dr hab. Arkadiusz Januszewski, prof. PBŚ
Katedra Informatyki Ekonomicznej i Controllingu
Wydział Zarządzania
Politechnika Bydgoska
im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

POLITECHNIKA BYDGOSKA
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
Wydział Zarządzania
Al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz
tel. 52 340 88 60 (8365)

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgra Maksymiliana Iwanow
nt. „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).
napisanej pod kierunkiem dr hab. Heleny Dudycz, prof. UEW

Podstawą prawną do wykonania recenzji była Uchwała z dnia 29 maja 2025r. Rady Naukowej Dyscypliny Nauk o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgra Maksymiliana Iwanow. O tej decyzji zostałem poinformowany przez Panią dr hab. Esterę Piwoni-Krzeszowską, prof. UEW, pismem z dnia 10 czerwca 2025r. przesłanym do mnie z Biura Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu (DZ-B.4200.9.2025).

1. Uwagi ogólne

Recenzowana rozprawa liczy 197 stron, z czego 153 stanowią jej część zasadniczą, a pozostałe strony obejmują kolejno: 4 załączniki (24 strony), wykaz literatury, spis rysunków i spis tabel (łącznie 20 stron).

Część zasadnicza pracy składa się z wprowadzenia, pięciu rozdziałów i uwag końcowych. Jej struktura i kolejność rozdziałów są prawidłowe. Treść recenzowanej rozprawy jest zgodna z jej tytułem, postawionym celem głównym i sześcioma celami szczegółowymi oraz odpowiada nazewnictwu poszczególnych jej części. Podział treści między część teoretyczną i empiryczną jest

prawidłowy. Część teoretyczna (dwa pierwsze rozdziały) liczy 50 stron, a część empiryczna (trzy ostatnie rozdziały) liczy 82 strony. Wewnętrzna konstrukcja rozdziałów nie budzi zastrzeżeń. Granulacja tekstu jest prawidłowa. Rozdziały mają zbliżoną objętość, od 18 stron (rozdział 2) do 32 stron (rozdział 1).

Rozprawa została napisana w języku angielskim. Wykaz literatury obejmuje 182 pozycje, w tym 173 w języku angielskim i 9 w języku polskim. Autor powołuje się zarówno na podstawowe prace w dziedzinie usług webowych, jak również na nowsze badania z lat 2011-2022. Takie podejście zapewnia solidne podstawy teoretyczne. Dokonany przegląd można uznać za wystarczający dla realizacji celów rozprawy, tym bardziej, że Autor zastosował też analizę typu Umbrella Review (określaną też terminem review of reviews lub research on research), co umożliwiło mu identyfikację luki badawczej i realizację 6 celów szczegółowych.

W pracy naukowej należy stosować zasadę wynikania, według której „następne wynika z poprzedniego". Jej przestrzeganie czyni wywód logicznym i jednocześnie dowodzi, że rozprawa zawiera koncepcję przemyślaną i spójną. Na końcu każdego rozdziału warto by zatem wskazać dlaczego rozważania w nim zawarte należałoby uzupełnić o zagadnienia poruszone w kolejnym rozdziale. Doktorant nieco inaczej postarał się zapewnić logiczność prezentowanego wywodu. Po pierwsze we wstępie przedstawił procedurę badawczą, a po drugie każdy rozdział Doktorant rozpoczyna od wskazania, jakie cele zostały w nim osiągnięte, na jakie szczegółowe pytania badawcze postarał się odpowiedzieć oraz który etap (lub które etapy w przypadku pierwszego rozdziału) procedury badawczej zostały zrealizowane.

Warsztat naukowy, którym posłużył się Doktorant jest dostosowany do rozwiązywanych w rozprawie problemów i odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim.

Autor dokonał przeglądu światowej literatury dotyczącej badań nad kompozycją usług sieciowych w kontekście ich jakości oraz wskazał występujące luki badawcze. Na tej podstawie opracował eksperyment, mający na celu wskazanie najbardziej przydatnych algorytmów do implementacji w modelu optymalizacji kompozycji usług sieciowych uwzgledniającej kryteria jakościowe zdefiniowane przez podmioty biznesowe.

2. Wybór tematu rozprawy

Usługi sieciowe były tematem wielu badań naukowych. W samej tylko bazie SCOPUS na dzień 29 czerwca 2025 można było znaleźć nieco ponad 15,6 tys. prac naukowych, które w słowach kluczowych wskazanych przez autorów (author keywords) zawierały frazę „Web Services" (opublikowanych w czasopismach z dziedzin Computer Science, Decision Science, Social Science oraz Business, Management and Accounting). Najwięcej prac opublikowano

w latach 2009 i 2010 – po około 1500. Od roku 2011 liczba publikacji systematycznie spadała i w 2024 osiągnęła poziom 254 dokumentów.

W połączeniu z frazą „Quality of Web service" (lub „Quality of service" lub „Quality-of-service") liczba wyszukanych tekstów została zredukowana do 918, przy czym w latach 2023-2024 roku było ich 42. Po dodaniu kolejnej frazy, która identyfikuje tematykę niniejszej dysertacji, tj. „Optimization", w bazie Scopus można zidentyfikować 74 dokumenty, w tym 10 z lat 2023-2024. Dołączenie ostatniej, istotnej frazy „Web Service Composition" (lub "Service* Composition" skutkuje wyszukaniem 41 dokumentów, w tym tylko 5-ciu z lat 2023-2024.

Wyniki przedstawionej analizy pozwalają na stwierdzenie, że pomimo ogólnej malejącej tendencji zainteresowania naukowców tematyką usług sieciowych, samej optymalizacji kompozycji usług sieciowych w kontekście jakości tych usług poświęcono dotychczas niewiele uwagi.

Potwierdza to też dokonany przez Doktoranta przegląd literatury, na podstawie którego zidentyfikował dwie główne luki badawcze, które zmotywowały go do podjęcia przeprowadzenia badań, zaprezentowanych w recenzowanej rozprawie doktorskiej. Są one następujące:

1) Luka badawcza teoretyczna: Brakuje kompleksowych teoretycznych modeli biznesowych usług sieciowych, które uwzględniałyby złożone rozwiązania tworzone przez różne podusługi.
2) Luka badawcza empiryczna: Brakuje uwzględnienia wpływu cech niefunkcjonalnych usług sieciowych w praktycznym zastosowaniu modeli biznesowych usług sieciowych.

W świetle powyższego wybór tematu rozprawy należy uznać za trafny. Jest on ważny i aktualny, a podjęte przez Doktoranta wyzwanie polegające na przeprowadzeniu badania mającego na celu opracowanie nowego, złożonego modelu biznesowego usług sieciowych w odniesieniu do wymagań jakościowych definiowanych przez podmioty gospodarcze, spełnia wymogi określone w art. 187 ustęp 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.), określające, żeby rozprawa doktorska przygotowywana pod opieką promotora, stanowiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

3. Cele, pytania badawcze i metodyka badawcza

Zidentyfikowane luki badawcze stanowiły podstawę dla sformułowania celu głównego rozprawy i celów szczegółowych, a także postawienie kilkunastu pytań badawczych.

Głównym celem rozprawy jest opracowanie nowego, złożonego modelu biznesowego usług sieciowych w odniesieniu do wymagań jakościowych definiowanych przez podmioty gospodarcze, z uwzględnieniem promowania wymagań niefunkcjonalnych za pomocą

algorytmów optymalizacji wielokryterialnej. Osiągnięcie tego celu miała zapewnić realizacja sześciu następujących celów szczegółowych:

- Identyfikacja charakterystyk jakościowych usług sieciowych, które tworzą modele jakości o różnej jakości i są niezależnymi kryteriami w kontekście dynamicznej kompozycji złożonej usługi.
- Analiza i określenie przyczyn działania podmiotów biznesowych świadczących usługi sieciowe oraz wskazanie różnic w oczekiwanej jakości dla różnych typów komponentów sieciowych.
- Identyfikacja i określenie luk w obecnych, powszechnych modelach biznesowych usług sieciowych w kontekście złożonych usług sieciowych.
- Systematyzacja algorytmów optymalizacji wielokryterialnej istotnych i użytecznych do rozwiązania problemu dynamicznej kompozycji usług sieciowych.
- Analiza źródeł danych oferujących wartości różnych atrybutów jakości dla sukcesywnej kompozycji usługi end-to-end.
- Określenie, jak zaimplementowane algorytmy optymalizacji wielokryterialnej działają w danym środowisku kompozycji.

Uważam za słuszne, że Autor nie podjął się formułowania hipotez badawczych. Jako ogólne podejście badawcze zastosował metodę projektową, a jako metody wspomagające: systematyczny przegląd literatury, analizę multi case study, eksperyment oraz obserwację uczestniczącą. W przypadku tego typu badań za właściwe należy uznać postawienie właśnie pytań badawczych zamiast formułowania hipotez, które są zalecane w przypadku badań ilościowych.

Doktorant sformułował czternaście pytań badawczych, na które starał się udzielić odpowiedzi w kolejnych rozdziałach pracy (odpowiednio 5 pytań – rozdział 1, 3 pytania – rozdział 2, 2 pytania – rozdział 3, 1 pytanie – rozdział 4 oraz 3 pytania - rozdział 5). Dodatkowo w kontekście pytania 1.2 postawił aż 8 pytań szczegółowych, a w kontekście pytania 2.3 – dwa pytania szczegółowe. Taka dysproporcja zarówno pomiędzy liczbą pytań, na które Autor stara się odpowiedzieć w kolejnych rozdziałach rozprawy, jak i faktem, że do dwóch pytań sformułowano dodatkowe szczegółowe pytania może budzić pewne zastrzeżenia. Po dokładnym zapoznaniu się z treścią wszystkich pytań, odniesieniu ich do celów rozprawy oraz treści poszczególnych, można uznać, że postawienie takich szczegółowych pytań było uzasadnione.

Cele i pytania badawcze Doktorant przedstawił we wstępie rozprawy, w którym zawarł też tabelę (tabela 0.1), ukazującą występujące między nimi związki oraz rozdziały i podrozdziały rozprawy, w których odpowiada na te pytania i realizuje poszczególne cele.

We wstępie dysertacji podał też dostosowaną do realizacji postawionych celów, 5-cio etapową procedurę badawczą. Postarał się także wyjaśnić (tabela 0.2) jak zaprojektowane przez

siebie badanie wpisuje się w ogólne podejście badawcze metody projektowej Design Science Research Methodology, które koncentruje się na poznawczym projektowaniu artefaktów (takich jak modele, metody lub systemy komputerowe) w celu rozwiązania rozpoznanych problemów biznesowych poprzez zaoferowanie innowacyjnych rozwiązań technologicznych i jednoczesne rozwijanie teorii zarządzania.

4. Treść i realizacja celów rozprawy

W kolejnych rozdziałach rozprawy Doktorant stara się odpowiedzieć na postawione pytania badawcze i zrealizować jej cele.

Dwa pierwsze rozdziały mają charakter teoretyczny. Autor wprowadza czytelnika w zagadnienia związane z tematyką rozprawy. W pierwszym rozdziale 1 wyjaśnia definicję usługi sieciowej w kontekście biznesowym i technicznym, omawia charakterystyki jakościowe usług sieciowych, w tym unifikację atrybutów Quality of Service (QoS) oraz identyfikuje różnice w oczekiwanej jakości dla różnych typów usług sieciowych. Przedstawia też zarządzanie usługami sieciowymi oraz opisuje modele biznesowe usług sieciowych i wskazuje na ich braki. W drugim rozdziale wyjaśnia czym jest i na czym polega kompozycja usług sieciowych, porównuje kompozycję statyczną i dynamiczną. Przedstawia też teoretyczne i techniczne aspekty metod optymalizacji wielokryterialnej do kompozycji dynamicznej, w tym typologię metod i przegląd ewolucyjnych algorytmów wielokryterialnych (NSGA-II, MOPSO, NSGA-III, SPEA2, MOEA/D, HypE, GrEA, IBEA). Ostatecznie wskazuje na wskaźnik Hypervolume jako właściwy do oceny wyników algorytmów optymalizacji wielokryterialnej.

Pierwsze dwa rozdziały świadczą o tym, że grunt teoretyczny pod badanie empiryczne został dobrze przygotowany. Autor zrealizował w nich 4 pierwsze (z 6) cele szczegółowe oraz odpowiedział na pytanie badawcze od RQ1.1 do RQ1.5, od RQ2.1 do RQ2.3 oraz RQ3.1 i RQ3.2 (oraz 10 pytań szczegółowych).

Na początku trzeciego rozdziału Autor opisuje procedurę eksperymentu, który stanowi podstawę do zbudowania modelu kompozycji usług sieciowych opisanego w ostatnim rozdziale dysertacji. Procedurę tę można podzielić na dwa zasadnicze etapy: 1) przygotowanie eksperymentu biznesowego (opisane w trzecim rozdziale) oraz 2) przeprowadzenie eksperymentu biznesowego (opisane w czwartym rozdziale). Przygotowanie eksperymentu biznesowego obejmowało wybór i przygotowanie danych (QWS Dataset), szczegółowe przedstawienie implementacji algorytmów optymalizacji wielokryterialnej (NSGA-II, NSGA-III, SPEA2, MOEA/D) oraz narzędzi do obliczania wskaźnika Hypervolume i generowania wykresów, omówienie strojenia parametrów algorytmów oraz testowanie wielokryterialnej optymalizacji

kompozycji 23 różnych typów usług z uwzględnieniem różnych zestawów parametrów Quality of Service (czas odpowiedzi, dostępność, niezawodność, przepustowość, najlepsze praktyki). Testowanie algorytmów w środowisku, które Autor określił jako non-business, wykazało dominację algorytmów genetycznych NSGA działających na dużych zbiorach danych. Okazało się jednak, że pozostałe algorytmy mogą zapewnić rozwiązania, które mogą być lepsze pod względem określonych parametrów jakości. Dlatego, Autor zdecydował się na przeprowadzenie eksperymentów w środowisku biznesowym. W tym celu, określił siedem scenariuszy biznesowych (np. usługi podróżne, ubezpieczeniowe, bankowe, rządowe) z realnymi podstawami biznesowymi. Wyniki eksperymentów biznesowych dla każdego scenariusza przedstawił w czwartym rozdziale dysertacji. Analiza wydajności algorytmów w kontekście różnych zestawów parametrów Quality of Service wskazały na jednoznaczną dominację algorytmów z rodziny NSGA (NSGA-II i NSGA-III), które generowały te same, optymalne rozwiązania we wszystkich siedmiu scenariuszach kompozycji usług biznesowych.

W rozdziałach 3 i 4 Doktorant zrealizował 5 i 6 cel szczegółowy oraz odpowiedział na pytania badawcze RQ3.1., RQ3.2 i RQ4.1.

Ostatni, piąty **rozdział** jest najważniejszy z punktu widzenia realizacji celu głównego ocenianej rozprawy doktorskiej. Autor zaproponował w nim nowatorski model biznesowy złożonych usług sieciowych, składający się z sześciu komponentów: zewnętrznego rejestru usług (WS-external-registry), dostawcy usług (WS-provider), klienta usług (WS-requestor), translatora usług (WS-translator), kompozytora usług (WS-composer) oraz wewnętrznego rejestru usług (WS-internal-registry). Wspomniany model zweryfikował na przykładzie trzech wybranych przypadków biznesowych (usługi podróżne, rządowe, filmowe). Wskazał też na jego ograniczenia oraz potencjalne kierunki rozwoju, do których zaliczył uwzględnienie architektury RESTful Web Services, porównanie ze statycznymi kompozycjami, wprowadzenie miar wydajności algorytmów oraz poszerzenie gamy algorytmów optymalizacyjnych.

Reasumując powyższe stwierdzam, że opracowanie złożonego modelu kompozycji usług sieciowych uwzględniającego kryteria jakościowe zdefiniowane przez podmioty biznesowe oraz jego weryfikacja stanowią najważniejsze osiągnięcie naukowe Doktoranta.

Opracowany przez Doktoranta model biznesowy wzbogaca tradycyjne schemat o nowe komponenty, takie jak WS-translator (zapewniający predefiniowane wymagania niefunkcjonalne) i WS-composer (wykorzystujący optymalne metody kompozycji), co pozwala na lepsze zarządzanie złożonymi usługami i promowanie wymagań jakościowych.

5. Uwagi krytyczne

Pomimo jednoznacznie pozytywnej oceny pracy doktorskiej mgra Maksymiliana Iwanow, chciałbym przedstawić kilka uwag krytycznych.

1) Strukturę pracy i kolejność rozdziałów Autor podporządkował raczej postawionym pytaniom badawczym niż celom rozprawy. 3 pierwsze cele szczegółowe Doktorant stara się zrealizować w rozdziale 1, cel 4 – w rozdziale 2, cel 5 – w rozdziale 3, cel 6 – w rozdziałach 3 i 4, a cel główny – w rozdziale 5. Jest to podejście dość nietypowe, utrudniające nieco zrozumienie logiki wywodu i czyniące treść rozprawy mniej spójną i klarowaną. Ponadto w punkcie 3 recenzji wskazałem na dużą dysproporcję pomiędzy liczbą pytań, na które Autor stara się odpowiedzieć w kolejnych rozdziałach dysertacji. Nie twierdzę, że koniecznie należy kierować zasadą, aby jednemu celowi szczegółowemu odpowiadało jedno pytanie badawcze i jeden rozdział pracy, ale uważam, że tak dużej rozbieżności, jaka występuje w recenzowanej rozprawie, można było uniknąć.
2) W tabeli 0.1 Autor w ogóle nie uwzględnił podrozdziałów 3.1, 3.2, 3.5 i 3.6. Czy są one nieistotne lub wręcz zbędne z punktu realizacji celów rozprawy?
3) Bez przeczytania całej rozprawy zrozumienie sformułowanego celu głównego jest dość trudne. Nie wiadomo bowiem, czy chodzi o wykorzystanie algorytmów optymalizacji wielokryterialnej w procedurze tworzenia modelu, czy to nowy model ma mieć zaimplementowane te właśnie algorytmy. Aby zapewnić pełną zgodność z tytułem rozprawy należałoby też wskazać, że chodzi o model kompozycji usług sieciowych. Ponadto treść celów szczegółowych sugeruje, że chodzi o kompozycję dynamiczną, o której w celu głównym nie wspomniano.
4) Uważam, że cele szczegółowe lepiej byłoby nazwać celami pomocniczymi, ponieważ żaden z wymienionych nie dotyczy opracowania modelu i jego weryfikacji (można się domyślać, że ostatni cel szczegółowy obejmuje część weryfikacji).
5) Nie są też w pełni dla mnie jasne sformułowania niektórych celów szczegółowych. Np.: w celu drugim nie wiadomo o jakie „różne" komponenty sieciowe chodzi (Autor nie zdefiniował wcześniej jak należy rozumieć te komponenty); w celu piątym Autor posługuje się pojęciem „end-to-end services", którego nie wyjaśnia w żadnym miejscu rozprawy; w celu szóstym nie wiadomo, czy chodzi o algorytmy zaimplementowane w modelu opracowanym przez Autora dysertacji. Szczegółowy cel trzeci można by, moim zdaniem, sformułować nieco prościej: „Identyfikacja i określenie luk w powszechnie stosowanych złożonych modelach biznesowych usług sieciowych"

(„Identifying and defining gaps in commonly used complex web services business models").

6) Lukę badawczą można było nieco lepiej uzasadnić. Uważam, że Autor powinien już we wstępie podać wyniki analizy przynajmniej jednej z renomowanych baz bibliograficznych takich jak np. Scopus lub Web of Science (WoS), które potwierdzają, że poruszana przez niego w rozprawie tematyka była dotychczas rzadko badana (tak jak, to zrobił w podrozdziale 1.3.2, poświęconemu ujednoliceniu atrybutów jakości usług, w którym dokonał systematycznego przeglądu literatury z bazy WoS).
7) Pewien niedosyt budzi uwzględnienie w rozprawie zaledwie 4 pozycji z dwóch ostatnich lat, tj. lat 2023-2024 (oprócz 3 odwołań do stron internetowych The GraphQL Foundation). W podjętej przez Autora tematyce dotyczącej technologii informacyjnej 2 lata stanowią długi okres, w którym mogło się pojawić wiele nowych rozwiązań.
8) Zdanie ze wstępu: "The study was conducted according to Design Science Research (DSR) that focuses on problems of practice in organizations by developing and evaluating artifacts to address the issues, in terms of Design Science Research Methodology (DSRM)." jest wg mnie raczej tautologią.

Wskazane wyżej uwagi krytyczne nie zmieniają mojej **w pełni pozytywnej oceny dysertacji**. Wysoka ocen wynika bowiem ze stopnia trudności prezentowanych zagadnień, doboru właściwej metodyki badawczej i konsekwentnej realizacji procedury badawczej, bezspornie udowodnionych umiejętności prowadzenia badań naukowych, w tym wysokich umiejętności analitycznych i umiejętności projektowania i testowania złożonych modeli oraz oryginalnego wkładu Doktoranta do teorii nauk o zarządzaniu i jakości.

Chciałbym też krótko się odnieść do warsztatu pisarskiego Autora, na który składają się umiejętności konstruowania logicznego i klarownego wywodu, posługiwanie się poprawną terminologią w sposób jednoznaczny oraz poprawnym językiem, dbałość o właściwą numerację, stosowanie odnośników, itd. mogę stwierdzić, że Doktorant opanował go w dobrym stopniu.

6. Pytania

Mam następujące pytania do Doktoranta, na które mam nadzieję odpowie On w trakcie obrony:

1) Czy definiując scenariusze eksperymentu biznesowego (opisanego w czwartym rozdziale), tj. dobierając do nich „pod-usługi" biznesowe Doktorant kierował się własną

logiką i intuicją co doboru właściwego ich doboru, czy ustalił jakieś obiektywne kryteria doboru?

2) Dlaczego własny model został zweryfikowany tylko na 3 scenariuszach biznesowych spośród siedmiu scenariuszy opisanym eksperymencie w czwartym rozdziale?
3) Jedną ze wskazanych metod badawczych była obserwacja uczestnicząca (Autor pracował przez 4 lata w Banku Śląskim ING jako programista usług sieciowych). Czy stosując tę metodę Autor stosował jakieś techniki/narzędzia pomiaru/rejestracji danych? Jeśli tak, to jakie to były instrumenty?
4) W jaki sposób Doktorant ustalił zbiory słów kluczowych dla wyróżnionych serwisów sieciowych (tabela 3.2)? Czy kierował się tylko „własną logiką" czy może wykonał np. analizy współwystępowania słów kluczowych w publikacjach naukowych? Jak dobór słów kluczowych może wpłynąć na wyniki przeprowadzonego eksperymentu?

Szczególnie ważne są odpowiedzi na dwa pierwsze z powyższych pytań.

7. Wnioski końcowe

W mojej opinii stopień trudności realizacji prac naukowych o charakterze koncepcyjnym (projektowym), które wymagają nie tylko umiejętności analitycznych, ale także dużej kreatywności i wysokich umiejętności projektowania i konstruowania modeli, jest wyższy, niż prac o charakterze „czysto" analitycznym. Rozprawa naukowa mgra Maksymiliana Iwanow ma właśnie taki koncepcyjny (projektowy) charakter. Jest to jeden z powodów, dla których oceniam ją bardzo dobrze.

Podsumowując moją ocenę recenzowanej rozprawy, stwierdzam, że:

1. Doktorant wykazał się kreatywnością i udowodnił, że potrafi rozwiązywać złożone problemy naukowe o charakterze koncepcyjnym.
2. Badanie przeprowadzone przez Doktoranta zostało według podejścia Design Science Research Methodology, które jest zalecane i stosowane w naukach o zarządzaniu i jakości. Autor zdefiniował luki badawcze, sformułował cele i pytania badawcze oraz prawidłowo dobrał metody badawcze i zaprojektował badanie, a następnie je zrealizował, dzięki czemu cele rozprawy zostały osiągnięte w sposób nie budzący wątpliwości.
3. Autor przedstawił oryginalne rozwiązanie w postaci biznesowego modelu kompozycji usług sieciowych, uwzgledniającego kryteria jakościowe, który poszerza tradycyjny schemat usług sieciowych o nowe komponenty, takie jak WS-translator (tłumaczący funkcjonalność na wymagane typy usług i parametry Quality of Service) oraz WS-

composer (odpowiedzialny za optymalną kompozycję usług z wykorzystaniem wybranych algorytmów optymalizacyjnych). To wzbogacenie modelu pozwala na bardziej precyzyjne zarządzanie wymaganiami niefunkcjonalnymi i zwiększa konkurencyjność złożonych usług.

4. Autor samodzielnie zaimplementował środowisko eksperymentalne i algorytmy optymalizacyjne oraz narzędzia do generowania wykresów i obliczania wskaźników. Świadczy to o solidnych umiejętnościach technicznych, dowodzi przejrzystości badań i stwarza dobre perspektywy dla dalszej pracy naukowej.
5. Doktorant ma świadomość ograniczeń zaproponowanego rozwiązania i potrafi wskazać kierunki dalszych badań, co świadczy o głębokim zrozumieniu tematu i otwiera nowe perspektywy dla rozwoju modelu.

Uważam, że opracowany model wnosi nowe elementy do nauk o zarządzaniu i jakości w dziedzinie usług sieciowych, zarządzania jakością i optymalizacji wielokryterialnej.

Biorąc pod uwagę powyższe uwagi mogę stwierdzić, że recenzowana rozprawa doktorska mgra Maksymiliana Iwanow spełnia wymagania art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Ze względu na oryginalny wkład Autora do nauk o zarządzaniu i jakości, wykazaną dojrzałość naukową oraz stopień trudności realizacji badania zwracam się do członków Rady Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgra Maksymiliana Iwanow.

Bydgoszcz, 28 lipca 2025 roku

Kierownik Katedry
Informatyki Ekonomicznej i Controllingu
dr hab. Arkadiusz Januszewski
prof. PBŚ (7927)