

Lublin – 27.04.2026



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Piotra Kotylaka

**pt. „Zastosowanie dwuwymiarowej struktury wektorowej
do opracowania metody optymalizacji wskaźników ekonomicznych
operatorów infrastruktury ładowania EV”**

Podstawą wykonania recenzji jest uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej nr 212/2026 z dnia 10 marca 2026 r. w sprawie nadania stopnia naukowego doktora Panu mgr. inż. Piotrowi Kotylakowi, który przygotował rozprawę doktorską pt. „Zastosowanie dwuwymiarowej struktury wektorowej do opracowania metody optymalizacji wskaźników ekonomicznych operatorów infrastruktury ładowania EV”.

1. Informacja o obowiązujących przepisach prawa

Zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20.07.2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce wg tekstu jednolitego (Dz. U. 2024 r. poz. 1571), stopień doktora nadaje się osobie, której:

1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.
2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.
3. Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.



2. Syntetyczna charakterystyka recenzowanej rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Piotra Kotylaka pt. *„Zastosowanie dwuwymiarowej struktury wektorowej do opracowania metody optymalizacji wskaźników ekonomicznych operatorów infrastruktury ładowania EV”* została napisana na 199 stronach. Składa się ze spisu treści, streszczenia w języku polskim i w języku angielskim, po których następuje dziewięć rozdziałów, uzupełnionych o spis 86 pozycji wykorzystanej bibliografii, spis rysunków oraz spis tabel.

3. Ocena doboru tematu rozprawy

Rozprawa doktorska pt. *„Zastosowanie dwuwymiarowej struktury wektorowej do opracowania metody optymalizacji wskaźników ekonomicznych operatorów infrastruktury ładowania EV”* poświęcona jest zagadnieniu modelowania oraz optymalizacji efektywności ekonomicznej stacji ładowania pojazdów elektrycznych w warunkach dynamicznie zmieniającego się otoczenia rynkowego. Punktem wyjścia do podjętych badań było założenie, że wynik ekonomiczny stacji ładowania kształtowany jest przez złożony układ czynników, których oddziaływanie ma charakter zmienny w czasie i wzajemnie powiązany. Autor rozprawy skoncentrował się na identyfikacji tych czynników oraz analizie ich współzależności, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na dwa kluczowe wskaźniki funkcjonowania stacji ładowania, tj. marżę handlową oraz poziom wykorzystania infrastruktury. Istotnym elementem rozważań było także określenie możliwości oddziaływania na te wskaźniki za pomocą instrumentów biznesowych pozostających w dyspozycji operatora. Zakres zrealizowanych badań objął opracowanie formalnego podejścia umożliwiającego jednoczesne modelowanie wpływu wielu czynników egzogenicznych i endogenicznych na oba analizowane wskaźniki. W tym celu zaproponowano dwuwymiarowy model wektorowy pozwalający na reprezentację siły i kierunku oddziaływania poszczególnych parametrów w przestrzeni ekonomicznej stacji ładowania. Model ten stanowił podstawę do symulacji superpozycji wpływów zachodzących w czasie oraz wyznaczania trajektorii zmian stanów ekonomicznych stacji. W ramach realizacji prac badawczych Autor przeprowadził systematyczną identyfikację czynników wpływu, pogrupowanych w sześciu obszarach. Czynniki te poddał następnie formalizacji w postaci parametrów ilościowych opisanych za pomocą atrybutów oraz funkcji odwzorowujących ich nieliniowy charakter. Na tej podstawie opracował model matematyczny umożliwiający wyznaczanie wektorów wpływu oddziałujących równocześnie na oba analizowane wskaźniki.



Integralną częścią rozprawy jest również opracowanie autorskiego algorytmu symulacyjnego umożliwiającego analizę zmian wartości wskaźników ekonomicznych w czasie oraz jego implementacja w dedykowanym środowisku informatycznym. Opracowane narzędzia poddano weryfikacji z wykorzystaniem scenariuszy symulacyjnych obejmujących analizę wrażliwości, korelacji parametrów, stabilności obliczeń oraz poprawności odwzorowania kierunków oddziaływania czynników. Rozprawa obejmuje zatem kompleksowe ujęcie problematyki modelowania ekonomiki stacji ładowania pojazdów elektrycznych – od identyfikacji czynników wpływu, poprzez ich formalizację i budowę modelu matematycznego, aż po opracowanie algorytmów symulacyjnych i narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji operacyjnych i biznesowych.

Temat rozprawy doktorskiej należy uznać za trafnie dobrany, aktualny oraz uzasadniony zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i aplikacyjnego. Podjęta przez Doktoranta problematyka wpisuje się w jeden z kluczowych obszarów współczesnej transformacji transportu, jakim jest rozwój infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych. Dynamiczny wzrost liczby pojazdów elektrycznych oraz związane z tym inwestycje w infrastrukturę ładowania powodują, że zagadnienia dotyczące efektywności ekonomicznej funkcjonowania stacji ładowania nabierają szczególnego znaczenia zarówno dla sfery podażowej, jak i popytowej. W praktyce rynkowej operatorzy infrastruktury ładowania funkcjonują w warunkach wysokiej niepewności oraz zmienności otoczenia. W tym kontekście problem optymalizacji wskaźników ekonomicznych stacji ładowania stanowi istotne wyzwanie zarówno badawcze, jak i praktyczne.

Na pozytywną ocenę zasługuje również fakt, że temat rozprawy koncentruje się nie tylko na analizie pojedynczego aspektu funkcjonowania infrastruktury ładowania, lecz obejmuje kompleksowe ujęcie problemu z uwzględnieniem wielu współzależnych czynników wpływających na wynik ekonomiczny operatora. W szczególności przyjęcie podejścia opartego na jednoczesnej analizie wpływu czynników na więcej niż jeden wskaźnik ekonomiczny odpowiada potrzebom decyzyjnym operatorów infrastruktury, którzy w praktyce muszą równoważyć różne cele ekonomiczne i operacyjne. W kontekście oceny wartości naukowej rozprawy należy podkreślić, że zastosowanie koncepcji dwuwymiarowej struktury wektorowej wskazuje na ambitny i interdyscyplinarny charakter podjętych badań, łączących elementy modelowania matematycznego, analizy ekonomicznej oraz symulacji komputerowej. Takie ujęcie problemu jest zgodne z kierunkami rozwoju współczesnych metod badawczych, w których coraz większą rolę odgrywają narzędzia formalne umożliwiające analizę systemów



o wysokim stopniu złożoności. Wprowadzenie analizy wektorowej jako narzędzia reprezentacji oddziaływania wielu czynników na wskaźniki ekonomiczne stanowi rozwiązanie koncepcyjnie interesujące i potencjalnie wartościowe z punktu widzenia dalszego rozwoju metod wspomagania decyzji w obszarze infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych.

Dobór tematu należy także ocenić jako właściwy z perspektywy aktualnych potrzeb gospodarczych oraz polityk krajowych i unijnych związanych z rozwojem elektromobilności. W wielu krajach rozwój infrastruktury ładowania jest wspierany regulacyjnie i finansowo, jednak długoterminowa trwałość modeli biznesowych operatorów wymaga opracowania narzędzi umożliwiających racjonalne zarządzanie parametrami ekonomicznymi działalności. W tym sensie podjęta w rozprawie problematyka posiada wyraźny potencjał aplikacyjny oraz może stanowić podstawę do opracowania praktycznych narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji inwestycyjnych i operacyjnych.

Reasumując, dobór tematu rozprawy należy uznać za w pełni uzasadniony merytorycznie, zgodny z aktualnymi kierunkami badań naukowych oraz odpowiadający rzeczywistym potrzebom praktyki gospodarczej. Temat charakteryzuje się odpowiednim poziomem trudności naukowej, a jego realizacja wymagała zastosowania zaawansowanych metod modelowania i analizy, co potwierdza jego adekwatność do wymagań stawianych rozprawom doktorskim.

4. Ogólna charakterystyka rozprawy i jej ocena merytoryczna

Rozprawa składa się z dziewięciu rozdziałów, choć poprawnym byłoby stwierdzenie, że rozdziałów jest dziesięć, ponieważ pierwszy rozdział poprzedza dość obszerny *Wstęp* (str. 9-16), który nie jest numerowany w spisie treści. We wstępie przedstawiono opis tego, czym jest rozprawa, wskazano, jaki jest jej cel oraz jak sformułowano tezę badawczą. Opisano również zawartość poszczególnych rozdziałów oraz w formie tabelarycznej zaprezentowano spis etapów badawczych wraz z ich syntetycznym opisem.

Rozdział pierwszy pt. „*Wprowadzenie do problematyki badawczej*”, wprowadza czytelnika w tematykę funkcjonowania rynku elektromobilności oraz roli infrastruktury ładowania w systemie transportowym i energetycznym. Autor przedstawia główne wyzwania ekonomiczne, z jakimi mierzą się operatorzy stacji ładowania, oraz analizuje ograniczenia istniejących podejść analitycznych, uzasadniając tym samym potrzebę opracowania narzędzi umożliwiających bardziej zintegrowaną i wieloczynnikową ocenę efektywności ekonomicznej tych systemów. Podkreśla przy tym, że na podstawie przeprowadzonej analizy bibliografii,



aktualnych trendów i potrzeb w obszarze elektromobilności oraz własnych doświadczeń zawodowych (wieloletnia praca przy projektach elektromobilności), zidentyfikował lukę badawczą w zakresie rozwoju zaawansowanych narzędzi wsparcia w decyzjach biznesowych, z uwzględnieniem szerokiego spektrum dynamicznych czynników, m.in. rynkowych, popytowych, marketingowych, pogodowych czy technicznych. Na podstawie analizy literatury oraz w oparciu o własne doświadczenia zidentyfikował i wybrał czynniki, które w sposób istotny wpływają na końcową wartość marży i wykorzystanie infrastruktury stacji.

Kolejna część rozprawy (pt. „*Cel, teza i zakres rozprawy*”) ma charakter koncepcyjno-analityczny. Autor doprecyzowuje w niej problem badawczy, definiuje cel główny, cele częściowe oraz hipotezę pracy, a także porządkuje podstawowe pojęcia wykorzystywane w dalszych analizach. Istotnym elementem tego etapu jest również podkreślenie specyfiki analizowanego zagadnienia, wynikającej z jednoczesnego występowania dwóch częściowo sprzecznych celów ekonomicznych – maksymalizacji przychodów oraz wysokiego poziomu wykorzystania infrastruktury. Cel rozprawy został zdefiniowany jako „... *opracowanie metody wspomagania decyzji operacyjnych i biznesowych operatorów infrastruktury ładowania EV, umożliwiającej ocenę wpływu wybranych parametrów na marżę i wykorzystanie infrastruktury stacji w odpowiedzi na zmienność warunków otoczenia*”. Teza rozprawy została sformułowana w następującym brzmieniu: „*Zastosowanie dwuwymiarowego modelu wektorowego do formalnej reprezentacji wpływu czynników egzogenicznych i endogenicznych na marżę handlową oraz wykorzystanie infrastruktury stacji ładowania EV umożliwia opracowanie algorytmu symulującego superpozycję ich oddziaływania w czasie i wyznaczającego trajektorię stanów ekonomicznych stacji, stanowiąc podstawę do wspierania decyzji biznesowych operatora*”. Weryfikacja tezy badawczej została przeprowadzona za pomocą symulacji, w ramach której skonstruowany model wektorowy został przetestowany za pomocą sześciu scenariuszy symulacyjnych. Badaniu podlegały stabilność zachowania modelu, wrażliwość wyników na zaburzenia danych wejściowych oraz adekwatność odpowiedzi na zadane sygnały wejściowe. Sformułowana teza badawcza jest poprawna pod względem merytorycznym i logicznym, a także w pełni spójna z przyjętym celem pracy oraz zakresem przeprowadzonych badań. Co więcej, teza ta jasno akcentuje użyteczność nowej wiedzy uzyskanej przez Doktoranta w toku realizacji badań, wskazując na możliwość jej efektywnego wykorzystania w praktyce.

Rozdział 3 rozprawy (pt. „*Czynniki mające wpływ na efektywność stacji ładowania w literaturze przedmiotu*”), zawiera identyfikację oraz klasyfikację czynników wpływających



na ekonomikę funkcjonowania stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Czynniki te pogrupowano w sześć głównych kategorii. Autor dokonuje szczegółowej identyfikacji czynników wpływających na funkcjonowanie stacji ładowania. Zostały one uporządkowane w logiczne grupy obejmujące zarówno uwarunkowania rynkowe, kosztowe i popytowe, jak również aspekty techniczne, marketingowe oraz regulacyjne. Następnie przeprowadzono ich transformację do postaci mierzalnych parametrów, co umożliwiło dalsze wykorzystanie ich w modelu matematycznym. Ta część rozprawy stanowi podstawę do dalszej formalizacji zmiennych modelowych, które kontynuowano w rozdziale 4 pt. *„Ustalenie parametrów wpływu i ich atrybutów dla oceny wskaźników stacji ładowania”*, w którym przeprowadzono proces parametryzacji zidentyfikowanych czynników wpływu. Każdy z nich opisano za pomocą zestawu atrybutów ilościowych, umożliwiających jednoznaczną charakterystykę jego zakresu zmienności, natury oraz oddziaływania na analizowane wskaźniki ekonomiczne. Rozdział ten tworzy bazę wejściową dla budowanego modelu analitycznego.

W rozdziale 5 zatytułowanym *„Model wskaźników ekonomicznych stacji ładowania w przestrzeni wektorowej 2D”* zaprezentowano konstrukcję dwuwymiarowego modelu wektorowego. Przedstawiono architekturę modelu, sposób reprezentacji czynników w postaci wektorów oraz rolę funkcji modulujących odwzorowujących relacje pomiędzy atrybutami parametrów a składowymi wektora wpływu. Autor proponuje podejście oparte na dwuwymiarowej strukturze wektorowej, w której kluczowe wskaźniki ekonomiczne są traktowane jako współrzędne przestrzeni decyzyjnej. W tej części pracy opisano również mechanizm odwzorowania czynników wpływu w postaci wektorów oraz sposób ich łączenia w jeden spójny obraz oddziaływań systemowych. Rozdział ten stanowi formalne opracowanie podstaw matematycznych modelu.

Rozdział 6 zawiera algorytm symulacyjny oparty na opracowanej strukturze wektorowej. Przedstawiono w nim zasady normalizacji parametrów do wspólnej przestrzeni decyzyjnej oraz mechanizm agregacji wektorów wpływu prowadzący do wyznaczenia wektora wypadkowego. Doktorant zaprezentował część obliczeniową, w której przedstawia logikę działania opracowanego algorytmu symulacyjnego. Opisał sposób normalizacji danych, agregacji wpływów oraz wyznaczania wynikowych zmian wskaźników w czasie. Rozdział ten definiuje warstwę obliczeniową modelu i stanowi podstawę jego implementacji, która została zawarta w kolejnym rozdziale (Rozdział 7 pt. *„Implementacja komputerowa, symulacja i ocena modelu”*). Zaprezentowano w nim implementację komputerową opracowanego algorytmu w postaci autorskiej aplikacji symulacyjnej SIMVEC oraz powiązanej aplikacji SIMDATA



służącej do kontroli i przygotowania danych wejściowych. Omówiono ponadto strukturę systemu, architekturę danych oraz sposób przygotowania i weryfikacji zestawów danych wykorzystywanych w symulacjach. Przedstawiono strukturę stworzonego systemu symulacyjnego, organizację danych oraz sposób przygotowania i kontroli poprawności informacji wejściowych. Opisano również narzędzia wspierające proces przetwarzania danych i prowadzenia symulacji scenariuszowych.

W dalszej części pracy (Rozdział 8 pt. *„Weryfikacja modelu z zastosowaniem aplikacji komputerowych dla ustalonych scenariuszy symulacyjnych”*), Autor skupił się na testowaniu i analizie działania modelu. Przeprowadzono w tym celu szereg eksperymentów symulacyjnych, których celem była ocena zachowania modelu w różnych warunkach oraz sprawdzenie jego stabilności i wrażliwości na zmiany parametrów wejściowych. Zestawiono również wyniki analiz korelacyjnych oraz zidentyfikowano ograniczenia opracowanego podejścia, co pozwoliło określić jego praktyczne możliwości zastosowania.

Ostatnia część rozprawy (Rozdział 9 pt. *„Podsumowanie rozprawy”*) zawiera podsumowanie przeprowadzonych badań oraz ocenę stopnia realizacji przyjętych celów. Wskazano również najważniejsze wnioski wynikające z pracy, zarówno o charakterze poznawczym, jak i praktycznym. Autor zaproponował także kierunki dalszych badań, obejmujące m.in. rozwój modelu, jego kalibrację na danych empirycznych oraz możliwość rozszerzenia jego zastosowania na inne obszary zarządzania infrastrukturą energetyczną i transportową.

Całość rozprawy tworzy spójny i konsekwentny układ badawczy, w którym kolejne etapy prowadzą od analizy problemu, poprzez jego formalizację i implementację, aż do weryfikacji i oceny wyników. Zastosowane w rozprawie podejście metodologiczne należy ocenić jako poprawne, spójne i zgodne z aktualnymi standardami badań w obszarze modelowania systemów złożonych oraz wspomagania decyzji ekonomicznych. Struktura pracy opiera się na logicznej sekwencji działań badawczych obejmującej identyfikację czynników wpływu na funkcjonowanie stacji ładowania pojazdów elektrycznych, ich formalizację w postaci parametrów modelowych, budowę modelu matematycznego, opracowanie algorytmu symulacyjnego oraz przeprowadzenie procedur weryfikacyjnych. Na szczególne podkreślenie zasługuje uwzględnienie w modelu wieloczynnikowego charakteru analizowanego zjawiska oraz przyjęcie założenia o nieliniowości oddziaływania poszczególnych czynników. Rozwiązanie to odpowiada rzeczywistym uwarunkowaniom funkcjonowania infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych, w których zależności pomiędzy parametrami rynkowymi,



kosztowymi, technicznymi i regulacyjnymi mają charakter złożony oraz zmienny w czasie. Włączenie do modelu funkcji opisujących nieliniowy charakter oddziaływania czynników należy uznać za rozwiązanie metodologicznie uzasadnione i zwiększające realizm odwzorowania analizowanego systemu.

Istotnym elementem podejścia badawczego jest także przyjęcie perspektywy dynamicznej, umożliwiającej analizę zmian wartości wskaźników ekonomicznych w czasie. Zastosowanie symulacji komputerowej jako narzędzia analitycznego jest rozwiązaniem zgodnym z aktualnymi trendami badawczymi w obszarze modelowania systemów ekonomicznych i infrastrukturalnych, zwłaszcza w przypadkach, gdy liczba zmiennych oraz ich wzajemne interakcje uniemożliwiają zastosowanie klasycznych metod analitycznych o charakterze statycznym. Podejście symulacyjne pozwala na analizę zachowania systemu w różnych scenariuszach oraz ocenę wrażliwości wyników na zmiany parametrów wejściowych, co w istotny sposób zwiększa wartość poznawczą uzyskanych rezultatów.

Rozprawę cechuje kompleksowy charakter przeprowadzonych procedur weryfikacyjnych, co wskazuje na świadome i metodycznie poprawne podejście do oceny poprawności działania modelu oraz algorytmu symulacyjnego. Tego rodzaju wieloaspektowa weryfikacja stanowi istotny element budowania wiarygodności opracowanego rozwiązania oraz pozwala ograniczyć ryzyko błędów wynikających z przyjętych uproszczeń modelowych.

Całość zastosowanego podejścia metodologicznego cechuje się wewnętrzną spójnością oraz konsekwencją w realizacji przyjętych założeń badawczych. Poszczególne etapy pracy tworzą logiczny ciąg prowadzący od identyfikacji problemu badawczego, poprzez jego formalizację matematyczną, aż do implementacji komputerowej oraz weryfikacji wyników. Przyjęte rozwiązania metodologiczne są właściwie dobrane do charakteru analizowanego problemu badawczego, przez co umożliwiły Doktorantowi uzyskanie wyników o istotnym znaczeniu poznawczym oraz potencjalnej wartości aplikacyjnej. Autor nie uniknął oczywiście typowych niedoskonałości, jakimi są drobne błędy stylistyczne i edycyjne, kilka nieprecyzyjnych sformułowań w treści rozprawy czy skrótów myślowych, numerowanie rysunków począwszy od cyfry zero, czy, dla odmiany, brak numerowania wzorów. Nie umniejszają one jednak wartości merytorycznej rozprawy.

Podsumowując ogólną charakterystykę rozprawy i jej ocenę stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca jest bardzo dobra, a jej szczególną wartością jest aplikacyjność wyników. Analizując treść rozprawy, można jednak dostrzec kilka aspektów, które nie zostały obszerniej uwzględnione w analizie, a które warte są wyjaśnienia lub podjęcia w dyskusji naukowej:



1. W rozdziale pierwszym Autor przedstawia problem badawczy, który stanowi podstawę dalszych rozważań, jednak sposób jego ujęcia ma charakter dość ogólny i w ograniczonym stopniu opiera się na pogłębionej analizie stanu wiedzy. Zaprezentowane ujęcie nie zostało w pełni osadzone w systematycznej identyfikacji istniejących luk badawczych ani w szerokiej dyskusji literatury przedmiotu, przez co przyjęta teza wyjściowa przedstawiona na dość wczesnym etapie opisu prac badawczych sprawia wrażenie w pewnym stopniu założonej w sposób dość arbitralny. Mimo że samo sformułowanie problemu jest poprawne i logicznie powiązane z tematyką rozprawy, to jednak jego uzasadnienie mogłoby zostać wzmocnione poprzez bardziej pogłębioną analizę porównawczą istniejących podejść badawczych oraz wyraźniejsze wskazanie deficytów metodologicznych w dotychczasowych opracowaniach. W obecnym kształcie rozdział ten spełnia funkcję wprowadzającą, lecz jego warstwa argumentacyjna w zakresie identyfikacji luki badawczej pozostaje relatywnie zbyt syntetyczna.
2. Zaprezentowane w rozprawie cele częściowe w dużej mierze przyjmują charakter operacyjnego opisu kolejnych działań niezbędnych do realizacji celu głównego oraz wskazują ich logiczną sekwencję w ramach procesu badawczego. W tym ujęciu pełnią one raczej funkcję planu postępowania badawczego niż precyzyjnie zdefiniowanych celów naukowych w ścisłym znaczeniu metodologicznym. Z punktu widzenia poprawności warsztatu badawczego nie jest to rozwiązanie w pełni właściwe, ponieważ cele częściowe powinny w większym stopniu odzwierciedlać oczekiwane rezultaty poznawcze, a nie jedynie etapy realizacji prac. W konsekwencji można odnieść wrażenie, że w obecnej formie cele te opisują raczej strukturę i przebieg procesu badawczego niż jasno zdefiniowane efekty, które mają zostać osiągnięte w wyniku jego realizacji.
3. W Tabeli 3.2 przedstawiono porównanie czynników popytu stacji paliw oraz stacji ładowania EV, które wydaje się nieco dyskusyjne, mimo że ma ono w rozprawie uzasadnienie merytoryczne, ponieważ pozwala uwidocznić istotne różnice w sposobie kształtowania się popytu w obu systemach. Tego typu zestawienie dobrze podkreśla, że analiza rynku elektromobilności wymaga bardziej zaawansowanych podejść modelowych niż klasyczne metody stosowane w sektorze paliwowym. Ryzyko takiego zestawienia polega jednak na pozornym zrównaniu dwóch systemów o odmiennych mechanizmach popytu, co może sugerować ich bezpośrednią porównywalność. Dodatkowo istnieje ryzyko nadmiernego uproszczenia złożoności rynku EV oraz



arbitralnego doboru czynników, wynikającego z ograniczonej porównywalności zmiennych. Wynika to z faktu, że stacje paliw i stacje ładowania funkcjonują w odmiennych warunkach technologicznych i behawioralnych, co ogranicza możliwość ich prostego zestawiania.

4. Na stronie 63 Autor przytacza jedną z pozycji literatury pisząc, że „... *reakcja klientów na zmianę ceny może też różnić się w zależności od pory dnia, np. w porach nocnych popyt bywa niemal nieelastyczny, podczas gdy w godzinach szczytu reakcja jest silniejsza*”. Jak zinterpretować przyczynę takiego faktu i czym są mechanizmy wpływu? Czy można tu mówić o efekcie różnego stopnia „przymusu” ładowania?
5. Jako atrybuty dla parametru P13 Doktorant przyjmuje miesiąc/sezon (a21) i temperaturę (a22). Czy są to wystarczające parametry atrybutu? Wydaje się, że dobrze reprezentują ogólny kontekst klimatyczno-sezonowy, ale nie opisują go w sposób kompletny ani wystarczająco szczegółowy. Ich ograniczenie polega na tym, że sezon jest zmienną zbyt agregacyjną (nie uwzględnia np. pogody w danym tygodniu czy dniu), a temperatura sama w sobie nie oddaje innych istotnych czynników klimatycznych (wiatr, opady, wilgotność, ekstremalne zjawiska). Nie uwzględniają one ponadto mikrofluktuacji (np. zmiany temperatury w ciągu jednego dnia, nagle opady deszczu lub śniegu itp.), które w przypadku ładowania EV mogą mieć istotne znaczenie. Podobnie jak parametry i ich atrybuty przedstawione przez Autora w obszarze popytu – co w przypadku miejscowości turystycznych o małej liczbie zarejestrowanych pojazdów, ale dużym ruchu sezonowym?
6. W rozdziale 7 opisano implementację opracowanego podejścia modelowego w postaci autorskiej aplikacji symulacyjnej. W tej części rozprawy w ograniczonym stopniu przedstawiono wstępne założenia projektowe dotyczące samej aplikacji. Opis implementacji koncentruje się przede wszystkim na warstwie wykonawczej, natomiast brakuje wyraźnego wyodrębnienia etapu koncepcyjnego, który uzasadniałby wybór przyjętej architektury systemu oraz struktur danych. W efekcie czytelnik otrzymuje przede wszystkim opis rozwiązania technicznego, przy mniejszym nacisku na jego projektowe uzasadnienie i relację do wcześniejszych etapów modelowania.
7. W rozdziale 7 przyjęto, że dane syntetyczne powinny odwzorowywać realistyczne scenariusze biznesowe, przy jednoczesnym wykluczeniu możliwości identyfikacji konkretnych podmiotów oraz rekonstrukcji ich rzeczywistych wyników operacyjnych.



W tym kontekście istotne jest doprecyzowanie, w jaki sposób zrealizowano to założenie, czego zabrakło w narracji prowadzonej przez Autora.

8. Autor stwierdza (str. 138), że symulacja prowadzona jest w czasie dyskretnym z okresem próbkowania, który może przyjmować wartości od jednej godziny do 50 lat. Czy tak duży okres próbkowania (50 lat) ma uzasadnienie?
9. Na stronie 139 znajduje się informacja, że „... dane numeryczne zapisywane są (...) z dokładnością do sześciu miejsc po przecinku”. Zwykle nie ma potrzeby zapisywania danych syntetycznych do 6 miejsc po przecinku (nie zwiększa to jakości modelu, a może obniżać jego wiarygodność naukową poprzez sugerowanie fałszywej precyzji), chyba że istnieje bardzo konkretne uzasadnienie modelowe lub obliczeniowe. Czy Doktorant może je wskazać?
10. Na stronie 143 Autor pisze, że „... w toku prac badawczych związanych z testowaniem modelu zaistniała potrzeba kontroli danych wejściowych”. Nie przedstawia jednak żadnego uzasadnienia takiego kroku, pozostawiając czytelnika z pewnym niedosytem poznawczym.
11. Rysunek 7.11 (str. 148) przedstawia algorytm procedury opracowania danych wejściowych przy użyciu aplikacji SIMDATA. Czy wynik analizy rzeczywiście powinien być etapem końcowym, jak to zostało pokazane na schemacie, czy raczej powinien stanowić element pętli sprzężenia zwrotnego?
12. Rozdział 9.1 został zatytułowany jako „Wnioski”, jednak w rzeczywistości jest to podsumowanie rozprawy, a samych wniosków z jej realizacji Autor w zasadzie nie przedstawia. Wnioski końcowe w rozprawie doktorskiej powinny mieć charakter syntetyczny, oceniający i poznawczo-analityczny, a nie opisowy. Ich zadaniem nie jest przedstawianie treści pracy, tylko pokazanie, co z niej wynika naukowo i praktycznie. Proszę zatem Autora, aby podczas prezentacji rozprawy przedstawił precyzyjnie sformułowane wnioski poznawcze, metodologiczne i aplikacyjne.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Pomijając opisane niedociągnięcia i usterki nie wpływające na ogólny poziom ocenianej rozprawy, należy stwierdzić, że przedstawiona do oceny dysertacja jest napisana poprawnie, realizuje jasno sprecyzowany i merytorycznie poprawny cel badawczy. Autor poprawnie zweryfikował postawioną tezę badawczą oraz osiągnął założony cel badawczy.



Opiniowana rozprawa jest również opracowaniem o istotnych walorach poznawczych i ma charakter bardzo dobrego opracowania naukowego. Jej Autor wykazał się umiejętnością sformułowania celu badawczego oraz doboru odpowiednich metod rozwiązania zidentyfikowanych zadań naukowych. Doktorant udowodnił ponadto posiadanie umiejętności poprawnego analizowania wyników badań naukowych oraz ich komunikatywnego przedstawiania w formie tabelarycznej i graficznej oraz poprzez precyzyjną interpretację słowną. Wykazał ponadto słuszność postawionej tezy w kontekście aplikacyjnym oraz przeprowadził w tym celu samodzielne badania naukowe i dokonał poprawnej analizy uzyskanych wyników. Doktorant udowodnił w ten sposób posiadanie wiedzy i kompetencji w stopniu niezbędnym do prowadzenia dalszych badań naukowych.

Można zatem stwierdzić, że przedstawiona przez mgra inż. Piotra Kotylaka rozprawa doktorska pod tytułem „*Zastosowanie dwuwymiarowej struktury wektorowej do opracowania metody optymalizacji wskaźników ekonomicznych operatorów infrastruktury ładowania EV*” prezentuje wymaganą ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport oraz dowodzi umiejętności prowadzenia badań naukowych. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz oryginalne rozwiązanie w zakresie potencjalnego zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej, co spełnia wymagania formalne określone w art. 187 Ustawy z dnia 20.07.2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce wg tekstu jednolitego (Dz. U. 2024 r. poz. 1571), uzasadniające nadanie Kandydatowi stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Wnoszę więc o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony. Jednocześnie w oparciu o przedstawioną w opinii analizę, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Piotra Kotylaka w sposób ponadprzeciętny spełnia wymagania stawiane tego typu pracom, zarówno w zakresie wartości merytorycznej, jak i poziomu metodologicznego. W związku z powyższym zasługuje ona na wyróżnienie.



PODPIS ZAUFANY

DARIUSZ
MAZURKIEWICZ

27.04.2026 12:51:56 GMT+0200

Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym