



Białystok, 10 lipca 2023 roku

dr hab. inż. Katarzyna HALICKA, prof. PB

Wydział Inżynierii Zarządzania

Politechnika Białostocka

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra Adama OLSZEWSKIEGO

pt. *Model gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia bliźniaka cyfrowego*

### 1. Podstawa opracowania recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgra Adama OLSZEWSKIEGO zatytułowana *Model gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia bliźniaka cyfrowego* (dziedzina: nauki społeczne, dyscyplina: nauki o zarządzaniu i jakości). Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Paweł PAWLEWSKI, prof. PP, a promotorem pomocniczym dr inż. Karolina WERNER-LEWANDOWSKA.

Recenzja została opracowana na zlecenie Dziekan Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej – dr hab. Hanny WŁODARKIEWICZ-KLIMEK, prof. PP z dnia 15 maja 2023 roku (nr WIZ-08/82/2023) w związku z powołaniem mnie Uchwałą nr 81/2020-2024 Rady Dyscypliny Naukowej Nauki o Zarządzaniu i Jakości Politechniki Poznańskiej na recenzenta przedmiotowej rozprawy doktorskiej.

Recenzja stanowi element postępowania o nadanie mgr. Adamowi OLSZEWSKIEMU stopnia naukowego doktora nauk społecznych w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości.

### 2. Charakterystyka ogólna rozprawy

Recenzowana rozprawa mieści się w szeroko rozumianej problematyce gotowości organizacji w zakresie danych, technologii oraz zarządzania danymi jako zasobami cyfrowymi przedsiębiorstwa. Obiektem zainteresowania Pana mgr. Adama OLSZEWSKIEGO są przedsiębiorstwa planujące wdrożenie bliźniaka cyfrowego (BC), ze szczególnym uwzględnieniem aspektów gotowości

przedsiębiorstwa, jego danych, technologii oraz procesów zarządzania danymi. Poruszana w dysertacji problematyka jest umiejscowiona w naukach o zarządzaniu i jakości, w subdyscyplinach: zarządzanie wiedzą i zarządzanie innowacjami (poziom operacyjny) oraz zarządzanie produkcją i technologią (poziom funkcjonalny)<sup>1</sup>.

Uzasadniając wybór problematyki badawczej, Autor wskazał następujące przesłanki:

- „Pozorna łatwość przeprowadzenia w przedsiębiorstwie transformacji cyfrowej, polegającej na zakupieniu i wdrożeniu narzędzia cyfrowego w znacznej części prowadzi do duplikowania zadań, pomijania istotnych danych, wykrzywiania i wydłużania procesów i procedur, niezrozumienia celów przez zespoły wdrażające i w rezultacie do zwiększenia kosztów operacyjnych” (s. 16).
- „Istniejące modele gotowości przedsiębiorstw, opracowane głównie z myślą o dojrzałych cyfrowo gospodarkach amerykańskiej i zachodnioeuropejskich, ignorują charakterystyczne dla słabo rozwiniętych cyfrowo przedsiębiorstw czynniki zarządzania danymi, kluczowe przy wdrażaniu cyfrowych bliźniaków, takie jak ograniczenia kompetencyjne na wszystkich szczeblach organizacji, niespójna i rozproszona wiedza i dane w przedsiębiorstwie, niestabilność ram prawnych oraz dynamicznie zmieniająca się sytuacja finansowa i organizacyjna” (s. 18).
- Konieczność uzupełnienia w kontekście dynamicznie rosnącej aktywności przedsiębiorstw w zakresie transformacji narzędzi zarządzania wdrożeniem technologii Przemysłu 4.0, takich jak cyfrowy bliźniak (s. 3).
- Konieczność neutralizacji niepewności „związanej z podjęciem przez przedsiębiorstwo decyzji o zakresie i skali wdrożenia BC” (s. 20).
- „Niedobory tak w literaturze, jak i w istniejących modelach gotowości przedsiębiorstw, a także brak odniesienia ich do adekwatności zakresu, skali i narzędzi cyfryzacji do oczekiwanych rezultatów (s. 20).
- Konieczność opracowania modelu gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia bliźniaka cyfrowego zawierającego m.in. ocenę dojrzałości przedsiębiorstwa w zakresie zarządzania danymi (s. 20).

---

<sup>1</sup> Komitet Nauk Organizacji i Zarządzania PAN, Subdyscypliny w Naukach o Zarządzaniu i Jakości 2.0; [https://knoiz.pan.pl/images/stories/pliki/pdf/Subdyscypliny\\_nauk\\_o\\_zarządzaniu\\_i\\_jakoci.pdf](https://knoiz.pan.pl/images/stories/pliki/pdf/Subdyscypliny_nauk_o_zarządzaniu_i_jakoci.pdf), [data wejścia: 10.07.2023].

Uwzględniając powyższe, Autor słusznie zauważa potrzebę opracowania modelu gotowości, służącego określeniu stanu gotowości przedsiębiorstwa do uruchomienia wdrożenia BC i stanu docelowego z uwzględnieniem adekwatności i efektywności planowanego wdrożenia (s. 22).

Zaproponowany tytuł opiniowanej rozprawy *Model gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia bliźniaka cyfrowego* odpowiada jego treści i jednoznacznie określa rozważany problem i zakres badań podjętych przez Autora.

Temat ma cechy dysertabilności, to znaczy jest oryginalny i istotny z punktu widzenia aktualnych trendów badawczych.

### 3. Struktura pracy

Recenzowana rozprawa liczy 172 strony, z czego 150 stron stanowi tekst zasadniczy. Struktura pracy obejmuje siedem rozdziałów zatytułowanych kolejno: 1. *Przesłanki podjęcia tematu dysertacji*; 2. *Badanie literatury*; 3. *Dojrzałość zarządzania danymi na potrzeby wdrożenia bliźniaka cyfrowego – ujęcie literaturowe*; 4. *Środowisko funkcjonowania bliźniaka cyfrowego – ujęcia literaturowe*; 5. *Model gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia bliźniaka cyfrowego – ujęcie teoretyczne*; 6. *Model gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia BC – ujęcie praktyczne*; 7. *Wnioski końcowe i kierunki dalszych badań*.

Struktura recenzowanej rozprawy w większości jest prawidłowa, w sensie logiki i zasadności prezentowanych treści. Dwa rozdziały (3. *Dojrzałość zarządzania danymi na potrzeby wdrożenia bliźniaka cyfrowego – ujęcie literaturowe*; 4. *Środowisko funkcjonowania bliźniaka cyfrowego – ujęcia literaturowe*) o charakterze teoretyczno-przeładowym stanowią, z jednej strony, wprowadzenie do podjętego przez Autora tematu badawczego, z drugiej podstawę do badań własnych Autora, których wyniki zawarto w rozdziale piątym i szóstym. W rozdziale pierwszym przedstawiono uzasadnienie podjęcia tematu, cel i zakres pracy, a w rozdziale drugim szczegółowo omówiono procedurę przeglądu literatury. Moje zastrzeżenie budzi nierównomierne rozłożenie treści w poszczególnych rozdziałach oraz podrozdziałach. Przykładowo, rozdział czwarty obejmuje 39 stron, a rozdziały drugi – 10 stron oraz piąty – 14 stron. Uważam, że treści z rozdziału drugiego mogły być przedstawione w jednym rozdziale pierwszym. Z kolei treści z rozdziału piątego i szóstego powinny być zawarte w jednym rozdziale.

W mojej opinii rozdział 7. *Wnioski końcowe i kierunki dalszych badań* nie powinien być numerowany.

Na uwagę i podkreślenie zasługuje rysunek 1.2 *Struktura dysertacji* (s. 29). Autor bardzo klarownie i przejrzysto zobrazował tytuły poszczególnych rozdziałów z ich zawartością (wymienioną punktowo, syntetycznie) oraz powiązał to z fazami procesu badawczego: koncepcyjną, poznawczą, projektową, weryfikacji oraz podsumowującą.

Literatura przedmiotu liczy 146 pozycji. Zdecydowana większość jest to literatura zagraniczna, zaledwie 5 pozycji bibliograficznych odnosi się do literatury polskiej (wynika to oczywiście z tematyki pracy opisywanej przed wszystkim w literaturze zagranicznej). Literatura przedmiotu jest aktualna i zgodna z tematyką rozprawy doktorskiej.

#### 4. Luka badawcza, problem badawczy, cele i hipotezy badawcze oraz ich oryginalność

Przeprowadzone przez mgr. Adama OLSZEWSKIEGO studia literaturowe pozwoliły na zdefiniowanie luki badawczej „w obszarze metodyki pozwalającej na neutralizację niepewności związanej z podjęciem przez przedsiębiorstwo decyzji o zakresie i skali wdrożenia BC” (bliźniaka cyfrowego) (s. 20). Autor zauważył „niedobory tak w literaturze, jak i w istniejących modelach gotowości przedsiębiorstw, a także brak odniesienia ich do adekwatności zakresu, skali i narzędzi cyfryzacji do oczekiwanych rezultatów” (s. 20).

W mojej opinii Autor nie sformułował precyzyjnie i jednoznacznie problemów badawczych (mimo, że w dysertacji jest podrozdział 1.4 zatytułowany *Problem badawczy*, s. 23-24). Autor jednak poprawnie sformułował pięć pytań badawczych (s. 24):

PB1. Jakie wymiary gotowości przedsiębiorstw decydują o zasadności wdrożenia bliźniaka cyfrowego?

PB2. Czym jest dojrzałość przedsiębiorstwa w zakresie zarządzania danymi?

PB3. Jakie parametry można wyróżnić w zakresie gotowości danych, gotowości technologii i dojrzałości zarządzania danymi?

PB4. Jak ocenić stan gotowości przedsiębiorstwa w kontekście wdrażania cyfrowego bliźniaka?

PB5. Jak poprawić użyteczność wyników oceny gotowości przedsiębiorstwa w kontekście wdrażania BC?

Proponowałaby następujący zapis w dysertacji: Problemy badawcze zostały sformułowane w formie



pytań badawczych:

PB1: Jakie wymiary gotowości przedsiębiorstw decydują o zasadności wdrożenia bliźniaka cyfrowego?

PB2: Czym jest dojrzałość przedsiębiorstwa w zakresie zarządzania danymi?

PB3: ...

Głównym celem rozprawy doktorskiej było opracowanie modelu gotowości, służącego określeniu stanu gotowości przedsiębiorstwa do uruchomienia wdrożenia BC i stanu docelowego z uwzględnieniem adekwatności i efektywności planowanego wdrożenia.

Cel główny został doprecyzowany poprzez trzy cele szczegółowe (Autor w rozprawie nazwał je zadaniami badawczymi, s. 22; chociaż zastosował akronimy C1-C3):

C1: zdefiniowanie wymiarów aktywności przedsiębiorstwa, wpływających na wdrożenie cyfrowego bliźniaka;

C2: zidentyfikowanie parametrów oceny stanu przedsiębiorstwa w wymiarach dotyczących wdrażania cyfrowego bliźniaka;

C3: określenie poziomów ryzyka i efektywności wdrożenia cyfrowego bliźniaka.

Pytania badawcze, cel główny oraz cele szczegółowe (nazwane przez Autora zadaniami) zostały poprawnie sformułowane. Pożądanym rozwiązaniem byłoby powiązanie szczegółowych pytań badawczych (problemów badawczych) z celami szczegółowymi pracy, a celów pracy ze strukturą pracy. Zidentyfikowane przez Autora cele charakteryzują się oryginalnością.

W mojej opinii w recenzowanej pracy jest nieprawidłowa kolejność: celów pracy oraz pytań badawczych. Uważam, że początkowo w rozprawie należy zidentyfikować lukę badawczą – co zostało przez Autora poprawnie wykonane. Następnie należało sformułować problemy badawcze, np. w postaci pytań badawczych (PB1-PB2 – pytania zostały prawidłowo sformułowane) a dopiero później należało sformułować cele. Odpowiedzią na pytania badawcze jest osiągnięcie celów rozprawy.

Autor nie sprecyzował klarownie metodyki prac nad doktoratem. Przedstawił natomiast metodę realizacji celu dysertacji (s. 24-28). W mojej opinii należałoby sformułować zadania badawcze umożliwiające osiągnięcie założonych celów czy też przyporządkować celom pracy konkretne metody i narzędzia badawcze oraz powiązać cele pracy z poszczególnymi częściami pracy zaznaczając

jednoznacznie, które cele odnoszą się do części teoriopoznawczej, a które do badawczej.

## 5. Ocena merytoryczna rozprawy

Ocenę merytoryczną rozprawy dokonałam analizując zakres merytoryczny treści poszczególnych rozdziałów pracy. Zachowuję numerację podaną przez Autora.

W rozdziale 1 Autor początkowo wskazuje na ważność tematyki związanej z bliźniaki cyfrowymi oraz podaje zasadność zajęcia się tym obszarem badawczym. Następnie przedstawia przedmiot badań, cel badawczy, pytania oraz metody realizacji celu dysertacji. Przedstawia także strukturę dystrakcji.

W dysertacji podana jest w bardzo klarowny sposób struktura dysertacji (rysunek 1.2) oraz cykl badawczy składający się z 11 kroków (rysunek 1.1). Jednak podane w cyklu badawczym jedenaście kroków nie zostały w żaden sposób powiązane ze strukturą dysertacji, z podanymi tutaj pięcioma fazami procesu. Przykładowo na rysunku 1.2 powinny być jeszcze zaznaczone kroki z cyklu badawczego. Poza tym w rozdziale 1.6 wymieniono tylko metody badawcze wykorzystywane w pracy (tylko 3 metody badawcze) nie zostały one w żaden sposób powiązane z prezentowanym cyklem badawczym, czy też ze strukturą pracy.

W mojej opinii brakuje również powiązania między celami pracy, a wykorzystywanymi metodami badawczymi. Dobrą praktyką jest przyporządkowanie pytań badawczych celom pracy oraz podanie konkretnych metod, technik i narzędzi badawczych umożliwiających osiągnięcie tych celów oraz powiązanie celów pracy z poszczególnymi częściami pracy zaznaczając jednoznacznie, które cele odnoszą się do części teoriopoznawczej, a które do badawczej.

Rozdział 2 stanowi podsumowanie przeprowadzonych przez Autora studiów literaturowych. Początkowo Autor przedstawił całą procedurę przeglądu literatury. Następnie szczegółowo omówił poszczególne jej etapy: planowanie, wyszukiwanie, analizę oraz wnioskowanie. Przegląd literatury dokonano na podstawie publikacji z baz Web of Science oraz Scopus. Autor bardzo szczegółowo przedstawił cały ten proces, wskazał nawet liczbę publikacji z danego zakresu. Przykładowo z tylko z zakresu „industry 4.0 AND management AND model” zidentyfikowano w bazie WoS 2 260 a w bazie Scopus 1 726. Część z tych publikacji znajduje się w obu bazach. Jednak zabrakło ważnej informacji ile ostatecznie było branych pod uwagę publikacji i z jakiej bazy.

Studia literaturowe, których wyniki zostały przedstawione w rozdziale 3 służyły poszukiwaniu odpowiedzi na trzy pytania badawcze: PB1. Jakie wymiary gotowości przedsiębiorstw decydują o zasadności wdrożenia bliźniaka cyfrowego?; PB2. Czym jest dojrzałość przedsiębiorstwa w zakresie zarządzania danymi?; PB3. Jakie parametry można wyróżnić w zakresie gotowości danych, gotowości technologii i dojrzałości zarządzania danymi?. W rozdziale tym początkowo Autor zdefiniował pojęcie dojrzałości w kontekście BC. Zestawił też w tabeli 3.1 i omówił definicje modelu dojrzałości. Porównał też te modele pod kątem liczby poziomów dojrzałości oraz parametrów. Wskazał różnice między poziomem dojrzałości a gotowości. Opisał również koncepcje gotowości do dojrzałości przedsiębiorstw. Najważniejszym osiągnięciem tej części pracy są przedstawione przesłanki budowy autorskiego modelu gotowości do wdrożenia BC.

Z uwagi na fakt, że rozdział ten dotyczy dojrzałości i gotowości przedsiębiorstw w kontekście wdrażania bliźniaków cyfrowych uważam, że powinien być poprzedzony wyjaśnieniem pojęć, zakresu funkcjonowania BC (informacje te zostały przedstawione w kolejnym rozdziale). Rozdział 3 powinien być zamieniony kolejnością z rozdziałem 4.

W rozdziale 4 przedstawiono obszerne studia literaturowe z zakresu bliźniaków cyfrowych. Autor początkowo wyjaśnia pojęcia związane z bliźniakiem cyfrowym, podaje ich cechy i funkcjonalność, obszary ich zastosowań. Następnie przedstawia wymagania związane z budowaniem bliźniaków cyfrowych. Podaje też konkretne przykłady BC. W mojej opinii jest bardzo wartościowy rozdział, który wyjaśnia cel, zakres oraz sposób działania funkcjonowanie BC. Jednak powinien on znaleźć się przed rozdziałem 3 – dotyczącym modelu dojrzałości w kontekście BC.

Rozdział 5 rozprawy dotyczy autorskiego teoretycznego modelu gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia BC (RM4DT). Najważniejszym osiągnięciem tej części pracy jest wypracowany przez Autora teoretyczny model gotowości do wdrożenia BC. Początkowo Autor zaprezentował model graficzny gotowości. Zdaniem Autora (s. 105) model ten składa się z „dwóch elementów: a) diagramu procesów modelu gotowości, B) wielowymiarowej przestrzeni wektorów zmiany gotowości przedsiębiorstwa” (rys. 5.2). Mam jednak wątpliwości, w którym miejscu w dysertacji został zaprezentowany pierwszy element modelu graficznego „diagram procesów modelu gotowości”. Czy „diagram procesów modelu gotowości” to diagram przebiegu procesu podejmowania decyzji w modelu gotowości RM4DT (rys. 5.1)? Czy zdaniem Autora są to sformułowania jednoznaczne? Jeśli to są sformułowania jednoznaczne to czy w takim razie model graficzny nie jest też modelem decyzyjnym (podrozdział 5.4)? Bardzo

proszę o doprecyzowanie, co jest modelem graficznym (zbudowanym z dwóch elementów) i w którym miejscu w dysertacji zostało to zaprezentowane. Następnie Autor zaprezentował też model formalny RM4DT, który stanowi matematyczno-logiczną reprezentację modelu gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia BC. W mojej opinii model ten został przedstawiony w dosyć skomplikowany i niejednoznaczny sposób. Zdaniem Autora „model formalny służy ustrukturyzowaniu relacji wymiarów, parametrów i stanów gotowości modelu w postaci liczbowej oraz umożliwia matematyczne przedstawienie adekwatności i efektywności planowanych przez przedsiębiorstwo zmian w odniesieniu do oczekiwanych korzyści” (s. 109). Po przeczytaniu rozdziału nie do końca wiadomo co stanowi model formalny. Czy są to równania (2), 3 i (4)? Jakie znaczenie w takim razie w modelu formalnym mają równia GAz, GBZ, GCz i Gz? W związku z tym bardzo proszę o przedstawienie w sposób klarowny (wzoru, schematu, tabeli, itd.) modelu formalnego. Autor zaprezentował również model decyzyjny. W tej części dysertacji Autor przedstawił sekwencję czynności, podejmowanych przez przedsiębiorstwo w celu oceny adekwatności i efektywności wdrożenia BC. Zdaniem Autora sekwencje te „przedstawiono w sposób graficzny w sekcji ‘Model graficzny’”. Tylko model graficzny (rys. 5.1, s. 106) zawiera 5 etapów, nazwanych odpowiednio: Planowanie wdrożenia BC w przedsiębiorstwie; Ustalenie obszarów wdrożenia oraz celów biznesowych i technicznych; Ocena zastanych wartości parametrów gotowości, Weryfikacja adekwatności planowych zmian do oczekiwanych korzyści; Wskazanie oczekiwanych wartości paramentów gotowości; Decyzja o wdrożeniu/rezygnacja z wdrożenia. Z kolei prezentowanych sekwencji jest 7 (s. 117). Mam świadomość, że opisywane sekwencje są uszczegółowieniem procesu decyzyjnego. Jednak w mojej opinii powinny być one jednoznacznie powiązane z etapami. Tym bardziej, że sam Autor twierdzi, że przedstawiono je w sposób graficzny w sekcji ‘Model graficzny’”. Poza tym niezrozumiałe jest dlaczego wspomniany diagram jest na stronie 106 w podrozdziale 5.2 Model graficzny, a uszczegółowienie diagramu (sekwencje) dopiero na stronie 117 w podrozdziale Model decyzyjny.

W rozdziale 6 zaprezentowano zastosowanie autorskiego modelu RM4DT. Model został wykorzystany przez trzy przedsiębiorstwa różniące się branżą, rodzajem prowadzonej działalności, wielkością zatrudniania oraz przychodami netto. Początkowo Autor przedstawił proces zastosowania tego modelu (rys 6.). Następnie w kolejnych podrozdziałach szczegółowo opisał zastosowanie tego modelu odpowiednio w przedsiębiorstwie: handlowym, usługowym oraz produkcyjnym. W mojej opinii rozdział ten został bardzo dobrze opracowany. Cały proces zastosowania autorskiego modelu



RM4DT został zrozumiale, klarownie omówiony. Otrzymane wyniki zostały też zinterpretowane. W opinii jest to bardzo wartościowy materiał badawczy. Sposób przygotowania tego rozdziału świadczy o bardzo dużej dojrzałości badawczej Autora. Do rozdziału 6 nie mam żadnych krytycznych uwag i zastrzeżeń.

W rozdziale 7 Autor przedstawił wnioski końcowe oraz kierunki dalszych badań. Początkowo zestawiał, zebrał w sposób syntetyczny i jednoznaczny w jednym podrozdziale wszystkie odpowiedzi na pytania badawcze (jest to bardzo dobra praktyka). Następnie wskazał kierunki dalszych badań.

Do najważniejszych osiągnięć naukowych z przeprowadzonego postępowania badawczego należy zaliczyć:

- bardzo dobrze przygotowana procedura badania literatury;
- bardzo dobre umiejscowienie podjętej problematyki w kontekście studiów literatury krajowej i zagranicznej;
- autorski model gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia BC (RM4DT);
- opracowanie czytelnej, wielowymiarowej przestrzeni wektorów zmiany gotowości przedsiębiorstwa (rys. 5.2) – w mojej opinii jest to model graficzny RM4DT;
- precyzyjnie opisany proces walidacji modelu RM4DT;
- szczegółowe i klarownie przedstawienie zastosowania autorskiego modelu RM4DT w trzech różnych przedsiębiorstwach;
- zastosowanie metod, wywodzących się z nauk technicznych, jak relacyjna baza danych oraz ontologie semantyczne, do uporządkowania procesów zarządzania danymi, wykorzystywanymi przez bliźniaka cyfrowego;
- precyzyjna i czytelna odpowiedź na postawione pytania badawcze;
- umiejętność analizy i wnioskowania.

Do słabych stron przeprowadzonego przez mgr. Adama OLSZEWSKIEGO postępowania badawczego należy zaliczyć:

- brak klarownie (np. w postaci rysunku, tabeli) przedstawionej metodyki prac nad doktoratem (powiązanej z pytaniami badawczymi, celami pracy i wykorzystywanymi metodami, technikami i narzędziami);

- niejasności w prezentacji graficznego modelu gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia BC;
- nieprecyzyjność w przedstawieniu modelu formalnego RM4DT.

Podczas publicznej obrony rozprawy doktorskiej proszę odnieść się do pytania:

1. Jakie są ograniczenia i słabości autorskiego modelu gotowości do wdrożenia bliźniaka cyfrowego;
2. Czy zastosowanie przez przedsiębiorstwa autorskiego modelu RM4DT wymaga specjalistycznej wiedzy, metod, narzędzi, specjalnej komórki w organizacji? Czy możliwe jest zbadanie gotowości przedsiębiorstwa do wdrożenia bliźniaka cyfrowego przez pracowników zatrudnionych w przedsiębiorstwie bez wcześniejszego ich przeszkolenia?

## 6. Ocena rozprawy pod względem techniczno-redakcyjnym

Pod względem techniczno-redakcyjnym praca została napisana poprawnie, estetycznie i logicznie. Wśród błędów edycyjnych należy wymienić nie zawsze poprawnie stosowanie łącznika. Zamiast półpazy „-” Autor używa łącznika „-”, przykładowo: „(..) poznawczym - polegającym na analizie materiałów wtórnych (...)”, s. 22; “(...) utylitarnym - polegającym na (...)”, s. 22; „(...) pierwszą część badań - przegląd literatury - zrealizowano w czterech etapach, obejmujących planowanie, wyszukiwanie, analizę oraz wnioskowanie (...)”, s. 32. W mojej opinii zaimki nie powinny znajdować się na końcu wiersza, należy je przenosić do kolejnego (s. 3, 4, 15, 16, ...).

W pracy występuje wiele rysunków i tablic, ale są one przedstawione w bardzo czytelny sposób. Autor odnosi się też bezpośrednio w tekście rozprawy do wszystkich tablic i rysunków. Do każdego rysunku i tablicy odwołuje się bezpośrednio w tekście, na przykład poprzez sformułowania typu: „..... przedstawia rysunek X.Y”, „.... przedstawia tabeli X.Y” lub poprzez podanie numeru rysunku czy numeru tablicy na końcu zdania.

Zauważone przeze mnie błędy o charakterze językowym mają charakter jednostkowy.

## 7. Wniosek końcowy

Mimo wskazanych drobnych niedociągnięć rozprawa spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim, jest poprawna pod względem formalnym i merytorycznym. Za najistotniejsze walory poznawcze recenzowanej pracy należy uznać:



- ważność podjętej tematyki badawczej;
- przeprowadzanie gruntowych badań literaturowych z zakresu: dojrzałości, modeli gotowości oraz bliźniaków cyfrowych;
- własne badania, których celem było opracowanie jest modelu gotowości do wdrożenia bliźniaków cyfrowych – RM4DT (z ang.: RM4DT – Readiness Model for Digital Twin);
- opracowanie trzech wymiarów aktywności przedsiębiorstw, wpływających na powodzenie wdrożenia bliźniak cyfrowego;
- zidentyfikowanie, a następnie poddanie walidacji z udziałem przedsiębiorców, parametrów oceny stanu przedsiębiorstwa w wymiarach dotyczących wdrożenia BC;
- dokonanie kwantyfikacji poziomów ryzyka i efektywności wdrożenia bliźniaka cyfrowego.

Autor rozprawy podjął się rozwiązania oryginalnego problemu naukowego, dotychczas nierozpoznanego w literaturze przedmiotu.

Za istotny, a tym samym oryginalny walor naukowy recenzowanej rozprawy doktorskiej należy uznać podjętą przez Autora próbę zbudowania modelu RM4DT, służącego określeniu stanu gotowości przedsiębiorstwa do uruchomienia wdrożenia BC i stanu docelowego z uwzględnieniem adekwatności i efektywności planowanego wdrożenia.

Recenzowana rozprawa Pana mgr. Adama OLSZEWSKIEGO spełniła wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie obowiązującymi w tym zakresie przepisami prawnymi, w zakresie wykazania się przez Kandydata ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej nauki o zarządzaniu i jakości oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Recenzowana praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Uwzględniając fakt, że Pan mgr Adam OLSZEWSKI podjął się aktualnej i ważnej problematyki naukowej oraz zrealizował przyjęte cele rozprawy, wnoszę o dopuszczenie do kolejnych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora nauk społecznych w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości.

*Katarzyna Halicka*

dr hab. inż. Katarzyna Halicka, prof. PB