Częstochowa, 05.01.2026

dr hab. inż. Klaudia Smoląg, prof. PCz
Katedra Informacyjnych Systemów Zarządzania
Wydział Zarządzania
Politechnika Częstochowska

Recenzja
rozprawy doktorskiej **mgr. Maksymiliana Iwanow**

pt. *Optimization of Web Services composition in the context of quality requirements defined by business entities*
(Optymalizacja kompozycji usług sieciowych uwzględniająca kryteria jakościowe zdefiniowane przez podmioty biznesowe)

przygotowanej pod kierunkiem naukowym
dr hab. Heleny Dudycz, prof. UEW
oraz
promotora pomocniczego dr hab. inż. Krzysztofa Michalaka, prof. UEW

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Profesor UEW Pani Estery Piwoni-Krzeszowskiej z dnia 18 listopada 2025 roku, informujące o powołaniu mojej osoby przez Radę Naukową Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. Maksymiliana Iwanow pt. *Optimization of Web Services composition in the context of quality requirements defined by business entities (Optymalizacja kompozycji usług sieciowych uwzględniająca kryteria jakościowe zdefiniowane przez podmioty biznesowe).* Praca została napisana pod kierunkiem naukowym promotora, Pani dr hab. Heleny Dudycz, prof. UEW oraz promotora pomocniczego dr hab. inż. Krzysztofa Michalaka, prof. UEW.

2. Opinia ogólna

Rozprawa doktorska przygotowana przez Pana mgr. Maksimiliana Iwanow stanowi kompleksowe i spójne opracowanie naukowe dotyczące problematyki optymalizacji kompozycji usług sieciowych (Web Services) w kontekście wymagań jakościowych definiowanych przez różne podmioty gospodarcze. Podjęty przez Doktoranta temat ma znaczenie teoretyczne oraz praktyczne i wpisuje się we współczesne wyzwania związane z transformacją cyfrową, w tym rosnącą złożonością aplikacji sieciowych i koniecznością odpowiedniego konfigurowania usług w warunkach zmiennych wymagań niefunkcjonalnych. Praca ma wyraźny charakter interdyscyplinarny ponieważ łączy perspektywę biznesową z zaawansowanymi metodami optymalizacji wielokryterialnej.

3. Ocena merytoryczna

3.1. Ocena problematyki podjętej w recenzowanej rozprawie

Tematyka recenzowanej rozprawy doktorskiej dotycząca optymalizacji usług sieciowych w kontekście wymagań jakościowych definiowanych przez podmioty gospodarcze jest aktualna z kilku ważnych powodów związanych zarówno z rozwojem technologii informacyjnych, jak i zmieniających się realiów i wymagań biznesowych. Doktorant koncentruje się na zarządzaniu jakością usług sieciowych, które w kontekście cyfryzacji procesów biznesowych stanowią kluczowy element modeli biznesowych wielu organizacji. Generalnie cyfryzacja procesów biznesowych jest jednym z kluczowych procesów determinujących funkcjonowania podmiotów gospodarczych w aktualnych warunkach biznesowych. Ponadto rosnąca liczba rozwiązań w zakresie ICT oraz integracja tych rozwiązań, często pochodzących od różnych dostawców, wymaga poodejmowania decyzji odnośnie ich najlepszego doboru i optymalizacji.

W tym aspekcie ważna jest nie tylko funkcjonalność usług ale również zachowanie parametrów jakościowych tj.: czas odpowiedzi, niezawodność, dostępność, bezpieczeństwo czy koszty. Innym ważnym aspektem jest funkcjonowanie przedsiębiorstw w warunkach silnej konkurencji. Taka sytuacja wymusza na tych podmiotach poprawę wydajności procesów, skrócenie czasu realizacji usług dla klientów, co może zapewnić odpowiednio zoptymalizowany skład usług sieciowych. Biorąc pod uwagę dynamiczne środowisko i kwestię zmienności usług w czasie stanowi to wyzwanie dla projektowania mechanizmów optymalizacji, które potrafią reagować na zmiany i zapewniać ciągłość działania systemów biznesowych.

Reasumując stwierdzam, iż podjęty przez Doktoranta temat mieści się w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości oraz wpisuje się w aktualne i istotne nurty badań naukowych związane z rosnącą zależnością przedsiębiorstw od usług sieciowych, z zarządzaniem jakością tych usług, kształtowaniem modeli biznesowych oraz procesami transformacji cyfrowej organizacji. Ponadto tematyka pracy doktorskiej stanowi odpowiedź na istotne potrzeby współczesnych organizacji w zakresie zapewniania integracji systemów informatycznych, obniżania kosztów operacyjnych oraz wsparcia dla elastyczności działań biznesowych.

3.2. Ocena sformułowanych celów i pytań badawczych

W niniejszej pracy Doktorant określił jako **cel główny**: *„opracowanie modelu biznesowego dla złożonych usług sieciowych z uwzględnieniem wymagań jakościowych określonych przez podmioty gospodarcze, uwzględniającego wymagania niefunkcjonalne z pomocą algorytmów optymalizacji wielokryterialnej”.*
W odniesieniu do celu głównego zostały sformułowane następujące cele szczegółowe:

1. *Identyfikacja cech jakości usług sieciowych, które tworzą różne modele jakości i stanowią niezależne kryteria w kontekście dynamicznej kompozycji złożonej usługi.*
2. *Analiza okoliczności świadczenia usług sieciowych w podmiotach gospodarczych oraz wskazanie różnic w oczekiwanej jakości dla różnych typów komponentów sieciowych.*
3. *Identyfikacja i określenie luk (w kontekście usług złożonych) w powszechnie stosowanych modelach biznesowych usług sieciowych.*
4. *Systematyzacja algorytmów optymalizacji wielokryterialnej, istotnych i użytecznych w rozwiązywaniu problemu dynamicznej kompozycji usług sieciowych.*
5. *Analiza źródeł danych oferujących wartości różnych atrybutów jakościowych dla kolejnych kroków kompozycji usługi złożonej.*
6. *Określenie, jak zaimplementowane algorytmy optymalizacji wielokryterialnej sprawdzają się w dostarczonym środowisku kompozycji usług złożonych.*

Doktorant w swojej pracy zdefiniował 14 pytań badawczych, które odnoszą się zarówno do zagadnień teoretycznych, jak i empirycznych. Dla dwóch pytań RQ-1.2 oraz RQ-2.3 dodatkowo sformułował pytania szczegółowe, odpowiednio 8 i 2 pytania. Tak duża liczba pytań badawczych świadczy o wieloaspektowym i pogłębionym podejściu do analizowanych problemów. Sformułowane pytania badawcze zostały zaprezentowane w rozprawie doktorskiej w punkcie *Wprowadzenie* w tabeli 0.1 w odniesieniu do celów

rozprawy oraz do poszczególnych rozdziałów. Taka wizualizacja i usystematyzowanie celów, pytań badawczych i rozdziałów rozprawy doktorskiej zwiększa przejrzystość rozprawy doktorskiej oraz sprzyja zrozumieniu spójności metodologicznej poprzez klarowne przypisanie pytań badawczych do konkretnych celów i poszczególnych części pracy doktorskiej. Ponadto hierarchiczny układ pytań badawczych sprzyja jednoznacznemu powiązaniu poszczególnych części pracy – teoretycznej, empirycznej i aplikacyjnej.

Konstrukcja sformułowanych pytań badawczych jest logiczna, uporządkowana i stanowi konsekwentne odzwierciedlenie realizacji celów rozprawy począwszy od zdefiniowana kluczowych pojęć i terminów, przeglądu literatury, poprzez analizę jakości usług sieciowych, prezentację metod kompozycji Web Services, aż po przeprowadzenie badań eksperymentalnych, ocenę algorytmów optymalizacji wielokryterialnej oraz opracowanie i weryfikację nowatorskiego modelu biznesowego. Należy zatem stwierdzić, iż postawione pytania badawcze stanowią logiczne i konsekwentne rozwinięcie przyjętych celów pracy oraz wskazują na chęć dobrego przeanalizowania, zrozumienia i wyjaśnienia opisywanej problematyki badań.

Doktorant aby zrealizować postawione w pracy cele oraz odpowiedzieć na sformułowane pytania badawcze wykorzystał następujące metody badawcze: systematyczny przegląd literatury, case study, eksperyment oraz obserwację uczestniczącą. W pracy nie zostały sformułowane hipotezy badawcze.

Reasumując, stwierdzam iż w recenzowanej rozprawie doktorskiej pytania badawcze oraz cele zostały sformułowane w sposób klarowny i zgodny z zasadami metodologii naukowej. Cel główny pracy jest jednoznaczny, a sprecyzowane cele szczegółowe adekwatnie go odzwierciedlają, co przełożyło się na logiczną strukturę postępowania badawczego oraz umożliwiło Doktorantowi określenie zakresu i kierunku badań. Pozytywnie oceniam metodykę badań i stwierdzam, że analiza literatury przedmiotu oraz przeprowadzone badania wskazują, iż postawione w pracy cele zostały zrealizowane.

3.3. Ocena struktury pracy i metodyki badawczej

Praca została przedstawiona na 197 stronach. Przyjęty przez Doktoranta układ pracy nie budzi większych zastrzeżeń.

Recenzowana rozprawa doktorska składa się z wprowadzenia, pięciu rozdziałów, uwag końcowych, czterech załączników, bibliografii oraz spisu rysunków i tabel. Praca została napisana w języku angielskim. Doktorant w każdym rozdziale w pierwszym podrozdziale, a więc 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 i 5.1 powtarza informacje zawarte we wprowadzeniu odnoszące się do celów, pytań badawczych i procedury badawczej.

Z jednej strony można uznać taką formę prezentacji jako sprzyjającą przejrzystości tekstu, a z drugiej jako sztucznie generującą podrozdziały w pracy. Tym bardziej, że elementy te są dobrze zaprezentowane w pierwszym punkcie pracy zatytułowanym *Wprowadzenie*.

We *Wprowadzeniu* Doktorant zaprezentował uzasadnienie podjęcia tematu, określił lukę badawczą w wymiarze teoretycznym i empirycznym oraz zaprezentował cel główny pracy i cele szczegółowe. W tej części przedstawione zostały również pytania badawcze. Pozytywnie oceniam przedstawienie w formie tabelarycznej powiązania celów pracy z pytaniami badawczymi w odniesieniu do poszczególnych części pracy. Ponadto Doktorant zaprezentował również zakres pracy i przedstawił w formie wypunktowania przyjętą procedurę pracy.

Rozdział pierwszy składa się z 5 podrozdziałów. W rozdziale tym Doktorant koncentruje się na prezentacji usługi sieciowej. Definiuje pojęcie usługi sieciowej oraz wskazuje korzyści wykorzystania jej w procesach biznesowych. Ponadto syntetycznie odnosi się do technicznych kwestii związanych z usługami sieciowymi. W rozdziale tym omawia również kwestie jakości usług sieciowych na podstawie przeglądu literatury oraz problematykę zarządzania usługami sieciowymi w zróżnicowanych środowiskach biznesowych. Tą część pracy kończy podrozdział, w którym Doktorant przedstawia w sposób klarowny różne modele biznesowe związane z usługami Web Services, wskazując przy tym na różne podejścia i specyfikę środowiska cyfrowego. Doktorant trafnie wskazuje na luki w istniejących modelach.

W rozdziale drugim, najmniejszym objętościowo, zaprezentowano kwestię kompozycji Web Service. Doktorant definiuje czym jest kompozycja Web Service oraz dokonuje porównania dwóch wzorów kompozycji statycznych i dynamicznych. Wyjaśnia mechanizm działania obu kompozycji oraz wskazuje na różne podejścia związane z ich wyborem. Dodatkowo podkreśla jakie są zalety i ograniczenia obu modeli, szczególnie pod kątem wymagań jakościowych i zmienności środowiska biznesowego. Pozytywnie oceniam zamieszczenie tabeli porównującej kompozycje statyczne i dynamiczne w zakresie ich zalet i wad. Ponadto w rozdziale tym Doktorant przedstawia metody optymalizacji wielokryterialnej stosowane w dynamicznej kompozycji usług sieciowych. Wartość tej części pracy byłaby większa, gdyby Doktorant, analogicznie jak we wcześniejszych fragmentach pracy, usystematyzował prezentację omawianych algorytmów w formie tabelarycznej. Dzięki temu w lepszy sposób zostałyby uwypuklone aspekty praktycznego zastosowania metod optymalizacji wielokryterialnej oraz ich wpływu na jakość usług.

Rozdział trzeci stanowi opis procesu eksperymentalnego, obejmujący przygotowanie danych, implementację algorytmów oraz analizę wyników. Doktorant w sposób klarowny

porównuje różne algorytmy optymalizacji wielokryterialnej, co przekłada się na możliwość sformułowania istotnych wniosków badawczych. W rozdziale zostały zaprezentowane liczne opisy techniczne, które mogłyby zostać skrócone celem poprawy czytelności tekstu a także lepszej koncentracji na kluczowych aspektach eksperymentu.

W rozdziale czwartym zaprezentowano studia przypadków odnoszących się do rzeczywistych i współczesnych rozwiązań rynkowych. W niniejszej części pracy opisano siedem różnych scenariuszy biznesowych odnoszących się do następujących kompozycji usług:

- hotelowych i zakupowych, podróży, ubezpieczeń, np. Booking.com;
- kredytowych (pożyczkowych), zakupowych, telekomunikacyjnych i reklamowych, np. Amazon, PayPal;
- rządowych, zabezpieczenia społecznego, pośrednictwa pracy i tłumaczeń językowych, np. mObywatel, ePUAP;
- geolokalizacyjnych, pogodowych, automatyki przemysłowej i inżynierskich, np. Google Maps;
- zamawiania jedzenia, pogodowych, zakupowych i reklamowych, np. UberEats;
- tłumaczeniowych, filmowych, zakupowych i geolokalizacyjnych, np. Netflix;
- medycznych, ubezpieczeniowych, rządowych i zabezpieczenia społecznego, np., mojePZU.

Doktorant na podstawie literatury przedstawił w tabeli 4.1 parametry QoS dla proponowanych scenariuszy biznesowych. Ponadto w sposób przejrzysty sformułował wnioski dotyczące porównania metod optymalizacji oraz wskazał na dominację algorytmów NSGA. Jednocześnie podkreślił, iż *„ze względu na brak porównania algorytmów w innych płaszczyznach niż płaszczyzna wyników (np. czas, wydajność sprzętu) nie jest możliwe jednoznaczne zaakceptowanie lub odrzucenie metod SPEA2 lub MOEA/D”*.

Ostatni, piąty rozdział pracy przedstawia propozycję nowatorskiego modelu biznesowego usług sieciowych wraz z jego walidacją dla trzech wybranych scenariuszy biznesowych. Doktorant w sposób przemyślany i czytelny wyjaśnia dobór algorytmów optymalizacji wielokryterialnej oraz ich wpływ na jakość usług na bazie 3 różnych przypadków. W rozdziale tym przedstawiono również ograniczenia, wady a także dalsze kierunki rozwoju modelu mające na celu, jak najlepsze dostosowanie proponowanego rozwiązania do potrzeb organizacji.

W pracy, w punkcie *Bibliografia* Doktorant odwołuje się do ponad 180 pozycji literaturowych opublikowanych głównie w języku angielskim. Niespełna połowa z tych publikacji została opublikowana w 2014 roku lub później, co w kontekście tematu pracy doktorskiej jest dość zaskakujące. Tematyka publikacji oscyluje przede wszystkim wokół

szeroko pojętych zagadnień związanych z usługami sieciowymi oraz jakością tych usług. Wśród wskazanych źródeł literatury są też publikacje związane z zagadnieniami z zakresu zarządzania organizacjami, w tym z modelami biznesowymi. Taki dobór literatury uważam za poprawny.

Reasumując, recenzowana praca doktorska ma logiczną strukturę i została przygotowana zgodnie z wymaganiami naukowymi. Jej układ treści jest spójny a realizacja powiązanych celów pracy, pytań badawczych oraz zastosowanej procedury badawczej jest przemyślana i konsekwentna. W pracy Doktorant wykazał się dobrą znajomością problematyki usług sieciowych, ich kompozycji, metod optymalizacji wielokryterialnej oraz umiejętnością zaprojektowania metodyki badań opartej na podejściu Design Science Research, co zostało odzwierciedlone zarówno w części teoretycznej, jak i praktycznej pracy. Do słabych stron pracy zaliczyć można nieliczne mankamenty redakcyjne, tj. sztuczne tworzenie pierwszych podrozdziałów każdego rozdziału pracy, nadmiernie rozbudowane opisy techniczne czy zróżnicowanie objętości niektórych rozdziałów i podrozdziałów, co sugeruje nie do końca dopracowaną kwestię równoważenia treści w całej pracy. Zgłoszone uwagi nie mają wpływu na ogólną i wysoką wartość merytoryczną pracy. Przedstawiona do recenzji praca stanowi dojrzałe opracowanie naukowe, które spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim.

4. Ocena formalna

Recenzowana praca doktorska napisana jest w języku angielskim. Praca została przygotowana zgodnie z przyjętym standardem obowiązującym w pracach naukowych. Treść pracy wzbogacają tabele i rysunki, przy czym część z nich została samodzielnie opracowana przez Doktoranta. Sposób wykonania rysunków i tabel nie budzi większych zastrzeżeń. Ogólna ocena odnosząca się do edycji pracy jest pozytywna, choć Doktorant nie ustrzegł się drobnych błędów edycyjnych.

5. Pytania do dyskusji

Lektura recenzowanej pracy doktorskiej nasunęła mi następujące pytania do dyskusji:

- *W jaki sposób proponowany model biznesowy usług sieciowych może wspierać transformację cyfrową przedsiębiorstw?*
- *Biorąc pod uwagę dynamiczne środowisko cyfrowe proszę wskazać jakie są kompetencje kluczowe dla osób, które są odpowiedzialne za projektowanie i realizację usług sieciowych w organizacjach oraz jak organizacje powinny rozwijać takie kompetencje aby efektywnie reagować na zmienność tych usług i ryzyka technologiczne?*

6. Konkluzja

Recenzowana praca doktorska odnosi się do aktualnych zagadnień naukowych. Ponadto została poprawnie przygotowana zarówno od strony teoretycznej, jak i metodologicznej i w rezultacie stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Reasumując stwierdzam, iż recenzowana praca doktorska autorstwa Pana mgr. Maksymiliana Iwanow pt. *Optimization of Web Services composition in the context of quality requirements defined by business entities (Optymalizacja kompozycji usług sieciowych uwzględniająca kryteria jakościowe zdefiniowane przez podmioty biznesowe)* napisana pod kierunkiem naukowym promotora, Pani dr hab. Heleny Dudycz, prof. UEW oraz promotora pomocniczego dr hab. inż. Krzysztofa Michalaka, prof. UEW spełnia warunki stawiane pracom doktorskim zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20.07.2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.). W związku z powyższym, wnoszę o przyjęcie recenzowanej pracy doktorskiej i dopuszczenie Pana mgr. Maksymiliana Iwanow do publicznej obrony.

Częstochowa, 05.01.2026

KISZ
Katedra Informacyjnych Systemów Zarządzania-Wydział Zarządzania
Politechnika Częstochowska
al. Armii Krajowej 19 B, 42-201 Częstochowa
tel. +48 34 325 02 12 , e-mail: wz_bok_3@pcz.pl
www.wz.pcz.pl