

Radom dnia 15 lipca 2022 roku

dr hab. inż. Tomasz Perzyński, prof. UTH Rad.
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny
im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu
Wydział Transportu, Elektrotechniki i Informatyki



RECENZJA

**rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Pawła Drózda
pt.: „Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń
sterowania ruchem kolejowym”**

Podstawą przygotowania recenzji było pismo numer WTBD.521.DR.95.2022 z dnia 13 maja 2022 roku przysłane przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej Pana dra hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. uczelni.

1. Podstawa ubiegania się o stopień doktora

Podstawą ubiegania się o stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport jest złożona przez Pana mgr. inż. Pawła Drózda rozprawa doktorska pt.: „*Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym*”. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Adam Rosiński, prof. uczelni a promotorem pomocniczym dr inż. Lech Konopiński. Złożona rozprawa prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną z dyscypliny inżynieria lądowa i transport oraz oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Zgodnie z art. 187 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz.U.2022.574 z późn.zm.) złożoną pracę pisemną należy uznać za rozprawę doktorską.

2. Ocena układu rozprawy doktorskiej oraz jej zawartość

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt.: „*Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym*” obejmuje łącznie 133 strony. Składa się z sześciu głównych rozdziałów, w tym z podrozdziałów oraz podsumowania. Dodatkowo

rozprawa zawiera bibliografię oraz spis rysunków i tabel. Zawartość rozprawy jest zgodna z tytułem. Rozdziały rozprawy stanowią logiczną całość a zastosowana chronologia nie budzi wątpliwości.

Podjęty temat rozprawy, jak autor sam wskazuje (str. 16), jest kontynuacją jego dotychczasowych osiągnięć. Dotyczy to prac publikacyjnych oraz udziału w pracach badawczych realizowanych przez zespół Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. Praca dotyczy opracowania metody generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Analiza przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej pozwala stwierdzić, że doktorant w ramach pracy dokonał:

- sformułowania problemu badawczego,
- przeglądu literatury,
- wskazania celu, zakresu i tezy pracy,
- omówienia wybranych systemów srk,
- przedstawienia autorskiej metody generowania testów do badania stanu funkcjonalnego urządzeń srk,
- weryfikacji zaproponowanej w rozprawie metody.

Rozdział pierwszy dysertacji stanowi wprowadzenie do podjętego tematu rozprawy. W rozdziale tym autor przedstawił stan wiedzy związany z rozprawą oraz wskazał luki dotyczące testowania funkcjonalnego urządzeń srk. Wskazał cel i tezę rozprawy.

W rozdziale drugim doktorant scharakteryzował wybrane urządzenia sterowania ruchem kolejowym pod kątem realizacji przez systemy założonych funkcji. Odniósł się do problemów niezawodności i dostępności urządzeń. Kolejnym krokiem był opis struktury urządzeń srk, co pozwoliło na przejście do problemów własności funkcjonalnych i diagnostycznych omawianych urządzeń.

Rozdział trzeci rozprawy jest najobszerniejszym z rozdziałów. W rozdziale tym doktorant zaprezentował zagadnienia związane z badaniami diagnostycznymi. Odniósł się do badań funkcjonalnych systemów. Dokonał identyfikacji własności funkcjonalno-diagnostycznych urządzeń srk. Wskazał fazy w procesie diagnozowania i dokonał ich opisu. W rozdziale tym doktorant przeanalizował wybrane metody organizacji procesów diagnostycznych oraz zaprezentował metodykę badań funkcjonalnych stacyjnych systemów srk. Dobrym uzupełnieniem rozdziału są zagadnienia związane z badaniami systemów srk w odniesieniu do cyklu życia urządzeń. Doktorant przedstawił te zagadnienia poczynawszy od procesu certyfikacji,

poprzez odbiory urządzeń oraz ich diagnostykę i badania podczas eksploatacji. Odniósł się również do kwestii monitorowania i kontroli funkcjonowania urządzeń.

Rozdział czwarty, piąty i szósty stanowią rdzeń pracy i wkład doktoranta w dyscyplinę inżynieria lądowa i transport. W rozdziale czwartym, najkrótszym, doktorant przedstawił model funkcjonalno-diagnostyczny urządzeń srk. Autor przedstawił założenia do modelu oraz wskazał jego cel, którym było odwzorowanie struktury funkcjonalnej stacyjnego systemu srk. Zaproponowany model został rozpatrzony jako zbiór elementów technicznych niezbędnych do realizacji postawionego zadania. Doktorant przedstawił model i metodę uniwersalną, które mogą zostać użyte do analizy różnych systemów srk.

W rozdziale piątym przedstawiono autorską metodę wyznaczania testów funkcjonalnych urządzeń srk. Jako cel metody wskazano wyznaczenie możliwie najmniejszego zbioru testów służących do kontroli stanu urządzeń srk. Do realizacji celu autor ograniczył się do wyznaczenia optymalnego zbioru sprawdzeń z dostępnych poleceń z poziomu pulpitu dyżurnego ruchu. Doktorant wykorzystał narzędzie w postaci tablicy zależności opisując w niej możliwe do realizacji zadania. Jednocześnie tablica została zmodyfikowana i dostosowana do celu pracy. Autor przedstawił założenia do metody oraz przedstawił algorytm wyznaczania zbioru sprawdzeń. Ostatnim krokiem było zaimplementowanie zaproponowanej metody na małym systemie stacyjnym.

Rozdział szósty dysertacji stanowi weryfikację zaprezentowanej w rozdziale piątym metody. W rozdziale tym zostały wyznaczone zbiory sprawdzeń dla wybranej grupy urządzeń srk, w tym: semaforów, zwrotnic i odcinków torowych. Autor przedstawił tablice zależności badanych obiektów, na podstawie których i w oparciu o przedstawione w pracy założenia dokonał wyznaczenia zbioru testów.

Rozprawę kończy podsumowanie, w której doktorant odniósł się do osiągniętych wyników. Wskazał, że teza pracy została udowodniona oraz nakreślił dalsze kierunki badań.

3. Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Spis bibliograficzny zawiera 79 pozycje. W skład spisu wchodzi: wydawnictwa zwarte, artykuły naukowe, normy, instrukcje, opinie, raporty oraz odwołanie do jednej strony internetowej. W zbiorze tym znajduje się 25 pozycji anglojęzycznych, w tym autorów polskich i zagranicznych. W spisie bibliograficznym występują również 3 prace autorskie oraz 4 prace współautorskie doktoranta (wszystkie w języku polskim). Należy jednak podkreślić, iż

wszystkie prace autora wpisują się w podjęty w rozprawie temat. Wśród 79 pozycji bibliograficznych 45 stanowią opracowania nie starsze niż 10 lat. W pozycji 74 spisu bibliografii autor wskazuje na istotną pozycję dotyczącą dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych. W pracy nie znalazłem jednak odniesienia do przepisów zmieniających wspomniane źródło. Dodatkowo w spisie bibliograficznym występują prace, do których brak jest odniesień w tekście: 5, 19, 24, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 71, 77 oraz prace autorskie: 8, 10, 11, 12.

Dobór zastosowanego piśmiennictwa należy uznać za poprawny. Pewne wątpliwości budzi jednak ilość zebranego i przeanalizowanego przez doktoranta materiału, na który powołuje się w rozprawie. Odejmując prace autorskie, współautorskie, opinie, instrukcje i raporty, ogólną liczbę cytowanych prac należy uznać za wynik dostateczny.

4. Ocena celu pracy

Autor wskazał, że istnieje potrzeba wprowadzenia pewnych standardów związanych z testowaniem urządzeń, w tym kompletności badanych funkcji urządzeń. Zaproponował metodę wyznaczania zbioru testów niezbędnych do uzyskania pełnych informacji o badanym obiekcie. Celem pracy było opracowanie metody wyznaczania zbiorów testów funkcjonalnych służących do kontroli stanu urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Do realizacji celu pracy autor wskazał cele cząstkowe, którymi były:

- przeprowadzenie analizy właściwości funkcjonalnych i diagnostycznych urządzeń srk,
- opracowanie modelu kontroli funkcjonowania,
- budowę modelu funkcjonalno-diagnostycznego systemu,
- opracowanie metody tworzenia specyfikacji testów,
- analizę zagadnień optymalizacji i minimalizacji kosztów testów.

Realizacja zadań cząstkowych oraz zastosowany w pracy aparat badawczy pozwala stwierdzić, iż cel pracy został osiągnięty.

5. Ocena zastosowanych metod badawczych

Autor rozprawy zastosował metodę optymalizacji przy założonym kryterium dotyczącym najniższego kosztu. Na podstawie tablicy zależności doktorant dokonał opisu w postaci macierzy zmiennych. Pozwoliło to na wykorzystanie środowiska Mathematica do realizacji obliczeń związanych z efektywnością realizowanych zadań testowych oraz wyznaczenia

optymalnego zbioru testów. Zastosowaną w pracy metodę badawczą i narzędzia należy uznać za poprawne.

6. Ocena wyników badań

Na podstawie zastosowanej metody doktorant wskazał, że istnieje możliwość optymalnego doboru zadań sprawdzających badane urządzenie. Otrzymane wyniki wskazują na minimalną liczbę zadań testowych, które należy zrealizować. Dodatkowo dla analizowanych w pracy urządzeń oszacowano efektywność oceny.

7. Implementacja wyników badań

Zaprezentowana w rozprawie metoda generowania testów do badania stanu funkcjonalnego urządzeń srk może stanowić dodatkowe narzędzie wspomagające procesy diagnostyczne i utrzymaniowe. Zaprezentowaną w rozprawie metodę należy uznać za uniwersalną, mogącą wspomagać wspomniane procesy poza obszarem urządzeń przeanalizowanych w pracy.

8. Uwagi do pracy

Uwagi do dysertacji przygotowano na podstawie dostarczonego druku papierowego (formy elektroniczne rozprawy nie są tożsame w formą papierową – inne strony).

Pomimo dobrze przygotowanej dysertacji w pracy zauważalne są błędy, szczególnie edytorskie. We wstępie zabrakło spisu użytych skrótów, a stosowanie tych samych oznaczeń o różnych znaczeniach utrudnia zrozumienie pracy. Na plus należy zaliczyć przygotowanie słownika podstawowych pojęć.

Na stronie 12 doktorant pisze, że stan zdatności funkcjonalnej urządzeń srk można określić wyłącznie na podstawie danych uzyskanych podczas użytkowania lub przeprowadzonych testach funkcjonalnych. W tym miejscu należy dodać, że elementem dopuszczającym urządzenia srk do eksploatacji jest m.in. analiza na podstawie szacowania oraz symulacji ukazującej różne scenariusze zdarzeń.

Na stronie 13 doktorant pisze, że systemy srk muszą spełniać wymagania bezpieczeństwa na poziomie SIL-4. W przypadku warstwy wykonawczej oraz logicznej rzeczywiście tak jest, ale już warstwa nadrzędna ze stanowiskiem operatorskim może spełniać niższe wymagania SIL. Do tego miejsca zabrakło odniesienia do wszystkich poziomów SIL dla systemów srk. Autor

wraca do zagadnienia związanego z SIL na stronie 29 i 30 jednocześnie wskazując, że w przypadku warstwy zależnościowej i wykonawczej urządzenia mogą być przypisane również do poziomu 3.

Na stronie 16 doktorant wskazuje na swój udział w pracach realizowanych przez pracowników Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej. Autor był członkiem zespołów realizujących zlecenia zewnętrzne, jednak zabrakło szczegółowych informacji dotyczących udziału i roli autora w poszczególnych pracach. PYTANIE: *jaką rolę doktorant pełnił przy wspomnianych pracach?*

Na stronie 18 doktorant pisze o wielu publikacjach dotyczących diagnostyki urządzeń srk a wskazuje tylko trzy. Dalej stwierdza, że w pracach tych nie uwzględniono specyfiki urządzeń srk. PYTANIE: *czy autor odnosi się tylko do wspomnianych trzech prac czy do ogółu prac dotyczących diagnostyki urządzeń srk?* Należy podkreślić, iż urządzenia srk same w sobie stanowią pewną specyfikę urządzeń sterowania i są dedykowane do realizacji ściśle określonych zadań.

Na stronie 25 doktorant dokonał opisu blokad liniowych. PYTANIE: *ile wynosi bezpieczna odległość pociągów na tej samej linii na szlaku i od czego zależy?*

Na stronie 26 doktorant napisał, że włączanie ostrzegania dla kierowców na przejeździe kolejowo-drogowym następuje niezwłocznie po pojawieniu się pojazdu szynowego. PYTANIE: *proszę o informację, ile czasu trwa „niezwłocznie”?*

Na stronie 32 doktorant pisze, że system sterowania ruchem kolejowym tworzy zbiór urządzeń technicznych, jednak na stronie 33 pisze, że na potrzeby pracy urządzenia srk będą traktowane jako zbiór urządzeń i personelu. Należy podkreślić, iż w tym przypadku jest to raczej nadużycie, tym bardziej że w dalszej części dysertacji doktorant już się do tego nie odnosi.

Na stronie 40 doktorant pisze: *„Faza oczekiwania na zadanie – w tej fazie operator ma możliwość sprawdzenia poprawności zobrazowania układu torowego i elementów przytorowych...”*. Zapewne w tym stwierdzeniu chodzi o możliwość odczytu zobrazowania aktualnie nastawionych przebiegów.

Na stronie 41 doktorant pisze o fazie nadzoru przez operatora jazdy pociągu kończąca akapit, iż częściowo możliwa jest kontrola ciągłości składu przejeżdżającego taboru. PYTANIE: *proszę o wyjaśnienie ostatniego zdania w akapicie?*

W rozdziale trzecim na stronie 43 doktorant pisze, iż prognozowanie polega na przewidywaniu stanów w przyszłości. Ten zapis nie budzi wątpliwości, jednak kolejne zdanie „*przewidywania przyszłego i przeszłego stanu urządzeń można określić posiadając...*”.

PYTANIE: *w jakim celu przewiduje się przeszłe stany?*

Na stronie 48 doktorant przedstawił wzór 3.5. PYTANIE: *jeżeli wzór jest poprawny, to proszę o jego wyjaśnienie?*

Na stronie 65 użycie we wzorze 3.18 tego samego znaku x zamazuje odczyt wzoru, z uwagi na inne jego znaczenie w tym samym zapisie.

Na stronie 83 doktorant pisze, że drugi etap wyznaczania zbioru testów polega na uporządkowaniu określanego uprzednio utworzonego zbioru testów pod kątem określonego kryterium. Jako kryterium wskazuje koszt testu oraz ilość informacji, jaką można uzyskać o badanym obiekcie realizując jeden test. Zapis podsumowuje stwierdzeniem, że otrzymany zbiór testów będzie zbiorem suboptymalnym. PYTANIE: *dlaczego doktorant otrzymany zbiór nazywa zbiorem suboptymalnym zamiast optymalnym? Czy założone kryterium jest wystarczające do zastosowania nazwy suboptymalny?*

W rozdziale szóstym rozprawy doktorant dokonał weryfikacji metody wyznaczania testów funkcjonalnych urządzeń srk. Na str. 121 doktorant pisze, że otrzymany zbiór jest zbiorem suboptymalnym oraz wskazuje na poprawność otrzymanych wyników w odniesieniu do założeń. PYTANIE: *czy dokonano odniesienia otrzymanych wyników do wyników uzyskanych innymi metodami?*

Doktorant w opisie tabel zależności wpisuje pod tabelą rysunek. Np. rys. 4.1 jest tabelą zależności, podobnie rys. 5.3 czy 5.4 a grafika na stronach 94, 95 czy 98 w ogóle nie posiada podpisów.

Do przeprowadzenia analizy systemu stacyjnego na stronie 88 doktorant przedstawił uproszenia, które po wykluczeniu zorganizowanych jazd manewrowych czy przebiegów wariantowych mogą stanowić dość znaczne uproszenie.

W pracy występuje dużo błędów interpunkcyjnych oraz tzw. literówek. Recenzja nie wyszczególnia wszystkich tych błędów. Niektóre zdania sprawiają trudność w zrozumieniu przy jednokrotnym przeczytaniu. Pod każdym tytułem rozdziału lub podrozdziału powinien znajdować się opis wprowadzający – np. za tytułem rozdziału 5 od razu jest 5.1 i za nim 5.1.1. W rozprawie wprowadzono podrozdziały, które nie zostały ujęte w spisie treści (np. 2.5.1, 3.3.1, 3.3.2 i wielu innych). Nie wszystkie użyte w dysertacji wzory posiadają pełne wyjaśnienie

oznaczeń. Dodatkową trudnością jest dotarcie do źródeł użytych w rozprawie wzorów. Doktorant pominął odniesienie do źródeł. Do żadnego rysunku i tabeli również nie podano ich źródeł. Należy zatem uznać, że są to graficzne elementy autorskie. Proszę o wyjaśnienie tej kwestii.

9. Ocena oryginalności pracy

Pomimo wskazanych w recenzji uwag należy uznać, iż przedstawiona do recenzji praca jest dziełem oryginalnym. Doktorant wskazał autorską metodę bazującą na badaniu zdolności urządzeń srk do realizacji określonych funkcji. W tym celu opracował model funkcjonalno-diagnostyczny, zaproponował metodę pozwalającą na kontrolę stanu badanej struktury oraz wybranych jej elementów, przeprowadził analizę i weryfikację zaproponowanej metody. Wszystkie te elementy składają się w jedną całość i stanowią oryginalny wkład autora. Należy również podkreślić, iż doktorant podjął się usystematyzowania i ujednolicenia metodyki dotyczącej optymalizacji doboru testów funkcjonalnych urządzeń srk, co również należy uznać za jego oryginalny wkład.

10. Ocena wiedzy doktoranta i przygotowania do samodzielności badawczej

W swojej rozprawie doktorant wykazał, iż posiada warsztat badawczy i analityczny do prowadzenia zadań z wykorzystaniem środowiska programistycznego oraz wiedzę i doświadczenie do realizacji badań w warunkach rzeczywistych. Przedstawiony w rozprawie model funkcjonalno-diagnostyczny urządzeń srk autor wykorzystał w proponowanej metodzie wyznaczania testów funkcjonalnych tych systemów. Pewna swoboda w poruszaniu się w podjętym temacie pracy została pokazana w rozdziale szóstym, w którym doktorant przeprowadził weryfikację zaproponowanej metody, potwierdzając swój stan wiedzy i przygotowania do realizacji badań. Należy również podkreślić, iż doktorant nakreślił kierunki dalszych badań w obszarze badawczym związanym z tematyką podjętego tematu rozprawy doktorskiej.

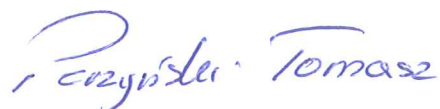
11. Wnioski

Po zapoznaniu się z przedstawioną do oceny rozprawą Pana mgr. inż. Pawła Drózda pt. *„Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym”* stwierdzam, iż stanowi ona wkład w dyscyplinę inżynieria lądowa i transport. Wybór podjętego

tematu jest trafny i aktualny. Należy podkreślić również praktyczne znaczenie podjętego tematu. Zastrzeżenia i uwagi w żaden sposób nie umniejszają pozytywnej oceny, a jedynie mają być wskazówką w podnoszeniu umiejętności badawczych, poznawczych i piśmienniczych doktoranta. Doktorant wykazał się w pracy wiedzą teoretyczną dotyczącą podjętego tematu oraz umiejętnością zastosowania narzędzi do przeprowadzenia zadań eksperymentalnych.

Konkludując, rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Pawła Drózda stanowi spójne tematycznie opracowanie oraz przedstawia zagadnienia testowania systemów srk w sposób oryginalny i twórczy. Stwierdzam, że rozprawa spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wnoszę o dopuszczenie mgr. inż. Pawła Drózda do publicznej obrony.

Z wyrazami szacunku

Handwritten signature in blue ink, reading "Przewoźnik Tomasz".