

Zabrze 31 lipca 2022

**Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Dominiki Siwiec
pt: Predykcja jakości produktów z uwzględnieniem wymagań klientów**

Recenzja została wykonana na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 29 czerwca 2022.

Aktualność tematyki rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska podejmuje problematykę dotyczącą niezwykle istotnej z naukowego i gospodarczego punktu widzenia kwestii jakości produktów, w szczególności z uwzględnieniem przy ich projektowaniu i produkowaniu wymagań klienta. Na współczesnym, wysoce konkurencyjnym rynku, jest to niezwykle ważne, gdyż produkt, który nie spełnia wymagań klienta nie będzie miał dobrej pozycji konkurencyjnej i organizacja może nie pozyskać nowych klientów lub stracić dotychczasowych. W przypadku produktów technicznych, szczegółowe dostosowanie produktu do oczekiwań klienta, nie jest łatwe, gdyż wymaga połączenia ścisłej wiedzy technicznej, inżynierskiej ze znajomością kwestii społecznych – gospodarka, rynek, metody badania potrzeb klienta. Wymaga to zastosowania interdyscyplinarnego podejścia łączącego nauki techniczne z elementami nauk społecznych.

Dodatkowo rozwój koncepcji Przemysłu 4.0 powoduje, że coraz częściej mamy do czynienia z tak zwaną customizacją produktu, czyli wytwarzaniem produktu pod specyficzne problemy konkretnego konsumenta, często w postaci współtworzenia produktów z klientem. Przy czym Autorka pracy słusznie zauważa (str. 7), że „*problemem staje się to w przypadku produkcji seryjnej i masowej. Wynika to z potrzeby jednoczesnego uwzględnienia odmiennych oczekiwań i preferencji znacznie większej liczby klientów, co jest wyzwaniem na przykład w procesach projektowania i planowania produkcji*”.

W literaturze przedmiotu istnieją metody łączenia wymagań klienta z parametrami technicznymi produktu, jednak brak jest spójnego modelu pozwalającego na całościowe podejście do zagadnienia, dającego możliwość pozyskiwania wymagań klientów, ich analizy a następnie na tej podstawie przewidywania oczekiwanego poziomu jakości. W szczególności predykcja przyszłego poziomu jakości nigdy dotychczas nie była szeroko rozważana i jest to niewątpliwie ważna i dobrze dobrana luka badawcza.

Podsumowując uważam, że Doktorantka bardzo dobrze wybrała lukę badawczą, która jest istotna zarówno z naukowego jak i praktycznego punktu widzenia. Praca doktorska mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna w dziedzinie nauk technicznych.

Ocena formalna pracy - układ i język pracy

Recenzowana rozprawa doktorska liczy 137 stron. Bezpośrednio tekst rozprawy mieści się na 101 stronach, resztę pracy stanowią: literatura, spis rysunków i tabel, załączniki oraz streszczenia. Literatura, na podstawie której Autorka przygotowała swoją pracę, liczy łącznie 245 pozycje. Autorka w sposób wzorcowy wykorzystała literaturę z międzynarodowych baz danych cytując w sposób metodyczny najważniejsze pozycje dotyczące omawianych w pracy zagadnień. Dobór literatury międzynarodowej dokonany przez Autorkę ma charakter systematycznego przeglądu piśmiennictwa i zasługuje na pozytywne podkreślenie. Zastanawia jedynie, czemu Autorka nie skorzystała również z pozycji polskojęzycznych. Nie jest to duży mankament, gdyż metodyczna analiza literatury z międzynarodowych baz danych jest niewątpliwie ważniejsza, niemniej warto było zwrócić uwagę na wkład polskich badaczy w zakresie omawianych zagadnień.

Odnośniki literaturowe w recenzowanej rozprawie są prawidłowo wykonane, zgodnie z powszechnie przyjętymi zasadami cytowania.

Całość dysertacji została podzielona na wprowadzenie, pięć rozdziałów oraz podsumowanie, wnioski i propozycje rozwoju problematyki badawczej. W rozprawie zastosowano klasyczny układ charakteryzujący się wyraźnym podziałem na część literaturową składającą się z jednego rozdziału, część metodologiczną złożoną z jednego rozdziału oraz część badawczą złożoną z trzech rozdziałów rozdziału. Tego rodzaju układ jest typowy dla prac doktorskich i powszechnie przyjęty w pracach z dyscypliny naukowej „Inżyniera mechaniczna”.

W rozdziale pierwszym Autorka skoncentrowała się na kwestiach dotyczących przeglądu prac dotyczących wymagań klienta wobec wyrobu. Podjęła w nim rozważania na temat pozyskiwania wymagań klientów, ich przetwarzania i precyzowania oraz przewidywania. W rozdziale zostały również przedstawione kwestie związane z oceną jakości produktu przy wykorzystaniu analizy wymagań klienta w szczególności uwzględniając elementy metody Quality Function Deployment (QFD). Na podstawie analizy literaturowej Autorka sformułowała wnioski i szczegółowo określiła lukę badawczą.

W rozdziale drugim Autorka zajmuje się kwestiami metodologicznymi - przedstawia problem naukowy pracy, cel i tezę. W rozdziale zawarto ogólną koncepcję prowadzonych badań. Kolejny rozdział swej rozprawy doktorskiej Autorka poświęciła problematyce koncepcji, założeń i uwarunkowań opracowanego modelu. W rozdziale przedstawiła również uproszczony schemat koncepcji i zadań w celu opracowania modelu oraz metody i narzędzia badawcze w nim stosowane.

Rozdział 4 zawiera prezentację modelu predykcji jakości produktów uwzględniającego oczekiwania klientów. Autorka przedstawiła w rozdziale szczegółową charakterystykę poszczególnych etapów modelu predykcji jakości produktów począwszy od wyboru produktu do badań aż do doskonalenia produktu.

Ostatni rozdział Autorka weryfikacji opracowanego modelu. Weryfikacja została przedstawiona na przykładzie odkurzacza do użytku domowego. W rozdziale przedstawiono wszystkie etapy modelu na wybranym przykładzie: zainicjowanie, działania przygotowawcze, przetwarzanie i precyzowanie, przewidywanie i doskonalenie.

Praca została napisana prawidłowym językiem, Autorka stosuje sformułowania i zwroty właściwe dla inżynierii mechanicznej. W badaniach Autorka zachowuje spójność i jednolitość terminologiczną. Pomimo skomplikowanego aparatu matematycznego jaki stosuje Autorka, zagadnienia są prezentowane w sposób jasny i komunikatywny.

Język zastosowany do opisu zagadnień prezentowanych w rozprawie, jest zwykle komunikatywny i zrozumiały.

W rozprawie zamieszczono liczne rysunki i tabele. Są one prawidłowo sporządzone i opisane, czytelne i ułatwiają czytelnikowi śledzenie omawianych zagadnień.

Cel pracy i teza

Główną motywacją do przeprowadzenia badań przedstawionych w pracy było dla Autorki: *„wypracowanie modelu zapewniającego przewidywanie jakości produktów na podstawie jakości oczekiwanej przez klientów z uwzględnieniem wag cech produktu. Jednocześnie, jakość będzie określana według kombinacji ocen stanów cech produktu (aktualnych i zmodyfikowanych). W proponowanym podejściu, aktualny stan cechy produktu to stan istniejący obecnie w produkcji. Z kolei stan modyfikowany to stan hipotetycznie powstały z aktualnego stanu cechy produktu. Natomiast za klientów przyjmuje się nabywców lub potencjalnych użytkowników produktu.”*

Cele rozprawy zostały przedstawione we rozdziale metodologicznym (rozdział 2). Doktorantka wyróżniła problem naukowy oraz cel badawczy.

Problemem naukowym jest: *„nikła możliwość metodycznej predykcji jakości wyrobu w wyniku hipotetycznych zmian jego cech i ich ważności”*.

Celem głównym rozprawy jest: *„opracowanie modelu, który zapewniłby przewidzenie poziomu jakości produktu w wyniku hipotetycznych cech proponowanych na podstawie informacji od klientów. Model uwzględniałby oczekiwania klientów wobec jakości produktu, które pozyskiwane byłyby w postaci ocen dotyczących aktualnych i hipotetycznie zmodyfikowanych cech (kryteriów) produktu oraz ważności tych cech dla klientów”*.

Problem naukowy i cel uważam za dobrze sformułowany i mający znaczącą wartość naukową.

W rozprawie postawiono również tezę badawczą w brzmieniu: *„Zaoferowanie przez przedsiębiorstwo produktu o jakości zgodnej z wymaganiami rynku (klientów) wymaga zdefiniowania oraz uwzględnienia ważności cech jakościowych i ilościowych (cech kwalitatywnych i kwantytatywnych) produktu, a także możliwości produkcyjnych przedsiębiorstwa.”*

Tezę badawczą również uważam za dobrze dobraną.

Ocena merytoryczna pracy

Cześć teoretyczna jest napisana wzorcowo – zawiera metodyczną analizę literatury przedmiotu zawartej w istotnych międzynarodowych bazach danych. Autorka posłużyła się bazami Scopus i Web of Science dokonując analizy publikacji z lat od początku XX wieku do roku 2022, według zadanych słów kluczowych. Tego rodzaju metodyczne podejście zasługuje na pozytywne podkreślenie i nie często spotyka się na poziomie prac doktorskich.

Szeroka analiza bibliometryczna pozwoliła Autorce zidentyfikować trendy w zakresie piśmiennictwa na interesujące ją z punktu widzenia tematyki rozprawy tematy na przestrzeni ponad 100 lat. Wartościowe naukowe i bardzo interesujące jest podzielenie przez Autorkę piśmiennictwa na cztery fazy publikacyjne oraz utworzenie na tej podstawie trendu publikacyjnego. Tego rodzaju autorska typologia faz publikacyjnych świadczy o dużej wnikliwości Autorki, analitycznym podejściu i umiejętności syntezowania zgromadzonych danych. Świadczy to również dobrze o warsztacie naukowym doktorantki.

Autorka w sposób szczegółowy dokonuje analiz bibliometrycznych korzystając z metod takich jak chmura słów kluczowych czy też identyfikacja liczebności najczęściej występujących słów kluczowych. Wysoką wartość naukową mają również analizy cytowalności analizowanych prac, którą Autorka przeprowadziła dla 3522 prac. Wykorzystała w tym przypadku sieć najczęściej powtarzających się wzajemnych cytowań oraz sieć powiązań bibliograficznych prac. Na tej podstawie mogła określić, które pozycje z wybranej problematyki były najczęściej cytowane. Wartościowe jest również przeprowadzenie przez Autorkę kategoryzacji prac na podstawie wstępnej analizy ich treści.

Bardzo szczegółowa i dobrze przeprowadzona analiza pozwoliła Autorce na sformułowanie luki badawczej opartej o międzynarodowe bazy danych. Na podstawie omówionych analiz Autorka stwierdza, że (str. 16) *przewidywanie wymagań klientów i ocena jakości produktu stanowi koncentrację luk badawczych*. Słusznie w tym miejscu zauważa, że w produktach technicznych dużym problemem jest pozyskanie szczegółowych wymagań o potrzebach klienta. Autorka słusznie stwierdza w tym przypadku, że: *„przy produkcji seryjnej i masowej, wyzwaniem stało się umożliwienie aktywnego uczestniczenia klientów w procesie projektowania produktu. Wynika to z braku możliwości jednoczesnego osiągnięcia oczekiwanego poziomu jakości produktu ze względu różnych i często niesprecyzowanych wymagań klientów. Pomimo wykorzystywania technik do pozyskiwania oczekiwanych wymagań klientów, nadal problemem otwartym jest zapewnienie możliwości produkcyjnych przedsiębiorstwa przy jednoczesnym osiągnięciu wymaganego poziomu jakości”*

Autorka omawiając metodę QFD wykorzystuje bardzo szeroko wybór międzynarodowego piśmiennictwa, potrafi też we wzorcowy sposób syntezować informacje z analizowanych źródeł. W wyniku tego rozprawa, pomimo, że oparta o ogromną literaturę przedmiotu nie jest „przegadana: i zawiera jedynie niezbędne informacje. Autorka stara się nie powtarzać informacji w sposób podręcznikowy ale syntezować je i tworzyć na ich podstawie własne koncepcje. Tego rodzaju podejście jest szczególnie wartościowe.

Pewnym mankamentem części teoretycznej, szczególnie widocznym w przypadku analizy metody QFD, jest zaniedbanie przez Autorkę piśmiennictwa w języku polskim i dorobku polskich badawczy. Nie jest to problem istotny z merytorycznego punktu widzenia, gdyż niewątpliwie najistotniejsze publikacje są zawarte w międzynarodowych bazach takich jak Scopus i Web of Science. Niemniej należy pamiętać, że bazy te nie uwzględniają monografii i nie uwzględniając publikacji krajowych w języku polskim. Wydaje się, że warto przynajmniej w podstawowym zakresie ten dorobek polskich badawczy uwzględnić nawet jeśli dana pozycja nie jest w międzynarodowych bazach danych. Jeśli chodzi o metodę QFD są to np. dwie książki w języku polskim:

- Ćwiklicki, M. Przewodnik po metodzie QFD Projektowanie i doskonalenie produktów i usług przy użyciu Quality Function Deployment, Poltext, 2017.
- Wolniak, R. metoda QFD w projektowaniu jakości. Teoria i praktyka, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2016.

Są na ten temat również liczne artykuły opublikowane w szczególności na łamach czasopisma „Problemy Jakości”.

Uwagi te traktuję jako pewną wskazówkę na przyszłość do rozważenia, bowiem z metodologicznego punktu widzenia Autorka dokonała analiz piśmiennictwa w sposób wzorcowy na poziomie przekraczającym typowy poziom rozprawy doktorskiej. W szczególności Autorka świetnie przechodzi kolejne etapy uszczegółowienia publikacji dochodząc do 183 prac na podstawie których dokonuje szczegółowej syntezy zgromadzonego materiału (str. 37-39).

Również części metodologiczna i badawcza są bardzo dobrze napisane świadcząc o bardzo dobrym warsztacie naukowym Autorki. Przedstawia ona szczegółowo założenia opracowanego modelu, wszystkie kwestie szczegółowo i zrozumiale wyjaśniając. Autorka bardzo sprawnie posługuje się aparatem matematycznym stosując metody takie jak narzędzie uczenia maszynowego – klasyfikator Bayesa czy też metoda alternatywno punktowa MAP.

Autorka w swej pracy posługuje się bardzo dobrze opracowanym wskaźnikiem aktualnego poziomu jakości produktu oraz wskaźnikiem rzeczywistego poziomu jakości produktu uwzględniającym cechy niespełniające oczekiwań klienta na przyjętym poziomie.

Autorka bardzo szczegółowo opisuje poszczególne kroki metody stosując dobrze dobrane do problemu metody i narzędzia takie jak np.: koncepcja poziomów jakości prof. Kolmana.

Również weryfikacja opracowanego modelu jest przeprowadzona w sposób świadczący o bardzo dobrym warsztacie naukowym Autorki. Przedstawia ona w sposób szczegółowy i oparty na naukowych podstawach wybór obiektu do badań. Na podstawie analizy danych GUS wybiera produkty spełniające przyjęte założenia takie jak: chłodziarki i zamrażarki typu domowego, pralki typu domowego włączając w to pralko-suszarki, odkurzacze typu domowego i rowery (str. 79). Następnie wybiera do analizy jeden z nich – odkurzacze do użytku domowego - odkurzacz PROFI 1.2. przedsiębiorstwa MasterProfi Sp. z o. o.

Na podstawie szczegółowych analiz i analizy kombinacji stanów cech odkurzacza Autorka obliczyła: „468 poziomów jakości odkurzacza, które wynikały z kombinacji stanów jego cech. Powstały one z kombinacji 6 cech ważnych, gdzie 5 z nich było opisanych przez stan aktualny i dwa stany zmodyfikowane, z kolei jedna cecha opisana była przez stan aktualny i jeden stan zmodyfikowany” (str. 96-97). Dało to możliwość określenia przewidywanych stanów poziomu jakości badanego przez Doktorantkę produktu. Przeprowadzone analizy pozwoliły na określenie jakie powinny być cechy odkurzacza, aby był on jednocześnie satysfakcjonujący z punktu widzenia klienta i konkurencyjny na rynku.

Przedstawiony i zweryfikowany w pracy model został bardzo dobrze opracowany pod względem koncepcyjnym, jest nowatorski i świadczy do dobrym warsztacie naukowym Doktorantki. Model może również mieć praktyczne zastosowania w przemyśle, w szczególności w zakresie pro jakościowego projektowania produktów spełniających wymagania klienta. Model jest rozwinięciem klasycznej metody QFD. Rozwinięciem bardzo interesującym, dającym, dzięki wykorzystaniu metod predykcji wiele nowych możliwości analizy i określania optymalnego poziomu jakości produktu. Istotnym elementem modelu może być również ograniczenie marnotrawstwa w wyniku wprowadzania wymuszanych przez klientów zmian w produkcie w trakcie produkcji.

Praca jest nowatorska, gdyż przedstawia nową koncepcję analizy jakości produktu wraz z modelem predykcji pozwalającym na określenie kierunku rozwoju modelu wraz z oczekiwanymi parametrami jego cech.

Cała recenzowana praca charakteryzuje się wyróżniającym poziomem naukowym zarówno w zakresie analiz teoretycznych, jak również opracowania modelu i jego weryfikacji. Świadczy ona o bardzo dobrym przygotowaniu Autorki do pracy naukowej i jej dobrym warsztacie naukowym. Pracę pod wieloma względami można uznać za wzorcową i zasługującą na wyróżnienie.

Podsumowując uważam, że recenzowana praca charakteryzuje się:

- Wzorcową analizą literatury przedmiotu w oparciu o metodyczny przegląd bibliometryczny całej dostępnej literatury zawartej w bazach danych Scopus i Web of Science.
- Dobry wybór luki badawczej wartościowej z naukowego i praktycznego punktu widzenia.
- Wykorzystaniem zaawansowanych metod matematycznych i statystycznych wraz z odpowiednim oprogramowaniem.
- Dobrze opracowanym modelem wynikającym ze szczegółowej analizy literatury i własnych koncepcji Doktorantki.
- Prawidłową weryfikacją modelu na przykładzie wybranego produktu.

Uwagi, szczegółowe i pytania:

- Można było również umieścić cel i tezę pracy również we wprowadzeniu.
- Wydaje się, że metody na str. 46-48, które Autorka stosuje w pracy mogłyby być bardziej szczegółowo opisane. Warto by do nich przedstawić np. tabele ich porównania – na jakim etapie stosować, jakie są zalety i wady metody.
- O jakie kwestie należałoby rozbudować przedstawiony model, aby uwzględnić w nim problematykę zrównoważonego rozwoju?
- Czy zaprezentowany model jest uniwersalny? W jakich branżach może on znaleźć swoje zastosowanie?

Podsumowując stwierdzam, że dysertacja doktorska Pani mgr inż. Dominiki Siwiec spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Z uwagi na wysoki poziom merytoryczny pracy proponuję ją również do wyróżnienia.

Mając na uwadze powyższe, wnoszę do Wysokiej Rady o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.