

Prof. dr hab. inż. Waldemar Karwowski  
Pegasus Professor and Chair  
Department of Industrial Engineering & Management Systems  
University of Central Florida  
Orlando, Florida, USA

Orlando, 09.30.2024

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr. inż. Justyna Piwinska  
pt. *Opracowanie metodyki zapewnienia jakosci uzytkowej  
w produkcji systemow interakcyjnych,*  
napisanej pod kierunkiem naukowym  
dr hab. inż. Rafala Michalskiego, prof. uczelni**

### Podstawa opracowania recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr. inż. Justyny Piwinskiej zatytułowana *Opracowanie metodyki zapewnienia jakosci uzytkowej w produkcji systemow interakcyjnych*. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Refal Michalski, prof. uczelni. Recenzja została opracowana na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Nauki o Zarządzaniu i Jakosci prof. dr hab. inż. Rafala Werona (pismo m W8N/449/2024 z dnia 29.05.2024 r.) w związku z wyznaczeniem mnie na recenzenta przedmiotowej rozprawy.

Recenzja stanowi element postępowania w sprawie nadania mgr. inż. Justynie Piwinskiej stopnia naukowego doktora nauk społecznych w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości. Celem recenzji jest udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy przedmiotowa rozprawa spełnia wymogi określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2022 poz. 574 z późn. zm.), tzn. czy rozprawa:

- wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej,
- wykazuje umiejętność prowadzenia badań.
- stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego,

### Ogólna charakterystyka i struktura rozprawy

Rozprawa liczy 311 stron. Struktura pracy obejmuje 1) streszczenia w języku polskim i języku angielskim (Summary), 2) spis treści, 3) wprowadzenie, 4) siedem rozdziałów, 5) podsumowanie, 6) literatura, 7) spis rysunków, 8) spis tabel oraz trzy załączniki, w tym: Z1) Kwestionariusz ankietowy, Z2) Tłumaczenie stwierdzeń użytych w badaniu, Z3) Statystyki rzetelności i pozycji modeli konstruktywne. Opracowanie wzbogacone jest materiałem ilustracyjnym w postaci 69 rysunków i 80 tabel. Główne rozdziały pracy to: 1) Użyteczność, 2) Sztuczna inteligencja, 3) Metodyka zapewnienia jakości użytkowej w produkcji systemów interaktywnych, 4) Zaufanie do technologii opartej na sztucznej inteligencji, 5) Model

uzyteczności zaufania do sztucznej inteligencji, 6) Weryfikacja metodyki oraz 7) Ogólna dyskusja wyników.

### **Ocena wyboru tematu rozprawy**

Recenzowana rozprawa mieści się w szeroko rozumianej problematyce nauk o zarządzaniu i jakości, na styku kilku subdyscyplin, takich jak zarządzanie produkcją systemów interaktywnych, zarządzanie jakością, interakcja człowieka ze sztuczną inteligencją, zachowania organizacyjne (zaufanie do sztucznej inteligencji), zarządzanie doświadczeniami użytkowników systemów inteligentnych (user experience and AI applications), oraz projektowanie jakości systemów oprogramowania zorientowanych na człowieka (human-centered design).

Charakter podjętej tematyki badawczej jest oryginalny. Pani mgr inż. Justyna Piwińska podjęła się badania bardzo istotnego współczesnego problemu zarządzania jakością w interaktywnych systemach człowiek-komputer wykorzystujących systemy sztucznej inteligencji (SI) (artificial intelligence: AI). Uważam, że wybór tematu pracy, z teoretycznego oraz praktycznego punktu widzenia, jest w pełni uzasadniony i zasługuje na wysoką ocenę.

### **Problem badawczy, cele i hipotezy badawcze oraz ich oryginalność**

Problem badawczy został zidentyfikowany na podstawie obszernego przeglądu literatury przedmiotu. Obrany temat i jego wyniki przyczyniają się do powiększenia wiedzy nt. zarządzania użytecznością systemów oprogramowania opartych na SI. Doktorantka zawarła w rozprawie ważne i jak do tej pory słabo zbadane zagadnienia dotyczące użyteczności i zaufania do systemów SI w kontekście ich adaptacji w procesach biznesowych firm softwerowych.

Głównym celem przedstawionej rozprawy jest opracowanie i weryfikacja metody badań empirycznych (kwestionariuszowych) zorientowanych na zrozumienie, jak systemy SI są postrzegane przez jej użytkowników, na przykładzie pracowników firm softwerowych wytwarzających oprogramowanie.

Autorka sformułowała szczegółowe cele rozprawy jak następuje:

- przegląd literatury w zakresie projektowania doświadczeń użytkownika softweru i zapewnienia użyteczności w procesie wytwarzania oprogramowania,
- studia literaturowe obejmujące obszar sztucznej inteligencji, w tym jej rozwoju, ewaluacji oraz zastosowania,
- analiza teoretyczna rozważań nad zaufaniem do technologii i systemów opartych na sztucznej inteligencji,
- krytyczna ocena metod i technik zapewnienia jakości użytkowej,
- zdefiniowanie potencjalnych czynników mających wpływ na intencje do wykorzystania oraz zaufanie do sztucznej inteligencji,
- prace koncepcyjne nad konstrukcją badań empirycznych,
- przeprowadzenie badań kwestionariuszowych wśród pracowników firm oprogramowania softwaru,

- prace weryfikacyjne oparte na testach statystycznych sprawdzających jakość otrzymanych wyników
- analiza danych w odniesieniu do modelu równan strukturalnych oraz zależności między zmiennymi.

## **Metody badawcze**

W oparciu o określone cele rozprawy, a także jej potrzeby oraz ograniczenia, autorka opracowała i wykorzystwała do badań narzędzie kwestionariusza badawczego. Ankieta ta umożliwiła uzyskanie rzetelnych informacji dotyczących zaufania do technologii opartej na sztucznej inteligencji z uwzględnieniem różnorodnych perspektyw tego zagadnienia. Przeprowadzona ankieta pozwoliła dotrzeć do większej liczby respondentów, co zwiększyło reprezentatywność wyników i wniosków z badań. Anonimowość badanych umożliwiło efektywne zbieranie danych, bez konieczności przeprowadzania wizyt w firmach w terenie. Cyfrowa forma zebranych danych zwiększyła także kontrolę nad przebiegiem procesu badawczego oraz ułatwiła analizę i interpretację wyników badań.

Narzędzie ankietowe (kwestionariusz badawczy), wykorzystany w badaniu, zawiera stronę tytułową oraz informacje o celach badań, a także prośbę o wyrażenie zgody na udział w tych badaniach. Sekcja druga kwestionariusza zawiera pytania dotyczące demografii oraz zatrudnienia badanych. Respondenci zapytani też zostali o swoje dotychczasowe doświadczenia co do współpracy z systemami opartymi na sztucznej inteligencji, poziom ich implementacji w firmie, a także ogólne nastawienie do wdrażania technologii SI w miejscu pracy.

Kluczowe części kwestionariusza zostały przedstawione w rozdziale 4 rozprawy, opisującym badane teoretyczne konstrukty, a w tym: łatwość użycia, przydatność, użyteczność, wyjaśnialność, niezawodność, ryzyko użytkowania, intencja użycia, oraz zaufanie do technologii SI. Każdy z powyższych konstruktyw został zmierzony za pomocą pytań umożliwiających badanemu ocenę stopnia zgodności ze stwierdzeniami na siedmiostopniowej skali Likerta jak następuje: 1 - zdecydowanie się nie zgadzam, 2- nie zgadzam się, 3- raczej się nie zgadzam, 4 - ani się nie zgadzam, ani się zgadzam, 5- raczej się zgadzam, 6- zgadzam się, 7 - zdecydowanie się zgadzam.

Pytania zawarte w kwestionariuszu sformułowane zostały w oparciu o głęboką analizę literatury przedmiotu badań. Kwestionariusz opracowano bazując na obszernej wiedzy na temat konstruktyw teoretycznych, które znalazły się w finalnej wersji kwestionariusza.

## **Cele badań empirycznych**

Głównym celem badań empirycznych było przeprowadzenie analizy dotyczącej percepcji sztucznej inteligencji przez pracowników firm softweryjnych, oraz zrozumienie opinii na temat czynników wpływających na zaufanie do SI.

W szczególności badania empiryczne miały na celu:

- Ocenie poziomu zaufania do technologii opartej na sztucznej inteligencji wśród pracowników firm i działów zajmujących się wytwarzaniem oprogramowania.
- Identyfikację głównych czynników wpływających na poziom zaufania do technologii w kontekście jej zastosowania w procesie projektowania systemów interakcyjnych.
- Zrozumienie opinii respondentów na temat implementacji technologii SI w procesach biznesowych w ich organizacjach, w tym percepcji obecnego poziomu wdrożenia oraz

- postrzegania potencjalnych zalet i zagrożeń związanych z wykorzystaniem systemów SI.
- Opracowanie i weryfikacja modelu strukturalnego czynników kształtujących zaufanie do technologii opartej na sztucznej inteligencji,
  - Weryfikacja przeprowadzonych badań nastąpiła poprzez analizy statystyczne, szczegółowy przegląd danych ankietowych, oraz dodatkowe studia literaturowe,
  - Indywidualne pogłębione wywiady z pracownikami firm w których przeprowadzono badania kwestionariuszowe.

## **Metody badawcze**

Na potrzeby procesu analizy danych empirycznych, Autorka rozprawy wykorzystala metode rownan strukturalnych (SEM) obejmujaca nastepujace etapy: 1) specyfikacje modelu (definicja zmiennych i relacji miedzy nimi, 2) identyfikacje modelu (szacowanie wartosci parametrow sciezkowych), 3) estymacja parametrow, 4) testowanie (sprawdzanie wartosci parametrow) oraz 5) modyfikacja modelu (modyfikacja relacji pomiedzy zmiennymi). Powyzsza metoda umozliwila badanie zlozonych zwiazkow pomiedzy zdefiniowanymi zmiennymi oraz testowanie zaproponowanych modeli teoretycznych.

W szczegolnosc, w rozprawie wykorzystano dwie glowne metody statystyczne : 1) konfirmacyjna analize czynnikowa dla potwierdzenia struktury modelu i oceny stopnia dopasowania modelu do danych empirycznych, oraz 2) analize sciezkowa do testowania teoretycznych relacji miedzy zmiennymi, zastosowane dla analizy wszystkich rozpatrywanych konstruktow.

Wykorzystane w rozprawie metody badawcze sa zgodne z celami pracy. Przyjety cel pracy oraz cele szczegolowe zostaly w pelni zrealizowane. Zastosowane metody badawcze i przeprowadzone analizy statystyczne uzyskanych wynikow empirycznych sa w pelni poprawne i swiadcza pozytywnie o dojrzalosci badawczej Autora rozprawy.

## **Ocena merytoryczna rozprawy**

W rozdziale #1 zaprezentowano krytyczny przegląd literatury przedmiotu w zakresie projektowania doswiadczen uzytkownika oprogramowania oraz metod zapewnienia jakosci i uzytecznosc w procesie wytwarzania oprogramownia (software development).

W Rozdziale #2 Autorka rozprawy przedstawila synteze litaraturowej analizy rozwoju i obecnych zastosowan systemow sztucznej inteligencji.

W Rozdziale #3 omowiono istniejace metody zapewnienia wysokiego poziomu jakosci uzytkowej oprogramowania (software), w tym rowniez wykorzystanie technologii SI w projektowaniu softweru zorientowanego na uzytkownika (human-centered design).

W rozdziale #4 przedstawiono analize opublikownaych studiow i badan dotyczacych zuafania uzytkownia do

technologii informatycznych ogólnie, a także tych opartych na systemach SI. Zdefiniowano też te czynniki które zidentyfikowane zostały w literaturze przedmiotu jako te które znacząco wpływają na zaufanie użytkowników do systemów oprogramowania opartych na sztucznej inteligencji.

Rozdział #5 demonstruje ważny wkład Autorki rozprawy w rozwój ogólnej wiedzy na temat interakcji człowieka z systemami sztucznej inteligencji. W rozdziale tym opisano konstrukcję teoretycznego modelu użyteczności i zaufania do technologii SI, oraz proces opracowania nowego instrumentu badawczego, tj. kwestionariusza do empirycznych badań użytkowników systemów oprogramowania opartych na SI w kontekście postrzegania przez nich użyteczności tych systemów oraz poziomu zaufania do tychże systemów. Opisano też sam proces badań użytkowników systemów oprogramowania opartych na SI. Rozdział ten opisuje też statystyczną weryfikację jakości zebranych danych empirycznych i walidację teoretycznego modelu użyteczności i zaufania do systemów SI bazującą na podejściu SEM. Zaprezentowano też ocenę modelu praktycznej akceptacji zastosowania systemów SI do usprawnienia jakości użytkowej oprogramowania budowanego przez pracowników wybranej firmy informatycznej.

W rozdziale #6 omówiono proces weryfikacji zaproponowanej metody badań empirycznych. Proces ten oparty był na testowych badaniach obejmujących pracowników i klientów w firmach i dotyczy wdrożenia opracowanej metody badań empirycznych i jej skuteczności. Szczególnie istotne dla tego procesu są przeprowadzone pilotażowe badania w dwóch kierunkach: 1) pilotażowe wdrożenie rozwiązań badawczych, oraz 2) pilotażowe wdrożenie standardów oceny użyteczności.

Proces wdrożenia rozwiązań badawczych obejmował a) analizę wymagań i wybór platformy, b) konfigurację i instalację systemu, c) zbudowanie struktury repozytorium, szkolenia i wdrożenia badanych pracowników, d) ewaluację zaproponowanej metodyki bazującą na kompleksowych testach nowego (zaproponowanego) systemu w prowadzeniu systemu oprogramowania, które było wykorzystywane przez firmę uprzednio. Do tego celu wykorzystano system usability scale. Proces wdrożenia standardów oceny użyteczności obejmował: a) analizę potrzeb wymagań i wybór standardu, b) adaptację standardu i test pilotażowy, c) opracowanie procesów i procedur, d) wdrożenie pracowników, e) utrzymanie i ciągłe doskonalenie. Proces testowania obejmował ocenę jakości użytkowej repozytorium badawczego oraz ewaluację produktu firmy.

W rozdziale #7 przedstawiono ogólną dyskusję wyników przeprowadzonych badań i porównanie tych wyników z wynikami innych badań. Omówiono też implikacje uzyskanych wyników i podano praktyczne zalecenia dla menadżerów firm technologicznych stosujących systemy sztucznej inteligencji. W rozdziale tym omówione także szczególnie istotne ograniczenia przeprowadzonych badań oraz wskazano kierunki przyszłych badań w tym zakresie.

Rozprawę zamyka skondensowane 'Podsumowanie', zawierające uzasadnienie potrzeby przeprowadzonych badań, zrealizowane cele, metodologię badań, oraz wyniki badań i wartość dodaną w kontekście wkładu rozprawy do poszerzenia obecnej wiedzy na temat interakcji człowieka z systemami opartymi na sztucznej inteligencji.

## **Podsumowanie**

Pani mgr inż. Justyna Piwińska wybrała bardzo istotny i aktualny temat do rozprawy. Badania nad interakcją użytkownika z systemami opartymi na sztucznej inteligencji są dopiero w zarodku, a z uwagi na szybko postępujący rozwój SI na świecie, badania te są krytyczne dla społecznie odpowiedzialnego projektowania, wdrażania i użytkownika takich systemów w niedalekiej przyszłości. Uważam, że cel badań jak i metodologia przeprowadzonych badań zasługują na wyróżnienie.

## **Ogólna ocena rozprawy**

Przedstawiona rozprawa wyróżnia się następującymi cechami:

- Sformułowanie istotnego z punktu widzenia teorii i praktyki problemu badawczego,
- obszerna i wnikliwa analiza tematyki rozprawy bazująca na opublikowanej literaturze przedmiotu,
- poprawna konstrukcja problemu badawczego, pytań badawczych, celu głównego i celów szczegółowych rozprawy,
- wykorzystanie metod badawczych odpowiadających przejętym celom badań,
- zbudowanie oryginalnego modelu konceptualnego i kwestionariusza do empirycznych badań złożonych relacji użytkownika z technologiami opartymi na systemach sztucznej inteligencji,
- prawidłowy dobor i aplikacja metod statystycznych i poprawna interpretacja wyników przeprowadzonych analiz;
- demonstracja nabytych umiejętności Autorki przeprowadzania analizy formalnej i wnioskowania naukowego.

## **Ocena rozprawy pod względem redakcyjnym**

Rozprawa została napisana poprawnie i przejrzysto. Redakcja rozprawy jest staranna i usystematyzowana. Dodanie angielskiego tekstu w opisie kwestionariusza i metod badawczych jest dużym plusem. Zauważyłem jednak drobne usterki redakcyjne, jak na przykład:

- Strona 93, Tabela 8: brak linii ciągłej w wierszu po pierwszych nagłówkach
- Strona 217, Tabla 65: tekst w wierszach jest przesunięty
- Strona 231: jest błąd w tytule punktu 6.3.2 („Peoces”).

Sugeruje też aby „Podsumownie” (strony 247-248) uzupełnić tłumaczeniem na język angielski.

## **Wniosek koncowy**

Uwazam, ze rozprawa mgr. inz. Justyny Piwinskiej jest przygotowana na wysokim poziomie intelektualnym, merytorycznym i metodycznym. Rozprawa stanowi oryginalne rozwiazanie waznego problemu naukowego w dyscyplinie nauki o zarzadzaniu i jakosci. Roprwa swiadczy o szerokiej wiedzy teoretycznej Autorki i jej o umiejetnosciami samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz eksperymentow badawczych i praktycznych wdrozen. Cele pracy zostaly w pelni zrealizowane.

Rozprawa stanowi istotny wklad Autorki do poszerzenia obecnego stanu wiedzy dotyczacego interakcji czlowieka z systemami opartymi na sztucznej inteligencji oraz projektowania takich systemow w kierunku dopasowania ich do potrzeb uzytkownika (human-centered design).

Stwierdzam, ze recenzowana rozprawa doktorska mgr. inz. Justyny Piwinskiej pt. *Opracowanie metodyki zapewnienia jakosci uzytkowej w produkcji systemow interakcyjnych*, napisana pod kierunkiem naukowym dr hab. inz. Rafala Michalskiego, prof. uczelni spelnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim wart. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyzszyim i nauce (Dz.U. 2022 poz. 574 z p6:zn. zm.). Uwazam tez ze przedstawiona rozprawa zasluguje na szczegolne wyroznienie.

Wnioskuje zatem o dopuszczenie mgr. inz. Justyny Piwinskiej do kolejnych etapow postepowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk spolecznych w dyscyplinie nauki o zarzadzaniu i jakosci.

*Waldemar Karwowski*

Prof. dr hab. inz. Waldemar Karwowski

University of Central Florida

Orlando, Florida, USA

9/30/2024