

Kraków, 29 października 2025r.

Dr hab. Łukasz Jabłoński, prof. UEK
Katedra Teorii Ekonomii
Kolegium Ekonomii, Finansów i Prawa
Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr Magdaleny Wrońskiej pt. „Wykorzystanie sztucznej inteligencji do optymalizacji procesów ekonomicznych na przykładzie przedsiębiorstw ze specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych” napisanej pod kierunkiem naukowym Pana prof. URad dr hab. Piotra Misztala

1. Podstawy formalno-prawne sporządzenia recenzji

Podstawę prawną niniejszej recenzji stanowią ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. 2024, poz. 1571) oraz rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r., poz. 261). Recenzję przygotowano w związku z pismem prof. dr hab. Sławomira I. Bukowskiego, Rektora Uniwersytetu Radomskiego im. Kazimierza Pułaskiego z dnia 29 września 2025 roku. Rozprawa doktorska Pani mgr Magdaleny Wrońskiej została napisana na Wydziale Ekonomii i Finansów Uniwersytetu Radomskiego im. Kazimierza Pułaskiego.

W ocenie merytorycznej szczególna uwaga została zwrócona na osiągnięte rezultaty, a także ich znaczenie dla nauki i praktyki. Ocenie poddano również poprawność sformułowania problemów i hipotez badawczych, trafność doboru metod i narzędzi badawczych oraz umiejętność ich zastosowania, prawidłowość układu pracy i jej struktura oraz sformułowanie wniosków końcowych. W recenzji odniesiono się także do kwestii formalno-językowych oraz doboru literatury i umiejętność wykorzystania źródeł, na których została oparta rozprawa.

2. Uwagi wstępne

Wybór tematu rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Wrońskiej, poświęconej zastosowaniu sztucznej inteligencji (AI) w optymalizacji procesów ekonomicznych przedsiębiorstw, należy uznać za w trafny i aktualny. Zwłaszcza na początku bieżącego stulecia technologie oparte na AI stają się ważnym czynnikiem wzrostu i rozwoju gospodarek na różnym poziomie rozwoju, znajdując nowe zastosowanie

w różnych aspektach funkcjonowania ekonomicznego społeczeństw. Osiągnęły one poziom zdolności poznawczych umożliwiających włączanie ich w złożone procesy decyzyjne, przetwarzanie języka naturalnego, a także generowanie treści na poziomie zbliżonym do ludzkiego (Russell i Norvig 2021; Schwab 2016; Silver i in. 2016).

W warunkach czwartej rewolucji przemysłowej (Industry 4.0) AI staje się ważnym czynnikiem transformacji współczesnych przedsiębiorstw. Integracja technologii cyfrowych, fizycznych i biologicznych radykalnie zmienia sposób funkcjonowania organizacji, a AI odgrywa w tym procesie kluczową rolę w zwiększaniu efektywności, produktywności i konkurencyjności przedsiębiorstw (Lee i in. 2018; Schwab 2016). Automatyzacja procesów decyzyjnych, analiza dużych zbiorów danych i uczenie maszynowe wspierają racjonalizację kosztów, usprawniają przepływy informacyjne oraz podnoszą jakość usług i produktów. Jednocześnie wdrażanie rozwiązań AI napotyka na liczne wyzwania, m.in. ograniczenia wynikające z funkcjonowania przestarzałych systemów technologicznych, kwestie bezpieczeństwa danych oraz konieczność zmiany kultury organizacyjnej i przygotowania pracowników do pracy w środowisku opartym na technologiach inteligentnych (McAfee i Brynjolfsson 2017).

Z tego względu dyskusja nad problemami włączania AI w optymalizację procesów ekonomicznych na poziomie mikroekonomicznym zasługuje na szczególną uwagę badawczą. Optymalizacja procesów pozwala bowiem nie tylko na redukcję kosztów i usprawnienie operacji, lecz także na wzrost jakości, skalowalności i zdolności adaptacyjnych przedsiębiorstw. Z badań wynika, że organizacje, które potrafią skutecznie zintegrować technologie AI z działalnością operacyjną, osiągają wyższy poziom wydajności i konkurencyjności (Fettke i Di Francescomarino 2025). Wybór tematu przez Autorkę jest zatem nie tylko uzasadniony poznawczo, ale także społecznie i ekonomicznie istotny, gdyż wpisuje się w dynamicznie rozwijający się kierunek badań współczesnej ekonomii i nauk o zarządzaniu.

Tytuł rozprawy w brzmieniu *„Wykorzystanie sztucznej inteligencji do optymalizacji procesów ekonomicznych na przykładzie przedsiębiorstw ze specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych”* odpowiada zawartej w niej treści. Tytuł zawiera zasadnicze kategorie pojęciowe, tj. procesy ekonomiczne, sztuczną inteligencję, a także strefy rozwoju gospodarczego, czyli specjalne strefy ekonomiczne i parki technologiczne, których dotyczy rozprawa. Jednocześnie z brzmienia tytułu rozprawy wynika kierunek analizowanych zależności, a więc od narzędzi opartych na sztucznej inteligencji do procesów ekonomicznych. W tytule zawarty jest również przedmiot analizy, a więc przedsiębiorstwa funkcjonujące we wspomnianych strefach rozwoju gospodarczego w Polsce, tj. specjalnych strefach ekonomicznych i parkach technologicznych.

W konstruowaniu tematu można byłoby wziąć pod uwagę wskazanie okresu, którego rozprawa dotyczy, zwłaszcza w jej wymiarze empirycznym. Historia funkcjonowania obydwu form instytucjonalnego wsparcia rozwoju przedsiębiorstw (SSE i PT) ma relatywnie długą historię w Polsce,

sięgającą początku transformacji ustrojowej. Od początku swego funkcjonowania przykuwały one uwagę ekonomistów, a także przedstawicieli nauk o zarządzaniu, jakości i nauk ścisłych, zwłaszcza z obszaru rozwiązań technicznych i technologicznych mieszczących się w obszarze działalności firm funkcjonujących w tych strefach wsparcia. W Polsce specjalne strefy ekonomiczne i parki technologiczne badano w kontekście m.in. polityki rozwoju regionalnego (Ambroziak i Hartwell 2018; Ciżkowicz i in. 2017; Jensen i Winiarczyk 2014), skuteczności ekonomicznej i instytucjonalnej ewolucji ram prawnych (Dorożyński, Świerkocki, i Dobrowolska 2021; Nazarczuk i Cicha-Nazarczuk 2025), a także ich roli w systemie innowacji, transferze technologii (Kwieciński 2018) oraz wspierania przedsiębiorczości (Gancarczyk i in. 2023) i współpracy w modelu potrójnej helisy (Etzkowitz i Leydesdorff 2000). Z tego względu uwzględnienie okresu analizy dałoby czytelnikowi możliwość umiejscowienie w czasie zrealizowanego badania, w tym także na tle innych badań z tego obszaru dociekań naukowych. Jednak wzięwszy pod uwagę fakt, że opracowanie wyników badań w formie recenzowanej rozprawy doktorskiej odbyło się niemal natychmiast (2025 r.) po zebraniu materiału empirycznego (luty-czerwiec 2024r.) (s. 120) podniesiona tutaj wątpliwość traci na znaczeniu.

Rozprawa doktorska pani Magdaleny Wrońskiej ma charakter teoretyczno-empiryczny. Cel badawczy rozprawy Autorka osiągnęła przy pomocy kilku metod i technik badawczych, zasadniczo w wymiarze empirycznym. Część teoretyczną rozpoczęto od charakterystyki kluczowych kategorii pojęciowych, których dotyczy rozprawa, a więc procesów ekonomicznych i ich optymalizacji (Rozdział I) i sztucznej inteligencji (AI) (Rozdział II). Rozdział III poświęcono eksploracji problematyki specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych w Polsce, w tym także w kontekście ich ekonomicznych implikacji. W kolejnym rozdziale (Rozdział IV) zaprezentowano rolę narzędzi sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych. Empiryczną część rozprawy stanowi Rozdział V, gdzie Autorka zaprezentowała metodę badawczą zastosowaną do analizy zebranych danych w oparciu o ankietyzację/kwestionariusze. Rozprawę oparto na zbiorze piśmiennictwa, obejmującym 141 pozycji literaturowych, w tym monografie i opracowania zwarte (42 pozycje), artykuły publikowane w periodykach naukowych (94 pozycji) oraz źródła internetowe (5 pozycji). Z pewnością walorem rozprawy jest fakt, iż w doborze literatury została zachowana równowaga między pozycjami polsko- i obcojęzycznymi, głównie anglojęzycznymi.

Zastosowane w rozprawie metody badawcze oceniam pozytywnie, właściwie dobrane w kontekście celu i hipotez badawczych, jednocześnie problem badawczy wpisuje się w dyscyplinę naukową: ekonomia i finanse.

3. Cel rozprawy i hipotezy badawcze

Głównym celem rozprawy doktorskiej Autorka uczyniła *„zbadanie możliwości i zakresu wykorzystania sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych przez przedsiębiorstwa zlokalizowane w specjalnych strefach ekonomicznych oraz parkach technologicznych w Polsce”*. Jednocześnie Autorka w tym samym akapicie, gdzie wskazuje cel główny zaznacza, że *„Szczególny nacisk położono na analizę wpływu AI na optymalizację kosztów. Dodatkowo, praca ma na celu zbadanie zależności między lokalizacją przedsiębiorstwa, a stopniem i charakterem wdrożenia narzędzi AI w kluczowych obszarach działalności biznesowej”* (s. 6).

W moim przekonaniu te uzupełnienia w stosunku do celu głównego są niepotrzebne i rozmywają zamierzenia badawcze Autorki. Ewentualne udoskonalenie brzmienia celu głównego rozprawy można byłoby rozważyć poprzez dodanie, że zamierzenie badawcze dotyczące optymalizacji procesów koncentruje się na optymalizacji kosztowej. Jednocześnie uzasadnione byłoby zrezygnowanie ze słowa „lokalizacja”, które często jest eksponowane również w dalszych częściach rozprawy, m.in. s. 7 – cele szczegółowe, s. 117-118 (Rozdział V), i zastąpienie go określeniem „środowisko instytucjonalne”, które *ad vocem* zostało użyte przez Autorkę w rozważaniach wprowadzających czytelnika do dyskusji empirycznej warstwy rozprawy (s. 116). Pragnę podkreślić, iż użycie słowa „środowisko instytucjonalne” jest w mojej ocenie bardziej trafne, ponieważ dotyczy pewnego kontekstu funkcjonowania firm w strefach ekonomicznych i parkach technologicznych, które są odmienne od tych spoza tych obszarów. Z kolei posługiwanie się słowem „lokalizacja” może sugerować czytelnikowi, że zainteresowania Autorki dotyczą przestrzeni geograficznej. W moim przekonaniu Autorka kładzie nacisk na implikacje narzędzi sztucznej inteligencji dla optymalizacji właśnie w obszarach wsparcia (SSE, PT), które charakteryzują się konkretnym otoczeniem instytucjonalnym¹.

Cel główny rozprawy został przez Autorkę związany z hipotezą główną w brzmieniu: *„Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych prowadzi do obniżenia kosztów transakcyjnych oraz poprawy efektywności operacyjnej przedsiębiorstw, przy czym efekt ten jest silniejszy w firmach zlokalizowanych w parkach technologicznych niż w specjalnych strefach ekonomicznych”*. Sposób sformułowania hipotezy głównej jest bardziej trafny zwłaszcza ze względu na zawężenie problemu optymalizacji procesów ekonomicznych do obniżenia kosztów. W tym przypadku pojawia się jednak, przynajmniej w moim przekonaniu odniesienie do kosztów transakcyjnych, które wykazują inklinacje poznawcze z teorią kosztów transakcyjnych, o czym sama

¹ Oczywiście uwaga dotycząca użycia słowa „lokalizacja” odnosi się do tych części rozprawy, które definiują przestrzeń metodologiczną dla teoretycznego i empirycznego wymiaru rozprawy. W żadnym razie uwaga ta nie odnosi się do tych części pracy, gdzie przedstawione jest omówienie wyników badań empirycznej, których ważnym elementem było rozróżnienie SS i PT, a zatem lokalizacji, np. s. 126-127; 134-136, 156-165.

Autorka wspomina na początku Rozdziału V (s. 116), a także we Wstępie (s. 5). W moim przekonaniu obietnice Autorki, zwłaszcza w wymiarze teoriopoznawczym i metodologicznym, które wyznaczają przestrzeń dla przeprowadzonych badań empirycznych, nie zostały zmaterializowane. W szczególności poza owymi zaznaczeniami np. „*Główne ramy teoretyczne badania opierają się na teorii kosztów transakcyjnych*” (s. 116) kwestii teorii kosztów transakcyjnych poświęcono niewiele miejsca, tj. s. 20-22. Co więcej, rozważania dotyczące tej teorii, zaprezentowano w rozdziale I, który powinien wyznaczać przestrzeń metodologiczną dla weryfikacji hipotez badawczych, są jedynie tłem dla rozważań nad koncepcjami takimi jak np. BPM, TQM.

Autorka powinna podjąć próbę sformułowania większej liczby hipotez badawczych, które korespondowałyby z pozostałymi rozdziałami rozprawy, zwłaszcza o charakterze teoretycznym. Wówczas czytelnik miałby przekonanie, iż struktura pracy, kolejność rozdziałów wynika z konsekwentnie realizowanego procesu poszukiwania drogi weryfikacji tezy głównej. Hipotezy częściowe, a także cele szczegółowe odnoszą się jedynie do empirycznych zamierzeń badawczych Autorki. Z kolei we Wstępie (s. 6-7) brak jest hipotez i celów częściowych o charakterze teoretycznym. Jednak konstrukcja pracy, a zatem jej elementy teorio-poznawcze i empiryczne, powinna wynikać z postawionych celów częściowych i sformułowanych hipotez badawczych². Może to oznaczać, że szczególna uwaga badawcza Autorka skierowała na badania empiryczne, co znajduje odzwierciedlenie w tym, że na początku Rozdziału V w pkt. 5.1. (s. 117-119) powtórzono (wszystkie) cele częściowe i hipotezy badawcze niemal w niezmiennym brzmieniu jak we Wstępie. Z tego powodu można zadać pytanie o uzasadnienie dla teoretyczno-deskryptywnej części rozprawy, tj. Rozdziałów I-IV. Do kwestii tych odniosę się w dalszej części recenzji, gdzie omówię Rozdział V rozprawy.

Niemniej jednak wydaje się, że powodem braku we *Wstępie* hipotez badawczych i powiązanych z nimi celów szczegółowych o charakterze teoretycznym rozprawy jest fakt, iż Autorka w zbyt małym stopniu przedstawiła teoretyczne i empiryczne argumenty uzasadniające wybór tematu rozprawy. Jeśli Autorka przedstawiłaby krótko we *Wstępie* zasadnicze wątki dyskusji w literaturze wraz z próbami weryfikowania przez innych autorów najbardziej ciekawych hipotez (lub pytań badawczych), wówczas na tym tle bardziej czytelne stałyby się dla niej hipotezy badawcze leżące u podstaw treści zawartych w rozdziałach I-IV.

Pomimo wskazanych powyżej wątpliwości, mających charakter polemiczny, cel główny, teza i hipotezy badawcze rozprawy doktorskiej pani mgr Magdaleny Wrońskiej zostały sformułowane prawidłowo, umożliwiając Autorce przeprowadzenie procesu badawczego.

² Brak hipotez teoretycznych i korespondujących z nimi celami częściowymi wywarły wpływ na nierównowagę między teoretyczną (teoretyczno-deskryptywną) częścią pracy oraz jej wymiarem empirycznym, o czym wspomnę w dalszej części recenzji. Z tego powodu Autorka „zamknęła” sobie możliwość sformułowania rozstrzygnięć o charakterze teoretycznym i metodologicznym, które miałyby duży wkład w dyskusję nad związkami występującymi między rozwojem AI i wdrażaniem jej narzędzi oraz funkcjonowaniem przedsiębiorstw w różnym otoczeniu instytucjonalnym i branżowym.

4. Ocena merytoryczna wartości rozprawy

Rozprawa doktorska pani mgr Magdaleny Wrońskiej składa się z pięciu rozdziałów poprzedzonych *Wstępem* i zamkniętych *Zakończeniem*. Ze względu na objętość, tj. liczbę stron, wyrównanie występuje między Rozdziałami I, III i IV oraz Rozdziałami II i V, których objętości wynoszą odpowiednio 13-18 stron oraz 53-54 strony.

Rozdział I stanowi teoretyczne wprowadzenie do problematyki optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach. Autorka definiuje pojęcie optymalizacji jako systemowego doskonalenia działań organizacyjnych, ukierunkowanego na zwiększenie efektywności i konkurencyjności przy jednoczesnej redukcji kosztów. Przedstawia znaczenie podejść procesowych, w tym koncepcji Business Process Management, Lean Management oraz Six Sigma, wskazując ich rolę w kształtowaniu nowoczesnych modeli zarządzania. W rozdziale Autorka odniosła się do teorii kosztów transakcyjnych Coase'a i Williamsona. Przeanalizowała także wybrane modele dojrzałości procesowej, takie jak BPMM, CMMI i PEMM, podkreślając ich przydatność w ocenie poziomu doskonalenia organizacyjnego.

Pragnę podkreślić, iż układ punktów tworzących ten rozdział jest poprawnie skonstruowany. Jednak w mojej ocenie rozdział ten zyskałby na wartości merytorycznej, zwłaszcza w kontekście przyjętego głównego zamierzenia badawczego, jeśli Autorka uwzględniłaby kilka poniższych kwestii.

1. W Rozdziale I, jako ustawiającego „scenę” dla problemów teoretycznych i empirycznych, podejmowanych w dalszych częściach rozprawy, brakuje pogłębionego przeglądu definicji kluczowych kategorii pojęciowych. Autorka wprowadza definicję pojęcia optymalizacji procesów ekonomicznych, jednak czyni to bez systematycznego przeglądu definicji funkcjonujących w literaturze polskiej i międzynarodowej. Co więcej, nie odnosi się do tego, że pojęcie to opiera się na dwóch, tj. procesie ekonomicznym (produkcji) oraz optymalizacji. Warto podkreślić, iż zwłaszcza to drugie pojęcie na gruncie literatury ma wymiar względny w tym sensie, że praktycznym celem optymalizacji jest podjęcie decyzji najlepszej z punktu widzenia przyjętego kryterium. Przy czym najczęściej stosowanymi, kryteriami optymalizacji w analizie procesów produkcji są czas, koszty, wydajność czy elastyczność (Gawlik, Plichta, i Świć 2013, 295; Matwiejczuk 2006, 128). W moim przekonaniu należało najpierw przedstawić, ewentualnie sklasyfikować definicje funkcjonujące w (polskiej i zagranicznej) literaturze a dotyczące procesu ekonomicznego, optymalizacji, efektywności ekonomicznej. Na tym tle Autorka mogła albo wskazać spośród funkcjonujących, albo zaproponować własną definicję procesu ekonomicznego i jego optymalizacji, które wpisują się w obrany przez nią problem badawczy i w związku z tym są punktem odniesienia dla części empirycznej i przyjętych hipotez badawczych.

2. W rozdziale omówiono koncepcje TQM, Lean Management, Six Sigma, BPM, a także CMMI i PEMM. Oczywiście każda z nich ma związek z optymalizacją procesów, jednak w rozważaniach Autorki wyraźnie brakuje uzasadnienia dla wyboru tych koncepcji i powiązania ich z celem rozprawy. Na tym tle powstaje wątpliwość podniesiona we wcześniejszej części recenzji, że nieoptymalny okazał się sposób „wplecenia” przez Doktorantkę kwestii dotyczących teorii kosztów transakcyjnych, które w myśl sformułowanego celu głównego i hipotezy, powinny być sednem badań teoretyczno-empirycznych (*theoretical underpinnings*) rozprawy.
3. Interpretacja modeli np. BPM, CMMI, SPICE mogłaby się znaleźć w metodologicznej części pracy, gdyż konstrukcje te mają charakter aplikacyjny i mogłyby zostać użyte w rozważaniach metodologicznych podstaw badań własnych, w tym narzędzia badawczego.

Rozdział II przedstawia teoretyczne i praktyczne aspekty wykorzystania sztucznej inteligencji (AI) w optymalizacji procesów ekonomicznych przedsiębiorstw. Autorka omawia definicję, istotę i rozwój AI, wskazując jej znaczenie jako narzędzia wspierającego decyzje ekonomiczne, w tym usprawniające zarządzanie procesami. Wiele miejsca poświęcono prezentacji obszarów zastosowania AI, tj. od finansów i logistyki do produkcji i HR, wraz z identyfikacją efektów w postaci redukcji kosztów, wzrostu efektywności i poprawy jakości podejmowanych decyzji. W rozdziale zaprezentowano również ograniczenia i ryzyka wdrażania AI, obejmujące aspekty etyczne, prawne oraz brak odpowiednich kompetencji w organizacjach. Część ta stanowi teoretyczną podstawę empirycznych badań nad wpływem wykorzystania narzędzi AI na optymalizację procesów w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych i parkach technologicznych.

Pragnę wyraźnie podkreślić, iż rozdział ten (II) należy do lepiej sformułowanych części rozprawy pani Magdaleny Wrońskiej. Jest dobrze skonstruowany, oparty na bogatej i zróżnicowanej literaturze źródłowej. W konsekwencji w definiowaniu pojęć wykorzystanych w tym rozdziale, zwłaszcza AI, wykorzystano wiele źródeł bibliograficznych. Z tego względu czytelnik może zapoznać się ze sposobami, często odmiennymi, definiowania pojęć, a także śledzić chronologiczny rozwój poszczególnych koncepcji teoretycznych.

Pewne słabości Rozdziału II dotyczą jedynie kilku kwestii. Po pierwsze, w rozważaniach dotyczących zalet i wyzwań wdrażania AI w funkcjonowaniu przedsiębiorstw (pkt. 2.4) brakuje odniesienia do zmian zatrudnienia w przedsiębiorstwach, a przez to także implikacji dla rynków pracy. Istnieją argumenty sugerujące, o których zresztą Autorka wspomina w rozprawie, że rozwój AI i narzędzi opartych na jej algorytmach nie tylko „wejdzie” do codzienności funkcjonowania przedsiębiorstw, ale także wywrze wpływ na przeformułowania logiki ich funkcjonowania. Obok kwestii podkreślonych przez Autorkę, rozwiązania te (AI) będą miały niejednokrotnie substytucyjny charakter względem pracowników. Innymi słowy praca niektórych pracowników, albo jest, albo (w niedalekiej przyszłości) zostanie zastąpiona przez AI i jej algorytmy. Scenariusze te urzeczywistniają się

nie tylko w gospodarkach z najlepiej rozwiniętymi sektorami opartymi na nowych technologiach, np. USA. Ryzyko ograniczania zatrudnienia pojawiają się w Polsce, w tym zwłaszcza w regionach/obszarach, które przez ostatnią dekadę szczyliły się ogromną popularnością, jako optymalne lokalizację dla centrów usług wspólnych i off-shoringowych, np. Kraków, Poznań, Gdańsk. Coraz więcej firm (korporacji) funkcjonujących w tych miastach przewiduje, że AI zastąpi pracę ludzi zatrudnionych w instytucjach rozliczeniowych i pośrednictwa finansowego, co spowoduje zmniejszenie zatrudnienia *per se* i tak czy inaczej spowoduje zmiany na lokalnych rynkach pracy.

Po drugie, pewne fragmenty zamieszone w Rozdziale II powinny znaleźć się w innych częściach (punktach) tego rozdziału lub innych rozdziałach, tj.:

- ✓ Ostatni akapit na stronie 50, a także akapity 1-4 na stronie 51 dotyczą kwestii omówionych w pkt. 1.3 lub 1.4 w Rozdziale I.
- ✓ Dwa ostatnie akapity na stronie 52, a także treści ze strony 53 i 54 (bez tabeli 5) są powtórzeniami rozważań zawartych w punkcie 1.2 w Rozdziale I.
- ✓ Ostatni akapit na stronie 70 „Rozwój zaawansowanych technik...” do strony 71 łącznie z tabelą 10 dotyczy korzyści AI, a także ostatni akapit na stronie 74 wraz z tabelą 11 dotyczą korzyści drożenia AI. Zatem treści te powinny znaleźć się w punkcie 2.4.

Rozdział III dotyczący specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych w Polsce oraz ich roli w promocji nowych technologii (s. 79-97) również należy do dobrze skonstruowanych i napisanych części rozprawy. Znalazły się tam rozstrzygnięcia oparte na studiach literaturowych dotyczących SSE i PT, jako narzędzi wspierania rozwoju gospodarczego i innowacyjności. Autorka przedstawia tło rozwoju tych stref wsparcia gospodarczego w Polsce, a także ich cele, podstawy prawne. W odniesieniu do parków technologicznych podkreślono znaczenie tych obszarów dla rozwoju przedsiębiorczości, transferu technologii i współpracy w modelu potrójnej helisy. Rozdział zawiera także elementy porównawcze oraz wskazuje na znaczenie lokalizacji przedsiębiorstw w kontekście efektywności inwestycji i innowacji. Jeśli chodzi o pewne niedoskonałości dostrzeżone przeze mnie w Rozdziale II, to pragnę zwrócić uwagę na:

- ✓ Rozdział powinien rozpocząć się od sformułowania, być może w oparciu o definicje funkcjonujące w literaturze, czym są SSE i PT oraz w oparciu o jakie kryteria można rozróżnić te dwa obszary wsparcia rozwoju przedsiębiorstw. Dobrze byłoby również wspomnieć na początku tego rozdziału, jak rozwijała się w innych krajach świata koncepcje i funkcjonowanie SSE i PT.
- ✓ W dyskusji nad wpływem SSE i PT na rozwój gospodarczy i innowacyjność kraju (pkt. 3.3) Autorka wskazuje na stronie 89, że: *„Efekty działania SSE w Polsce są widoczne w różnych obszarach gospodarki. Obejmują one zmiany w wartości inwestycji, liczbie miejsc pracy i przedsiębiorstw, wielkości produkcji i eksportu, stanie środowiska naturalnego oraz sytuacji finansów publicznych.”* Wskazanie na skutki funkcjonowania tych stref wsparcia było trafnym zabiegiem, niemniej jednak

zabrakło tutaj przybliżeniu liczb, które ilustrowałoby te procesy w Polsce, a być może w poszczególnych SSE i PT, które wymienione zostały w rozprawie (s. 81-82, tabela 13).

- ✓ Na stronie 91 Autorka pisze „*Badania przeprowadzone w Polsce wskazują na pozytywny związek między funkcjonowaniem firm w ramach SSE, a ich eksportem.*”, nie podając źródła. Być może badania te zostały opublikowane w pracy „*(Dorożyński & Świerkocki, 2022, s. 25)*”, wspomnianej w poprzednim zdaniu rozprawy. Jednak kwestia ta powinna być wolna od wątpliwości. Podobna niejasność występuje w rozdziale kolejnym, tj. Rozdział IV na stronie 98, gdzie Autorka w drugim akapicie pt. 4.1. prezentuje wyniki badań empirycznych, nie wskazując źródła.

Rozdział IV, zatytułowany „*Strategiczne zastosowania sztucznej inteligencji w optymalizacji procesów ekonomicznych przedsiębiorstw*”, prezentuje praktyczne kwestie związane z wykorzystaniem narzędzi AI w przedsiębiorstwach, zwłaszcza w optymalizowaniu kluczowych obszarów ich funkcjonowania. W rozdziale znalazły się rozstrzygnięcia dotyczące użycia AI w finansach (prognozowanie, optymalizacja kosztów, automatyzacja raportowania), logistyce planowanie tras, zarządzanie zapasami, prognozowanie popytu), zarządzaniu zasobami ludzkimi (rekrutacja, ocena kompetencji, rozwój talentów) oraz produkcji (robotyzacja, analiza danych w czasie rzeczywistym, predykcje utrzymanie ruchu, awarii). Autorka podkreśla, że AI coraz częściej staje się czynnikiem strategicznym, zwiększającym efektywność operacyjną i konkurencyjność przedsiębiorstw, a jej wdrożenie wymaga dojrzałości organizacyjnej i umiejętności dopasowania się do zmian w przestrzeni funkcjonowania przedsiębiorstw.

W rozstrzygnięciach Autorki nad strategicznymi obszarami zastosowania AI w optymalizacji procesów zabrakło osadzenia narracji na szerszym tle dyskusji w literaturze przedmiotu. W szczególności rozdział ten, w mojej ocenie, powinien rozpocząć się od zaprezentowania poglądów głównych przedstawicieli środowiska ekonomistów i przedstawicieli nauk o zarządzaniu w zakresie obszarów, gdzie AI ma kluczowe zastosowanie w optymalizacji procesów firm. Prezentacja tych poglądów mogłaby przyjąć formę klasyfikacji podejść i stanowisk autorytetów krajowych i zagranicznych. Jestem przekonany, że przedstawienie i być może usystematyzowanie dyskusji w tym zakresie w literaturze i na tym tle sklasyfikowanie tych obszarów mogłoby być ważnym wkładem Autorki w dyskurs nad tymi problemami funkcjonowania przedsiębiorstw. Rozstrzygnięcia te otworzyłyby przestrzeń do omówienia kluczowych obszarów zastosowania AI w optymalizacji, które, co należy wyraźnie podkreślić, zostały omówione w pkt. 4.1 – 4.3.

Niektóre fragmenty, które znalazły się w rozdziale IV lepiej pasują do zagadnień prezentowanych w innych częściach pracy. Dotyczy to m.in.:

- ✓ Wykorzystaniu AI w firmach w Chinach, Indiach i Singapurze (s. 104).
- ✓ *Mashine learning*, które należało wpisać do rozdziału podejmującego kwestię AI i jej narzędzi (Rozdział II). (s. 109-111).

Rozdział V ma charakter empiryczny. Zawarto w nim opis metody badawczej i prezentację wyników przetworzenia danych własnych, zebranych. W szczególności, badania empiryczne przedstawione w Rozdziale V mają charakter ilościowy, porównawczy i percepcyjny. Ich celem było zbadanie, w jakim zakresie i w jaki sposób sztuczna inteligencja (AI) jest wykorzystywana w optymalizacji procesów ekonomicznych w przedsiębiorstwach zlokalizowanych w specjalnych strefach ekonomicznych (SSE) oraz parkach technologicznych (PT). Autorka w oparciu o badania ankietowe wśród pracowników tych przedsiębiorstw zebrała materiał empiryczny dotyczący ich (subiektywnych) ocen (percepcji) o wdrożeniu AI, a także jej wpływu na efektywność, innowacyjność, konkurencyjność, bariery i korzyści związane z wykorzystaniem tej technologii. W analizie wyników zastosowano testy statystyczne (m.in. Chi-kwadrat, t-Studenta, ANOVA, Mann-Whitney), które pozwoliły porównać uzyskane dane między przedsiębiorstwami funkcjonującymi w tych dwóch strefach wsparcia gospodarczego.

Na podkreślenie osiągnięć Autorki zasługuje z pewnością szerokie podejście do badania empirycznego. Jednak ponieważ zasadnicza rola recenzenta sprowadza się do wskazania nie tyle walorów, co przede wszystkim obszarów, które mogłyby zostać udoskonalone przez Autorkę, dlatego pragnę zwrócić uwagę na kilka wątpliwości o zróżnicowanym ładunku.

W punkcie wprowadzającym do prezentacji własnych badań empirycznych (pkt. 5.1, s. 116) Autorka formułuje cel główny i cele szczegółowe ukierunkowane na wpływ AI na optymalizację procesów ekonomicznych, w tym m.in. redukcję kosztów (w tym transakcyjnych), poprawę efektywności procesów finansowych oraz zróżnicowania wyników tego wpływu ze względu na to czy przedsiębiorstwo funkcjonuje w SSE czy PT (s. 117). Z celami tymi korespondują również hipotezy główna i badawcze (s. 117-118), które także ilustrują naturę badań empirycznych własnych.

Z celami, hipotezami zawartymi w pkt 5.1 w rozdziale V wiążą się dwie kwestie dyskusyjne.

1. Cel główny, cele szczegółowe oraz hipotezy badawcze sformułowane w tej części rozprawy, a więc w Rozdziale V o charakterze empirycznym (pkt. 5.1., s. 117-120) są powtórzeniem celów, hipotez i pytań badawczych sformułowanych do całej rozprawy, tj. we Wstępie (s. 6-8). Zestawienie tych części rozprawy wskazuje, że różnice między nimi są marginalne i mają charakter redakcyjny, a nie merytoryczny. Jeśli natomiast cele, hipotezy i pytania badawcze całej rozprawy są zbieżne z tymi dotyczącymi części empirycznej, pojawia się wątpliwość o metodologiczne uzasadnienie dla badań zawartych w rozdziałach teoretyczno-deskryptywnych, tj. I-IV, które w obecnej postaci nie wnoszą odrębnych, zadań badawczych ani częściowych etapów weryfikacji hipotezy głównej. Z kolei wyodrębnienie celów i hipotez nie tylko empirycznych, ale także teoretycznych porządkuje strukturę badania, uzasadniając integralność poszczególnych rozdziałów, a także pozwala określić, w jaki sposób część teoretyczna stanowi podstawę, przeprowadzonych własnych badań empirycznych.

2. Cele, hipotezy badawcze zawarte we wprowadzeniu do rozdziału empirycznego (pkt. 5.1, s. s. 117-118) wyraźnie wskazują, że natura badań empirycznych Autorki polega na identyfikacji skutków „realnych”, tj. mierzalnych efektów funkcjonowania firm (np. koszty, efektywność) w kontekście wykorzystania narzędzi AI. Wobec takiego sformułowania celów i hipotez można było spodziewać się, że badania empiryczne zostaną oparte na wskaźnikach operacyjno-finansowych, księgowych o charakterze obiektywnym. Tymczasem badania w rozdziale V oparto na sondażu diagnostycznym (ankieta, kwestionariusz) przeprowadzonym wśród pracowników firm z SSE i PT, w których respondenci przedstawiają subiektywne oceny skali, efektów i barier wdrażania AI. W związku z tym badanie dotyczy postrzeganego, a nie empirycznie mierzalnego wpływu narzędzi AI na procesy gospodarcze. Zatem z metodologicznego punktu widzenia badanie własne pozostaje w sferze deklaratywnej, a nie empiryczno-ekonomicznej *sensu stricto*.

Można zatem sądzić, że w rozdziale V występuje niespójność między poziomem deklarowanym w celach, hipotezach i pytaniach oraz wynikami badań empirycznych opartych na danych subiektywnych ilustrujących percepcję pracowników firm w zakresie wpływu AI na procesy ekonomiczne. W literaturze przedmiotu podkreśla się, że rzetelna ocena wpływu praktyk organizacyjnych lub technologicznych wymaga łączenia informacji percepcyjnych z danymi obiektywnymi. W szczególności m.in. Bloom i Van Reenen (2007), Dess i Robinson Jr. (1984), a także Richard i in. (2009) pokazali, że dopiero zestawienie danych deklaracyjnych z realnymi wynikami ekonomicznymi (produktywność, rentowność) pozwala na pełną weryfikację zależności między praktykami zarządczymi a wynikami przedsiębiorstw.

W tym kontekście, badanie przedstawione w Rozdziale V należy uznać za poprawne pod względem realizacji technicznej, lecz jego wyniki odnoszą się do subiektywnych ocen respondentów, a nie do faktycznych efektów ekonomicznych. Wskazane byłoby zatem doprecyzowanie w pracy, że celem analizy jest identyfikacja percepcji wpływu AI, a nie pomiar obiektywnych zmian efektywności procesów w przedsiębiorstwach.

Konstrukcja badawcza rozprawy mogłaby zyskać na większej spójności metodologicznej, gdyby cele i hipotezy empiryczne zawarte w Rozdziale V zostały wyraźniej powiązane z perspektywą percepcyjną, stanowiącą faktyczne źródło danych empirycznych. Autorka w istocie sygnalizuje taki zamiar, gdyż słowo „percepcja” pojawia się w pkt 5.2 (s. 121), jednak wprowadza je zbyt ostrożnie i bez jednoznacznego powiązania z formułowanymi hipotezami. W moim przekonaniu, badania przedstawione w Rozdziale V należałoby jednoznacznie oprzeć na celach i hipotezach empirycznych odnoszących się do percepcji respondentów, przy jednoczesnym utrzymaniu celu głównego i hipotezy głównej sformułowanych we Wstępie (s. 17–19), które dotyczą stanów faktycznych, obiektywnych. Włączenie tej kategorii do celów i hipotez empirycznych pozwoliłoby jednoznacznie zakwalifikować

badania Autorki do nurtu deklaratywnego (percepcyjnego), przy jednoczesnym utrzymaniu celu głównego i hipotezy głównej rozprawy sformułowanych we Wstępie.

Takie rozwiązanie otwierałoby możliwość dwupoziomowej struktury hipotez, o czym wspominałem we wcześniejszej części recenzji, tj. (a) hipotez teoretycznych, odnoszących się do rzeczywistych procesów optymalizacji ekonomicznej w kontekście wdrażania narzędzi AI, oraz (b) hipotez empirycznych, które odzwierciedlają postrzeganie tych zjawisk przez pracowników badanych przedsiębiorstw. W szczególności, sformułowanie hipotez teoretycznych stanowiłoby pomost między warstwą teoretyczną a empiryczną rozprawy i wspólnie z hipotezami empirycznymi (deklaratywnymi) „współtworzyłyby” hipotezę główną, odnoszącą się do rzeczywistych efektów wdrożeń AI w badanych firmach. Zestawienie hipotez teoretycznych i empirycznych pozwoliłoby traktować je jako komplementarne elementy konstrukcji badawczej, gdzie hipotezy empiryczne stanowiłyby „miękkie” potwierdzenie lub falsyfikację hipotez teoretycznych.

Przy takim podejściu konieczne byłoby dokonanie niezbędnych wyjaśnień metodologicznych w rozdziałach I-IV, w których Autorka doprecyzowałaby różnicę między badaniami opartymi na stanach realnych (obiektywnych) a badaniami deklaratywnymi (percepcyjnymi) i na tym tle wskazała, w jakim zakresie oba podejścia mogą się uzupełniać. W literaturze podkreśla się bowiem, że dane subiektywne i obiektywne nie są konkurencyjne, lecz mogą pełnić funkcje komplementarne (Kaczmarczyk 2011; Nowak 2011). Jednocześnie z badań, m.in. (Bloom i Van Reenen 2007; Dess i Robinson Jr. 1984; Richard i in. 2009), wynika, że łączenie percepcyjnych ocen respondentów z danymi rzeczywistymi pozwala na pełniejsze uchwycenie relacji między praktykami zarządczymi a wynikami ekonomicznymi firm. Zastosowanie podobnego podejścia w omawianej rozprawie mogłoby nadać jej konstrukcji lepsze uzasadnienie teoretyczne dla przeprowadzonych badań własnych.

W kontekście przeprowadzonych badań (Rozdział V) pragnę zwrócić również uwagę na kilka innych kwestii.

1. Autorka poprawnie wskazuje zastosowane testy statystyczne i ekonometryczne, jednak ich dobór nie został uzasadniony. Brakuje opisu przesłanek, które legły u podstaw wyboru konkretnych narzędzi analitycznych w odniesieniu do charakteru danych i celów badania. W rezultacie część empiryczna ma charakter raportu opisowo-statystycznego, bez odniesienia do uzasadnienia użytych narzędzi badawczych. W szczególności, w mojej ocenie brakuje odniesienia się Autorki do tego: (a) dlaczego właśnie te testy zostały wykorzystane (np. w odniesieniu do skali pomiarowej, rozkładu danych, charakteru hipotez)?, a także (b) jakie ograniczenia interpretacyjne wynikają z wyboru tych metod przy analizie danych deklaratywnych (percepcyjnych)? W szczególności, wybór narzędzi analizy ilościowej powinien być uzasadniony zarówno logicznie, jak i merytorycznie, tj. poprzez wskazanie zależności między celem badania, charakterem danych oraz ograniczeniami

zastosowanych testów. Takie doprecyzowanie wzmocniłoby przejrzystość i trafność wnioskowania empirycznego.

2. W śledzeniu narracji badań empirycznych Autorki wielce pomocne byłaby możliwość wglądu w treść ankiety (kwestionariusza), którą użyto do zebrania danych pierwotnych od respondentów. W tym kontekście można było także skomentować narzędzie, którym pozyskano dane do analizy. Pragnę podkreślić, iż z informacji zaprezentowanych na rysunkach i tabelach (m.in. rysunek 17, s. 129; Tabela 24, s. 130; Tabela 25, s. 131-132 itp.) wynika, że duży odsetek respondentów nie znał „dokładnie, jaki model jest stosowany w ... przedsiębiorstwie”. Duży odsetek takich odpowiedzi rodzi wątpliwość, czy respondenci znali sprawdzane koncepcję, modele i narzędzia AI. Z tego również punktu widzenia wyrasta uzasadnienie dla oceny kwestionariusza jako podstawy zbierania danych wykorzystanych w rozprawie.
3. W Rozdziale V Autorka nie odnosi wyników swoich badań do ustaleń innych autorów, którzy osadzili swe badania w podobnym bądź tym samym obszarze. Z tego względu brakuje porównania uzyskanych wyników z wcześniejszymi badaniami nad wdrażaniem narzędzi AI w optymalizacji procesów gospodarczych. Włączenie elementu dyskusji wyników innych autorów pozwoliłoby lepiej wykazać, w jakim stopniu uzyskane wnioski wpisują się w dyskusję naukową (*state of art, added value*) nad związkami występującymi między technologiami opartymi na AI i funkcjonowaniem przedsiębiorstw.
4. W pkt 5.2 (s. 121 i nast.) Autorka prezentuje wyniki badań własnych w sposób całościowy, bez wyodrębnienia części lub etapów badań. Wszystkie wyniki zostały omówione łącznie, co utrudnia czytelnikowi śledzenie procesu weryfikacji hipotez badawczych oraz zrozumienie logicznego związku między celami szczegółowymi, pytaniami badawczymi a zastosowanymi testami statystycznymi. Z tego względu sugerowałbym ustrukturyzowanie pkt. 5.2., poprzez wprowadzenie podpunktów odpowiadających kolejnym hipotezom lub grupom badanych problemów. Takie rozwiązanie pozwoliłoby czytelnikowi na lepsze śledzenie analizy i procesu weryfikacji hipotez badawczych. Jednocześnie ustrukturyzowanie tego punktu (5.2) pozwoliłoby uniknąć częstego stosowania sformułowań, takich jak: „Następne zagadnienie poruszone w badaniu...” (s. 144), „Kolejne pytanie w kwestionariuszu skupiało się na...” (s. 142), „Następny aspekt podjęty w badaniu dotyczył...” (s. 138), „Kolejne pytanie ankiety koncentrowało się na...” (s. 137). Zamiast tego uwaga czytelnika zostałaby zwrócona na grupy analizowanych problemów, które ściśle korespondują z celami i hipotezami empirycznymi.

W Podsumowaniu Autorka zawarła wnioski wynikające z teoretycznej i empirycznej części rozprawy. Doktorantka odniosła się do tezy badawczej, z której wynikał cel główny i struktura rozprawy. Zasadnicze wnioski z badań własnych zostały sformułowane ostrożnie, co świadczy o

uczciwości badawczej Autorki, jak i *implicite* dostrzegania przez Nią nowych pól badawczych, które Doktorantka z pewnością będzie eksplorować w przyszłości.

W kontekście powyżej wskazanych wątpliwości o charakterze polemicznym, pragnę postawić Doktorantce kilka pytań, na które chciałbym usłyszeć odpowiedzi w trakcie publicznej obrony rozprawy doktorskiej, tj.:

1. *W rozprawie wskazano teorię kosztów transakcyjnych jako podstawę teoretyczną badań. Jakie elementy tej teorii zostały faktycznie wykorzystane w analizie empirycznej i w jaki sposób wspierają one wnioskowanie badawcze Autorki?*
2. *W jaki sposób Doktorantka rozumie różnicę między badaniem stanów faktycznych a badaniem percepcji respondentów, i jak to rozróżnienie wpływa na interpretację wyników rozprawy?*
3. *Jakie przesłanki metodologiczne zadecydowały o wyborze zastosowanych testów statystycznych (Chi-kwadrat, t-Studenta, ANOVA, Mann–Whitney) w badaniu empirycznym? W jaki sposób Autorka uzasadnia ich adekwatność wobec rodzaju danych i charakteru badania?*
4. *Czy Autorka rozważała możliwość rozszerzenia badań o dane obiektywne (finansowe, operacyjne) w celu zestawienia ich z wynikami percepcyjnymi? Jak wpłynęłoby to na trafność i rzetelność wniosków?*

3. Ocena formalnej strony pracy

Rozprawa doktorska mgr Magdaleny Wrońskiej liczy łącznie 183 stron, w tym 172 stron tekstu, a także bibliografię, spisy tabel i rysunków. Rozprawa zawiera 49 tabel oraz 23 rysunki. Praca została napisana z zachowaniem wszystkich niezbędnych wymogów formalnych. W treści pracy zauważyłem jedynie kilka błędów interpunkcyjnych, nieścisłości językowych i sformułowań mniej naukowych, a bardziej potocznych.

4. Wnioski końcowe

Recenzowana rozprawa doktorska mgr Magdaleny Wrońskiej prezentuje oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego i problemu badawczego. Pracę doktorską mgr Magdaleny Wrońskiej oceniam pozytywnie. Rozprawa posiada walory naukowe, pragmatyczne oraz poznawcze. Doktorantka wykazała się wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej ekonomia i finanse, które poszerzają dotychczasowy stan wiedzy. Zawarte w recenzji uwagi krytyczne oraz sugestie proponuję wykorzystać przez Doktorantkę w jej dalszej pracy naukowej, zwłaszcza w przyszłych publikacjach naukowych.

Jednocześnie chciałbym podkreślić mocne strony rezultatów badawczych Autorki, zawartych w recenzowanej rozprawie doktorskiej:

1. Trafne sformułowanie problemu badawczego. Zwrócenie uwagi i przeanalizowanie związków między narzędziami AI oraz optymalizacją procesów ekonomicznych firm jest dobrym punktem wyjścia do realizowania w przyszłości badań obejmujących bardziej zróżnicowane narzędzia AI oraz inne wymiary procesów, do czego gorąco Doktorantkę zachęcam.
2. Przejrzyste i precyzyjne przedstawienie kluczowych zagadnień dotyczących AI i jej zastosowania w optymalizacji procesów ekonomicznych, a także klarowne ujęcie relacji między kwestiami technologicznymi i ekonomicznymi.
3. Właściwy dobór narzędzi analizy danych do rodzaju pozyskanych danych i obranego celu badania.
4. Przeprowadzenie szeroko zakrojonych badań, dzięki którym zgromadzono obszerny materiał danych pierwotnych, wykorzystanych w rozprawie.

Praca mgr Magdaleny Wrońskiej spełnia wymogi ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. 2024, poz. 1571). W związku z powyższym wnoszę do Senatu Uniwersytetu Radomskiego im. Kazimierza Pułaskiego o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Wrońskiej pt. „Wykorzystanie sztucznej inteligencji do optymalizacji procesów ekonomicznych na przykładzie przedsiębiorstw ze specjalnych stref ekonomicznych i parków technologicznych” oraz dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Literatura przywołana w recenzji:

- Ambroziak, Adam A., i Christopher A. Hartwell. 2018. „The impact of investments in special economic zones on regional development: the case of Poland”. *Regional Studies* 52(10): 1322–31. doi:10.1080/00343404.2017.1395005.
- Bloom, Nicholas, i John Van Reenen. 2007. „Measuring and Explaining Management Practices Across Firms and Countries*”. *The Quarterly Journal of Economics* 122(4): 1351–1408. doi:10.1162/qjec.2007.122.4.1351.
- Ciżkowicz, Piotr, Magda Ciżkowicz-Pękała, Piotr Pękała, i Andrzej Rzońca. 2017. „The effects of special economic zones on employment and investment: a spatial panel modeling perspective”. *Journal of Economic Geography* 17(3): 571–605. doi:10.1093/jeg/lbw028.
- Dess, Gregory G., i Richard B. Robinson Jr. 1984. „Measuring organizational performance in the absence of objective measures: The case of the privately-held firm and conglomerate business unit”. *Strategic Management Journal* 5(3): 265–73. doi:10.1002/smj.4250050306.

- Dorożyński, Tomasz, Janusz Świerkocki, i Bogusława Dobrowolska. 2021. „Governance of special economic zones and their performance: Evidence from Poland”. *Entrepreneurial Business and Economics Review* 9(3): 149–67. doi:10.15678/EBER.2021.090310.
- Etzkowitz, Henry, i Loet Leydesdorff. 2000. „The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations”. *Research Policy* 29(2): 109–23. doi:10.1016/S0048-7333(99)00055-4.
- Fettke, Peter, i Chiara Di Francescomarino. 2025. „Business Process Management and Artificial Intelligence”. *KI - Künstliche Intelligenz* 39(2): 67–79. doi:10.1007/s13218-025-00891-y.
- Gancarczyk, Marta, Marta Najda-Janoszka, Jacek Gancarczyk, i Robert Hassink. 2023. „Exploring Regional Innovation Policies and Regional Industrial Transformation from a Coevolutionary Perspective: The Case of Małopolska, Poland”. *Economic Geography* 99(1): 51–80. doi:10.1080/00130095.2022.2120465.
- Gawlik, Józef, Jarosław Plichta, i Antoni Świć. 2013. *Procesy produkcyjne*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Jensen, Camilla, i Marcin Winiarczyk. 2014. „Special Economic Zones – 20 years later”. *CASE Network Studies & Analyses* 467/2014. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2394547>.
- Kaczmarczyk, Stanisław. 2011. *Badania marketingowe. Podstawy metodyczne*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Kwieciński, Leszek. 2018. „Polish technology parks: Towards 4th generation parks. Preliminary results of an empirical study”. *Journal of Public Governance* 43(1): 38–53. doi:10.15678/ZP.2018.43.1.03.
- Lee, Jay, Hossein Davari, Jaskaran Singh, i Vibhor Pandhare. 2018. „Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems”. *Manufacturing Letters* 18: 20–23. doi:10.1016/j.mfglet.2018.09.002.
- Matwiejczuk, Rafał. 2006. *Zarządzanie marketingowo-logistyczne. Wartość i efektywność*. Warszawa: C.H. Beck.
- McAfee, Andrew, i Erik Brynjolfsson. 2017. *Machine, Platform, Crowd Harnessing Our Digital Future*. W. W. Norton & Company.
- Nazarczuk, Jarosław M., i Marlena Cicha-Nazarczuk. 2025. „Does the Polish Investment Zone enhance job quality and workplaces’ specialisation?” *Employee Relations: The International Journal* 47(9): 173–88. doi:10.1108/ER-12-2024-0765.
- Nowak, Stefan. 2011. *Metodologia badań społecznych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Richard, Pierre J., Timothy M. Devinney, George S. Yip, i Gerry Johnson. 2009. „Measuring Organizational Performance: Towards Methodological Best Practice”. *Journal of Management* 35(3): 718–804. doi:10.1177/0149206308330560.
- Russell, Stuart, i Peter Norvig. 2021. *Artificial Intelligence, Global Edition: A Modern Approach*. München: Pearson Education. <https://elibrary.pearson.de/book/99.150005/9781292401171>.
- Schwab, Klaus. 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum.
- Silver, David, Aja Huang, Chris J. Maddison, Arthur Guez, Laurent Sifre, George van den Driessche, Julian Schrittwieser, i in. 2016. „Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search”. *Nature* 529(7587): 484–89. doi:10.1038/nature16961.