosowano metody statystyczne i oparto się na rozległej wiedzy eksperckiej w zakresie metod integracji systemów informatycznych. Wyniki badań zaprezentowano na wykresach (rysunek 25) i w tabelach 17 i 18 oraz 19 i 20. Ostatecznie wartości wag kryteriów oceny typów metod (vel architektur, podejść) integracji uzyskanych na podstawie modelu regresji porządkowej i po zastosowaniu skalowania zawiera **tabela 21**. Następnie uwzględniono opinie ekspertów. Wyniki badań zawarto w **tabeli 22** oraz wyniki finalne w **tabeli 23**. W celu przeprowadzenia analizy porównawczej metod integracyjnych zastosowano analizę SWOT.

Rozdział oceniam jako kluczowy ze względu na zawarte w nim podstawy metodyczne przeprowadzonych badań, stanowiące odpowiedź na postawione pytania badawcze, a także ze względu na wskazanie możliwości dalszego rozwoju badań nad modelem oceny metod integracji. Rozdział oceniam pozytywnie ze względu na realizację w nim **trzeciego celu cząstkowego**, a wyniki badań stanowią odpowiedź na postawione pytania badawcze.

W rozdziale 5 pt. IMPLEMENTACJA WYBRANEGO ROZWIĄZANIA INTEGRACYJNEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE przedstawiona została weryfikacja wniosków badań dotyczącym metod integracji. Autor przedstawił wdrożenie rekomendacji w wybranym przedsiębiorstwie i zaproponował architekturę rozwiązania (rys. 28) na podstawie analizy przedwdrożeniowej. Moduły koncepcji systemu przedstawiono na rys. 29. Uzasadnienie wyboru metody integracji oraz jej charakterystyka w zaprojektowanym rozwiązaniu została zaprezentowana w rozdziale 5.4. Rozdział oceniam bardzo pozytywnie ze względu na jego użyteczność. Sposób prezentacji wdrożenia oceniam dobrze. Na

podkreślenie w wysokiej ocenie tego rozdziału zasługuje szczegółowość opisów oraz graficzny sposób przedstawienia integracji modułów i czytelność oraz staranność wykonania diagramów sekwencji opisujących integrację wszystkich zaprojektowanych modułów systemu. Dodatkowo Autor przedstawił podsumowanie wdrożenia systemu i opisał etapy realizacji projektu w odniesieniu się do krytycznej analizy wdrożenia oraz wnioski wynikające z analizy powdrożeniowej stanowiące podstawę rozwoju systemu w tabeli 30 pt. *Rezultaty wdrożenia systemu w organizacji*. Rozdział oceniam jako ważny ze względu na przedstawienie w nim praktycznego zastosowania wyników badań oraz jako realizację **czwartego celu cząstkowego**.

Pracę kończy Podsumowanie (str. 189-190). Autor odniósł się w nim do wyników badań wyboru metody integracyjnej. Przeprowadzone badanie pozwoliło na zestawienie poszczególnych metod i ich własności tak, by ułatwić finalny wybór metody integracji.

Do pracy dołączono wszystkie niezbędne spisy, bibliografię oraz załączniki.

### **Ocena strony redakcyjnej rozprawy**

Praca jest napisana na bardzo dobrym poziomie językowym, edycyjnym i bez błędów stylistycznych czy ortograficznych. Uwagi językowe odnoszą jedyne do pewnych sformułowań i nielicznych błędów literowych:

- Ograniczenie użycia pojęcia „kryterium” w dwóch różnych badaniach dla opisu różnych kryteriów (kryteria oceny metod integracji lub kryteria SWOT);
- Zastosowanie w pracy pisowni „WebAPI” zamiast „WebApi”;
- Użycia pojęcia „Cecha” w tabelach SWOT zamiast pojęcia „Kryterium”.

Dla poprawy edycji sposobu przedstawienia etykiet parametrów w tabelach z kryteriami: Kryterium1, ..., Kryterium13, czy MałaFirma, ŚredniaFirma, DużaFirma, a także sposobu zapisu wzoru modelu stochastycznego we wzorach oraz tabel z danymi źródłowymi i wtórnymi, rekomenduje się wprowadzenie parametrów.



- Opis modelu stochastycznego powinien zostać oparty na wprowadzeniu symboliki dla zmiennych objaśnianych i objaśniających występujących w modelu wraz ze szczegółowym ich opisem w legendzie, co jest oczekiwane dla czytelności przeprowadzanego wnioskowania.
- Zarówno pozycje bibliograficzne w Bibliografii, jak i kolejne załączniki proponuje się numerować w celu nadania im unikatowości, aby uniknąć wątpliwości związanych z odwołaniami w tekście manuskryptu.

### **Ocena końcowa, uwagi polemiczne i pytania**

Oceniam bardzo wysoko zarówno stronę merytoryczną rozprawy jak i formę przygotowanie manuskryptu. Treści przedstawione w dysertacji przez Autora zostały sformułowane bardzo dojrzałe i zgodnie z językiem stosowanym w naukach o zarządzaniu i jakości. Autor posłużył się poprawnie terminologią związaną z systemami informatycznymi w zarządzaniu przedsiębiorstwami i technologiami informatycznymi pozwalającymi na podniesienie efektywności zarządzania organizacjami. Oparł się na licznej i aktualnej literaturze, a także zaproponował własny model stochastyczny. Jednocześnie na pozytywną oceną mają wpływ następujące przesłanki:

- Wyniki badań przeprowadzone przez Autora zgodnie z zaproponowanymi metodami badawczymi na podstawie pytań badawczych mogą stanowić istotne rekomendacje dla przedsiębiorstw i innych organizacji wdrażających przedsięwzięcia informatyczne, mające na celu podniesienie efektywności procesów na podstawie integracji danych.
- Zarówno cel pracy jak i cele cząstkowe zostały zrealizowane. Autor uzyskał odpowiedzi na postawione w dysertacji pytania badawcze.
- W dużym stopniu Autor potwierdził swoją wiedzę i umiejętności w dochodzeniu do dojrzałych wniosków w procesie badawczym opartym na elementach analizy, oceny i syntezy wielu wyników badań, w tym m.in. analizy literatury, analizy statystycznej i analizy strategicznej, przeprowadzonych w procesie badawczym niniejszej pracy.

Moja ocena pracy jest pozytywna. Swoją ocenę opieram na dotychczas przedstawionej recenzji rozdziałów teorio-poznawczych (rozdział 1, 2 i 3), oraz rozdziałów badawczych i użytkowych (czwartego i piątego).

Niemniej na podstawie uzyskanych wyników badań przedstawionych w dysertacji nasuwają się następujące pytania problemowe dotyczące prowadzonego wywodu:

1. Jaką rolę odgrywa wiedza ekspercka w wyborze metody integracji systemów informatycznych?
2. Jakie metody integracji stanowią podstawę rozwoju przedsiębiorstw przyszłości w Przemysle 4.0 czy 5.0?
3. Jakie innowacje oparte na sztucznej inteligencji można zastosować w usprawnieniu metod interakcji systemów dla potrzeb zapewnienia bezpieczeństwa informacji i danych?

### **Podsumowanie i wnioski końcowe**

Całość pracy oceniam pozytywnie. Praca podejmuje aktualną i ważną tematykę osadzoną w naukach o zarządzaniu i jakości, jest przygotowana starannie, z należyтым nakładem pracy i pieczołowitością Doktoranta.

Recenzowana rozprawa doktorska prezentuje rozległą ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości w zakresie rozwoju zintegrowanych systemów informatycznych dla potrzeb zarządzania organizacją. Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w zakresie zbadania i zastosowania metod integracji do efektywnego wdrażania informatycznych systemów zarządzania w przedsiębiorstwach i swoimi oryginalnymi wynikami badań wypełnił lukę w zakresie problemu badawczego dotyczącego budowy modelu badawczego oceniającego metody integracji stosowane do wdrażania zintegrowanych systemów informatycznych oraz wniósł swój wkład w postaci rekomendacji dla stosowania tych metod w niejednorodnych systemach informatycznych w przedsiębiorstwach.

Reasumując stwierdzam, że recenzowana przeze mnie praca doktorska pt. **„Zarządzanie integracją danych w niejednorodnych systemach informatycznych”** napisana przez Pana Magistra Bartłomieja Balsamskiego na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie pod kierunkiem naukowym Promotora Profesora UEK **dra hab. Dariusza Puta** spełnia wymogi Ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 nr 65, poz. 595, ze zm.) w związku z art. 179 ust. 1 i 2 Ustawy z dnia 3 lipca 2018r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 r. poz. 1669 ze zm.) i wniosuję o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Anna Skowron", with a decorative flourish at the end.