

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgra inż. Marcina Kowalika
pt. „Model strategii funkcjonalnej zarządzania bezpieczeństwem pracy
w przedsiębiorstwie budowlanym”**

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej
Politechniki Krakowskiej – pismo ozn. L0.510.10.1.2022, z dnia 11. lipca 2022 r.


1. Treść rozprawy

Rozprawa doktorska Pana mgra inż. Marcina Kowalika „Model strategii funkcjonalnej zarządzania bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie budowlanym” stanowi studium analityczne przyczyn i okoliczności wypadków oraz niedociągnięć w zakresie przestrzegania przepisów i standardów bhp w budownictwie, z analizą statystyczną czynników, które mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo pracy w firmie budowlanej. Auto dążył do określenia karty scoringowej dedykowanej do wyboru strategii funkcjonalnej przedsiębiorstwa budowlanego.

Recenzowane opracowanie obejmuje 226 stron wraz z podsumowaniami i streszczeniami w języku polskim i angielskim, wykazami zamieszczonych w pracy rysunków, tabel i równań, spisem treści i spisem literatury. Merytoryczna część pracy przedstawiona jest w 7 rozdziałach (ze wstępem i zakończeniem). W rozdziałach tych zamieszczono 80 rysunków i 62 tabele. W wykazie literatury zestawiono 157 pozycji (w tym 49 pozycji aktów prawnych – w zasadzie 24 akty prawne, ponieważ są one w wykazie powtarzane; i 5 norm). W wykazie literatury zamieszczono kilka utworów z bardzo odległą datą publikacji (1954, 1963, 1971, 1976), co moim zdaniem nie jest zasadne.

W treści rozprawy wyróżniam:

- **wstęp**, zawierający krótkie wprowadzenie z uzasadnieniem przedmiotu badań oraz sformułowanie celu i tezy dysertacji jak i scharakteryzowanie zakresu pracy;
- **przegląd literatury dotyczącej badanego zagadnienia** z określeniem źródeł i form informacji o bhp w budownictwie – rozdział 2;
- **analiza zbiorów danych związanych z bhp w działalności przedsiębiorstw budowlanych** – rozdział 3;
- **eksploracja danych do analizy statystycznej ukierunkowanej na budowę modeli strategii funkcjonalnej przedsiębiorstwa budowlanego** – rozdział 4;

D Z I E K A N A T	
Wydziału Inżynierii Lądowej	
Wpłynęło dnia.....	02 WRZ. 2022
L. dz.	L0.510.10.1.2022
podpis.....	



- modelowanie strategii funkcjonalnej zarządzania bezpieczeństwem pracy w budownictwie z propozycjami kart scoringowych i z walidacją zaproponowanych rozwiązań – rozdziały 5 i 6;
- zakończenie jako podsumowanie dysertacji z określeniem kierunków dalszych badań.

Celem pracy było opracowanie matematycznego modelu strategii funkcjonalnej zarządzania bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie budowlanym, opartego na klasyfikatorach statystycznych. W pracy przyjęto tezę, że: „*model strategii funkcjonalnej zarządzania bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie budowlanym oparty na klasyfikatorach statystycznych, jest pomocny w procesie decyzyjnym przy opracowaniu działań, mających na celu zapobieganie wypadkom przy pracy*”. Jakkolwiek cel badań jest zasadny, użyteczny i osiągnięty w recenzowanej pracy, to uważam, że sformułowana teza nie do końca została udowodniona w rozprawie. W rozprawie nie analizowano bowiem procesów decyzyjnych działań przedsiębiorstwa budowlanego.

Układ recenzowanego opracowania jest logiczny i dobrze związany z podjętym celem badań. W analizach wykorzystano zaawansowane metody i techniki statystyki matematycznej. Do rozwiązania problemu badawczego zastosowano metodę regresji logistycznej, wyróżniając stany 1) zagrożenia wypadkowego i 2) bezpieczeństwa prowadzenia produkcji budowlanej (robót budowlanych). Stany te badano przez pryzmat 37 czynników zidentyfikowanych w z protokołów stwierdzenia okoliczności zaistnienia wypadku oraz kart badania wypadku przy pracy oraz protokołów z kontroli doraźnych. Ogółem, statystyki prowadzone były na populacji 431 przypadków (92 wypadki, 339 kontroli), przy czym w analizie scoringowej zbiór ten podzielono na dwie części – zbiór uczący i zbiór testowy. Tu nasuwa się jednak pytanie, co było kryterium podziału, bowiem należy przypuszczać, że podział ten ma wpływ na jakość modelu statystycznego – jego przybliżenie do rzeczywistości.

Efektom badań są karty scoringowe ryzyka wystąpienia wypadku, opracowane na potrzeby przyjęcia strategii funkcjonalnej przedsiębiorstwa budowlanego. Przedstawione analizy są poprawne i kompletne, a wyniki dobrze objaśnione i zweryfikowane. Bardzo korzystną cechą scoringu statystycznego jest bardzo dokładna i skuteczna predykcja bazująca na rzeczywistych cechach bhp w działalności przedsiębiorstw budowlanych.

Pozytywnie oceniam też metodykę badań, a raczej studiów, nad podjętym problemem. Autor stosunkowo wnikliwie przeanalizował stan wiedzy w obszarze tematyki rozprawy, określił problem z uzasadnieniem jego wagi dla praktyki oraz zaproponował nowe podejście do budowy strategii funkcjonalnej przedsiębiorstwa w aspekcie bezpieczeństwa prowadzenia produkcji budowlanej.

Obszerność rozprawy i specyfika opisu wpłynęła na jej formę, do której mam uwagi. W jej treści można bowiem zidentyfikować wiele błędów o charakterze korektorskim (np. na stronach: 2, 12, 16, 23, 25, 26, 48, 51, 56, 57, 59, 61, 83, 102, 114, 118, 137, 139, 153, 205, 207), niewłaściwą formę redakcji wypunktowań (głównie rozdział 3), powtórzenia rysunków i treści (strony 154, i 184), nieprzemyślane nagłówki niektórych tabel (11, 40, 42, 46), nieopisanie kolumn w tabelach (np. 1, 2, 3, 57). W spisie literatury są błędy korektorskie oraz brak identyfikacji roku wydań czasopism (np. pozycje: 29, 30, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 42). Rozdział 3 rozprawy, moim zdaniem, nie koresponduje z dalszą treścią recenzowanego opracowania.

Przedstawiono w nim bowiem informacje związane z określonymi 34 czynnikami, które potencjalnie mają wpływ na realizację celu pracy; jednak opis ten nie został wykorzystany w następnym rozdziale, który z kolei określa konkretne predyktory/zmienne analizowane w celu określenia modelu scoringowego wypadkowości/bezpieczeństwa w produkcji budowlanej przedsiębiorstwa. Nasuwa się w tym kontekście pytanie: na jakiej podstawie zdefiniowano pięć obszarów dla predyktorów, i czy te obszary mają jakieś znaczenie dla celu pracy. Karty scoringowe nie odnoszą się do obszarów.

Mimo tych uwag rozprawę doktorską oceniam pozytywnie pod względem wkładu do nauki, a i można wskazać jej wartości użyteczne. Oprócz uwidocznionej w rozprawie oryginalnej metodyki modelowania, bazuje ona na konkretnych danych, które dają ciekawe wyniki istotne dla praktyki budowlanej.

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Problematyka bezpieczeństwa prowadzenia robót w budownictwie jest zawsze ważna i powinna być ciągle rozwijana. Tak też się dzieje. W ostatnich kilkunastu latach problematyka ta w Polsce znalazła się w szczególnych zainteresowaniach naukowców i praktyków budownictwa. W praktyce budownictwa istotna jest działalność Stowarzyszenia dla Bezpieczeństwa w Budownictwie, która zaowocowała poprawą bezpieczeństwa na budowach, promocją wiedzy w środowisku pracowników budowlanych, doskonaleniem rozwiązań praktycznych. W nauce obserwuje się podejmowanie badań ukierunkowanych na różne zagadnienia istotne w doskonaleniu bezpieczeństwa i higieny pracy na budowach. W pracach studialnych prowadzone były analizy wypadkowości w budownictwie w różnych aspektach – głównie w celu określenia czynników wpływających na wypadki, ich istotności, określenia systemowych zasad i procedur w tym obszarze. W badaniach naukowych stosowano różne zaawansowane metodologicznie narzędzia, dążąc do osiągnięcia celów badań.

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Marcina Kowalika jest kolejną pozycją naukową w obszarze bhp budownictwa. Autor podjął się opracowania danych do strategii zarządzania bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie budowlanym. Wykorzystał do zrealizowania tego celu informacje z dokumentacji (z lat 2018-2020) Okręgowego Inspektoratu Pracy w Krakowie. Zidentyfikował w tych dokumentach predyktory/zmienne dwustanowej funkcji logistycznej, które poddał wnikliwej analizie statystycznej prowadzącej do ustalenia tabel scoringowych czynników istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy, dedykowanych do opracowania strategii funkcjonalnej przedsiębiorstwa. Analizy statystyczne przeprowadzone zostały w aplikacji Statistica z kompletną analizą weryfikacyjną kwalifikacji badanych czynników.

Trzeba przyznać, że cel opracowania modelu strategii funkcjonalnej przedsiębiorstwa w przedmiotowym zakresie jest istotny i oryginalny. Nie podejmowano bowiem badań, które dotyczyły przeniesienia wyników analizy problemu wypadkowości w budownictwie na strategię zarządzania przedsiębiorstwem. Istotność badań (a raczej analiz) wypływa zaś z zastosowania scoringu do ustalenia czynników destymulujących i stymulujących poprawę systemu bezpieczeństwa pracy. Jest więc zapewniona ich wiarygodność i konkretność (opis rzeczowo-ilościowy).



Problemem jest jednak zdefiniowanie zmiennych w modelu. Autor nie podał „klucza” (sposobu) do określenia analizowanych zmiennych. Wiadomo, że mają one wpływ na efekty analizy statystycznej. Można wnioskować, że zmienne wynikają z dostępności danych, tj. zdefiniowanie takich danych, które dają się skwantyfikować. To jednak potwierdza bezużyteczność (dla celu pracy) rozdziału 3., tym bardziej, że w rozdziale tym opisy czynników nie są kompletne – wyczerpujące.

Nie jest zrozumiałe wyrugowanie ze zbioru zmiennych (analizowanych w celu ustalenia danych do strategii funkcjonalnej przedsiębiorstwa) liczby osób zatrudnionych (X1) i stażu pracy pracowników (X2). Autor pisze, że sterowanie tymi zmiennymi w celu poprawy bezpieczeństwa na budowie jest niemożliwe, jednak moim zdaniem strategia funkcjonalna przedsiębiorstwa dotyczy nie jednej budowy a zarządzania produkcją budowlaną przedsiębiorstwa. Analiza tych zmiennych w kontekście wypadkowości wskazuje, że istnieje statystyczny związek z występowaniem wypadku dla każdej z tych zmiennych, są one więc istotne.

Oceniając merytoryczną stronę rozprawy doktorskiej podkreślam bardzo dobre zdefiniowanie celu badawczego i strategii funkcjonalnej przedsiębiorstwa, oryginalność wykorzystania regresji logistycznej i drzew decyzyjnych oraz klasyfikatorów statystycznych do ustalenia i wartościowania czynników mających wpływ na zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie budowlanym, jak i kompletność analiz statystycznych, i bardzo dobre interpretowanie ich wyników. Praca wnosi nową wiedzę do obszaru zarządzania bezpieczeństwem pracy w budownictwie, jest potwierdzeniem wysokiej wiedzy Doktoranta tak z przedmiotu badań jak i umiejętności wykorzystania zaawansowanych narzędzi matematycznych do rozwiązywania problemów badawczych.

3. Uwagi krytyczne i pytania problemowe

Studiując treść rozprawy, w niektórych jej fragmentach nasuwają się niejasności, wątpliwości co do kwalifikacji dostępnych danych i poprawności przyjętych rozwiązań analitycznych. Przedyskutowanie ich w czasie publicznej obrony będzie dopełnieniem problematyki dysertacji.

1. Proszę o ustosunkowanie się do kwestii definiowania obszarów dla predyktorów/zmiennych i samych zmiennych – co było podstawą do takiego a nie innego ich wyodrębnienia i jaki mają one wpływ na wyniki badań. Czy jest możliwość uwzględnienia w modelu scoringowym zmiennych ciągłych – wyrugowanych z analizy?
2. W opisie zakresu dysertacji Autor pisze, że w rozdziale 3, oprócz grupowania wytypowanych czynników/zmiennych, dokonano analizy znaczeniowej i pojęciowej poszczególnych czynników w kontekście poprawy bezpieczeństwa pracy. Uważam, że opisy te nie są potrzebne, bowiem ani nie stanowią wykładni kwalifikacji czynnika, ani też nie zawierają istotnych dla celu pracy informacji. Na przykład – w opisie zmiennej X3 *Rodzaj robót budowlanych* wyróżnia się budowę, przebudowę, montaż, remont, rozbiórkę, a w modelu występuje jedynie stan robót na wysokości bądź w głębokim wykopie i stan odmienny. Rozdział ten jest też niepoprawnie zredagowany – w wypunktowaniach pisanych z małej litery są wielozdaniowe wstawki tekstu. Treść rozdziału jest jedynie



potwierdzeniem znajomości przez Doktoranta zagadnień, przepisów, standardów bhp w realizacji robót budowlanych.

3. Podział danych na dwie części w budowie modelu scoringowego jest potrzebny do weryfikacji opracowanego modelu i sprawdzenia modelu do generalizacji. Co jednak było kryterium podziału populacji rejestru wypadków i protokołów kontroli bhp na zbiór uczący i testowy? Czy podział ten ma wpływ na jakość modelu scoringowego?
4. W budowie wieloczynnikowego modelu regresji logistycznej uwzględniono tylko część zmiennych, dla których stwierdzono istnienie statystycznie istotnego związku z wystąpieniem wypadku. Dlaczego w rozprawie nie objaśniono wstępnej weryfikacji zbioru zmiennych, prowadzącej do ustalenia ośmiu predyktorów analizy modelowej i zdefiniowania funkcji logistycznej? Jest tylko informacja, że zbiór zmiennych, dla których wykazano statystycznie istotny związek ze zmienną zależną (wypadek/bezpieczeństwo) ustalono algorytmem krokowym.
5. W rozprawie widać dobre wykorzystanie narzędzi statystyki matematycznej. Doktorant prawidłowo i stosunkowo klarownie przedstawia interpretacje wyników zastosowania różnych testów potwierdzających poprawność przyjętych reguł. Jednak definiowanie danych, ich możliwych stanów jest słabo uzasadnione. Na przykład, dlaczego wyodrębniono zmienną *Balustrady ochronne na rusztowaniu* (X8) i zmienną *Środki ochrony zbiorowej* (X7), a nie w ogóle - *stosowanie/niestosowanie balustrad i pomostów roboczych na budowie*?
6. W punkcie 5.2.5 rozprawy zamieszczono przykłady wykorzystania karty scoringowej do określania strategii. W opisie bazuje się jednak na danych z realizacji budowy. Uważam, że budowanie strategii jest działaniem przed realizacją budowy i jako dane do oceny zagrożeń wypadkowych powinny być przyjmowane charakterystyki prognozowane/zamierzone. Z tą uwagą koresponduje moje pytanie wynikające z określenia przez Doktoranta kierunków dalszych badań, cyt.: „Zaproponowany w pracy model oparty na budowie drzewa decyzyjnego oraz karty scoringowej, stanowi zaczątek budowy systemu eksperckiego strategii bezpieczeństwa pracy dla przedsiębiorstw budowlanych”. Zgadzam się z tym stwierdzeniem, jednak proszę o doprecyzowanie co miałyby być sednem takiego systemu.
7. Rozdział 6 rozprawy zatytułowany *Statystyki opisowe wypadku* jest pozbawiony narracji. Przedstawiono w nim zależność czynników i bezpieczeństwa pracy na terenie budowy w kontekście skutku wypadku (śmiertelny, ciężki, lekki) i absencji powypadkowej. Opis przedstawionych tam analiz moim zdaniem jest niewystarczający.

Co do formy edytorskiej rozprawy, oprócz ogólnie ujętych uwag przedstawionych w punkcie 1 recenzji, wskazuję na następujące błędy:

- W wykazie oznaczeń (str. 6) występuje to samo oznaczenie dla dwóch różnych opisów: „L – Przyczyna ludzka wypadku”, „L – Skutek wypadku – lekki”.
- Określanie budownictwa jako sekcji wysoce wypadkowej (str. 9) nie jest moim zdaniem właściwe.
- Jak już napisałem, cele podjęte przez Dyplomanta zostały dobrze określone. Jednak nie powinno się do celów szczegółowych opracowania naukowego zaliczać

„...analizy zasobów Okręgowego Inspektoratu Pracy w Krakowie...” (str. 12). Celem powinno być zaproponowanie/określenie bazy danych na podstawie tej analizy.

- Uważam, że do pojęcia „Roboty budowlane” (str. 16) należy zaliczać również prace związane z budową dróg, linii kolejowych, wodociągów, kanałów, itd. – nieprecyzyjna wykładnia.
- Na str. 23 i 24 przedstawiono wykaz czynników mających wpływ na poziom bezpieczeństwa pracy według Bożeny Hoły – wykaz ten został nieprawidłowo sformatowany.
- Str. 25, 6 wiersz od dołu, jest: „korków obejmujących...”, powinno być: „kroków, obejmujących...”
- Na str. 46 jest niezrozumiałe zdanie: „Do swojej sporządzili ankietę, która została przeprowadzona wśród wykonawców realizujących inwestycję.”
- Str. 103, 8 wiersz od góry, jest: „...zbiór „kontrolę”...”, powinno być: „...podzbiór „kontrolę”...”.
- Str. 114, 11 i 12 wiersz od dołu, jest: „Podobnie jak parametr X14 z rysunku 27 można odczytać na wykresie (rysunek 29) bardzo niską...”, powinno być: „Podobnie jak parametr X14 z rysunku 26 można odczytać na wykresie (rysunek 27) bardzo niską...”.
- Na str. 127 zamieszczono *wykres zbadanych protokołów powypadkowych i protokołów kontroli doraźnych – procentowa ilość stwierdzonych zaniedbań i nieprawidłowości podczas kontroli*, który nie zawsze koresponduje z wykresami przedstawiającymi częstości uchybień (np. na rys.14, 18, 19). Proszę wyjaśnić czym to jest spowodowane i dlaczego opis tego zestawienia przedstawiony na stronie 126 nie koresponduje z tym wykresem (rozumiem, że w tym opisie powinien być wskazany rysunek 44, a nie rysunek 47) – zmienna X3 nie występuje ponadprzeciętnie. Proszę też o informację jak dane zobrazowane na tym rysunku zostały wykorzystane w rozprawie.
- Wykresy, zobrazowania graficzne są bardzo dobrym sposobem przedstawiania danych i opisów. Jednak nie uważam za celowe przedstawianie jednowymiarowych danych na histogramach – jak to jest pokazane na rys. 46.
- Str. 153, Tabela 40, w nagłówku jest: „Algorytm krokowy zawężająca zbiór zmiennych”, powinno być, np.: „Wyniki zastosowania algorytmu krokowego do określenia zmiennych, które mają statystycznie istotny związek ze zmienną zależną”. To samo dotyczy tabeli 42.
- Tekst zamieszczony na str. 170 wiersze 6 do 12 jest powtórzeniem ze strony 153.
- Rysunek 74 (str. 184) jest powtórzeniem rysunku 58 zamieszczonego na stronie 154.
- Zwracam uwagę na pisownię równań, które w opracowaniach naukowych powinny być pisane przy wykorzystaniu specjalnych edytorów, tak jednak w recenzowanym opracowaniu nie jest.



Przedstawione uwagi szczegółowe nie podważają mojej ogólnie pozytywnej oceny rozprawy. Treść recenzowanej rozprawy doktorskiej świadczy o bardzo dobrej znajomości problematyki przez Pana mgr inż. Marcina Kowalika, jest opracowaniem o charakterze naukowym, zawiera wiele oryginalnych analiz, autorskich wniosków oraz opis nowego podejścia do problemu zarządzania bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie budowlanym.

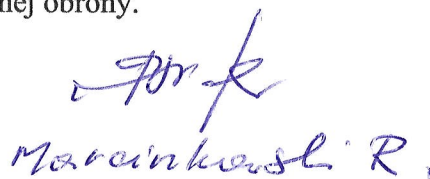
4. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy dotychczas niepodejmowanego problemu – budowy strategii funkcjonalnej zarządzania bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie budowlanym. Zagadnienie to jest istotne w inżynierii lądowej z punktu widzenia zarządzania produkcją budowlaną. Doktorant wykorzystał w niej właściwe, różnorodne i zaawansowane narzędzia analityczne, wykazał się wiedzą i umiejętnościami prowadzenia badań i analiz naukowych.

Uważam, że przedłożona przez Pana mgr inż. Marcina Kowalika rozprawa doktorska pt. „Model strategii funkcjonalnej zarządzania bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie budowlanym” potwierdza swoją treścią ogólną wysoką wiedzę Doktoranta z zakresu inżynierii przedsięwzięć budowlanych i teorii zarządzania. Jest też potwierdzeniem Jego umiejętności prowadzenia studiów i badań o charakterze naukowym.

Pan mgr inż. Marcin Kowalik rozwiązał istotny dla budownictwa i inżynierii lądowej problem, proponując metodę i model do opracowania strategii zarządzania bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie budowlanym. Metoda stanowi oryginalne rozwiązanie problemu przy wykorzystaniu warsztatu naukowego. Recenzowana rozprawa doktorska może być podstawą do nadania stopnia naukowego doktora w dyscyplinie *Inżynieria lądowa i transport*

Wnioskuje o dopuszczenie opiniowanej rozprawy do publicznej obrony.


Roman Marcinkowski