

Częstochowa, 03 luty 2023r.

dr hab. inż. Robert KUCEBA *Prof. PCz*
Z-ca Kierownika Katedry Informatycznych Systemów Zarządzania
Wydział Zarządzania
Politechnika Częstochowska

RECENZJA

dysertacji doktorskiej Mgr Maciej WACH

nt.:

**„MODEL ZASTOSOWANIA ANALIZY
PREDYKCYJNEJ W OBSZARZE ZARZĄDZANIA
PORTFELAMI PROJEKTÓW INWESTYCYJNYCH
KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.”**

Promotor: dr hab. Iwona Chomiak-Orsa Prof. UEW.



1. PODSTAWY WYKONANIA RECENZJI

Zlecenie Dziekana Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, dr hab. Estery Krzeszowskiej prof. UEW, z dnia 06 grudnia 2022r., na podstawie uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, z dnia 24 listopada 2022r.

2. OCENA ZAKRESU PROBLEMU NAUKOWEGO I BADAWCZEGO W DYSERTACJI DOKTORSKIEJ

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska, dotyczy istotnych i aktualnych problemów poznawczo-badawczych z zakresu zarządzania portfelami projektów inwestycyjnych w organizacjach gospodarczych, w szczególności w korporacjach na przykładzie KGHM Polska Miedź S.A.

Skupienie poznawczo-badawcze dotyczy identyfikacji, analizy i oceny metod oraz narzędzi stosowanych w zarządzaniu portfelami projektów inwestycyjnych, z uwzględnieniem analityk predykcyjnych. Wymierną wartością opiniowanej dysertacji doktorskiej było opracowanie, testowanie, walidacja i weryfikacja autorskiego modelu predykcyjnego wykorzystującego techniki uczenia maszynowego – modelu wsparcia procesów decyzyjnych w obszarze zarządzania portfelami i projektami inwestycji rzeczowych, w badanym przedsiębiorstwie wydobywczym.

Dobór tematyki określonej w tytule dysertacji jest swoiście aktualny, uzasadniony z uwagi na wielowymiarowość czynników kształtujących zarządzanie projektami inwestycyjnymi. Doktorant w sposób uzasadniony stwierdza, że istotnym problemem zarządzania portfelami projektów inwestycyjnych jest ocena czasu trwania projektów oraz określenie rozkładu budżetu niezbędnego do realizacji tych projektów. Powyższe istotne jest między innymi z punktu występujących niejednokrotnie, tzw. korzyści utraconych, wynikających z niewykorzystanych środków zarezerwowanych w budżetach przedsiębiorstw. Autor dysertacji doktorskiej, konstatuje, że obecnie w zarządzaniu portfelami projektów inwestycyjnych decyzje podejmowane są na bazie wiedzy eksperckiej kierowników projektów. Celem zagregowania tej wiedzy i poprawy procesów decyzyjnych, w sposób właściwy uzasadniono, że coraz częściej istotnym narzędziem wsparcia menedżerów oraz decydentów zarządzających portfelami inwestycyjnymi jest właśnie analityka predykcyjna, wspierana przez

zaawansowane narzędzia i techniki zaliczane do sztucznej inteligencji. Na podstawie przeprowadzonej kwerendy literaturowej Doktorant, podejmuje próbę uzasadnienia luki poznawczej, dotyczącej w przypadku obecnych analityk predykcyjnych, braku odniesień do portfeli projektów, parametryzowania projektów oraz raportowania celem ich wykorzystania, jako źródła wiedzy wejściowej w kolejnych przedsięwzięciach inwestycyjnych.

W szczególności, optyka poznawcza wynikająca z części „teoripoznawczej” dysertacji doktorskiej, dotyczy identyfikacji metod i narzędzi zarządzania portfelami i projektami, zwłaszcza inwestycyjnymi. Doktorant, przeprowadził identyfikację, dyskurs naukowy w zakresie analizy wielokryterialnej zarządzania portfelami projektów inwestycyjnych. W sposób właściwy, w kontekście tematyki zawartej w tytule dysertacji doktorskiej, Autor zestawiał i opisał systemy wsparcia decyzji w przyjętym zakresie, a także techniki i narzędzia analityk predykcyjnych, z uwzględnieniem wybranych algorytmów uczenia maszynowego. Wymierną wartością analiz przeprowadzonych na bazie kwerendy dokumentów zastanych, była identyfikacja warunków, kryteriów, niezbędnej ustrukturalizowanej wiedzy, dla wdrożenia proponowanej analityki predykcyjnej w KGHM Polska Miedź SA.

Z kolei, w części którą uznaje się jako badawczą, empiryczną, zidentyfikowano i dokonano oceny kluczowych predyktorów, opracowano i zamodelowano scenariusze decyzyjne, będące „wsadem” do opracowanych modeli analityk biznesowych wsparcia zarządzania portfelami projektów inwestycyjnych. Pozytywnie ocenia się przeprowadzoną weryfikację zaproponowanego modelu przeprowadzoną w grupie Ekspertów.

Opiniowanej dysertacji doktorskiej przypisuje się również użyteczność, poprzez wprowadzone rekomendacje dla wdrożeń analizy predykcyjnej w obszarze zarządzania portfelami rzeczowych projektów inwestycyjnych, w badanej spółce wydobywczej.

Powołując się na powyższą dyskusję przeprowadzoną w tej części opinii stwierdzam, że luka badawcza, problem naukowo-badawczy są aktualne i poprawnie uzasadnione. Zakres poznawczy oraz badawczy wpisuje się w dyscyplinę Nauki o Zarządzaniu i Jakości.

2.1. STRUKTURA ROZPRAWY

Zasadniczo układ dysertacji doktorskiej jest logiczny. Opiniowana praca składa się z 372 stron maszynopisu, łącznie z: bibliografią, spisem rysunków oraz spisem tabel. W pracy, celem podniesienia jej jakości, czytelności uzyskanych wyników badań oraz przeprowadzonych analiz - wprowadzono 99 tabel oraz 69 rysunków. W portfelu bibliograficznym Autor dysertacji doktorskiej wprowadza 218 pozycji bibliograficznych,

w tym 204 publikacje zwarte, 11 dokumentów wewnętrznych badanej spółki oraz 3 pozycje internetowe. Wszystkie pozycje bibliograficzne wpisują się w zakres tematyczny rozprawy doktorskiej określony w tytule. Ponadto, należy wskazać, że w portfelu bibliograficznym 194 pozycje są anglojęzyczne (co stanowi 89% całości). Oczywiście bardzo pozytywnie ocenia się zbudowanie portfela w oparciu o pozycje anglojęzyczne. Natomiast, pod dyskusję należy poddać, dlaczego Autor pominął pozycje w języku polskim, w szczególności tych badaczy którzy są uznani w środowisku naukowym, jako Autorzy periodyków naukowych w zakresie analiz predykcyjnych, modeli decyzyjnych - opracowanych między innymi z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, w tym uczenia maszynowego czy głębokiego uczenia.

Zasadnicza część pracy składa się z „Wstępu”, siedmiu rozdziałów oraz z "Zakończenia", będącego jednocześnie podsumowaniem dysertacji. W opiniowanym opracowaniu wprowadzono części: teoriopoznawczą, empiryczną oraz utylitarną. Trudno jednakże, jednoznacznie odseparować te części w kontekście rozdziałów. Treści teoriopoznawcze zasadniczo wprowadzone zostały w pierwszych czterech rozdziałach opiniowanej rozprawy. Przy czym treści te są uzupełnianie o tematyczne, konwergentne studia przypadków w badanej spółce wydobywczej. Pomimo tej uwagi, *stricte* o charakterze dyskusyjnym, część teoriopoznawcza stanowi uporządkowaną podstawę, realizacji badań. Pozytywnie ocenia się analizy uzyskanych wyników, przeprowadzony dyskurs naukowy oraz wnioskowanie.

Rozdziały piąty i szósty uznaje się jako empiryczne, jednakże tym razem zestawienia wyników badań, analiz, opracowanych modeli zasilane są modelami teoretycznymi, co niejednokrotnie utrudnia oddzielenie części badawczej dysertacji od opracowań analiz wynikających z kwerendy literaturowej. Rozdział siódmy uznaje się jako utylitarny, gdyż wprowadzono założenia i rekomendacje wdrożenia analizy predykcyjnej w zarządzaniu portfelami badanej spółki wydobywczej.

Poniżej przeprowadzono syntetyczną ewaluację poszczególnych rozdziałów dysertacji doktorskiej.

We „**Wstęp-ie**” pracy (13 stron), Doktorant podejmuje próbę uzasadnienia wyboru tematyki dysertacji doktorskiej oraz podmiotu i przedmiotu badań. W tej części dysertacji doktorskiej, formułuje problem badawczy, cel główny pracy, pięć celów szczegółowych, cele poboczne, w tym: dwa cele teoriopoznawcze oraz jeden cel utylitarny. Autor rozprawy doktorskiej wyznacza również hipotezę główną oraz pięć hipotez szczegółowych. We wstępie pracy w sposób syntetyczny zarekomendowano strukturę pracy oraz jej zawartość

merytoryczną - jako wynik kwerendy teoriopoznawczej, badań i analiz empirycznych. W tej części pracy uzasadniono także utylitarny charakter opiniowanej rozprawy doktorskiej.

Rozdział pierwszy – **„Zarządzanie portfelami inwestycji rzeczowych w KGHM Miedź S.A.”** – liczy 44 strony. W pierwszej części tego rozdziału wprowadzono opis podmiotu badań - spółki wydobywczej KGHM Polska Miedź S.A. Przedstawiono strukturę kapitałową spółki, jej strategię, jak również zdywersyfikowane obszary działalności. W kolejnej części po bardzo syntetycznej prezentacji spółki wydobywczej, Autor dysertacji na podstawie przeprowadzonej kwerendy bibliograficznej, wprowadza dyskurs dotyczący zarządzania portfelami i projektami, uwzględniając identyfikowane etapy cyklu zarządzania projektami w ujęciu strategicznym. Wprowadza i objaśnia wybrane metodyki zarządzania projektami, m.in. takie jak: PRINCE 2, SCRUM, metodyki zwinne Agile Project Management. W rozdziale pierwszym wprowadzono terminologię i klasyfikację projektów inwestycyjnych, zasilając przykładami projektów inwestycyjnych badanej spółki wydobywczej. Już w pierwszym rozdziale Doktorant zestawia ilościowe informacje dotyczące Portfela Inwestycji Rzeczowych badanej spółki. Identyfikuje także problemy decyzyjne zarządzania portfelami w KGHM. Już w tym rozdziale, Doktorant opisuje narzędzia wspomagające zarządzanie portfelami projektów w spółce. Ponieważ Systemy Wspomagające Zarządzanie m.in. projektami są opisywane także w kolejnych rozdziałach dysertacji, czytelność w tym zakresie poprawiłoby wprowadzenie osobnego rozdziału dotyczącego systemów informatycznych, ich klasyfikacji, funkcjonalności, obszarów zastosowania, przechodząc do segmentu przedsiębiorstw wydobywczych, w tym badanej spółki.

Uwaga ta właściwie dotyczy całego rozdziału. Waler poznawczy z pewnością byłby jednoznaczny, gdyby rozdział pierwszy miał charakter *stricte* teoriopoznawczy, był kwerendą bibliografii dotyczącej zarządzania portfelami projektów inwestycyjnych. Zbyt rozbudowana numeracja rozdziałów i podrozdziałów spowodowała, że proporcje pomiędzy treściami w poszczególnych częściach nie zawsze są zachowane (przykładowo rozdział 1.6.8. - pół strony). Ponadto, w rozdziale pierwszym Autor wprowadza numerację 1.3.2.1 – 1.3.2.2, której nie uwzględniono w spisie treści.

Rozdział drugi – **„Procesy i problemy decyzyjne”** jest zamieszczony na 29 stronach. W tej części dysertacji doktorskiej, optyka poznawcza dotyczy taksonomii procesów decyzyjnych. Zestawiono heterogeniczne definicje procesu decyzyjnego. Wprowadzono racjonalne i behawioralne wybrane modele procesów decyzyjnych. Podjęto próbę identyfikacji aktorów w procesach decyzyjnych (podrozdział 2.2), jednakże ograniczono

się tylko do ich wylistowania. Tym samym, niedosyt poznawczy dotyczy braku wskazania różnic, ról i przywilejów zestawionych aktorów - w procesach decyzyjnych. Podrozdział 2.2, zamieszczony został na jednej stronie, co także potwierdza brak zachowanych proporcji pomiędzy poszczególnymi częściami rozprawy doktorskiej. W podrozdziale 2.3 zestawiono przykładowe metody analiz wielokryterialnych, koncentrując się na metodzie Multi-criteria Decision Analysis – MCDA). Na podstawie przeprowadzonej kwerendy bibliograficznej zagregowano przykłady zastosowania analizy wielokryterialnej w zarządzaniu projektami. Zgodnie z przyjętą zasadą w rozdziale pierwszym, także w rozdziale drugim, począwszy od podrozdziału 2.3.2. wprowadzono case-y zastosowania analizy MCDA w badanej spółce, będącej podmiotem badań. Zestawiono kryteria i zaadaptowane funkcje oceny wielokryterialnej. Wskazano funkcje normalizacji tych kryteriów, określono macierz wag niezbędnych w ocenie wielokryterialnej. Wyznaczono funkcje agregacji i rankingowania. Celem potwierdzenia prowadzonych analiz wielokryterialnych w badanej spółce, opisano i wprowadzono widok raportu „Monitor projektów”, z aplikacji MS Power BI. W ostatniej części podrozdziału 2.4, wprowadzono syntetyczną prezentację systemów wspomaganie decyzji, dokonano ich klasyfikacji pod względem funkcjonalnym oraz zestawiono komponenty tych systemów. Wymierną wartością w tej ostatniej części rozdziału drugiego są zestawienia: 1) przykładów zastosowania systemów wsparcia decyzji w branży wydobywczej oraz 2) przykładów zastosowania systemów wsparcia decyzji w zarządzaniu portfelami projektów. W tym miejscu należy wskazać brak konsekwencji w kontekście rozdziału pierwszego, gdyż nie przedstawiono przykładów systemów wspomaganie decyzji w spółce, będącej podmiotem badań. Powyższa uwaga dotyczy konsekwencji sposobu prezentacji treści w poszczególnych rozdziałach. Przy czym w kontekście systemów SWD nadal wyłącznie dyskusyjnym jest czy prezentacja systemów informatycznych w przedmiotowym zakresie, nie powinna być przeprowadzona w oddzielnym rozdziale.

Rozdział trzeci – **„Analityka predykcyjna”** liczy 31 stron. W tej części dysertacji doktorskiej zdefiniowano analitykę predykcyjną, jako proces wykorzystania zaawansowanych formuł matematycznych, algorytmów statystycznych a także algorytmów uczenia maszynowego celem generacji scenariuszy przyszłości dla odpowiednich zestawów informacji wejściowych. Na podstawie kwerendy literaturowej Doktorant opisuje i wizualizuje predykcyjny proces analityczny, uwzględniając istotne etapy tego rodzaju analiz. Istotną częścią niniejszego rozdziału jest wprowadzony dyskurs dotyczący modelowania predykcyjnego. Zestawiono i opisano poszczególne fazy wzorcowego modelowania

predykcyjnego, celem wytworzenia modeli predykcyjnych o jak najlepszej skuteczności. W kolejnej części rozdziału trzeciego, skoncentrowano się na uzasadnieniu doboru algorytmów uczenia maszynowego w modelach predykcyjnych. W tym miejscu dyskusyjnym jest dlaczego Doktorant nie wskazał przykładowych modeli predykcyjnych wykorzystujących w procesach predykcji, modele matematyczne, algorytmy statystyczne, formuły ekonometryczne czy modele heurystyczne. Brak uzasadnienia na podstawie jakich kryteriów odrzucone zostały pozostałe modele a przyjęty został model generowany w środowisku AI. W kontekście algorytmów uczenia maszynowego poprawnie zdefiniowano objaśniono, takie pojęcia jak: uczenie maszynowe, uczenie głębokie, uczenie nadzorowane i bez nadzoru. Wprowadzono formuły matematyczne i ich objaśnienia - analizy heterogenicznych regresji będących fundamentem modeli predykcyjnych, generowanych jako algorytmy uczenia maszynowego. Pozytywnie ocenia wprowadzenie wybranych testów weryfikacji modeli predykcyjnych. Doktorant w ostatnich dwóch podrozdziałach rozdziału trzeciego, podejmuje próbę uzasadnienia implementacji analityki predykcyjnej w zarządzaniu projektami (podrozdział 3.4), w tym projektami w przemyśle górniczym (podrozdział 3.5). W pierwszym przypadku ograniczono się tylko do podejścia analitycznego Project Predictive Analysis i do Metody Monte Carlo. W drugim przypadku, Doktorant zawężając dyskurs naukowy do przemysłu górniczego wskazuje obszary, w których analityka predykcyjna została już zaimplementowana. Dyskusyjnym jest także ogólnikowa prezentacja zagadnień zdefiniowanych w tytułach dwóch ostatnich podrozdziałów - rozdziału trzeciego. Każda z tych części zamieszczona została na jednej stronie.

Rozdział czwarty – **„Uwarunkowania dla konstrukcji modelu analizy predykcyjnej w obszarze zarządzania portfelami projektów inwestycyjnych KGHM”**, zamieszczony został przez Doktoranta na 67 stronach. W pierwszej części tego rozdziału, na podstawie metody fokusowej przeprowadzono badania w dwóch warstwach: 1) na poziomie centralnym, 2) na poziomie lokalnym. W pierwszej warstwie zidentyfikowano główne problemy zarządzania skonsolidowanym portfelem inwestycji rzeczowych w Spółce. W drugiej warstwie zidentyfikowano potrzeby informacyjne w zakresie zarządzania portfelami inwestycji rzeczowych. W kolejnym podrozdziale 4.2, na jednej stronie wprowadzono uregulowania formalne z zakresu zarządzania projektami i portfelami inwestycyjnymi w badanej spółce. Dyskusyjnym jest dlaczego dyrektywy wewnętrzne zostały zagregowane w autonomicznym rozdziale. W kolejnej części rozdziału czwartego skatalogowano procesy i towarzyszące im problemy decyzyjne, w obszarze

zarządzania projektami i portfelami inwestycyjnymi w badanej spółce. Również w rozdziale czwartym Autor zestawia i opisuje i objaśnia funkcjonalność systemów informatycznych wspierających zarządzanie projektami i portfelami inwestycyjnymi. W korelacji z tematyką zawartą w tytule rozdziału czwartego zestawiono heterogeniczne źródła danych oraz dokonano ich oceny wpływu na procesy decyzyjne, m.in. w modelach predykcyjnych. Jednocześnie, Doktorant identyfikuje istotne kategorie problemów analitycznych, takie jak: problemy śledzenia zakresu projektów, problemy śledzenia zmian w projektach oraz determinanty stymulujące opracowanie oraz implementację modeli predykcyjnych, w oparciu o algorytmy uczenia maszynowego. Wymierną wartością niniejszego rozdziału, którą ocenia się jako rezultaty preprocessing-u danych wejściowych do proponowanych modeli predykcyjnych, jest zagregowanie zidentyfikowanych procesach decyzyjnych: problemów decyzyjnych i przypisanych im odpowiednio czynników oraz źródeł danych warunkujących podejmowanie decyzji, w przedmiotowym obszarze działalności badanej spółki.

Zbyt rozbudowana numeracja rozdziałów i podrozdziałów spowodowała, że proporcje pomiędzy treściami w poszczególnych częściach nie zawsze zostały zachowane. Ponadto, w rozdziale czwartym Autor wprowadza numerację 4.7.1.1 – 4.7.1.3, której nie uwzględniono w spisie treści.

Rozdział piąty – **„Koncepcja modelu zastosowania analityki predykcyjnej w KGHM”** zamieszczony został przez Doktoranta na 41 stronach. W tej części pracy Doktorant wprowadza w dwóch perspektywach (statyczna i dynamiczna), założenia proponowanego modelu analityki predykcyjnej. W pierwszej perspektywie Autor uwzględnia, definiuje i objaśnia cztery płaszczyzny funkcjonalności proponowanego modelu: 1) płaszczyznę techniczną, 2) płaszczyznę analityczną, 3) płaszczyznę regulacyjną, 4) płaszczyznę interesariuszy. W perspektywie dynamicznej scharakteryzowano procesy w relacji działań prowadzonych w obszarze inwestycji. Procesy te zostały zwizualizowane na grafie współzależności (Rysunek 5.2). W kontekście poszczególnych wyróżnionych procesów zdefiniowano proponowane zmiany. Wymierną wartością w tym zakresie będącą rezultatem badań własnych, w tym przeprowadzonych badań fokusowych, są mapy tych procesów (w notacji BPMN): 1) przed zmianami a także 2) po zmianach – modyfikacjach Doktoranta. Wyróżnione procesy odwzorowujące stan obecny w spółce i modyfikowane przez Doktoranta, to: 1) proces definiowania portfela, 2) proces planowania efektów, 3) proces aktualizacji portfela inwestycji rzeczowych, 4) proces monitorowania planu efektów, 5) proces

raportowania skonsolidowanego portfela inwestycji rzeczowych, 6) proces zarządzania projektami inwestycji rzeczowych.

Wszystkie wprowadzone propozycje modyfikacji procesów zostały w sposób właściwy objaśnione i wyjaśnione – uzasadnione w procesie badawczym. Doktorant wykazał się wiedzą nie tylko z zakresu modelowania predykcyjnego, zarządzania projektami ale także co należy w tej części opinii już wyróżnić, wiedzą z zakresu zarządzania procesowego oraz modelowania BPM.

Rozdział szósty – **„Empiryczna weryfikacja koncepcji modelu”** zamieszczony został przez Doktoranta na 94 stronach. Rozdział ten jest *stricte* rozdziałem empirycznym, odwzorowaniem kolejnych kroków badań eksperymentalnych - modelowania zdefiniowanych we wcześniejszych rozdziałach (m.in. badania teoriopoznawcze i badania fokusowe) funkcjonalnych części proponowanej analityki predykcyjnej, wykorzystującej algorytmy uczenia maszynowego. Wyniki badań eksperymentalnych, ich analizy, wizualizacje oraz dyskurs naukowy w tej części opinii dotyczyły: oceny danych pod względem jakości, zdefiniowania trzech scenariuszy predykcyjnych, doboru próby reprezentatywnej i przygotowania danych wsadowych, doboru zmiennych wejściowych i wyjściowych, wstępnego wyboru algorytmów predykcyjnych (algorytmy uczenia maszynowego: sztuczne sieci neuronowe, sieci bayesowskie, drzewa klasyfikacyjne, algorytmy k-najbliższych sąsiadów, liniowa analiza dyskryminacyjna, regresja logistyczna, lasy losowe, maszyna wektorów nośnych). Wymierną wartością zestawioną w rozdziale szóstym, było opracowanie i szczegółowa prezentacja (łącznie z wizualizacją), modeli predykcyjnych odpowiadających przyjętym trzem scenariuszom (w przypadku scenariusza drugiego określono w kontekście rzeczywistych problemów decyzyjnych trzy warianty). Modelowane procesy uczenia, procesy predykcji przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania IBM SPSS Modeler 18.1. Modele predykcyjne dla wszystkich trzech scenariuszy zostały w pełni empirycznie uzasadnione. Oceniono skuteczność powstałych modeli. Przeprowadzono analizę danych macierzy błędów zawierających wartości przewidywane i oczekiwane dla zbioru danych testowych. Na podstawie przeprowadzonego modelowania i weryfikacji wszystkich modeli Autor dysertacji doktorskie wprowadza dyskurs naukowy, który uznaje się jako jednoznacznie uzasadnione konkluzje, w kontekście zasadniczego modelu zastosowania analityki predykcyjnej, w obszarze inwestycji w badanej spółce.

W rozdziale szóstym Autor wprowadza numerację 6.5.2.1 – 6.5.2.9, której nie uwzględniono w spisie treści.

W ostatnim zasadniczym rozdziale siódmym „**Konkluzja badań. Założenia do wdrożenia analizy predykcyjnej w zarządzaniu portfelami KGHM**” (liczba stron - 21), wprowadzono rekomendacje wdrożeniowe wynikające z proponowanej koncepcji zarządzania portfelami projektów inwestycyjnych oraz przeprowadzonej i zweryfikowanej analityki predykcyjnej, w obszarze inwestycji badanej spółki. W zestawionych rekomendacjach wyróżnia się rekomendacje wdrożeniowe dla rozwoju systemów i aplikacji zarządzania projektami i portfelami projektów inwestycyjnych. Rekomendacje w tym zakresie wprowadzono w zakresie rozbudowy, bądź stosownej modyfikacji systemu zarządzania projektami, systemu zarządzania zakupami, systemu zarządzania umowami, wymagań dla raportów eRSP oraz eFormularzy. Wymierną wartością są wprowadzone rekomendacje implementacji opracowanych modeli predykcyjnych w procesach zarządzania projektami i portfelami inwestycji rzeczowych. W kontekście tych rekomendacji, Doktorant w sposób w pełni uzasadniony potwierdza realizację celów dysertacji a także weryfikację hipotez badawczych, dotyczy również hipotezy szczegółowej H1, która w procesie weryfikacji nie została potwierdzona - została zweryfikowana negatywnie. W rozdziale siódmym w pełni uzasadniono użyteczność wyników badań realizowanych w ramach przewodu doktorskiego, w szczególności ich możliwość rzeczywistej implementacji w badanej spółce KGHM Polska Miedź S.A.

Ostatnia część rozprawy doktorskiej - "**Zakończenie**" liczy 9 strony. Autor, niezależnie od szczegółowych uzasadnień realizacji problemów i celów rozprawy, weryfikacji hipotez badawczych w postaci stosownych rekomendacji wprowadzonych w rozdziale siódmym, w zakończeniu formułuje wnioski całościowe, które stanowią: syntetyczne podsumowanie przeprowadzonego dowodu hipotezy głównej, pięciu hipotez szczegółowych oraz uzasadnienie przyjętego głównego celu badawczego, z uwzględnieniem realizacji pięciu celów szczegółowych, dwóch teoriopoznawczych i jednego celu użytecznego. Doktorant formułując konkluzje do poszczególnych części pracy, jak również uzasadniając realizację celów i weryfikację pozytywną hipotezy głównej, hipotez szczegółowych H2-H5 oraz weryfikację negatywną hipotezy szczegółowej H1, odwołuje się do właściwych wyników badawczych oraz rezultatów przeprowadzonych analiz i modelowania predykcyjnego z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego.



2.2. OCENA FORMALNA I REALIZACJA METODYCZNA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Układ pracy, podział na rozdziały i podrozdziały uznaje się za dość poprawne. Jednakże, nie we wszystkich rozdziałach zachowano proporcje. Przykładowo dotyczy to podrozdziałów jedno, dwustronicowych, takich jak: 3.4, 3.5, 4.1, 4.2. Ponadto, zbyt rozbudowana numeracja rozdziałów i podrozdziałów utrudnia w niektórych fragmentach, odczyt treści, kontynuacji tożsamyh rozważań, analiz, ocen i prowadzonego dyskursu naukowego. W rozdziałach pierwszym, czwartym i szóstym, Autor wprowadza numerację kolejnych części dysertacji, których nie uwzględniono w spisie treści. Dotyczy to punktów: 1.3.2.1 – 1.3.2.2, 4.7.1.1 – 4.7.1.3 oraz 6.5.2.1 – 6.5.2.9. Ponadto, pomimo oceny wysokiej wartości naukowej opiniowanej dysertacji poznawczej i badawczo-analitycznej, fragmentami trudność w jej odczycie spowodowana była, w pewnym stopniu brakiem odseparowania części teoriopoznawczej, studiów przypadku badanej spółki od części metodologicznej i empirycznej. Przykładowo walor poznawczy z pewnością byłby jednoznaczny, gdyby rozdział pierwszy miał charakter *stricte* teoriopoznawczy, był kwerendą bibliografii dotyczącej zarządzania portfelami projektów inwestycyjnych. W obecnej formie na przemian wprowadzanego dyskursu poznawczego i studium przypadku spółki, odnosi się wrażenie, że portfel pojęciowy jest bardzo rozproszony. Czytelność rozprawy poprawiłoby zagregowanie obecnie rozproszonych teoriopoznawczych treści z rozdziałów 1 – 4, dotyczących systemów informatycznych, w tym systemów wspomagania projektowania i zarządzania projektami oraz portfelami inwestycji rzeczowych. Oczywiście, uwagi te ze względu na zaobserwowany charakter wdrożeniowy rozprawy doktorskiej, mają charakter tylko dyskusyjny, co jest istotne w postępowaniu awansowym.

Pomimo tych uwag dyskusyjnych, co należy jeszcze raz podkreślić, oceniając stronę formalną opiniowanej dysertacji doktorskiej, w całości bardzo wysoko ocenia się jej przejrzystość, jakość rysunków, tabel, narzędziowy portfel narzędziowy z „algorytmizowanej” wizualizacji diagramów, grafów, między innymi w notacji BPMN. Wprowadzona wizualizacja wyników badań wzmacnia wartość poznawczo-badawczą ocenianej dysertacji. Autor posługuje się poprawnym językiem polskim a redakcja pracy jest wzorcowa.

Z kolei, dobór metod badawczych jest w pełni uzasadniony, w odniesieniu realizowanych celów pracy: głównego, szczegółowych, pobocznych, jak również weryfikowanej hipotezy głównej rozprawy oraz hipotez szczegółowych. Autor przeprowadza badania, które można

sklasyfikować w czterech kategoriach: kwerenda literaturowa, studium przypadku, badania fokusowe na szczeblu centralnym i lokalnym, badania eksperymentalne. Należy też podkreślić, że przy analizie wyników z poszczególnych etapów badań, wnioskowanie było przeprowadzone w oparciu o metody dedukcyjne i indukcyjne.

W tym miejscu opinii, stwierdza się, że portfel zastosowanych narzędzi i metod badawczych potwierdza w pełni dojrzałość badawczą Doktoranta.

3. Ocena merytoryczna

Przeprowadzone badania fokusowe, studium przypadku badanej spółki, których wymiernym efektem była empiryczna weryfikacja modelu analizy predykcji - dedykowanego dla systemów wspomagania zarządzania projektami i portfelami projektów inwestycyjnych, były podstawą weryfikacji hipotezy głównej rozprawy doktorskiej:

„Istnieją modele predycyjne, które po zasileniu danymi projektowymi są zdolne do wsparcia procesów decyzyjnych w obszarze zarządzania portfelami i projektami inwestycji rzeczowych w KGHM Polska Miedź S.A.”. Tym samym uzasadniono też realizację sformułowanego przez Doktoranta celu głównego:

„Opracowanie modelu zastosowania analityki predycyjnej wspomagającego procesy decyzyjne w obszarze zarządzania portfelami i projektami inwestycji rzeczowych w KGHM Polska Miedź S.A.”

W kontekście celu głównego, potwierdza się także realizację celów szczegółowych: 1) w pełni zidentyfikowano uwarunkowania dla wdrożenia analityki predycyjnej w badanej spółce; 2) przeprowadzono jakościową ocenę istniejących dokumentów, raportów, repozytoriów, źródeł danych dotyczących projektów inwestycyjnych; 3) opracowano model trzech podstawowych scenariuszy decyzyjnych dla obszaru inwestycji w badanej spółce; 4) zidentyfikowano kluczowe predyktory dla zamodelowanych scenariuszy decyzyjnych (ocenę predyktorów przeprowadzono w środowisku IBM SPSS Modeler 18.1); 5) przeprowadzono ocenę efektywności wszystkich opracowanych modeli predycyjnych, z wykorzystaniem danych rzeczywistych. Potwierdza się również, że zrealizowane zostały dwa cele teoriopoznawcze. Pomimo rozproszenia w dysertacji treści o charakterze teoriopoznawczym: 1) usystematyzowano wiedzę dotyczącą analityki predycyjnej, w dużym zawężeniu do narzędzi sztucznej inteligencji, w tym algorytmów uczenia maszynowego; 2) podjęto próbę rozpoznania analityki predycyjnej w obszarach zarządzania projektami

i portfelami inwestycji rzeczowych. W rozdziale siódmym, jak zostało już wskazane, zrealizowano także cel użytkowy.

W kontekście hipotezy głównej, celu głównego a także zrealizowanych celów szczegółowych, zweryfikowano hipotezy szczegółowe. Na podstawie uzyskanych rezultatów badań negatywnie została zweryfikowana hipoteza szczegółowa H1, gdyż jakość posiadanych danych projektowych jest niewystraszająca dla proponowanej analityki danych. Pozytywnie zweryfikowano hipotezę szczegółową H2, uzasadniono, że główne problemy decyzyjne są możliwe do zamodelowania predykcyjnego. Pozytywnie także zweryfikowano hipotezę szczegółową H3, potwierdzono że zestawione predyktory uczenia maszynowego są istotne w procesie modelowania predykcyjnego. W procesie badawczym potwierdzono także, że modele predykcyjne zwiększają dokładność predykcji w porównaniu z estymacjami kierowników projektów, tym samym pozytywnie zweryfikowano hipotezę szczegółową H4. W oparciu o uzyskane wyniki badań zgodnie z Autorem, częściowo potwierdzono hipotezę szczegółową H5, że włączenie danych z raportów eRSP do procesu modelowania, poprawia jakość predykcji.

Ponadto, w kontekście oceny merytorycznej pracy doktorskiej pozytywnie ocenia się dojrzałość Autora w formułowaniu i w rozwiązywaniu problemów, celów, częściowych zadań badawczych.

Ponadto dużymi walorami recenzowanej rozprawy doktorskiej są:

- trafny i praktycznie użyteczny wybór tematu badawczego,
- duża wnikliwość i intuicja badawcza,
- wiedza teoretyczna Autora, nie tylko w obszarze zarządzania projektami, portfelami projektów, zarządzania ale również z zakresu podejmowania decyzji, systemów informatycznych zarządzania, w tym sztucznej inteligencji,
- łatwość formułowania problemów naukowych, łatwość formułowania wniosków,
- duża wnikliwość przy weryfikacji sformułowanych hipotez badawczych,
- wysoka jakość przeprowadzonych badań naukowych, oraz wizualizacji wyników badań.

4. Oceny, uwagi krytyczne i polemiczne

Po przeprowadzeniu wnikliwej analizy całej rozprawy doktorskiej, jak również z obowiązku recenzenta, który to nakłada na mnie dokonanie globalnej oceny merytorycznej, poddaję pod uwagę oraz dyskusję główne kwestie:

1. Proszę wyjaśnić pojęcie - jakość danych, jakie kryteria określają jakość danych, np. w modelach predykcyjnych w oparciu o uczenie maszynowe?
2. Wyjaśnić co oznacza częściowa weryfikacja hipotezy badawczej, dotyczy to hipotezy szczegółowej H5, że włączenie danych z raportów eRSP do procesu modelowania, poprawia jakość predykcji?
3. Na podstawie jakich kryteriów dokonano selekcji projektów i danych projektowych na kwalifikowalne i niekwalifikowalne, jako wsad i źródła wiedzy w proponowanych modelach analiz predykcyjnych?
4. Czy w procesie selekcji i wyboru modeli predykcyjnych analizowane były inne modele niż analizowane w dysertacji algorytmy uczenia maszynowego? Czy analizowane były modele matematyczne, ekonometryczne, statystyczne czy heurystyczne?
5. Jakie unikalne własności, parametry opracowanych modeli predykcyjnych, potwierdzają zasadność wdrożenia predyktorów sztucznej inteligencji?
6. Jak definiuje się skuteczność, efektywność, jakość modeli analiz predykcyjnych, implementowanych w systemach decyzyjnych?

Niedosyt poznawczy dotyczy braku odniesienia użyteczności wyników badań, w szczególności w innych przedsiębiorstwach przemysłu górniczego, a także w przedsiębiorstwach z innych gałęzi/branż gospodarki

Pozostałe uwagi wprowadzone we wcześniejszych częściach niniejszej opinii mają wymiar formalno-dyskusyjny.

5. Ocena kwalifikacyjna

Recenzowana praca doktorska dotyczy ważnego problemu o istotnym znaczeniu nie tylko poznawczym ale również gospodarczym, zwłaszcza w przedsiębiorstwach przemysłu górniczego. Rozpoznanie obecnych metod, narzędzi, technik zarządzania portfelami zarządzania projektami inwestycyjnymi, jak również opracowanie „inteligentnych” modeli analiz predykcyjnych, **potwierdza wysoką wartość poznawczą, empiryczną i użyteczną dysertacji doktorskiej.** Podając zatem, ocenie kwalifikacyjnej całość pracy uważam, że

Doktorant wykazał się bardzo dobrą ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie Nauki o Zarządzaniu i Jakości. Nabył umiejętności samodzielnej pracy naukowej. Rezultat ostateczny przedłożonej dysertacji stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego. Wprowadzone uwagi mają charakter swoiście dyskusyjny.

Stwierdzam, że przedstawiona praca odpowiada wymaganiom stawianym rozprawie doktorskiej, zgodnie z zapisem zawartym w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.). Wobec tego **wnoszę o przyjęcie recenzowanej dysertacji doktorskiej i dopuszczenie Pana mgr Macieja Wacha do obrony**. Jednocześnie bardzo pozytywnie oceniając dojrzałość merytoryczną, warsztat badawczy, dyskurs naukowy, w tym zdolność formułowania w pełni uzasadnionych konkluzji z realizowanych badań, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Robert Kucęba

