

Poznań, dnia 31.07.2024 r.

dr hab. inż. Marcin Butlewski, prof. PP

Wydział Inżynierii Zarządzania

ul. Jacka Rychlewskiego 2

60-965 Poznań



Recenzja rozprawy doktorskiej

pod tytułem:

Metoda oceny poziomu ergonomicznego stanowiska
pracy ratownika na etapie badań prototypu ambulansu
medycznego

przygotowanej przez:

mgr inż. Katarzynę Grzybowską

Spis treści

1	Wymagania formalne i kryteria oceny rozprawy doktorskiej	3
1.1	Podstawa formalna przygotowania recenzji	3
2.2.	Podstawa prawna kryteriów oceny rozprawy	3
2	Ocena formalna i charakterystyka rozprawy	4
2.1	Ocena spełnienia wymagań formalnych	4
2.2	Opis zawartości rozprawy	4
3	Ocena zawartości merytorycznej rozprawy	6
3.1	Istotność i trafność ujęcia problemu naukowego	6
3.2	Dobór i w sposób prowadzenia analizy źródeł literaturowych	7
3.3	Sposób prowadzenia postępowania badawczego	8
3.4	Część aplikacyjna rozprawy	11
4	Ocena oryginalności rozwiązania problemu naukowego.....	12
5	Uwagi o charakterze krytycznym i dyskusyjnym	12
6	Podsumowanie oceny rozprawy	15
7	Konkluzja	15
8	Bibliografia wykorzystana w opinii.....	15

MB

1 Wymagania formalne i kryteria oceny rozprawy doktorskiej

1.1 Podstawa formalna przygotowania recenzji

Podstawą przygotowania recenzji jest Uchwała nr 966/2024 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport z dnia 07.05.2024 r. w sprawie wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora Pani mgr inż. Katarzynie Grzybowskiej. Dokumenty w tej sprawie wpłynęły drogą elektroniczną w dniu 04.07.2024 r., wraz z wersją elektroniczną pracy, natomiast wersje papierowe odebrałem w dniu 15.07.2024 r.

Zgodnie z informacjami zawartymi w dokumentach oraz na stronie tytułowej rozprawy, dysertacja przygotowana została pod nadzorem p. prof. dr hab. inż. Iwony Grabarek (Promotor) natomiast p. dr inż. Sylwia Bęczkowska, pełniła funkcję Promotora pomocniczego.

2.2. Podstawa prawna kryteriów oceny rozprawy

Niniejsza recenzja została przygotowana w oparciu o brzmienie art. 187. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669), w ujęciu oryginalnego brzmienia p. 1 i 2, oraz 4:

1. *Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.*
2. *Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.*
4. *Do rozprawy doktorskiej dołącza się streszczenie w języku angielskim, (...)*

Uszczegółowienie powyższych p 1 i 2 zawiera Poradnik Recenzje w postępowaniach o awans naukowy, wydany przez Radę Doskonałości Naukowej (2022), w którym wskazano, że recenzja w postępowaniu doktorskim powinna zawierać postępujące elementy:

- 1) *ocenę wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w określonej dyscyplinie albo dyscyplinach;*
- 2) *ocenę wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora;*
- 3) *ocenę wraz z uzasadnieniem, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.*

Pozytywna recenzja musi być wynikiem pozytywnej oceny wszystkich wyżej wymienionych aspektów, które podlegają ocenie recenzenta.

W związku z tym, w niniejszej recenzji poddano ocenie istotność i trafność ujęcia problemu naukowego, a następnie sposób prowadzenia postępowania badawczego, a w szczególności uzasadnienie doboru i sposób wykorzystania metod badawczych, strukturę i treść merytoryczną rozprawy, dobór i analizę źródeł literaturowych, oryginalność wyników badań i wypracowanych rozwiązań, co ostatecznie pozwala na ocenę wszystkich trzech wyżej wymienianych aspektów.

2 Ocena formalna i charakterystyka rozprawy

2.1 Ocena spełnienia wymagań formalnych

Przedstawiona do oceny rozprawa ma postać pisemną, napisana jest w języku polskim i zawiera streszczenie w języku angielskim (s. 7-8). Tym samym spełnione są wymogi formalne określone w art. 187. p. 3 i 4 Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2023.0.742 t.j. Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r.).

Przywoływane w treści recenzji w nawiasach strony dotyczą rozprawy, które są tożsame zarówno w wersji drukowanej papierowej jak i elektronicznej.

2.2 Opis zawartości rozprawy

Rozprawa doktorska składa się z 10 numerowanych rozdziałów, w których Autorka przeprowadza postępowanie badawcze dotyczące problemu metody oceny ergonomiczności stanowiska pracy ratownika w badaniu prototypu ambulansu medycznego. Poniżej scharakteryzowano pokrótce zawartość ocenianej pracy:

- 1) Po stronie tytułowej oraz podziękowaniach, znajduje się streszczenie w języku polskim (strony 5-6) oraz w języku angielskim (strony 7-8).
- 2) Pracę rozpoczyna numerowany rozdział „1. Wstęp” o objętości 2 stron (strony 11-12), w którym dokonano przedstawienia, popartych źródłami literaturowymi, powodów podjęcia tematu pracy, a w szczególności poświęcenia rozprawy kwestii uciążliwości pracy ratownika medycznego.
- 3) W rozdziale drugim „Identyfikacja obszaru badawczego” o objętości 17 stron (strony 13-29) dokonano omówienia uwarunkowań prawnych funkcjonowania zawodu ratownik medyczny, specyfiki pracy ratowników medycznych, a także analizy szkodliwych czynników występujących w ich środowisku pracy.
- 4) W rozdziale trzecim „Cel, teza i zakres rozprawy” o objętości 2 stron (strony 30-31) Autorka dokonała zdefiniowania celu naukowego, tezy i zadań koniecznych do realizacji celu pracy.



- 5) W rozdziale czwartym "*Charakterystyka obiektu badań*" o objętości 7 stron (strony 32-38) zawarto kategoryzację ambulansów medycznych, ich wyposażenia, wymagań normatywnych dotyczących struktury przestrzennej i wyposażenia ambulansu.
- 6) W rozdziale piątym "*Założenia metody oceny poziomu ergonomicznego*" o objętości 3 stron (strony 39-41) przedstawiono teoretyczne podstawy i założenia opracowanej metody oceny ergonomii stanowiska pracy ratownika medycznego.
- 7) W rozdziale szóstym "*Badania eksperymentalne – pozyskanie wiedzy do budowy kompleksowej oceny poziomu ergonomicznego*" o objętości 43 stron (strony 42-84) przeprowadzono opis przedmiotu badań, a więc ambulansu marki Mercedes, analizowanych procedur medycznych, wyników badań ankietowych, procedury oraz wyników obserwacji, procedury oraz wyników badania napięcia mięśni metodą elektromiografii powierzchniowej, procedury oraz wyników badań metodą REBA.
- 8) W rozdziale siódmym "*Opracowanie modelu rozmytego oceny poziomu dyskomfortu*" o objętości 29 stron (strony 85-113) przedstawiono założenia do budowy modelu rozmytego do oceny dyskomfortu pracy ratownika, a w tym kryteria oceny i implementację tychże założeń w środowisku Matlab_Simulink.
- 9) W rozdziale ósmym "*Implementacja metody oceny w wybranej karetkce*" o objętości 3 stron (strony 114-116) zawarto oceny ilościowe oraz lingwistyczne zintegrowanego wskaźnika dyskomfortu, przyporządkowane do poszczególnych procedur wykonywanych przez ratownika medycznego.
- 10) W rozdziale dziewiątym "*Identyfikacja źródeł uciążliwości*" o objętości 4 stron (strony 117-120) dokonano wynikowego zestawienia źródeł dyskomfortu (uciążliwości) dla ratowników medycznych w ambulansie.
- 11) W rozdziale dziesiątym "*Wnioski i podsumowanie*" o objętości 4 stron (strony 121-124) dokonano podsumowania rozprawy.

Po rozdziale dziesiątym zawarto spis wykorzystanej bibliografii oraz źródeł w sumie 115 pozycji (strony 125-133), Spis rysunków - w sumie 72 ponumerowane rysunki i fotografie (strony 134-136), Spis tabel - w sumie 35 tabel (strony 137-138), a także 3 załączniki:

- Załącznik nr 1, który stanowi Ankieta (stron 139-140),
- Załącznik nr 2, który stanowi Tabela stosowana do oceny ryzyka za pomocą metody REBA (strona 141),
- Załącznik nr 3, który stanowią dwie tabele – pierwsza tabela zawiera lingwistyczne/jakościowe oceny napięcia mięśni oraz wynikowy WDK, a także druga tabela porządkująca lingwistyczne określenia poziomów wskaźników i wynikowa ocena ZWDK (strony 142-151).

Zawartość merytoryczna scharakteryzowanej rozprawy poddana została analizie i ocenie, którą przedstawiono w następnych rozdziałach recenzji.

3 Ocena zawartości merytorycznej rozprawy

3.1 Istotność i trafność ujęcia problemu naukowego

Problem naukowy podjęty w pracy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Grzybowskiej dotyczy metody oceny poziomu ergonomicznego stanowiska pracy ratownika medycznego w ambulansie. Na uwagę zasługuje tutaj sformułowanie przedmiotu oceny a więc poziomu ergonomicznego, które w literaturze formuje się także jako ergonomicznej jakości stanowiska bądź warunków pracy. Wprowadzenie do przedmiotu pojęcia poziom, odczytuję jako celowe działanie mające na celu skategoryzowanie i zagregowanie zbioru czynników wpływających na jakość ergonomiczną rozwiązania, a w tym przypadku warunków pracy na stanowisku ratownika medycznego pracującego w ambulansie. Jest to więc zamierzenie o naukowym metodycznym charakterze. Ocenę poziomu ergonomicznego wnętrza ambulansu medycznego na etapie jego prototypowania, określono także poprzez sformułowanie: *problem ten, czyli uwzględnienie potrzeb i oczekiwań ratowników w odniesieniu do poziomu warunków pracy jeszcze na etapie projektowania pozostaje nierozwiązany* (strona 28). Głównym przedmiotem badań jest zagadnienie wymuszonych i nienaturalnych pozycji pracy, które wynikają z niskiego poziomu ergonomicznego wnętrza ambulansu.

Ocena istotności podjętego problemu naukowego opiera się o przesłanki praktyczne oraz naukowe. W zakresie tych pierwszych Autorka wymienia:

- zbyt ogólne zapisy nie uwzględniające konieczności stosowania reguł ergonomicznych w projektowaniu przedziałów medycznych w ambulansach,
- częstość występowania zaburzeń układu mięśniowo-szkieletowego wśród ratowników medycznych z powodu nieergonomicznych warunków pracy w ambulansach,
- zapewnienie dobrego samopoczucia ratownikom medycznym poprzez poprawę ich warunków pracy,
- poprawa wydajności i skuteczności ratowników medycznych w zapewnianiu opieki, przez poprawę warunków ergonomicznych w ambulansach
- włączenie nowych technologii do procesu projektowania może ułatwić projektowanie bardziej efektywnych rozwiązań ergonomicznych.

Problem naukowy jest istotny także z następujących przesłanek naukowych:

- Autorka wskazuje, że wcześniejsze badania podkreślały wyzwania ergonomiczne, przed którymi stają ratownicy medyczni, ale często brakowało w tych badaniach kompleksowych metod oceny jakości ergonomicznych warunków pracy,
- literatura wskazuje na potrzebę systematycznego podejścia do oceny i poprawy warunków ergonomicznych w karetkach pogotowia,
- dostępność zaawansowanych technik pomiarowych i narzędzi symulacyjnych umożliwia dokładniejszą i bardziej kompleksową ocenę warunków ergonomicznych.

MB

Uzasadniając niewystarczającą metodykę dotychczasowych podejść w zakresie ergonomicznej jakości wnętrza ambulansu Autorka pracy wskazuje na pozycje literaturowe powstałe przy współpracy Promotorów pracy: p. prof. dr hab. inż. Iwony Grabarek oraz p. dr inż. Sylwii Bęczkowskiej, a także jednej pozycji literaturowej której Autorka rozprawy jest współtwórczynią: (Bęczkowska, Celiński, Grabarek, Grzybowska, & Zysk, 2024). Wskazuje to na ciągłość działań badawczych w przedmiotowym zakresie i należy uznać jako pozytywną przesłankę w ocenie ciągłości problemu badawczego. Na istotność podjętego tematu wskazuje również analiza literatury i stanu badań w przedmiotowym zakresie. Większość badań dotyczących warunków ergonomicznych pracy ratownika w ambulansie obejmuje połączenie metod badań ankietowych, analizy danych dotyczących urazów podczas pracy oraz statystyk stwierdzonych symptomów dolegliwości mięśniowo-szkieletowych. Z uwagi na hermetyczność środowiska medycznego oraz trudność badań bezpośrednio w obiekcie wykorzystuje się bardzo często badania retrospektywne odczuć użytkowników wnętrza karetki - ratowników medycznych, dodając do badań komponent modelowania i wartościowania obciążeń (Kibira, Dadfarnia 2012; Hallihan i in. 2019). W bazie SCOPUS zapytanie: „*ergonomics AND ambulance*” daje 101 wyników, przy czym 27 z nich powstało w ciągu ostatnich pięciu lat (2019-2024). Należy także zwrócić uwagę, że część z wymienionych artykułów dotyczy ergonomii środowiska pracy ratowników medycznych /techników (używana nomenklatura do nazwy zawodu osoby wykonującej czynności we wnętrzu pojazdu karetki), skupiając się na wybranym elemencie (np. torba z narzędziami używana w karetkach lub konstrukcja noszy).

Reasumując należy więc stwierdzić, że podejmowany problem badawczy jest aktualny i istotny z punktu widzenia praktycznego jak i teoretycznego, a jednocześnie unikalny. Szczególnym wyzwaniem naukowym są badania ergonomii wnętrza pojazdu – ambulansu, które należy przeprowadzać w środowisku ratowników/techników medycznych.

3.2 Dobór i w sposób prowadzenia analizy źródeł literaturowych

Część teoretyczna zawarta jest w rozdziale drugim pod tytułem: „*Identyfikacja obszaru badawczego*” (str. 13-28). Rozdział ten podzielony jest na 3 części, przy czym najważniejszą z nich, pod względem objętości i zawartości wiedzy teoretycznej, stanowi podrozdział 2.3.3. Scharakteryzowano w niej badania dotyczące ratowników medycznych i ergonomicznych aspektów pracy w ambulansach. Przegląd ten ma dość szeroki charakter, jak i wyciągane na podstawie analizy literatury wnioski. Dotyczą one przede wszystkim zakresu i charakterystyki przeprowadzanych badań w obszarze ergonomii pracy ratowników medycznych. W pewnej części we wnioskach z analizy literatury odnoszono się także do innych aspektów badań, takich jak bezpieczeństwo drogowe oraz okoliczności zachowań ratowników medycznych takich jak zapinanie pasów. Wskazano również na dość powtarzalne niezależnie od kraju pochodzenia badań, dolegliwości mięśniowo szkieletowe występujące z uwagi na sposób wykonywania pracy przez ratowników medycznych. Małym niedosytem w zakresie analiz literaturowych jest brak uporządkowania przeglądu badań (metod i technik badawczych) z uwzględnieniem czynników branych pod uwagę i liczebności prób badawczych dla analizowanych publikacji. Takie zestawienie byłoby tym bardziej wartościowe, że ukazało by porównanie własnych

MB

przeprowadzonych badań na tle dotychczas/wcześniej przeprowadzonych. Uzasadniałoby to również próbę badawczą oraz pokazywało kontekst badań w hermetycznym środowisku ratowników medycznych. Ta uwaga ma jednak charakter porządkowy i co do zasady nie ujmuje znacząco wartości przeprowadzonej analizy literaturowej. Większość przywołanych źródeł pochodzi z ostatnich 20 lat i należy uznać że przegląd literatury pod tym względem jest dobrze zrównoważony, tym samym Autorka korzystała zarówno z nowszych, jak i starszych, uznanych publikacji. Duża część (około 1/3 z 115 pozycji) źródeł literaturowych powstała po roku 2020, co świadczy o aktualności wykorzystanych materiałów. Analizie poddano zarówno literaturę polskojęzyczną jak i angielskojęzyczną. W trzech przypadkach skorzystano również z istniejących dostępnych w domenie publicznej - opublikowanych rozpraw. Większą uwagę należałoby natomiast poświęcić uporządkowaniu pozycji literaturowych ponieważ połączono zarówno artykuły/monografie wraz ze źródłami internetowymi, które na marginesie należałoby cytować wraz z podaniem tytułów stron internetowych, nie zaś samych ich adresów.

3.3 Sposób prowadzenia postępowania badawczego

3.3.1 Uzasadnienie i przejrzystość zastosowanego schematu badawczego

Autorka rozprawy w rozdziale piątym zatytułowanym: „*Założenia metody oceny poziomu ergonomicznego*”, przedstawia schemat etapów budowy metody oceny poziomu ergonomicznego stanowiska pracy ratownika, z którego wynika, że metoda zasadzać się będzie na 5 etapach badawczych, budowie modeli rozmytych, a następnie ich symulacji. Badania przeprowadzone w ramach założonego celu pracy to badanie ankietowe, badania jakościowe- obserwacje, pomiary napięcia mięśniowego metodą elektromiografii powierzchniowej, pomiary kinematyki ruchu ciała ratownika metodą MyoMotion oraz ocena przyjmowanych pozycji podczas pracy metodą REBA. Na podstawie danych uzyskanych z wyżej wymienionych badań określone zostały parametry wykorzystane w metodzie oceny dyskomfortu, co pozwoliło na budowę modelu rozmytego zintegrowanego wskaźnika dyskomfortu. Przedstawiony schemat jest przejrzysty, a zaproponowana procedura pozwala na osiągnięcie celu pracy jakim jest opracowanie metody oceny ergonomiczności pracy ratownika, z uwzględnieniem wybranych czynników. W tym miejscu brakuje nieco uzasadnienia doboru schematu badawczego, zamiast którego posłużono się stwierdzeniem, że w badaniach prototypu można stosować zaawansowane techniki i metody pomiarowe, i to tymi przesłankami kierowano się tworząc metodę kompleksowej oceny poziomu ergonomicznego stanowiska pracy ratownika. W tej części rozprawy nie wyjaśniono dlaczego model oparto o zbiory rozmyte, dlaczego właśnie takie, a nie inne badania, czy metody są niezbędne do zbudowania zintegrowanej tego modelu wskaźnika dyskomfortu. Zaproponowane zestaw zostaje dobrany arbitralnie. Słusznym wydaje się w takim miejscu przeprowadzenie czytelnika przez własny przewód myślowy, uzasadnieniem literaturowym doboru poszczególnych metod badawczych i zastosowanych technik. Autorka rozprawy w kolejnym rozdziale 6. *Badania eksperymentalne - pozyskanie wiedzy do budowy kompleksowej oceny poziomu ergonomicznego*, wyjaśnia dobór przedmiotu badań, a więc karetki, a także selekcję analizowanych procedur medycznych, powołując się na częstość ich występowania w

procesach pracy ratownika medycznego. W dalszej części niniejszej recenzji zostaną ocenione poszczególne metody badawcze zastosowane w rozprawie.

3.3.2 Metoda badań ankietowych

Metoda ta została opisana w podrozdziale 6.2.1., z zaznaczeniem, że badania te wykonane zostały w ramach prac badawczych wydziału transportu Politechniki Warszawskiej oraz z powołaniem na pozycję literaturą numer 8, w której Autorka rozprawy nie jest wymieniona wśród współautorów publikacji. Niemniej badania zostały opisane i charakteryzowano w rozprawie ich wyniki. Można więc uznać, że Autorka rozprawy otrzymała wyniki badań do zasilenia swojej pracy, jednak należałoby w takim przypadku wyraźnie zaznaczyć charakter pracy własnej Autorki rozprawy, który z uwagi na umiejscowienie opracowania w rozdziale Badania eksperymentalne, powinien mieć charakter badawczo-analityczny. W tym zakresie można by się spodziewać nieco większej skrupulatności w zakresie przedstawiania danych, co opisano w rozdziale 5 niniejszej recenzji. Z uwagi na zaznaczenie przez Autorkę rozprawy obcego pochodzenia pytań ankietowych, nie dokonuję ich oceny merytorycznej. Niemniej należy zauważyć, że lista pytań została dołączona jako Załącznik nr 1 do przedmiotowej rozprawy i ich treść nie budzi wątpliwości, co do celów jakim są stawiane, a więc rozpoznania okoliczności ergonomicznych pracy ratownika we wnętrzu ambulansu.

3.3.3 Badania jakościowe - obserwacje

W ramach tych badań Autorka przeprowadziła obserwację bezpośrednią pracy ratowników medycznych podczas wykonywania procedur w ambulansie, przeprowadzając je zgodnie z zapisem z rozdziału 6.2.2.1. Te badania jakościowe zgodnie z uwagą Autorki przeprowadzone zostały w celu uzyskania informacji o zachowaniu ratownika medycznego podczas wykonywania pracy, a przede wszystkim wykrycia pewnych nieprawidłowości w budowie ambulansu na podstawie przyjmowanych pozycji ciała ratownika. Dla poszczególnych procedur medycznych, w sposób opisowy scharakteryzowano czynności oraz przyjmowane w ich trakcie pozycje. Oprócz obserwacji, dokonywano rejestracji czynności ratownika przy użyciu kamery, w celu późniejszego wykorzystania nagrań do oceny obciążeń posturalnych. Jest to typowa procedura w zakresie badań ergonomicznych i zaproponowane postępowanie zgodne jest z normą ISO 16710 (obserwacja poprzedzająca testowanie hipotez w zakresie obciążeń posturalnych). Tym samym uzasadnione są opisy przyjmowanych pozycji pracy jak również kontekstowe informacje, dotyczące powodów i okoliczności wykonywanych czynności. Metoda ta zasiła Autorkę w dane które stanowiły podstawę do dalszej analizy i budowy metody.

3.3.4 Badanie napięcia wybranych mięśni metodą elektromiografii powierzchniowej

Kolejne wykorzystane w rozprawie doktorskiej badanie do budowy metody oceny poziomu ergonomicznego stanowiska pracy zasługuje na szczególną uwagę ze względu na

czasochłonność z jaką musiało być ono związane. Przedstawiona została szczegółowa procedura przebiegu badań oraz ich wyniki, a mianowicie wartości średnie i maksymalne maksymalnego napięcia poszczególnych, wybranych 11 mięśni. Nie jest jasne na podstawie tego rozdziału jaką liczbę ratowników poddano badaniom. Domniemywać należy zatem, że liczba ta jest nie większa niż w przypadku badań ankietowych (w przypadku tych badań wskazano, że badania przeprowadzono na 51 losowo wybranych pracownikach Zespołu Ratownictwa Medycznego RM Meditrans w Siedlcach – strona 44). Podane wielkości napięć mięśniowych uśredniano, jednak z uwagi na brak informacji dotyczącej liczby badanych osób, trudno powiedzieć czy i w jakim stopniu wskazana wartość jest wartością charakterystyczną dla wszystkich ratowników. Jeżeli bowiem badano większą liczbę osób, to jak bardzo rozbieżne są wyniki poszczególnych badanych (pomogłaby by w tym zakresie ocena odchylenia standardowego), oraz czy ewentualnie można zauważyć jakieś cechy wartościujące napięcia mięśniowe, takie np. jak płeć czy wiek, lub poziom doświadczenia/wytrenowania ratownika medycznego, które z kolei można byłoby przełożyć na cechy przestrzenne lub użytkowe prototypów wewnątrz ambulansów? Zmienność wyników badania tego parametru może także świadczyć o zasadności jego zastosowania w budowie metody oceny.

3.3.5 Badanie kinematyki ruchu oraz oceny obciążeń posturalnych metodą REBA

Badanie kinematyki ruchu przeprowadzono przy użyciu nieinwazyjnej metody z zastosowaniem systemu *MyoMotion* w celu zbadania kinematyki ruchu (strona 64). Pomiary wykonywane były w kabinie ambulansu podczas postoju. Również dla tych badań nie podano liczby badanych, natomiast przedstawiono uzasadnienie wyboru systemu *MyoMotion*, który był podyktowany specyfikacją zawartą w instrukcji systemu. Uzyskane dane uporządkowane zostały ze względu na zakres kątowy przyjmowanej pozycji dla poszczególnego narządu ruchu. Z kolei badania z wykorzystaniem metody REBA, przeprowadzono dla 5 kluczowych czynności, których wyniki oceny zebrane zostały w tabeli nr 13. Określenie poziomu ryzyka podczas wykonywanych procedur według metody REBA. Tutaj również nie wskazano liczby przeprowadzonych badań, co w przypadku badań obciążeń posturalnych może być o tyle istotne, że różne cechy antropometryczne badanych osób mogą wpływać na przyjmowane pozycje, a przez to poziom obciążenia posturalnego będzie się zmieniał. Często praktyką w takim przypadku jest podawanie w badaniu osób z 5 i 95 centyla (lub zbliżonych), albo modelowanie z wykorzystaniem cyfrowych awatarów reprezentujących takie właśnie cechy antropometryczne. Badania posturalne metodą REBA wykorzystano do triangulacji oceny zakresów kątowych (strona 88).

3.3.6 Opracowanie modelu rozmytego oceny poziomu dyskomfortu

Najważniejszym osiągnięciem pracy doktorskiej jest moim zdaniem postępowanie opisane w rozdziale nr 7, pod tytułem *Opracowanie modelu rozmytego oceny poziomu dyskomfortu*. Rozdział ten poświęcony jest tworzeniu i analizie modelu oceny dyskomfortu pracy ratowników medycznych przy użyciu zbiorów rozmytych. Na początku rozdziału opisano

MB

założenia do budowy modelu, które obejmują identyfikację parametrów wpływających na poziom dyskomfortu, a więc napięcie mięśniowe oraz zakresy kątowe w stawach. Następnie przedstawiono budowę modeli lingwistycznych, w tym submodeli wskaźnika dyskomfortu wynikającego z napięcia mięśni (WDKEMG) oraz wskaźnika wynikającego z przekroczenia zakresów kątowych (WDKMM). Model zintegrowanego wskaźnika dyskomfortu (ZWDK) uwzględnia te wskaźniki wraz z czasem trwania procedury medycznej realizowanej przez ratownika podczas pracy i częstością jej występowania (powtarzalność podczas pracy poszczególnych procedur medycznych). Rozdział kończy się implementacją numeryczną modeli w środowisku Matlab_Simulink oraz prezentacją wyników badań symulacyjnych, które potwierdziły wpływ wybranych parametrów na poziom dyskomfortu. Zastosowanie modelu Mamdaniego uzasadniono możliwością modelowania złożonych systemów, w których występuje niepewność i subiektywność ocen, co jest charakterystyczne dla oceny poziomu dyskomfortu przez ratowników, a także możliwość oceniania różnorodnych zmiennych wejściowych (zakresy kątowe ruchów, czas trwania procedur oraz ich częstość). Poprzez zastosowanie reguł implikacyjnych i funkcji przynależności, odwzorowano relacje pomiędzy zmiennymi, a przewidywanym wynikowym poziomem dyskomfortu. Uzyskano tym samym metodę symulacyjną dyskomfortu w pracy ratowników medycznych.

3.3.7 Weryfikacja metody oceny dyskomfortu

Autorka rozprawy dokonała obliczeniowej weryfikacji opracowanej metody w rozdziale 8 pod tytułem: „*Implementacja metody oceny w wybranej karetkce*”. Opracowane modele zostały zasilone w dane uzyskane we wcześniejszych badaniach i w wyniku tego uzyskano zintegrowane oceny uciążliwości pracy dla poszczególnych procedur medycznej wykonywanych przez ratownika. Pewną niedoskonałością tego kroku jest brak odniesienia się do innych metod w tym zakresie (np. kwestionariuszy badawczych), pozwalając tym samym na ocenę dobroci wypracowanego współczynnika dyskomfortu. Częściowa triangulację zapewniono przez porównanie wyników z poziomem ryzyka wynikającego z obciążenia posturalnego metodą REBA.

3.4 Część aplikacyjna rozprawy

Część aplikacyjna rozprawy polegała na opracowaniu i zaimplementowaniu przez Autorkę metody oceny poziomu dyskomfortu w wybranej karetkce. Opracowane submodele WDKEMG i WDKMM oraz zintegrowany wskaźnik dyskomfortu ZWDK może służyć do analizy różnych procedur medycznych. Opracowana metoda może służyć także do identyfikacji i wartościowania czynności stanowiących źródło dyskomfortu w pracy ratowników medycznych, porównywania uciążliwości powodowanych przez poszczególne procedury medyczne oraz konsekwencji eliminowaniu tych które uznawane są za poziom nieakceptowalny obciążenia. Takie działanie wymagałoby zbadania większej liczby czynności i odniesienia ich do tych zamodelowanych. Aplikacyjną częścią rozprawy jest również lista czynników zidentyfikowanych jako wymagające poprawie w środowisku pracy ratownika, a zgromadzone w tabeli 35. *Źródła uciążliwości /obserwacja, ankiety/*.

MB

4 Ocena oryginalności rozwiązania problemu naukowego

Autorka zastosowała kompleksowe podejście badawcze, wykorzystując zarówno metody ilościowe, jak i jakościowe. Obejmowało to badania źródeł danych, wyników badań ankietowych, pomiary napięcia mięśniowego metodą sEMG, rejestrację kinematyki ruchu oraz analizę obciążeń posturalnych metodą REBA. Na oryginalność podejścia wskazuje również jego interdyscyplinarność, ponieważ w rozprawie połączona została wiedza z zakresu ergonomii, inżynierii i logiki rozmytej - modelu Mamdaniego. Oryginalność rozwiązania problemu naukowego wynika również z faktu, że badania wykonane zostały w specyficznym środowisku pracy, do którego dostęp jest ograniczony z uwagi na hermetyczność z jednej strony, a także pragmatyczną konieczność realizacji zadań w trybie wyższej konieczności podczas, której cele ergonomiczne są często na dalszym planie. Reasumując wprowadzenie zaawansowanych technik pomiarowych oraz zastosowanie metod opartych o wnioskowanie rozmyte, jest oryginalne i stanowi nowość w badaniach ergonomiczności stanowisk pracy w ambulansach.

5 Uwagi o charakterze krytycznym i dyskusyjnym

Poniżej w formie wypunktowanej, zawarto uwagi i komentarze oraz odniesienia do treści pracy, które z jednej strony, mogą być punktem wyjścia do dalszych badań bądź też obszarem dyskusji naukowej i pytań podczas obrony doktorskiej

- 1) Rozdział numer 3, (Cel, teza i zakres rozprawy), nie wyczerpuje problemu zidentyfikowania zakresu rozprawy doktorskiej - czasowego, przestrzennego, czy chociażby w zakresie podjętych badań, merytorycznego oraz wszelkich innych ram określających umiejscowienie rozprawy. Chociażby zakres czasowy jest istotny z punktu widzenia dynamiki badań naukowych, co powoduje czas w jakim przeprowadzono określone ustalenia może wskazywać na jakość, dostępność danych bądź źródeł. Także zagadnienie przestrzenne oraz zakresu demograficznego przeprowadzanych badań, a w szczególności w kontekście badań ergonomicznych może wskazywać na kompletność wniosków związanych z różnymi populacjami użytkowników, a przez to także jakością ergonomiczną stanowisk pracy na których pracują. Łącząc zakres przestrzenny i czasowy z punktu widzenia badań ergonomicznych można zauważyć, że pewne rozwiązania opracowywane były na bazie innych danych antropometrycznych, co jest jedną z determinant ergonomicznej jakości rozwiązań. Częściowo informacje dotyczące zakresu czasowego badań są podane w treści rozprawy (np. 6.2.1.1. strona 44 – badania były wykonane od stycznia do lutego 2018), niemniej kompleksowe odniesienie się do kwestii zakresów byłoby porządkujące dla rozprawy.
- 2) W rozdziale numer 3, (Cel, teza i zakres rozprawy), zrównano cel naukowy rozprawy z ogólnym celem pracy, przyjmując, że one są tożsame, jednakże nie podając tego wprost w tymże rozdziale. Dodatkowo pod koniec rozdziału 3 zawarto stwierdzenie, że uzyskane wyniki badań eksperymentalnych oraz analiza pozwoliły na realizację celu

użytecznego, przy czym cel ten nie został sformułowany. Oczywiście można domniemywać, że cel główny, jest jednocześnie celem naukowym oraz ma komponent użyteczny, ale należałoby to napisać.

- 3) Przyjęto w pracy tezę, nie poddając pod dyskusję okoliczności sformułowania tej tezy, ani też okoliczności zastosowania formuły tezy jako takiej. Nie podjęto dyskusji na okoliczność sformułowania hipotez, bądź pytań badawczych. Wydaje się że ta okoliczność wymagałaby dyskusji, w związku z czym stawiam pytania:
 - a. Dlaczego w pracy przyjęto tezę, nie posłużono się natomiast np. hipotezami bądź pytaniami badawczymi?
 - b. W jakich warunkach Autorka uznałaby, że teza nie została potwierdzona i jakie miałyby to konsekwencje dla pracy?
- 4) W krokach postępowania ostatnim jest identyfikacja źródeł uciążliwości. W przypadku zadania naukowego jakim jest opracowanie metody, należałoby się podjąć zagadnienia weryfikacji/walidacji metody naukowej. Zapisy wskazujące podjęcie takich działań znajdują się w rozdziale 8. Niemniej można w tym zakresie zadać następujące pytania:
 - a. Dlaczego w pracy nie dokonano próby oceny walidacji metody (oceny jej dokładności, precyzji, specyficzności, ograniczeń itp.)
 - b. W jaki sposób szczegółowo przeprowadzono weryfikację metody i jaki był jej wynik (w pracy wskazano: *Weryfikacja ilościowa zaproponowanej metody oceny zintegrowanego wskaźnika dyskomfortu ZWDK została przeprowadzona na podstawie wyników badań dokonanych w trakcie wykonywanych przez ratownika procedur w ambulansie marki Mercedes Sprinter*)
- 5) Charakterystyka badanej grupy/ badanych grup jest mało przejrzysta. Jedynie w przypadku badania ankietowego podawane zostały cechy badanych ratowników. Rozkład stażu pracy – str. 44, nie jest rozkładem tylko wykresem słupkowym w zakresie poszczególnych odpowiedzi. W celu przejrzystości należałoby agregować liczby odpowiedzi/pracowników w poszczególnych zakresach stażu i przedstawić to w formie histogramu. Podobnie sytuacja wygląda w przypadku czasu zapoznania się z rozmieszczeniem wyposażenia wewnętrznego karetki. W pracy pojawia się sformułowanie, że badania miały charakter pilotażowy. Nie jest wyjaśnione, pilotażem jakich badań głównych są te badania, czy też przyjęto tę nazwę od wykonawców badania. W przypadku charakterystyki podmiotów badań warto podać dane w postaci tabeli, gdzie średni staż pracy (podany w treści rozprawy) oraz odchylenie standardowe (brak w pracy), dałby pogląd odnośnie reprezentatywności badanej próby w badaniach ankietowych.
- 6) W rozdziale czwartym (Charakterystyka obiektu badań), została przedstawiona typologia pojazdów typu ambulans, podczas gdy tytuł rozdziału sugeruje charakterystykę obiektu konkretnych badań wykonanych przez Autorkę. W kontekście podjętej tematyki rozprawy, a w szczególności drugiej jego części – tj. badań prototypu ambulansu medycznego, zasadne wydaje się ocena obiektu badań pod względem cech konstrukcyjnych i użytkowych pojazdu, a w tym identyfikacja przestrzeni pracy czy też modelu badanego pojazdu Mercedes Sprinter. W kolejnym rozdziale mogącym

PS

traktować o tym zagadnieniu (rozdział 6.1.) również nie ma takiej informacji. Z informacji dostępnych w sieci wynika, że pojazd ten był oferowany na rynek polski w dwóch wersjach: Mercedes – Benz Sprinter 316 – ambulans ratunkowy, typ C (DMC do 3,5 t) oraz Mercedes – Benz Sprinter 319/419 – ambulans ratunkowy typ C (DMC do 3,88 t/4,1t). Zasadne więc wydaje się postawić następujące pytania:

- a. Jaka wersja pojazdu była poddana badaniom i jaka była podstawą dopracowania metody?
 - b. Na ile opracowana metoda wykorzystywana może być jedynie do badania określonego typu pojazdu w tym przypadku Mercedes Benz Sprinter?
 - c. Jak wygląda proces rozwoju ambulansów medycznych w szczególności w kontekście podjętego w pracy zagadnienia prototypowania kolejnych wersji tego typu pojazdów?
- 7) W pracy zidentyfikowano także drobne problemy strukturalne, edytorskie oraz językowe, jednak nie są one podstawą oceny merytorycznej rozprawy jak i nie wpływają w sposób znaczący na jej odbiór. Niemniej należałoby zwrócić uwagę na zagadnienia takie jak:
- a. Zawieranie treści bezpośrednio w rozdziale, a następnie przejście do podrozdziałów numerowanych (np. strona 32, 85). W takim przypadku, lepsze by było umieszczenie treści wstępnej w kolejnym podrozdziale. Tym bardziej, że np. dla rozdziału czwartego treść wstępna zawarta jest na ponad 2 stronach i można byłoby ją scharakteryzować w początkowym podrozdziale. Z kolei w przypadku krótszych treści wstępnych tak jak dla rozdziału siódmego, próba nazwania takiej treści mogłaby pozwolić na eliminację lub przeniesienie w inne miejsce nadmiernego wprowadzenia.
 - b. Opis rysunku źródło własne w przypadku fotografii – zamiast określenia fotografia własna (strona 34, 42, 53).
 - c. Wykorzystywanie na przemian wielkich i małych liter w lingwistycznych ocenach stanów - (strona numer 116) – „Dobra”, natomiast wszystkie pozostałe pisane są z małej litery: „więcej niż dobra”.
 - d. Brak konsekwencji w opisywaniu źródeł przedstawianych w rozprawie grafik, brak jest opisu gdzie wydawałoby się, że należałoby umieścić opracowanie własne
 - e. Tworzenie nieuzasadnionych form takich jak tabela numer 35 - w tej tabeli występuje tylko jedna kolumna, formę tabelaryczną można więc by było zamienić prosto na listę myślników, którą de facto tabela nr 35 jest.
- 8) W podsumowaniu rozprawy zawarto sformułowanie, że *badania pomiarów napięcia mięśniowego i zakresów kątowych powinny, w warunkach rzeczywistych badania prototypu, odbywać się z udziałem najmniejszego przedstawiciela populacji ratowników, czyli 5 centyla kobiet lub 5 centyla mężczyzn. Wynika to z faktu, że zapewnienie dostępu do elementów struktury przestrzennej tej grupie osób zapewni dostęp również osobom większym. Abstrahując od faktu że piąty centyl nie jest najmniejszym przedstawicielem populacji (5% populacji w zakresie danej cechy*

MB

charakteryzuje się mniejszą wartością), to zasada miar ograniczających, wskazuje na konieczność zbadania również osoby z 95 centyla, ponieważ właśnie to u takiej osoby będzie pojawiać się konieczność większego pochylania w ograniczonej przestrzeni kabiny ambulansu, a więc większe będzie odchylenie od pozycji neutralnej. Tę nieścisłość i okoliczność badań własnych należałoby również wyjaśnić, jak również cechy antropometryczne badanych osób.

6 Podsumowanie oceny rozprawy

Pomimo przytoczonych uwag, oceniam rozprawę przygotowaną przez panią mgr inż. Katarzynę Grzybowską **pozytywnie**. Rozprawa dotyczy istotnego i ważnego społecznie zagadnienia jakim jest ergonomiczna jakość pracy i stanowisk pracy ratowników medycznych. Praca dotyczy więc zarówno ważnego z punktu widzenia praktycznego obszaru, jak również jest oryginalnym podejściem do problemu naukowego ergonomicznej jakości stanowisk pracy w branży medycznej.

Rozprawa doktorska prezentuje **ogólną wiedzę teoretyczną** Autorki - mgr inż. Katarzyny Grzybowskiej, a także **wykazuje na umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej**. Zaprezentowany w rozprawie sposób opracowania metody oceny poziomu ergonomicznego stanowi **oryginalne rozwiązanie problemu naukowego**.

Sformułowane przeze mnie uwagi krytyczne czy zauważone niedociągnięcia nie wpływają na ogólnie pozytywną opinię o recenzowanej rozprawie, a raczej mają na celu poprawę warsztatu badawczego, edytorskiego i redakcyjnego Autorki.

7 Konkluzja

Po zapoznaniu się z treścią rozprawy pani mgr inż. Katarzyny Grzybowskiej pt. „Metoda oceny poziomu ergonomicznego stanowiska pracy ratownika na etapie badań prototypu ambulansu medycznego” stwierdzam, że **spełnia ona wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim**, a w szczególności wymienionym w art. 187. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669).

Konkludując, **wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie pani mgr inż. Katarzyny Grzybowskiej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora.**

8 Bibliografia wykorzystana w opinii

- [1] Bęczkowska Sylwia, Celiński Daniel, Grabarek Iwona, Grzybowska Katarzyna, Zysk Zuzanna, (Nie)ergonomiczne warunki pracy w ambulansie medycznym, Medycyna Pracy, 2024, vol. 75(1), s.1-14

- [2] Hallihan, G., Caird, J. K., Blanchard, I., Wiley, K., Martel, J., Wilkins, M., Lazarenko, G. (2019). The evaluation of an ambulance rear compartment using patient simulation: issues of safety and efficiency during the delivery of patient care. *Applied Ergonomics*, 81, 102872.
- [3] Issachar, Gilad., Eyal, Byran. (2007). Ergonomic evaluation of the ambulance interior to reduce paramedic discomfort and posture stress. *Human Factors*, doi: 10.1518/001872007X249884
- [4] Kibira, D., Lee, Y. T., & Dadfarnia, M. (2012). Modeling for optimal ambulance patient compartment layout. In *Proceedings of the 2012 Spring Simulation Multiconference: Orlando*.
- [5] Norma EN 16710-2:2016 Ergonomics methods - Part 2: A methodology for work analysis to support design
- [6] Recenzje w postępowaniach o awans naukowy. Poradnik. Rada Doskonałości Naukowej (2022) [pobrano 2024-07-11] z www.rdn.gov.pl
- [7] Ustawa z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, tekst jednolity Dz. U. z 2017 r. poz. 1789.

Marcin Bielecki