

dr hab. inż. Witold LUTY
Sieć Badawcza Łukasiewicz –
Przemysłowy Instytut Motoryzacji
03-301 Warszawa
ul. Jagiellońska 55

Warszawa 20.08.2024r.



Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Małgorzata Pełka

Metoda oceny efektywności szkoleń kierowców w aspekcie zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Adam Rosiński, prof. uczelni

Promotor pomocniczy: dr inż. Mikołaj Kruszewski

Miejsce złożenia rozprawy: Politechnika Warszawska, Rada Naukowa
Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowi uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport z dnia 07.05.2024r. w sprawie wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej pani mgr. inż. Małgorzaty Pełka. W uchwale powołano moją osobę na recenzenta przedmiotowej rozprawy doktorskiej.

2. Ogólna charakterystyka redakcyjna

Zasadnicza część przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej zawiera 10 rozdziałów. Zamieszczono również dodatkowe elementy struktury pracy takie jak: Streszczenie (w dwóch językach), Spis treści, Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń, Bibliografia,, Spis rysunków, Spis Tabel, Załączniki. Całość pracy obejmuje 188 ponumerowanych stron. W spisie literatury zamieszczono 164 pozycje.

3. Analiza treści rozprawy

1. Wprowadzenie

Wskazano genezę podjętej pracy. Jest nią problematyka bezpieczeństwa ruchu drogowego. Wskazano powszechnie znane obszary działań na rzecz poprawy stanu bezpieczeństwa na drogach, a także wybrane dane dotyczące liczby i skutków wypadków drogowych pozyskane na podstawie dostępnych statystyk. Wskazano, że jednym z czynników zmniejszających liczbę wypadków drogowych jest stopniowa automatyzacja prowadzenia pojazdów, w tym stosowanie systemów wsparcia kierowcy. Tu nawiązano do problemu przygotowania

kierowców do właściwego, efektywnego korzystania z systemów wsparcia i układów automatyzacji pojazdów stosowanych obecnie i w przyszłości.

2. Stan zagadnienia

W rozdziale przedstawiono wyniki analizy stanu wiedzy w przedmiotowym obszarze. Przytoczono liczne źródła w postaci przypisów (w sumie jest ich 164). Należą do nich głównie publikacje naukowe, monografie, witryny internetowe oraz źródła prawa. Przeprowadzona analiza wykazuje, że rozwój technologii motoryzacyjnych wywołuje nowe wyzwania w aspekcie bezpieczeństwa ruchu drogowego. Skutecznym sposobem przeciwdziałania nowym zagrożeniom jest rozszerzenie programu szkolenia kierowców, w szczególności w zakresie efektywnego stosowania układów wsparcia kierowcy i automatyzacji pojazdu. Znaczną część przeglądu zajmuje analiza możliwości zastosowania symulatorów jazdy w procesie szkolenia kierowców, a także analiza metod parametryzacji i kwalifikacji umiejętności kierowców dla celów oceny skuteczności ich szkolenia.

3. Cel, teza i zakres pracy

Wnioski z przedstawionego przeglądu literatury doprowadziły Autorkę pracy do sformułowania tezy, a następnie celu i zakresu pracy doktorskiej. Zaproponowano cel pracy, którym jest: opracowanie metody oceny efektywności szkoleń kierowców w aspekcie zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Zakres obejmuje zagadnienia poruszone w poszczególnych rozdziałach pracy.

4. Automatyzacja pojazdów

W rozdziale przedstawiono strukturę problemu automatyzacji a także klasyfikację poziomów automatyzacji pojazdów w 2 odmianach – wg SAE oraz wg NHTSA. Następnie przedstawiono opis 6 układów wsparcia kierowcy oraz układów automatyzacji stosowanych obecnie w pojazdach. Zdefiniowano powiązanie opisanych układów z najczęściej występującymi przyczynami wypadków drogowych.

5. Szkolenia kierowców w zakresie procesu uzyskiwania prawa jazdy kat. B

W rozdziale przedstawiono krytyczną analizę europejskich wymagań w zakresie systemu szkolenia kandydatów kierowców. W szczególności wskazano, że obecne wymagania nie narzucają obowiązku szkolenia kandydatów na kierowców w zakresie właściwej i efektywnej obsługi układów automatyzacji i wsparcia kierowcy (systemów asystenckich) stosowanych już powszechnie w nowych pojazdach. Ważną częścią rozdziału jest przegląd literatury na temat badań w obszarze subiektywnej oceny umiejętności kierowców. Ten przegląd wykazuje, że istnieje trwała tendencja do zawyżonej samooceny w obszarze umiejętności kierowców, która może leżeć u podstaw zachowań na drodze prowadzących do powstawania realnych zagrożeń bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Przedstawiono przegląd stanu zagadnienia w obszarze wykorzystania układów ADAS w procesie szkolenia oraz egzaminowania kierowców. Na przykładzie 2

krajów (Niderlandy i USA) przedstawiono dane statystyczne na temat wykorzystania tych układów podczas szkolenia kandydatów na kierowców oraz podczas ich egzaminowania. Wskazano, że wykorzystanie układów ADAS w tych procesach nie jest obligatoryjne co powoduje znaczny rozstęp kompetencji kierowców uzyskujących prawo jazdy w obszarze użytkowania układów wsparcia i automatyzacji pojazdu.

6. Oczekiwania, stan wiedzy kierowców na temat ADAS i sposoby jej zdobywania.

W rozdziale przedstawiono wyniki badań w obszarze pojazdów. Są to głównie wyniki ankiet na temat wiedzy, stosunku oraz wykorzystania technologii automatyzujących jazdę przez kierowców. Rozdział zawiera również wyniki badań własnych na temat oczekiwań wobec pojazdów autonomicznych oraz gotowości do zakupu pojazdu zautomatyzowanego. Autorka odniosła się do badań realizowanych w Instytucie Transportu Samochodowego oraz Politechniki Warszawskiej w obszarze wiedzy, stosowania oraz zaufania kierowców do układów asystenckich, a także w obszarze łatwości obsługi takich układów oraz interakcji kierowcy z nimi. Przedstawiono również wyniki badań ankietowych na temat wpływu wyposażenia pojazdów w układy ADAS na decyzje o zakupie pojazdu, stanu wyposażenia pojazdów flotowych oraz prywatnych w układy ADAS, a także źródeł wiedzy użytkowników na temat sposobu korzystania z układów ADAS w pojeździe. Przytoczono wyniki szerokiego przeglądu literatury na temat wyposażenia i stosowania układów asystenckich, a także stosunku do pojazdów zautomatyzowanych w niektórych krajach na świecie.

7. Nowatorskie metody szkolenia kierowców z wykorzystaniem zaawansowanych systemów wspomagających kierowcę.

Rozdział zawiera opis programu zaplanowanych badań. Przedstawiono możliwe metody szkolenia kierowców w zakresie posługiwania się układami pojazdów zautomatyzowanych, ze wskazaniem metod o najwyższej ocenianym potencjale z punktu widzenia efektywności, szczególnie w zakresie użytkowania systemów wsparcia kierowcy i automatyzacji jazdy. Przedstawiono propozycję struktury treści szkolenia teoretycznego i praktycznego wraz z mapą kompetencji kierowcy, które należy osiągnąć w wyniku przeprowadzonego szkolenia. Przedstawiono strukturę i charakterystykę populacji kierowców poddanej badaniom. Opisano cechy symulatora jazdy zastosowanego w procesie testowania kierowców, a także specjalne moduły i układy opracowane dla potrzeb planowanych badań. Przedstawiono również opis modułu kształcenia metodą e-learning, który został opracowany przy zaangażowaniu Autorki w ramach projektu. W platformie e-learningowej zastosowano dedykowane materiały szkoleniowe opracowane na potrzeby pracy badawczej. Opisano poszczególne etapy zaplanowanych prac badawczych oraz metodykę badań zawierającą procedurę badania, opis modułów, opis otrzymywanych wyników badań oraz formę ich analizy i prezentacji. Do

oceny porównywanych wyników pomiaru zastosowano statystyczne testy istotności. Zaproponowane testy pozwalają na obiektywną ocenę otrzymanych wyników badań oraz istotności różnic pomiędzy ich wartościami.

8. Metoda oceny efektywności szkoleń

Rozdział jest przedmiotowym i tytułowym elementem pracy. Autorka wykorzystала wyniki badań z zastosowaniem symulatora do oceny efektywności metod szkoleniowych zastosowanych w wyodrębnionych grupach kierowców. Do realizacji procesów decyzyjnych w zaproponowanej metodzie zastosowano model logiki rozmytej zbudowany na module Fuzzy Logic Designer środowiska Matlab. Istotą metody są parametry wybrane do opracowania modelu, których wartości zebrane podczas badań podlegały przetwarzaniu w celu dokonania przedmiotowej oceny. Istotnym elementem modelu, który wpływał na wyniki oceny są również zastosowane funkcje przynależności, a właściwie zastosowane wartości graniczne przedziałów klasyfikacji tych funkcji. Przedstawiono wyniki przeprowadzonych obliczeń z wykorzystaniem zastosowanego modelu. Wyniki obliczeń zestawiono również w grupach wiekowych kierowców wraz z wynikiem samooceny kierowców oraz oceny trenera.

9. Weryfikacja metody oceny efektywności szkoleń kierowców

Opracowany model poddano weryfikacji. Polegała na wykonaniu obliczeń dla pojedynczych sytuacji badawczych (prób 1 i 3), przy zachowaniu parametrów wejścia. Zmianie uległy granice przedziałów wartości funkcji przynależności parametru „liczba prób”. Obliczenia powtórzono na podstawie wyników przeprowadzonych wcześniej badań z wykorzystaniem symulatora. Wyniki uzyskane dla pojedynczych sytuacji porównano z wynikami zbiorczymi. Ocenie podlegały również wyniki oceny uzyskanej na podstawie modelu w porównaniu z oceną trenera. Badania powtórzono na grupie 16 osób, które nie brały udziału we wcześniejszych badaniach. Dokonano porównania wyników uzyskanych w pomiędzy rodzajami zastosowanego szkolenia kierowców w wyodrębnionych grupach wiekowych.

10. Podsumownie

Autorka dokonała podsumowania pracy. Podsumowanie zawiera opis prac wykonanych w poszczególnych częściach/rozdziałach pracy. Wskazała na zalety zaproponowanego modelu oceny, który nie jest podatny na wpływ wielu czynników tak jak ma to miejsce w przypadku oceny subiektywnej. Wskazano również na możliwość zastosowania zaproponowanej metody do oceny operatorów innych rodzajów maszyn lub pojazdów. Autorka zapisała, że słuszność postawionej tezy pracy została potwierdzona. Wymieniła również kluczowe osiągnięcia jej rozprawy. Wskazano możliwe kierunki dalszych prac z wykorzystaniem zaproponowanego modelu oceny. Autorka odwołała się do

projektów w których brała udział i które w były źródłem wiedzy i informacji przytoczonych w pracy, z zachowaniem właściwych zasad cytowania.

4. Merytoryczna ocena rozprawy

1. Układ rozprawy doktorskiej jest klasyczny, co jest jej zaletą. Autorka dokonała szerokiego przeglądu literatury. Tym samym wykazała gruntowne rozpoznanie stanu zagadnienia i bardzo dobre przygotowanie do realizacji zamierzonej pracy doktorskiej. Analiza stanu wiedzy oraz doświadczenia własne były przydatne do sformułowania tezy celu i zakresu pracy. Cel pracy wynika z precyzyjnie określonych potrzeb rozwoju zakresu i metod kształcenia/szkolenia kierowców i kandydatów na kierowców w zakresie właściwego i efektywnego użytkowania układów wsparcia kierowcy oraz układów automatyzacji jazdy. Sama praca nie wykazuje cech odseparowania od zasadniczej zawodowej działalności Autorki, która w rozprawie wielokrotnie przytacza informacje pozyskane na podstawie wyników realizacji projektów badawczych, w których była członkiem zespołu i wykonawcą. Przy tym zachowała zasady rzetelnego opisu źródła/cytowania. Jednak Autorka nie wykazała powiązania treści pracy z jej dorobkiem naukowym potwierdzonym stosownymi cytowaniami własnych publikacji. Pozostają również do wyjaśnienia wątpliwości w zakresie prawa do wykorzystania wyników badań w rozprawie doktorskiej udzielonego przez właściciela praw autorskich tych wyników. Stąd następujące pytania:

Pytanie 1.: Jakie publikacje Autorki mają związek z przedstawioną pracą doktorską?

Pytanie 2.: Czy Autorka uzyskała upoważnienie właściciela praw autorskich-wykonawcy projektu do wykorzystania wyników badań w swojej rozprawie doktorskiej?

2. Postawiony cel pracy jest słuszny i oczywisty. Autorka śmiało podjęła temat w obszarze doskonalenia metod oceny skuteczności szkolenia kierowców. Zastosowała tu metodę logiki rozmytej z wykorzystaniem modułu pakietu Matlab. Jednak istotą budowy modelu i jego działania są parametry wykorzystane jako wejścia modelu oraz „konstrukcja” zastosowanych funkcji przynależności. Jest oczywiste że wynik zastosowania modelu, a tym samym powodzenie osiągnięcia celu pracy zależy od tych właśnie elementów modelu. Jako wejście modelu zastosowano 3 parametry (w skrócie): *liczba_prób*, *czas_reakcji_Rt1*, *czas_reakcji_wl_systemu*. Tu pojawiają się następujące pytania:

Pytanie 3.: Dlaczego właśnie takie 3 parametry zastosowano jako wejście modelu i dlaczego zastosowano tylko 3 parametry opisujące zachowania

kierowcy podczas jazdy w sytuacji zastosowania zaawansowanego narzędzia Matlab jakim jest Fuzzy Logic Designer?

Pytanie 4: Jakie inne parametry mogłyby się przyczynić do szerszej, bardziej złożonej, a tym samym bardziej selektywnej oceny zachowań kierowcy podczas jazdy z wykorzystaniem układów automatyzacji.

Pytanie budzą również zastosowane funkcje przynależności:

Pytanie 5: Na jakiej podstawie przyjęto graniczne wartości przedziałów zastosowane do modelowania funkcji przynależności dla poszczególnych parametrów wejścia?

3. Istotą skuteczności zbudowanego modelu jest jego selektywność tzn. obiektywna skuteczność prowadzonej oceny. Autorka pokazała, na przykładzie wyników pomiaru bezpośredniego, że wartości parametrów wejściowych mają określony rozrzut. Dlatego do wstępnej oceny porównawczej wyników pomiaru zastosowała testy zgodności wykazując istotność różnic pomiędzy porównywanymi wartościami średnimi. To dobrze świadczy o Autorce jako o badaczu. Jednak wyniki wykonywanych przy pomocy zbudowanego modelu logiki rozmytej nie zostały poddane testom zgodności. To jest niezrozumiałe ponieważ wyniki obliczeń modelu mają również znaczny rozrzut i to właśnie te testy mogły potwierdzić selektywność opracowanej metody. Tym samym poprzez testy zgodności można ocenić efektywność przyjętej metody w zastosowaniu do obiektywnej oceny skuteczności metod szkolenia, w tym również z uwzględnieniem wpływu różnych czynników np. grup wiekowych czy liczby powtórzeń każdego z kierowców.
4. Autorka skrupulatnie udokumentowała wyniki pomiarów i obliczeń. Zastosowano tu różne metody prezentacji wyników, w tym tabele, wykresy dwu i trzy wymiarowe. Dane tabelaryczne spełniają głównie funkcję dokumentacyjną/sprawozdawczą, ale analiza wyników przedstawionych w tabelach budzi realne trudności. Oczywiście jest, że dla przeprowadzenia stosownej analizy najbardziej przydatna jest graficzna forma prezentacji danych. Jednak istotą rzeczy jest zastosowanie właściwej formy. Z merytorycznego punktu widzenia wątpliwości budzą wykresy na rysunku 8.11. Wymowa rysunku i jego opisu jest taka, że liczba osób biorących udział w badaniu ma wpływ na wynik oceny z zastosowaniem modelu, a w dodatku, że rosnąca liczba osób biorących udział w badaniach powoduje jednoznaczny przyrost uzyskiwanej oceny. Co prawda w tekście Autorka wyjaśnia, że jest to zestawienie uzyskanych wyników w sposób narastający, jednak taka forma prezentacji wyników niewłaściwa i niepotrzebnie sugeruje, że jest tu jakiś trend, którego przecież nie ma. Rysunek ten jednak pokazuje jak duży jest rozrzut wyników uzyskiwanych dla poszczególnych metod szkolenia

względem wartości średniej uzyskanej dla całej populacji kierowców. W przypadku każdej metody szkolenia rozstęp wyników sięga 50% wartości średniej przy nieznacznych różnicach pomiędzy wartościami średniej uzyskanymi dla poszczególnych metod. Tym samym potwierdzają się wcześniej opisane wątpliwości co do selektywności opracowanej metody oceny. Tu nasuwa pytanie:

Pytanie 6: jak będą wyglądać dane z rysunku 8.11 po dokonaniu ich zestawienia w sposób analogiczny do zestawień wcześniej stosowanych na rysunkach 7.16 do 7.20, czyli 3 słupki z wartością średnią i przedziałem niepewności dla każdej metody szkolenia.

5. Redakcyjna forma pracy nie budzi zastrzeżeń. Praca została przygotowana bardzo starannie. Nie napotkano na istotne mankamenty redakcyjne poza zbyt małą czcionką zastosowaną w opisie niektórych rysunków np. 8.2-8.9 i dalszych tego typu.

5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Przedstawiona do recenzji doktorska zawiera wartościowe treści. Autorka podjęła ważny temat w obszarze bezpieczeństwa ruchu drogowego. Dokonała gruntownego i szerokiego przeglądu stanu wiedzy. Postawiła tezę, przyjęła śmiały i ambitny cel pracy. Wykorzystała wyniki szeroko zakrojonych trudnych badań ankietowych oraz badań eksperymentalnych na populacji kierowców z wykorzystaniem symulatora jazdy. Dokonała wszechstronnej prezentacji i analizy danych zarówno ankietowych jak i wyników pomiaru parametrów określających wybrane zachowania kierowców. Proces wnioskowania został oparty na opracowanej metodzie z zastosowaniem modelu logiki rozmytej.

Wykazana wiedza i umiejętności Autorki identyfikują się z obszarem dyscypliny Inżynieria lądowa, Geodezja i Transport. Autorka wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej poczynając od studiowania literatury poprzez planowanie i realizację badań ankietowych i eksperymentalnych, a kończąc na prezentacji i analizie wyników tych badań wraz z formułowaniem wniosków. Wskazane w recenzji obszary pracy, które budzą wątpliwości obniżają wartość pracy. Przedstawione uwagi nie mają jednak charakteru uwag krytycznych. Mogą być przydatne w dalszej pracy Autorki nad rozwojem/doskonaleniem zaproponowanej metody. Postawione w recenzji pytania wymagają jednak ustosunkowania się i złożenia stosownych wyjaśnień przez Autorkę, w tym w części podczas obrony pracy doktorskiej.

Pomimo sformułowanych uwag i zastrzeżeń stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska pani Małgorzaty Pełki spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku

o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Dlatego wnioskuję o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego z jednoczesnym wymaganiem ustosunkowania się do stwierdzonych uwag i udzielenia odpowiedzi na postawione pytania. Ocenę udzielonych odpowiedzi pisemnych i ustnych pozostawiam Komisji do dyskusji podczas obrony pracy doktorskiej.

Witold Luty

