



prof. dr hab. Zbigniew Pastuszak
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
Wydział Ekonomiczny, Instytut Nauk o Zarządzaniu i Jakości
Katedra Systemów Informacyjnych i Logistyki
e-mail: zbigniew.pastuszak@mail.umcs.pl

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Bączkiewicz
pt.: *New multi-criteria methods for assessing sustainable energy policy*,
napisanej pod kierunkiem dr. hab. inż. Jarosława Wątróbskiego, prof. US (promotora)
i dr. inż. Wojciecha Sałabuna (promotora pomocniczego), przedłożonej
Radzie Naukowej Instytutu Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego**

1. Podstawa prawna

Podstawą przygotowania recenzji jest pismo dr. hab. Wojciecha Drożdż, prof. US, Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego z dnia 16. grudnia 2024 r. z informacją o powierzeniu mi decyzją Rady Naukowej opracowania recenzji rozprawy doktorskiej o przywołanym tytule oraz przesłany autoreferat i egzemplarz pracy.

Punkt odniesienia w opracowanej recenzji stanowi art. 190 ust. 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1669 z późn. zm.).

2. Ocena problematyki rozpatrywanej w pracy

Recenzowana rozprawa doktorska została przygotowana w całości w języku angielskim i składa się ze zbioru 13. powiązanych ze sobą tematycznie artykułów naukowych (1 tekst autorski i 12 współautorskich), publikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych oraz w materiałach międzynarodowych konferencji naukowych indeksowanych w bazach SCOPUS i Web of Science. Zbiór ten tworzą teksty:

1. [A1] Wątróbski, J., Bączkiewicz, A., Ziemia, E., Sałabun, W. (2022). Sustainable cities and communities assessment using the DARIA-TOPSIS method. *Sustainable Cities and Society* 83, 103926. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103926>.
2. [A2] Bączkiewicz, A., Wątróbski, J. (2022). Multi-criteria temporal assessment of affordable and clean energy systems in European countries using the DARIA-TOPSIS method. *Procedia Computer Science* 207, 4442-4453. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.508>.
3. [A3] Bączkiewicz, A., Wątróbski, J., Jankowski, J., Sałabun, W. (2024). Multi-criteria Temporal Intelligent Decision Support System for Sustainable Energy Mix Assessment, In:



- Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems, Springer. pp. 95-106. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4985-0_8.
4. [A4] Bączkiewicz, A., Wątróbski, J., Karczmarczyk, A. (2024). A Novel Multi-Criteria Temporal Decision Support Method – Sustainability Evaluation Case Study, In: International Conference on Computational Science, Springer. pp. 189–203. https://doi.org/10.1007/978-3-031-63751-3_13.
 5. [A5] Bączkiewicz, A., Wątróbski, J., Karczmarczyk, A. (2022). Towards Multi-Criteria Temporal Sustainability Assessment, In: AMCIS 2022 Proceedings. 6., Association for Information Systems, AIS Electronic Library (AISeL). pp. 1-5. https://aisel.aisnet.org/amcis2022/sig_green/sig_green/6.
 6. [A6] Bączkiewicz, A. (2022). Temporal SWARA-SPOTIS for multi-criteria assessment of European countries regarding sustainable RES exploitation, In: Special Sessions in the Advances in Information Systems and Technologies Track of the Conference on Computer Science and Intelligence Systems, Springer. pp. 171-191. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29570-6_9.
 7. [A7] Wątróbski, J., Bączkiewicz, A., Rudawska, I. (2023). A Strong Sustainability Paradigm based Analytical Hierarchy Process (SSP-AHP) method to evaluate sustainable healthcare systems. *Ecological Indicators* 154, 110493. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110493>.
 8. [A8] Bączkiewicz, A., Wątróbski, J. (2023). Selection of floating photovoltaic system considering strong sustainability paradigm using SSP-COPRAS method, In: 2023 18th Conference on Computer Science and Intelligence Systems (FedCSIS), IEEE. pp. 901-905. <https://doi.org/10.15439/2023F492>.
 9. [A9] Bączkiewicz, A., Wątróbski, J. (2023). Multi-criteria Assessment of the Sustainable Share of Renewable Energy Sources in European Countries Using the SSP-TOPSIS Method, In: European Conference on Artificial Intelligence, Springer. pp. 255-267. https://doi.org/10.1007/978-3-031-66761-9_21.
 10. [A10] Bączkiewicz, A., Wątróbski, J., Król, R. (2024). A Novel Multi-criteria Approach Supporting Strong Sustainability Assessment, In: International Conference on Computational Collective Intelligence, Springer. pp. 28-40. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70816-9_3.
 11. [A11] Bączkiewicz, A., Wątróbski, J., Król, R. (2024). A New Approach to Assessing the Sustainable Share of Renewable Energy Sources in the Energy Economies of European Countries Supporting the Strong Sustainability Paradigm, *Procedia Computer Science* (w procesie wydawniczym, według deklaracji Kandydatki).
 12. [A12] Wątróbski, J., Bączkiewicz, A., Sałabun, W. (2022). New multi-criteria method for evaluation of sustainable RES management. *Applied Energy* 324, 119695. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119695>.
 13. [A13] Wątróbski, J., Bączkiewicz, A., Król, R., Sałabun, W. (2022). Green electricity generation assessment using the CODAS-COMET method. *Ecological Indicators* 143, 109391. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109391>.

Wspólną cechą wymienionych prac jest nowatorskie podejście do problematyki zrównoważonego rozwoju, w szczególności w kontekście oceny i wspomagania decyzji dotyczących zrównoważonych systemów energetycznych, miast i społeczności.

Analiza zawartości merytorycznej artykułów przedstawionych do oceny pozwala na wyróżnienie kilku obszarów analitycznych, odwołujących się do problematyki:

- funkcjonowania zrównoważonych miast i społeczności – Autorzy oceniają funkcjonowanie miast z wykorzystaniem metody DARIA-TOPSIS (*Data vaRiability based Assessment – Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*), tj. zaawansowanej metody oceny wielokryterialnej, integrującej ocenę zmienności danych z klasyczną metodą TOPSIS – artykuł [A1];
- działalności zrównoważonych systemów energetycznych – Autorzy istotną część prac poświęcają analizie funkcjonowania systemów czystej energii w krajach europejskich. W tym celu najczęściej wykorzystują metodę DARIA-TOPSIS (np. tekst [A2]). W kolejnych pracach rozwijają wielokryterialne systemy wspomaganie decyzji do oceny zrównoważonego mixu energetycznego – artykuły [A3], [A4], [A5]; natomiast pracę [A8] poświęcili tematyce fotowoltaiki pływającej (tj. *Floating PV*, technologii polegającej na instalacji paneli fotowoltaicznych na pływających platformach umieszczonych na powierzchni wody). W pracy [A8] Doktorantka wspólnie z Promotorem analizują wybór systemów fotowoltaicznych z uwzględnieniem silnego paradygmatu zrównoważoności za pomocą metody SSP-COPRAS (*Strong Sustainability Paradigm – Complex Proportional Assessment*);
- eksploatacji odnawialnych źródeł energii (OZE) – w tekście autorskim [A6] Doktorantka stosuje metodę SWARA-SPOTIS (*Step-Wise Weights Assessment Ratio Analysis – Stable Preference Ordering Towards Ideal Solution*) do oceny zrównoważonej eksploatacji OZE w krajach europejskich; zaś w tekście współautorskim analizuje kryteria rozwoju OZE w krajach europejskich z wykorzystaniem metody SSP-TOPSIS [A9];
- funkcjonowania zrównoważonych systemów opieki zdrowotnej – w artykule [A7], do oceny funkcjonowania systemów opieki zdrowotnej Autorzy zastosowali metodę SSP-AHP (*Strong Sustainability Paradigm – Analytical Hierarchy Process*);
- prezentacji nowatorskiego podejścia do oceny zrównoważoności – poprzez konstrukcję i rozwinięcie nowych wielokryterialnych metod oceny zrównoważoności, tj. SSP-TOPSIS, SSP-COPRAS, czy np. CODAS-COMET (prace: [A10], [A11], [A12], [A13]).

Rozważania prowadzone w dysertacji oraz przedstawione w niej rozwiązania i konkluzje, pozwalają na sformułowanie bardzo pozytywnej opinii na temat aktywności metodycznej i empirycznej Doktorantki (w 9. artykułach była Ona pierwszą autorką). Podkreślenia wymaga przede wszystkim:

- widoczna innowacyjność i autorskie podejście do procesu formułowania, rozwijania i stosowania metod oceny – Doktorantka i współautorzy opracowali i zastosowali nowatorskie metody wielokryterialnej oceny, takie jak DARIA-TOPSIS, DARIA-EDAS, DARIA-MARCOS, SWARA-SPOTIS, SSP-AHP, SSP-COPRAS, SSP-TOPSIS, SSP-VIKOR i SSP-SPOTIS; metody te integrują klasyczne podejścia MCDA z oceną zmienności wyników w czasie, co pozwala na bardziej dynamiczną i dokładną ocenę zrównoważonego rozwoju;
- fakt zastosowania tworzonych i rozwijanych metod oceny wielokryterialnej w różnych sferach funkcjonowania gospodarki i społeczeństwa – Doktorantka i Współautorzy stosowali wybrane metody do oceny zrównoważonych miast i społeczności, do analizy działania systemów energetycznych i odnawialnych źródeł energii (OZE), ale także do badania systemów opieki

- zdrowotnej i wybranych aspektów zrównoważonego rozwoju gospodarczego (np. zrównoważony rozwój miast europejskich, ocena przystępnej cenowo i czystej energii w krajach europejskich, czy wspomniana wcześniej ocena systemów fotowoltaiki pływającej);
- dbałość Doktorantki i Współautorów o zapewnienie dostępności oraz możliwości praktycznego wykorzystania ich prac – m.in. udostępnili Oni swoje metody w publicznych repozytoriach GitHub, umożliwiając innym zespołom autorskim ich wykorzystanie i dalszy rozwój zaproponowanych metod (przykładem może być implementacja metody DARIA-TOPSIS w języku Python);
 - bardzo wysoka jakość opublikowanych tekstów, związana z rozpoznawalnością, jakością i starannością metodyczną wymaganą przez redakcje czasopism naukowych, w których teksty były publikowane (np. w czasopiśmie wydawnictwa Elsevier);
 - wysokie wskaźniki bibliograficzne prac składających się na dysertację doktorską, w tym łączny Impact Factor IF=34,6 i wysoka cytawalność artykułów (łącznie ponad 180 razy w Scholar Google w momencie złożenia pracy), świadczące o aktualności prowadzonych badań oraz ich znaczeniu i wpływie na społeczność naukową;
 - kompleksowe, metodyczne podejście do badań zrównoważonego rozwoju – Doktorantka i Współautorzy uwzględniają różne wymiary zrównoważonego rozwoju, koncentrując się w swoich pracach na analizie czynników ekonomicznych, społecznych i środowiskowych. Tym samym Ich badania mają istotny walor synergetyczny, pozwalając na holistyczną ocenę analizowanych zagadnień. Przykładem może być ocena funkcjonowania systemów opieki zdrowotnej za pomocą metody SSP-AHP, uwzględniająca równość, jakość, responsywność, pokrycie finansowe i adaptowalność systemu opieki w kontekście możliwości jego operatorów i oczekiwań jego odbiorców;
 - konsekwentne stosowanie przez Doktorantkę i Współautorów metod analizy porównawczej i analizy wrażliwości, co pozwala na lepsze zrozumienie i interpretację wyników. Przykładem może być analiza porównawcza wyników uzyskiwanych dla różnych metod zmienności w artykule poświęconym problematyce rozwoju zrównoważonych miast i społeczności (tekst [A1]) oraz wielowątkowa analiza wrażliwości systemu pływających farm fotowoltaicznych przedstawiona w artykule nr [A8].

Tematyka poruszana przez Doktorantkę i Współautorów w artykułach jest ważna i istotna z punktu widzenia rozwoju współczesnych społeczeństw i gospodarek. Postępująca urbanizacja, dążenie rządów do zapewnienia wysokiej jakości życia mieszkańców, poprawy systemów opieki zdrowotnej, redukcji emisji gazów cieplarnianych i efektywnego zarządzania zasobami oraz ograniczenia zmian klimatycznych i redukcji CO₂, tworzą z jednej strony rozległy katalog oczekiwań decydentów, z drugiej zaś zachęcają naukowców do prowadzenia adekwatnych badań wspierających transformację energetyczną, zwiększających bezpieczeństwo energetyczne czy rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE). Recenzowana praca jest dobrym przykładem aktywnego i efektywnego udziału naukowców w tych procesach.

Badania przedstawione w analizowanych artykułach, składających się na dysertację, mają istotne znaczenie dla rozwoju nauki, zwłaszcza w dziedzinie nauk ekonomicznych i w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości. Doktorantka indywidualnie oraz we współpracy z zespołami współautorów opracowała zaawansowane metody wielokryterialnej oceny, takie jak DARIA-TOPSIS, SWARA-SPOTIS czy SSP-COPRAS. Te narzędzia pozwalają na bardziej kompleksowe

i dokładne podejmowanie decyzji, co jest kluczowe w zarządzaniu organizacjami, a potencjalnie stosujący je menedżerowie mogą lepiej oceniać różne alternatywy i wybierać te, które są najbardziej zrównoważone i efektywne.

Prezentowane przez Doktorantkę metody integrują ponadto ocenę zmienności danych w czasie, co pozwala na prowadzenie analizy dynamicznej. W naukach o zarządzaniu, gdzie warunki mogą się szybko zmieniać, takie podejście jest niezwykle wartościowe. Pozwala to na lepsze przewidywanie i reagowanie na zmiany, co jest kluczowe dla skutecznego zarządzania projektami i strategiami rozwoju organizacji.

Badania Doktorantki posiadają także wyraźną cechę interdyscyplinarności i mogą mieć zastosowanie w różnych obszarach funkcjonowania gospodarki i zarządzania organizacjami. Kandydatka przedstawiła przykładowe badania i wyniki zastosowania autorskich metod i narzędzi w sferach zarządzania miastami i społecznościami, systemami energetycznymi i opieki zdrowotnej, ale oczywiście zakres możliwości zastosowania metod oceny wielokryterialnej (MCDA, *Multi-Criteria Decision Analysis*) jest nieograniczony. Metody wielokryterialne znajdują bowiem szerokie zastosowanie w różnych sferach zarządzania organizacjami, od zarządzania strategicznego (np. planowanie, wybór i priorytetyzacja projektów), przez zarządzanie operacyjne (optymalizacja procesów produkcyjnych i logistycznych), zarządzanie zasobami, HRM (np. rekrutacja i selekcja), zarządzanie ryzykiem, innowacjami, itd.

Szczególnie ważny jest kontekst wykorzystania metod MCDA w badaniach rozwoju gospodarki 4,0, przemysłu 4,0 i systemów czasu rzeczywistego. Systemy takie charakteryzują się wysoką złożonością i wysoką dynamiką zmian bardzo wielu parametrów i zmiennych, analizowanych w wielowymiarowych i wielokryterialnych środowiskach. Możliwość integracji w MCDA zaawansowanych technologii, takich jak IoT (Internet rzeczy), AI (modele sztucznej inteligencji), czy technologii opartych na wielkich zbiorach danych (*big data*), pozwala na wsparcie procesów decyzyjnych poprzez sprawne uwzględnianie danych pochodzących z rozproszonych źródeł i ich analizę w czasie rzeczywistym.

W dalszej części recenzji, odwołując się do wymogów stawianych ustawowo rozprawom doktorskim, dokonano oceny merytorycznej pracy. W szczególności obejmowała ona ocenę: problemu badawczego, celu pracy, wykorzystanych metod badawczych i źródeł informacji, struktury oraz strony formalnej pracy. Ocenę uzupełniono sformułowaniem pytań i zagadnień dyskusyjnych, skierowanych do Autorki rozprawy.

3. Uwagi szczegółowe. Ocena merytoryczna zawartości rozprawy

3.1. Problem badawczy, temat i zakres rozprawy

Umiejętność wyboru problemu badawczego jest jednym z najistotniejszych elementów pracy naukowej, tym ważniejszym, że problem badawczy należy ulokować w aktualnej tematyce badawczej, dającej perspektywę rozwoju naukowego i wniesienia autorskiego wkładu w rozwój danej dyscypliny/dziedziny naukowej. Problem tworzenia i rozwoju metod MCDA oraz – w szczególności – ich stosowania w praktycznych badaniach funkcjonowania sektorów gospodarki, czy też sfer organizacji, pozostaje problemem istotnym. Tym bardziej istotnym, że analizy te muszą być prowadzone z uwzględnieniem dynamizacji procesów o charakterze makroekonomicznym i mikroekonomicznym, determinujących rosnące oczekiwania wobec wszystkich podmiotów działających w turbulentnym otoczeniu biznesowym. Oczekiwania te odwołują się także do konieczności uwzględniania wysokiej zmienności różnorodnych

parametrów przy jednoczesnym oczekiwaniu sprawnego, skutecznego i efektywnego podejmowania decyzji w oparciu o ich analizę.

Autorka w Autoreferacie dysertacji pisze (s. 5): „*Pomimo faktu, że wykorzystanie metod MCDA w ocenie zrównoważonego rozwoju jest powszechne, ważne jest, aby zauważyć, że metody MCDA nie są pozbawione wad [...]. Analizując warstwę metodologiczną problemu, ważne jest, aby wskazać ograniczenia algorytmów modelowania preferencji i agregacji w metodach MCDA, do których należą:*

- *brak ilościowej oceny wariantu decyzyjnego w ostatecznym rankingu [...];*
- *liniowy efekt kompensacji kryteriów, który nie zawsze jest właściwy. Jest to problem dotyczący głównie szereg metod MCDA Szkoły Amerykańskiej i w praktyce uniemożliwia realizację paradygmatu silnego zrównoważonego rozwoju (Strong Sustainability Paradigm – SSP). W wielu przypadkach oceny zrównoważonego rozwoju wymagana jest ocena zarówno słabo, jak i silnie zrównoważonych wariantów, dlatego też opracowanie metody pozwalającej na modelowanie SSP wydaje się szczególnie interesujące;*
- *uproszczony mechanizm agregacji danych, wykorzystujący pojedynczą wejściową macierz decyzyjną. W praktyce uniemożliwia to analizę złożonych zbiorów danych oraz tym samym ocenę dynamiki zmian modelowanej dziedziny (lub problemu). Wyłączenie z procesu oceny analizy zmienności danych skutkuje utratą istotnych informacji o dynamice zmian, jak również trendach ocenianych obiektów;*
- *istniejące metody i wskaźniki oparte na metodach MCDA w sposób ograniczony uwzględniają nieprecyzję danych pomiarowych i preferencji, wymagając jednocześnie dużego nakładu wiedzy eksperckiej w procesie gromadzenia danych oraz zaangażowania analityka systemowego w procesie budowy modelu.”*

Tak podsumowana analiza literatury prowadzi Doktorantkę do sformułowania celów rozprawy (zob. p. 3.2. recenzji), ale przede wszystkim identyfikuje lukę badawczą występującą w badaniach nad wykorzystaniem metod analizy wielokryterialnej w organizacjach i sektorach gospodarki, jaką jest brak metod MCDA służących do oceny zrównoważonej polityki energetycznej.

Treść dysertacji ma charakter interdyscyplinarny – łącząc metody badawcze, rozwiązania i analizy wpisujące się w obszar różnych dyscyplin nauki: od technologii informacyjnych, przez metody zarządzania procesami, po efektywność i skuteczność procesów innowacyjnych z wykorzystaniem narzędzi statystycznych i ekonometrycznych. Doktorantka rozlegle i umiejętnie uzasadniła (każdorazowo w odrębnych artykułach oraz kompleksowo – w Autoreferacie) wybór tematu i obszaru badań odnosząc się do wyników własnych analiz literaturowych oraz badań empirycznych zrealizowanych we współpracy ze współautorami artykułów składających się na cykl publikacji. Sposób sformułowania problemu badawczego uzasadnia późniejsze wykorzystanie przez Autorkę metod i narzędzi badawczych przedstawionych w rozprawie.

Tytuł rozprawy: „*New multi-criteria methods for assessing sustainable energy policy*” (*Nowe wielokryterialne metody oceny zrównoważonej polityki energetycznej*) został sformułowany poprawnie. Rozprawa doktorska koncentruje się na rozwiązaniu oryginalnego problemu badawczego występującego w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości, jakim jest brak metod MCDA służących do oceny funkcjonowania zrównoważonej polityki energetycznej.

Zakres merytoryczny przedstawionych przez Doktorantkę badań i analiz odpowiada brzmieniu tak sformułowanego tytułu. Badania literaturowe tworzą jednocześnie bardzo wyraźną bazę oraz

plaszczynę odniesienia i podstawę badań empirycznych, skoncentrowanych na analizie czynników determinujących tworzenie i postać metod MCDA dla oceny zrównoważonej polityki energetycznej.

Zakres merytoryczny rozprawy jest aktualny poznawczo i – jak wcześniej wspomniano – potwierdza umiejętność skoncentrowania się Doktorantki na aktualnych problemach badawczych. Można uznać, że zarówno wybór problemu badawczego, zastosowana metodyka badawcza, jak i zaprezentowana przez Autorkę wiedza dziedzinowa, potwierdzona licznymi publikacjami w prestiżowych czasopismach naukowych, spełniają wymogi ustawowe stawiane dysertacjom doktorskim, a sposób rozwiązania postawionego problemu badawczego posiada istotne elementy nowości, i dostarcza nowej wiedzy w obszarze nauk społecznych, w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości, w szczególności w kontekście rozwoju subdyscypliny badań operacyjnych, skoncentrowanych na strukturze i rozwiązywaniu wielokryterialnych problemów decyzyjnych. Dysertacja z powodzeniem wpisuje się także w rozwój ilościowej szkoły zarządzania informacją i wiedzą.

3.2. Cel główny i cele szczegółowe rozprawy

Doktorantka sformułowała cel główny rozprawy (badań), jakim było (s. 6 Autoreferatu): „*opracowanie nowych metod MCDA oceny zrównoważonej polityki energetycznej*”. Uszczegóławiając ten cel, Doktorantka opisała zamiar stworzenia metod wynikających z metodyki MCDA, których spodziewane cechy scharakteryzowała następująco (s. 6-7 Autoreferatu):

- *„Nowe metody MCDA powinny obejmować paradygmat silnego zrównoważonego rozwoju (SSP).*
- *Nowe metody powinny umożliwiać włączenie do procesu oceny dynamiki zmian ocen zarówno obiektów, jak i samej domeny oceny.*
- *Nowe metody powinny pozwalać oceniać zrównoważony rozwój w przypadkach charakteryzujących się niepewnością danych i częściowym brakiem danych. Dodatkowo, należy podjąć wysiłki w celu zapewnienia bardziej obiektywnych ocen poprzez zmniejszenie zaangażowania czynników ludzkich i częściowe zastąpienie roli decydenta w procesie decyzyjnym.*
- *Obiektywizacja uzyskanych wyników badań wymaga, aby opracowane rezultaty uzyskane z użyciem autorskich metod MCDA zostały porównane z wynikami pozyskanymi z użyciem metod wzorcowych.”*

Tak zdefiniowany cel rozprawy został zdekomponowany na wiązkę celów szczegółowych, do których Doktorantka zalicza (cyt. s. 7 Autoreferatu):

1) *„Cele teoriopoznawcze:*

- a) *analiza i ocena istniejących metod i technik wielokryterialnego wspomaganie decyzji;*
- b) *analiza i ocena istniejących metod oceny polityki energetycznej.*

2) *Cele metodologiczne:*

- a) *identyfikacja podstaw metodycznych i składowych formalnych autorskich metod oceny polityki energetycznej;*
- b) *opracowanie postaci formalnej, algorytmów oraz implementacji autorskich metod oceny polityki energetycznej;*
- c) *weryfikacja autorskich metod oceny polityki energetycznej;*

d) *studia porównawcze autorskich metod oceny polityki energetycznej na tle metod referencyjnych.*

3) *Cele utylitarne:*

a) *empiryczna weryfikacja skuteczności autorskich metod oceny polityki energetycznej w wybranych obszarach gospodarczych;*

b) *analiza porównawcza wyników autorskich algorytmów w stosunku do istniejących metod”.*

Analizując sposób zapisu tytułu rozprawy i pytań badawczych należy stwierdzić, że są one ze sobą powiązane, a znalezienie empirycznie uzasadnionej odpowiedzi może przyczynić się do osiągnięcia nadrzędnego celu pracy i rozwiązania postawionego problemu badawczego. Doktorantka poprawnie i spójnie sformułowała cel badawczy rozprawy, a zrealizowane badania empiryczne, zrealizowane zgodnie z zaproponowanymi schematami postępowania badawczego i modelami badawczymi, przedstawionymi w poszczególnych artykułach naukowych, składają się na kompleksowe podejście metodyczne do realizacji nadrzędnego celu dysertacji. Choć w pracy nie zostały literalnie wymienione jednolite tezy i hipotezy badawcze rozprawy, to w treści poszczególnych artykułów można odnaleźć elementy spójne, składające się na zintegrowaną interpretację zaobserwowanych zjawisk, które jednocześnie można traktować jako uogólnioną metodykę rozprawy, potwierdzającą kompetencje metodyczne i badawcze Doktorantki.

3.3. Metody badawcze i źródła informacji

Metodyka badawcza przyjęta w przez Doktorantkę jest zgodna z procedurą analizy systemowej i składała się z 5 etapów, opisanych szczegółowo na stronach 7. i 8. Autoreferatu; były to:

1. Analiza problematyki wielokryterialnego wspomaganie decyzji.
2. Analiza problematyki oceny zrównoważonej polityki energetycznej.
3. Identyfikacja referencyjnych metod oraz modeli wielokryterialnego wspomaganie decyzji dla obszaru oceny polityki energetycznej, zmierzająca do identyfikacji części składowych modeli (tj. np. kryteria oceny, obszar problemu decyzyjnego czy warianty decyzyjne).
4. Opracowanie nowych metod oceny zrównoważonej polityki energetycznej – dedykowanych metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji, wspierających ocenę polityki energetycznej, uwzględniających niepewność danych modelu, zmienną substytucję czynników oraz dynamikę domeny. Rezultatem tego etapu była formalna specyfikacja metod oceny polityki energetycznej.
5. Weryfikacja praktyczna i ocena metod oceny zrównoważonej polityki energetycznej, polegająca na opracowaniu dedykowanych modeli oceny polityki energetycznej oraz przeprowadzeniu zobiektywizowanych testów i symulacji obejmujących złożoność i dokładność metod autorskich w zestawieniu z metodami referencyjnymi.

Doktorantka zastosowała w procesach badawczych metody i techniki typowe dla nauk ekonomicznych, w szczególności – nauk o zarządzaniu i jakości, w tym: przegląd literatury, metodę eksploracyjną i analizę eksperymentów badawczych, metody dedukcji, modelowania systemów informatycznych, a także: dowody poprawności algorytmów (dowody indukcyjne i dedukcyjne), implementację i dokumentację opracowanych algorytmów metod zgodnie z zasadami inżynierii oprogramowania oraz metody eksperymentu badawczego, symulacji i analizy statystycznej. Doktorantka bardzo sprawnie posługuje się metodami i narzędziami

graficznej prezentacji wyników obliczeń. Wykorzystane metody i techniki badawcze realizują cele przyjęte w dysertacji, zostały odpowiednio dobrane i użyte, a Doktorantka umiejętnie wykorzystuje je w odpowiednich etapach przyjętego procesu badawczego.

3.4. *Struktura pracy*

Recenzowana rozprawa o całkowitej objętości 287 stron (w tym lista publikacji – 3 strony, poszerzony abstrakt rozprawy – 4 strony, reprinty 13. publikacji – 262 strony) ma poprawną strukturę. Otwiera ją charakterystyka problematyki badawczej w postaci: i) listy publikacji, tworzących oceniany cykl oraz ii) poszerzonego abstraktu dysertacji, w którym dokonano uzasadnienia podjęcia tematu, postawiono problem badawczy, określono cele dysertacji i pytania badawcze oraz metody i podejście badawcze do analizy danych i tworzenia modeli MCDA. Zasadniczą treść rozprawy stanowi 13 artykułów, z których skonstruowano jednolity, powiązany tematycznie cykl prac. W każdej z nich przedstawiono adekwatną analizę literatury, założenia metodyczne, przebieg badań empirycznych i analizę ich wyników, a także charakterystykę parametrów i czynników tworzących lub rozwijających wybraną metodę MCDA. Całość rozprawy zamyka wykaz deklaracji autorskich i spis literatury wykorzystanej do stworzenia dokumentu dysertacji (łącznie 11 stron) oraz streszczenie rozprawy w j. polskim. W każdym z artykułów cyklu wykorzystano od kilkunastu do kilkudziesięciu pozycji literatury.

Struktura dysertacji zaproponowana przez Doktorantkę jest poprawna i spójna z tytułem, celem głównym i celami szczegółowymi rozprawy, przedstawia pełny cykl badawczy oraz przejrzystość prezentuje wnioski z badań.

3.5. *Strona formalna pracy*

Strona formalna pracy nie budzi żadnych zastrzeżeń. Autorka rozprawy posługuje się zrozumiałymi konstrukcjami, wykazała się bardzo dobrą znajomością j. angielskiego, a poziom jakości terminologii, składu tekstu, interpunkcji i doboru narzędzi wizualizacyjnych można uznać za wzorcowy. W treści rozprawy – tj. również poza reprintami opublikowanych artykułów naukowych – nie występują usterki stylistyczne lub redakcyjne, co świadczy o bardzo wysokim poziomie dokładności i umiejętnościach edytorskich Doktorantki.

3.6. *Pytania i kwestie dyskusyjne*

Analiza treści rozprawy nasuwa kilka pytań:

- a) *Metodyka rozprawy* – czy na podstawie przeprowadzonych prac badawczych i koncepcyjnych, związanych z rozwojem różnorodnych modeli i metod MCDA Doktorantka mogłaby udzielić odpowiedzi co do zasadności stosowania w analizie funkcjonowania zrównoważonych systemów energetycznych różnych metod zamiast jednej, multikryterialnej, łączącej wypracowane w dysertacji rozwiązania? Dlaczego zamiast wielu metod nie można zastosować jednej?
- b) Czy uzyskane wyniki badań oraz sformułowany wykaz i klasyfikacja determinant projektowania metod MCDA dla zrównoważonych systemów energetycznych mogą mieć zastosowanie także w innych branżach/sektorach gospodarki? Np. w medycynie lub w szkolnictwie wyższym? Jeśli tak to jakie ew. założenia należy poczynić, aby możliwe było przeniesienie zbudowanych klasyfikacji i metod także na inne branże i sfery działalności organizacji?

- c) Jakie są ograniczenia badawcze zrealizowanych przez Doktorantkę badań?
- d) Jakie kierunki przyszłych badań mogłaby Doktorantka wskazać?

4. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska powinna być potwierdzeniem dostrzeżenia przez kandydata lub kandydatkę do stopnia naukowego doktora problemu badawczego i umiejętności jego rozwiązania z wykorzystaniem odpowiednich dla dyscypliny metod badawczych. Pani mgr inż. Aleksandra Bączkiewicz zaprezentowała wymaganą sprawność w posługiwaniu się metodami i narzędziami badawczymi, typowymi dla nauk o zarządzaniu i jakości, a szczególnie – informatyki ekonomicznej i badań operacyjnych. Przedstawiona do oceny praca o zaproponowanej tematyce może być przedmiotem przewodu doktorskiego w jednostce naukowej posiadającej uprawnienia naukowe w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości.

Rozprawa spełnia wymogi Ustawy, w szczególności wynikające z art. 187 ust. 3 (*Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej*) i może być podstawą przeprowadzenia przewodu doktorskiego. Samodzielne i wyodrębnione części prac zbiorowych identyfikują na podstawie analizy oświadczeń i deklaracji współautorów, zamieszczonych w dysertacji doktorskiej oraz w integralnych częściach opublikowanych artykułów naukowych, zgodnych z taksonomią ról kontrybucyjnych CRediT (*Contribution Roles Taxonomy*). W pracach współautorskich wyraźnie określono zakres wkładu autorskiego Doktorantki, Promotora, Promotora pomocniczego i innych Współautorów. Czasopisma wymagające od autorów zastosowania CRediT (niemal wszystkie, w których opublikowano prace Doktorantki) pozwalają na dostarczanie informacji o indywidualnym wkładzie w tworzenie pracy. Autor korespondencyjny (bardzo często także Autor nr 1 z listy współautorów) jest odpowiedzialny za zapewnienie poprawności deklaracji wkładów wszystkich autorów. Analiza treści złożonych oświadczeń oraz deklaracji Doktorantki i Współautorów pozwala na stwierdzenie, że p. A. Bączkiewicz, w przedstawionych do oceny artykułach naukowych, była odpowiedzialna za wszystkie fazy procesu metodycznego i badawczego, związanego z tworzeniem i procesem publikacji artykułów składających się na dysertację, tzn. za:

- *Conceptualization* – sformułowanie pomysłów badawczych; sformułowanie lub rozwój nadrzędnych celów i zadań badawczych;
- *Data Curation* – przechowywanie danych, tj. czynności polegające na m.in. generowaniu metadanych, czyszczeniu danych i utrzymywaniu danych badawczych (w tym kodu oprogramowania, jeśli jest to konieczne do interpretacji samych danych) od początkowego wykorzystania do ew. późniejszego, ponownego wykorzystania;
- *Formal Analysis* – analizę formalną, tj. zastosowanie technik statystycznych, matematycznych, obliczeniowych lub innych formalnych technik do analizy lub syntezy danych badawczych;
- *Investigation* – prowadzenie procesu badawczego i dochodzeniowego (analitycznego), w szczególności przeprowadzanie eksperymentów lub gromadzenie danych/dowodów;
- *Methodology* – metodologię, tj. opracowanie lub zaprojektowanie metodologii; tworzenie modeli badawczych;

- *Project Administration* – administrację projektu, tj. odpowiedzialność zarządcza i koordynacyjna za planowanie i realizację działalności badawczej związanej z przygotowaniem artykułu;
- *Resources* – zasoby, tj. dostarczanie materiałów do badań, zasobów obliczeniowych lub innych narzędzi analitycznych;
- *Software* – oprogramowanie, tj. tworzenie oprogramowania; projektowanie programów komputerowych; implementacja kodu komputerowego i algorytmów wspomagających; testowanie istniejących komponentów kodu;
- *Validation* – walidację, tj. weryfikację stopnia, w jakim prowadzone badania i ich wyniki podlegają ogólnej replikacji (odtwarzalności) i możliwości powtórzenia w warunkach i przy ograniczeniach badawczych przyjętych w pracy;
- *Visualization* – wizualizację, tj. przygotowanie, stworzenie i/lub prezentacja opublikowanej pracy, w szczególności wizualizacja/prezentacja danych;
- *Writing – Original Draft Preparation* – Pisanie – przygotowanie oryginalnej wersji roboczej, polegające na stworzeniu i/lub prezentacji opublikowanej pracy, w szczególności napisanie wstępnej wersji (wraz z tłumaczeniem merytorycznym);
- *Writing – Review & Editing* – Pisanie – recenzję i edycję, czyli przygotowanie, tworzenie i/lub prezentacja opublikowanej pracy, w szczególności recenzja krytyczna, komentarz lub rewizja pracy (korekty) oraz przygotowanie ostatecznej postaci pracy (po uwagach recenzentów).

Z oczywistych powodów w wymienionych aktywnościach nie pojawiły się dwa obszary, które najczęściej zapewniane są przez osoby kierujące pracą lub jednostką naukową, tj.:

- *Funding Acquisition* – pozyskiwanie funduszy, tj. pozyskanie wsparcia finansowego dla projektu prowadzącego do powstania publikacji;
- *Supervision* – nadzór i odpowiedzialność przywódcza za planowanie i realizację procesu badawczego, w tym mentoring członków zespołu badawczego.

Doktorantka zaproponowała autorską koncepcję postępowania badawczego i przeprowadziła poprawne metodycznie badania literaturowe oraz badania empiryczne służące praktycznej weryfikacji oraz klasyfikacji czynników i parametrów, determinujących procesy tworzenia i implementacji narzędzi opartych na analizie wielokryterialnej w procesach zrównoważonej polityki energetycznej.

Konkludując:

- praca pod względem metodycznym została napisana w sposób poprawny,
- w prowadzonych badaniach Autorka posłużyła się odpowiednio dobranymi danymi empirycznymi pochodzącymi z badań własnych, umiejscowiła prowadzone badania w szerszej perspektywie dostępnych informacji krajowych i międzynarodowych oraz stworzyła własne modele postępowania badawczego, charakteryzując ich strukturę logiczną i wykorzystując do stworzenia zbioru nowatorskich metod MCDA. Ponadto umiejętnie wykorzystywała rozbudowaną analizę literatury krajowej i międzynarodowej oraz posłużyła się metodami analizy danych statystycznych i programowania w programie

- Python, wykazując się tym samym samodzielnością badawczą oraz umiejętnościami warsztatowymi, wymaganymi od kandydatów i kandydatek do stopnia naukowego doktora;
- treść dysertacji, a w szczególności rozbudowane przeglądy literatury i umiejętności warsztatowe związane z tworzeniem modeli matematycznych i statystycznych, zamieszczone w poszczególnych artykułach naukowych z cyklu publikacji, świadczą o wysokim poziomie wiedzy Autorki w zakresie czynników i procesów tworzenia oraz wykorzystania metod analizy wielokryterialnej w badaniach i praktyce funkcjonowania organizacji i sektorów gospodarki;
 - prowadzone w dysertacji rozważania przyjmują postać typową dla dyscypliny nauk o zarządzaniu i jakości, a Doktorantka – koncentrując się na koncepcyjnym, matematycznym, statystycznym i informatycznym odwzorowaniu analizowanych zjawisk i umiejętnie przekładając je na nowe postaci metod MCDA – wykazała się wiedzą i umiejętnościami warsztatowymi typowymi dla nauk o zarządzaniu i jakości, w szczególności – szkoły ilościowej i informatyki ekonomicznej;
 - dysertacja zawiera elementy oryginalne, będące wkładem Doktorantki w rozwój wiedzy na temat procesów analizy wielokryterialnej w wybranym, jednym z najważniejszych, sektorze gospodarki, jakim jest energetyka i rozwój gospodarki zrównoważonej.

Na dodatkowe podkreślenie zasługuje fakt, iż Doktorantka postanowiła wspólnie z Promotorami przedstawić do oceny cykl prac współautorskich i jedną pracę autorską. Takie podejście nie jest często spotykane w przewodach doktorskich, zarówno w kontekście samego cyklu publikacji, jak i liczby i jakości złożonych do recenzji prac. Doktorantka w większości prac składających się na dysertację, była pierwszą autorką, co należy podkreślić zwłaszcza w kontekście obecnego etapu rozwoju naukowego Kandydatki. Świadczy to po pierwsze o Jej wysokim wkładzie merytorycznym w powstanie tych prac, a po drugie – o otwartości i zaufaniu bardziej doświadczonych członków zespołu autorskiego. Zaufaniu do jakości pracy i poziomu merytorycznego Kandydatki, do Jej twórczego wkładu w proces badawczy oraz do Jej doświadczenia i warsztatu metodycznego. Wszystkim członkom zespołów autorskich należą się w tym przypadku wyrazy uznania, bo nie jest to praktyka często stosowana w relatywnie spetryfikowanym środowisku naukowym w Polsce. Doktoranci rzadko zajmują pozycję pierwszych autorów w wieloautorskich publikacjach naukowych, a jeszcze rzadziej – w artykułach publikowanych w topowych czasopismach z wysokim IF. Przedstawione w artykułach dyskusje, analizy, modele i badania, w połączeniu z interesującym i profesjonalnym sposobem wizualizacji prowadzonych rozważań, są dowodem potwierdzającym umiejętności i wysoki poziom zaawansowania badawczego Doktorantki.

Unikalność merytoryczna indywidualnej pracy Kandydatki ([A6]), treść prac współautorskich oraz postać autoreferatu i dokumentacji uzupełniającej, potwierdzającej wyjątkowo bogaty – jak na pierwszy etap rozwoju kariery naukowej – dorobek naukowy Doktorantki, świadczą o tym, że mamy do czynienia z osobą o nadzwyczajnych kompetencjach i umiejętnościach, co przyczynić się może do szybkiego uzyskania kolejnych awansów naukowych.

Uwzględniając powyższe rozważania uznaję, że **recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Bączkiewicz spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim** w art. 187, ust. 2 obowiązującej Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.

z 2018 r. poz. 1669 z późn. zm.), w szczególności **stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego**, jakim jest:

1. Eliminacja luki badawczej w dziedzinie MCDA, polegającej na: i) braku wspierania paradygmatu silnego zrównoważenia w metodach kompensacyjnych (co stoi w sprzeczności z zasadami oceny zrównoważenia) oraz ii) braku możliwości uwzględnienia ocen alternatyw z wielu okresów czasowych w jednym modelu MCDA.
2. Opracowanie i prezentacja w cyklu autorskich i współautorskich publikacji naukowych nowych wielokryterialnych metod oceny zrównoważonej polityki energetycznej, w tym wykorzystujących metodę regułową COMET, metody uwzględniające temporalne dane wejściowe (DARIA-TOPSIS, DARIA-MARCOS, DARIA-EDAS, Temporal SWARA-SPOTIS) oraz metody uwzględniające modelowanie stopnia kompensacji liniowej kryteriów (SSP-AHP, SSP-COPRAS, SSP-VIKOR, SSP-TOPSIS, SSP-SPOTIS).

Recenzowana rozprawa **wykazuje istotną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej** (tj. spełnia wymogi art. 187 ust. 2 Ustawy). Dlatego wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego **o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony**.

Ponadto, opierając się na ocenie jakości metodycznej i empirycznej złożonej rozprawy doktorskiej, ocenie skali, jakości i poziomu interdyscyplinarności pozostałego dorobku naukowego oraz innych aktywności Kandydatki (w tym realizacja 2. własnych i udział w realizacji 3. kolejnych projektów badawczych, finansowanych przez NCN i MEiN), a także na własnych obserwacjach dotyczących m.in. sposobu prezentacji wyników prowadzonych badań w trakcie wystąpień na konferencjach naukowych (w tym na konferencji Informatyka w Zarządzaniu lwZ'2024 w SGH) **wnioskuję do Wysokiej Rady Instytutu Zarządzania o wyróżnienie dysertacji stosowną nagrodą, zgodnie z zasadami obowiązującymi w Uniwersytecie Szczecińskim**.

Lublin, 15 lutego 2025 r.