

Recenzja pracy doktorskiej

mgra Bartłomieja Lisowskiego, pt. *Conditions for Building a Technological Advantage of Smart Enterprises in the Age of Industry 4.0*, napisanej pod kierunkiem naukowym dr hab. Anny Adamik, prof. PŁ oraz dr inż. Katarzyny Szymańskiej - promotora pomocniczego, na Politechnice Łódzkiej.

I. Podstawa opracowania recenzji i ogólna charakterystyka rozprawy

Podstawę formalną przygotowania niniejszej recenzji stanowi pismo **prof. dr hab. Jacka Otto, Przewodniczącego Rady ds. Stopni Naukowych Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej, z dnia 25 maja 2023r.**, informujące o powołaniu mojej osoby na recenzenta w przewodzie doktorskim **mgra Bartłomieja Lisowskiego**.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mieści się na 260 stronach i obejmuje wstęp, cztery rozdziały, zakończenie i wnioski, bibliografię, spis rysunków i tabel, dwa załączniki oraz streszczenia (w j. angielskim i j. polskim).

Postawę prawną recenzji pracy stanowi ustawa z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (tekst jednolity Dz.U. z 2023 r. poz. 742). Zgodnie z wymogami ustawowymi rozprawa doktorska powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie naukowej, w tym przypadku w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości, a także potwierdzać umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Mając na uwadze przedstawione warunki, przy ocenie rozprawy doktorskiej mgra Bartłomieja Lisowskiego, przyjęto następujące kryteria:

- znaczenie podjętej problematyki,
- cele pracy i metodyka badań,
- ocena rozwiązania problemu,
- ocena struktury oraz strony formalnej pracy.

Recenzja zakończona została konkluzją.

II. Znaczenie podjętej problematyki

Przemysł 4.0 to termin odnoszący się do współczesnej rewolucji technologicznej w przemyśle, która wykorzystuje zaawansowane technologie cyfrowe i automatyzację

w celu stworzenia inteligentnych fabryk i systemów produkcyjnych. Przemysł 4.0 to połączenie technologii informatycznych, Internetu rzeczy (IoT), sztucznej inteligencji (SI), analizy danych i innych zaawansowanych technologii, aby poprawić efektywność, wydajność i elastyczność procesów produkcyjnych. Internet rzeczy (IoT) pozwala na komunikację między różnymi urządzeniami i maszynami w celu wymiany danych i koordynacji działań. Rozwiązania Big Data umożliwiają gromadzenie, analizę i wykorzystanie ogromnych ilości danych wspierając podejmowanie lepszych decyzji biznesowych i optymalizację procesów produkcyjnych. Sztuczna inteligencja (SI) i uczenie maszynowe poprzez wykorzystanie algorytmów i modeli matematycznych do analizy danych może realizować procesy uczenia się i na ich podstawie optymalizować i automatyzować decyzje. Robotyka i automatyzacja obejmuje wykorzystanie robotów i systemów automatyzacji w celu zastąpienia lub wsparcia ludzkiej siły roboczej w procesach produkcyjnych. Natomiast technologie chmurowe umożliwiają przechowywanie, udostępnianie i przetwarzanie danych w formie współdzielonych zasobów informatycznych. Daje to możliwość skalowania realizowanych procesów, a także zwiększa dostęp do zasobów informatycznych.

Rozwiązania te pozwalają na zwiększenie efektywności, elastyczności i jakości produkcji, zmniejszenie kosztów, skrócenie czasu reakcji na zmiany rynkowe oraz optymalizację procesów logistycznych. Przemysł 4.0 posiada potencjał do transformacji tradycyjnych modeli biznesowych, wprowadzania innowacyjnych produktów i usług oraz stworzenia nowych możliwości w zakresie personalizacji i dostosowania produkcji do indywidualnych potrzeb klientów.

Przedstawiane rozwiązania zmieniają oblicze współczesnych przedsiębiorstw i zarazem tworzą nowe możliwości konkurencyjnego. Tworzenie przewagi konkurencyjnej determinowane jest zdolnością do adoptowania i wykorzystania rozwiązań technologicznych w połączeniu w innowacyjnością organizacyjną. W tym kontekście podjęty w pracy problem budowania przewagi technologicznej przedsiębiorstw przemysłu 4.0 uważam za w pełni aktualny i wpisujący się istniejącą lukę poznawczą w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości.

III. Cele pracy i metodyka badań

Zidentyfikowana luka poznawcza skonkretyzowana została w pracy w postaci następujących pytań badawczych:

- Q1: Jakie są kluczowe wymagania ery Przemysłu 4.0 dla skutecznego funkcjonowania przedsiębiorstw SMART?
- Q2: Jakie warunki determinują budowanie przewagi technologicznej przedsiębiorstw SMART?
- Q3: Jak należy oceniać poziom przewagi technologicznej w przedsiębiorstwach SMART?
- Q4: Jak stopień znajomości i zakres stosowania wymagań ery Przemysłu 4.0 wpływa na poziom potencjału technologicznego w przedsiębiorstwach SMART?

Q5: Jak poziom rozwoju potencjału technologicznego przedsiębiorstw SMART wpływa na poziom ich przewagi technologicznej?

Q6: Jak poziom przewagi technologicznej wpływa na poziom przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw SMART?

Q7: Jak budować przewagę technologiczną przedsiębiorstw SMART?

Głównym celem rozprawy była identyfikacja i charakterystyka uwarunkowań przewagi technologicznej przedsiębiorstw SMART oraz ocena zależności poziomu przewagi konkurencyjnej od poziomu przewagi technologicznej tych przedsiębiorstw (M0). Realizacji tak sformułowanego celu głównego podporządkowano następujące cele szczegółowe:

O1: Ocena kluczowych wymagań stawianych przedsiębiorstwom SMART przez erę Przemysłu 4.0.

O2: Identyfikacja i usystematyzowanie uwarunkowań determinujących budowanie przewagi technologicznej w przedsiębiorstwach SMART.

O3: Stworzenie i operacjonalizacja narzędzia badawczego do oceny poziomu przewagi technologicznej przedsiębiorstw SMART.

O4: Identyfikacja zależności pomiędzy stopniem znajomości i zakresem stosowania wymagań ery Przemysłu 4.0 a poziomem potencjału technologicznego przedsiębiorstw SMART.

O5: Identyfikacja zależności pomiędzy poziomem rozwoju potencjału technologicznego a poziomem przewagi technologicznej przedsiębiorstw SMART.

O6: Identyfikacja zależności pomiędzy poziomem przewagi technologicznej a poziomem przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw SMART.

O7: Opracowanie procedury postępowania w procesie budowania przewagi technologicznej w przedsiębiorstwach SMART.

Na podstawie analizy źródeł literaturowych oraz uwzględniając sformułowane pytania i cele badawcze, postawiono następującą hipotezę główną rozprawy: *Umiejętność kształtowania przewagi technologicznej w dobie Przemysłu 4.0 zwiększa efektywność procesu budowania przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw SMART (MH)*. Hipotezę główną rozwinięto w formie czterech hipotez szczegółowych:

H1: Stopień znajomości wymagań ery Przemysłu 4.0 wspiera rozwój potencjału technologicznego przedsiębiorstw SMART.

H2: Zastosowanie rozwiązań zgodnych z wymaganiami ery Przemysłu 4.0 zwiększa poziom rozwoju potencjału technologicznego przedsiębiorstw SMART.

H3: Im wyższy poziom rozwoju potencjału technologicznego, tym wyższy poziom przewagi technologicznej uzyskiwanej przez przedsiębiorstwa SMART w dobie Przemysłu 4.0.

H4: Im wyższy poziom przewagi technologicznej, tym wyższy poziom przewagi konkurencyjnej uzyskanej przez przedsiębiorstwa SMART w dobie Przemysłu 4.0.

Cel główny pracy sformułowano poprawnie. Wynika on z postawionych pytań badawczych oraz zidentyfikowanych luk poznawczych. Również poprawnie zostały

sformułowane cele cząstkowe. Są one logiczne i spójne z celem głównym rozprawy. Z celami pracy korespondują także postawione hipotezy badawcze. Hipotezy zostały właściwie sformułowane i można je uznać za teoriiotwórcze. Podsumowując całościowo powyższą ocenę, stwierdzam że założenia badawcze pracy, wyrażone poprzez pytania badawcze, cel główny i cele cząstkowe oraz hipotezy, wskazują zadania badawcze oraz spełniają wymagania formalne.

Dla realizacji przyjętych celów pracy przeprowadzono studia literaturowe oraz badania własne, które umożliwiły testowanie postawionych hipotez. W badaniach empirycznych wykorzystano dwie techniki ankietowe: CAWI (*Computer Assisted Web Interview*) oraz CATI (*Computer Assisted Telephone Interview*). Narzędziem badawczym był ustrukturyzowany i wystandaryzowany kwestionariusz ankiety. Badania właściwe zostały poprzedzone badaniem pilotażowym wśród 10 przedsiębiorstw, które umożliwiło doskonalenie narzędzia badawczego. Docelowym przedmiotem badań było 151 przedsiębiorstw z branży motoryzacyjnej, działających w Polsce. Dobór obiektów do badań miał charakter losowy, co pozwoliło zapewnić reprezentatywność próby i możliwość uogólnienia uzyskanych wyników. Uzyskane w procesie badawczym wyniki zostały poddane analizie z wykorzystaniem metod ilościowych i jakościowych. W przypadku analizy ilościowej wykorzystano zaawansowane narzędzia statystyczne w celu wnioskowania o przyjęciu i odrzuceniu hipotez badawczych oraz formułowania uogólnień. Na etapie analizy danych zastosowano następujące rodzaje analiz: analiza wstępna (statystyki opisowe i wskaźniki struktury), analiza porównawcza (ANOVA, test Shapiro-Wilka, test Kruskala-Wallisa, test Levene'a, test Welcha, testy post-hoc, test Bonferroniego, test T2 Tamhane'a), analiza zależności (test niezależności chi-kwadrat, test dokładny Fishera, współczynnik korelacji rang Spearmana, współczynnik Tau-c Kendalla, współczynnik korelacji liniowej Pearsona) oraz analiza rzetelności skali (współczynnik α Cronbacha). Jakościowa analiza danych uzyskanych w procesie badawczym dała możliwość szczegółowej identyfikacji i charakterystyki 20 przypadków przedsiębiorstw, umożliwiając opracowanie procedury postępowania w procesie budowania przewagi technologicznej przedsiębiorstwa SMART.

Zastosowane podejścia badawcze i metody, jak również sposób prowadzenia badań, uważam za poprawny i odpowiadający celom pracy. Doktorant potwierdził bardzo dobre przygotowanie zarówno w zakresie posługiwania się ilościowymi, jak i jakościowymi narzędziami badawczymi, właściwymi dla nauk o zarządzaniu i jakości.

IV. Ocena rozwiązania problemu

Układ rozprawy jest ściśle podporządkowany realizacji celów pracy, weryfikacji postawionych hipotez badawczych oraz odpowiedzi na przedstawione pytania badawcze. W strukturze pracy można wyróżnić dwie zasadnicze części: teoretyczną oraz metodyczno-empiryczną. Część teoretyczna pracy obejmuje dwa pierwsze rozdziały.

W rozdziale pierwszym, zatytułowanym *Zarządzanie organizacjami w dobie Przemysłu 4.0*, omówiono istotę koncepcji ery Przemysłu 4.0 oraz zidentyfikowano jej

wymagania technologiczne i pozatechnologiczne. Zdefiniowano także przedsiębiorstwo SMART oraz omówiono jego kluczowe obszary, do których zaliczono: otwartą kulturę, otwarte zasoby i otwartą wiedzę. Przedstawiono ewolucję pojęcia przedsiębiorstwa SMART. W ostatniej części omawianego rozdziału scharakteryzowano modele biznesowe ery Przemysłu 4.0.

Rozdział drugi, zatytułowany *Budowanie przewagi technologicznej przedsiębiorstw SMART*, zawiera wyjaśnienie pojęć konkurencyjności, przewagi konkurencyjnej oraz warunków budowania przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw SMART w dobie Przemysłu 4.0. W rozdziale tym zdefiniowano również przewagę technologiczną oraz scharakteryzowano uwarunkowania i proces jej budowania. Rozdział kończy propozycja autorskiego narzędzia do oceny poziomu przewagi technologicznej przedsiębiorstw SMART ery Przemysłu 4.0.

Omawiana część pracy (teoretyczna) ma przede wszystkim charakter sprawozdawczy i stanowi rezultat przeprowadzonych studiów literaturowych. Oceniając wartość merytoryczną tej części, należy podkreślić, że cechuje ją logiczność oraz spójność treści. Poszczególne rozdziały oraz punkty w ramach rozdziałów są ze sobą powiązane i tworzą poprawny układ wywodu naukowego związany z celem rozprawy.

Cześć metodyczno-empiryczną pracy tworzy rozdział trzeci i czwarty. Rozdział trzeci, *Metodologia badań i charakterystyka badanych przedsiębiorstw SMART*, rozpoczyna charakterystyka branży motoryzacyjnej w Polsce jako środowiska funkcjonowania badanych przedsiębiorstw. Następnie przedstawiono procedurę badawczą, w tym zastosowane techniki badań. W dalszej kolejności omówiono luki poznawcze, problemy badawcze zdefiniowane w formie pytań, cel główny i cele szczegółowe, hipotezy główne i szczegółowe oraz model badawczy, a także operacjonalizację poszczególnych zmiennych. Scharakteryzowano także miary statystyczne i narzędzia wykorzystane do analizy uzyskanych danych. Rozdział kończy prezentacja badanych przedsiębiorstw.

Czwarty rozdział dysertacji, zatytułowany *Budowanie przewagi technologicznej w praktyce przedsiębiorstw SMART*, przedstawia wyniki badań empirycznych. Pierwsza część rozdziału zawiera analizę statystyczną danych oraz analizę porównawczą uwarunkowań budowania przewagi technologicznej przez badane przedsiębiorstwa SMART, a następnie analizę zależności pozwalającą na weryfikację postawionych hipotez. Ostatnia część rozdziału przedstawia autorską procedurę postępowania w procesie budowania przewagi technologicznej. Rozprawę kończą wnioski, ograniczenia badawcze oraz rekomendacje do dalszych badań w analizowanym obszarze.

Przedstawione wyniki badań dostarczają nowej wiedzy na temat uwarunkowań oraz mechanizmów budowania przewagi technologicznej z warunkach Przemysłu 4.0. Na szczególną pochwałę zasługuje zakres i wieloaspektowość analizy danych

z wykorzystaniem metod statystycznych. Zastosowane narzędzia zapewniają obiektywizm w weryfikacji postawionych hipotez.

Aspektem, który rodzi pewne wątpliwości w kontekście przedstawionych wyników badań jest pominięcie kwestii zrównoważonego zarządzania, w tym orientacji proekologicznej. W mojej ocenie jednym z głównych czynników sukcesu przyszłych modeli biznesowych będzie kreowanie wartości ekologicznych. Czynnikiem ten wydaje się być szczególnie ważny w przypadku branży motoryzacyjnej. W wielu opracowaniach poświęconych Przemysłowi 4.0 orientacja proekologiczna traktowana jest jako integralna część rozwiązań technologicznych.

Niezależnie od powyżej uwagi, która w znacznym stopniu ma charakter dyskusyjny, chcę podkreślić, że zarówno charakterystyka omawianej problematyki w części teoretycznej, jak i wyniki badań, zostały zaprezentowane w sposób poprawny. Zastosowane metody analizy są adekwatne do charakteru materiału empirycznego oraz zakresu badania. Przedstawione wyniki badań dostarczają cennej wiedzy, dotyczącej budowania przewagi technologicznej w warunkach Przemysłu 4.0. Stwierdzam, że Autor rozwiązał postawiony w pracy problem badawczy oraz potwierdził umiejętność prowadzenia badań naukowych.

V. Ocena struktury oraz strony formalnej pracy

Rozprawa doktorska mgra Bartłomieja Lisowskiego spełnia wymogi formalne stawiane tego typu pracom i jest bardzo dobrze przygotowana pod względem edytorskim. Pracę charakteryzuje poprawna i spójna struktura. Objętość rozdziałów jest porównywalna. Treść rozdziałów jest adekwatna do ich tytułów. Używana w pracy terminologia jest zgodna z obowiązującą w literaturze przedmiotu. Bibliografia została przygotowana zgodnie z obowiązującymi standardami i obejmuje aż 413 pozycje. Źródła są aktualne i powiązane z problematyką pracy. Wszystkie źródła bibliograficzne były powoływane w tekście. Powołania właściwie zamieszczano w pracy.

Rozprawa zawiera także 48 rysunków i 78 tabel. Schematy te są powiązane z tekstem i zwiększają przejrzystość prezentowanych treści. Warto także podkreślić dużą liczbę autorskich rysunków, tabel i wykresów, występujących zarówno w części empirycznej, jak i teoretycznej pracy.

Praca została napisana w j. angielskim. W mojej ocenie praca jest poprawnie przygotowana językowo. Zdania są krótkie i komunikatywne. Autor konsekwentnie używa przyjętą w pracy terminologię. Pracę dobrze się czyta. Chcę jednak zaznaczyć, że nie jestem osobą biegłą w zakresie j. angielskiego.

VI. Konkluzja

Podsumowując recenzję rozprawy doktorskiej mgra Bartłomieja Lisowskiego stwierdzam, że jest ona opracowaniem naukowym o znacznych walorach zarówno poznawczych, jak i użytkowych, przedstawiającym wyniki badań w zakresie budowania przewagi technologicznej oraz zależności poziomu przewagi konkurencyjnej od

poziomu przewagi technologicznej. Praca i przeprowadzone w jej ramach badania wskazują na:

- oryginalność rozwiązania problemu naukowego, opartego na zaprojektowanych samodzielnie badaniach;
- umiejętność prowadzenia pracy naukowej,
- posiadanie przez Autora rozprawy ogólnej wiedzy teoretycznej w zakresie dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana przeze mnie praca doktorska mgra Bartłomieja Lisowskiego pt: ***Conditions for Building a Technological Advantage of Smart Enterprises in the Age of Industry 4.0***, spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2018, poz. 1668, z późn. zm) i wnoszę do Rady ds. Stopni Naukowych Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej o jej dopuszczenie do publicznej obrony. Biorąc pod uwagę znaczenie podjętego w pracy problemu oraz zakres i wysoki poziom badań empirycznych wnioskuję do Wysokiej Rady o **wyróżnienie pracy stosowną nagrodą**.

Nawiązując jednocześnie do ograniczeń podjętych badań oraz uwag przedstawionych w niniejszej recenzji formułuję następujące pytania do dyskusji w trakcie publicznej obrony:

- 1) Czy przedstawiona w pracy koncepcja budowania przewagi technologicznej w warunkach Przemysłu 4.0 ma uniwersalny charakter i może być również wykorzystywana przez przedsiębiorstwa z różnych branż, nie tylko z branży motoryzacyjnej?
- 2) Jaką rolę odgrywa orientacja proekologiczna w budowaniu przewagi technologicznej i konkuroowaniu w warunkach Przemysłu 4.0?
- 3) Czym będzie różniło się przedsiębiorstwo SMART zapowiadanej ery Przemysłu 5.0 od przedsiębiorstwa ery Przemysłu 4.0?



/Bernard Ziębicki/