

Warszawa, 13.07.2022 r.

dr hab. inż. Andrzej Toruń – profesor Instytutu Kolejnictwa
Instytut Kolejnictwa
Zakład Sterowania Ruchem i Teleinformatyki



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Pawła Drózda

„Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą wykonania recenzji jest Uchwała 418/2022 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej z dnia 10.05.2022 (pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej dr. hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. uczelni z dnia 13.05.2022 – WTBD.521.DR.96.2022).

Recenzja stanowi wynik realizacji Umowy o dzieło nr 1160/000081/2022 zawartej z Politechniką Warszawską – Wydział Transportu.

Dokumentację merytoryczną do sporządzenia recenzji stanowi egzemplarz papierowy (książka) rozprawy pt. „*Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym*”.

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

Promotor pomocniczy: dr inż. Lech Konopiński.

2. Syntetyczna charakterystyka recenzowanej rozprawy, ocena doboru tematu rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Pawła Drózda napisana została na 133 stronach oprawionych w książkę formatu B5 i zawiera:

- streszczenie w języku polskim oraz angielskim,
- spis treści,
- słownik podstawowych używanych w pracy,
- osiem ponumerowanych rozdziałów w tym wstęp, pięć rozdziałów merytorycznych oraz podsumowanie i osiągnięcia,
- bibliografię liczącą 79 pozycji krajowych i zagranicznych, w tym 7 pozycji Autora rozprawy (cztery jako Współautor),
- spis rysunków,
- spis tabel.

Tematyka rozprawy doktorskiej koncentruje się na zagadnieniach dotyczących optymalizacji zakresu testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym w różnych aspektach w cyklu życia tych urządzeń, zarówno na etapie pierwszego dopuszczenia urządzeń do eksploatacji (potwierdzenie spełnienia wymagań zasadniczych w odniesieniu do aktualnego stanu prawnego – zasad prowadzenia ruchu i sygnalizacji, czy specyficznych wymagań użytkownika docelowego urządzeń) – proces

certyfikacji, czy badań diagnostycznych w trakcie użytkowania w procesie eksploatacji urządzeń, czy sprawdzeń kontrolnych po naprawie czy modernizacji urządzeń.

Jest to zagadnienie niezwykle istotne (testowanie poprawności działania) w całym cyklu życia urządzeń sterowania ruchem kolejowym ponieważ prawidłowe ich działanie ma znaczący i bezpośredni wpływ na proces przewozowy w aspekcie dostępności niezawodności i bezpieczeństwa.

Należy tu podkreślić, że ze względu na zastosowanie i rolę systemu sterowania ruchem kolejowym, pełnioną w „podsystemie sterowanie” urządzenia te z natury rzeczy realizują różne funkcjonalności, a tym samym nie ma jednego uniwersalnego zestawu testów możliwego do zastosowania w celu weryfikacji poprawności realizacji funkcji czy potwierdzania spełnienia wymagań logiki zależnościowej.

Jak to zaznaczył autor aktualne metody testowania opierają się w dużym stopniu o istniejące kodeksy postępowania oraz zestawy wymagań stanowiących podstawę i kryteria oceny uzyskanych wyników testów (Instrukcje kolejowe, normy, wytyczne). Przykładowo dla każdej fazy cyklu życia można przypisać odpowiedni zestaw wymagań funkcjonalnych, które w wielu przypadkach mają zastosowanie we wszystkich fazach cyklu życia urządzeń sterowania ruchem kolejowym czy do oceny podsystemu sterowania, wymienić tu można np.:

- a) Rozporządzenie 720/2014 określające zakres testów związanych z dopuszczeniem typu urządzenia do eksploatacji wraz z wykazem norm powiązanych zawartych w Liście Prezesa UTK,
- b) Rozporządzenie 964/2019 zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji,
- c) Instrukcje Użytkownika określające tryb postępowania w trakcie eksploatacji (testy diagnostyczne) np.
 - Ie-5 Instrukcja o zasadach eksploatacji i prowadzenia robót w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym,
 - Ie-1 Instrukcja sygnalizacji,
 - Instrukcja Ie-6 – wytyczne odbioru technicznego oraz przekazywania do eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym,
 - Instrukcja Ir-8 o postępowaniu w sprawach wypadków i incydentów kolejowych,
 - Instrukcja Ie-7 diagnostyki technicznej i kontroli okresowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

Jak widać nie istnieje jeden zbiorczy kodeks postępowania zawierający wytyczne dotyczące zakresu i sposobu realizacji testów w odniesieniu do urządzeń sterowania ruchem kolejowym, co powoduje, że prowadzenie testów oraz określenie ich zakresu w dużym stopniu oparte jest w przypadku ich doboru od wiedzy i doświadczenia osoby prowadzącej testy, na co zwrócił uwagę autor rozprawy podejmując się rozwiązania tego ważnego problemu metodami naukowymi.

Autor w rozprawie odnosi się do opracowań związanych z realizacją badań – tj. programy badań, raporty z badań czy opinie techniczne (poz. literatury [29÷41]), które stanowiły dla niego punkt „wyjścia” do podjęcia rozważań podjętych w rozprawie. Z treści rozprawy wynika, że autor uczestniczył w tych badaniach i opracowując założenia dla zaproponowanej autorskiej metody optymalizacji zakresu testów funkcjonalnych opierał się również o własne doświadczenia wynikające z przywołanych badań. (s.16)

Doktorant podejmując w swojej rozprawie tematykę optymalizacji doboru zakresu testów funkcjonalnych podjął istotną tematykę pozwalającą na usystematyzowanie i ujednoczenie metodyki ich prowadzenia w celu osiągnięcia przyjętych celów badań (różnych dla poszczególnych faz cyklu

życia urządzeń), ograniczając jednocześnie możliwość stosowania proponowanej metody do ściśle wybranej grupy urządzeń sterowania ruchem kolejowym, testów funkcjonalnych czy fazy cyklu życia tych urządzeń.

Niewątpliwie jest to cenna próba rozwiązania problemu doboru zakresu testów metodami naukowymi przy zastosowaniu autorskiej metody wyznaczania zbioru suboptymalnego testów niezbędnych do potwierdzenia zgodności własności funkcjonalnych rozpatrywanych urządzeń.

Uważam, że podjęta tematyka rozprawy ma znaczenie zarówno pod względem poznawczym, naukowym jak i użytecznym. Za pierwiastek naukowy rozprawy należy uznać opracowanie autorskiej metody wyznaczania zbioru testów funkcjonalnych dla przyjętych przez autora kryteriów optymalizacyjnych. Użyteczny charakter odnosi się do możliwości wdrożenia proponowanej metody w zastosowaniach praktycznych.

Na tej podstawie mogę stwierdzić, że temat rozprawy jest dysertabilny i aktualny.

3. Teza i cel pracy

W przedstawionej do recenzji rozprawie Autor podjął się rozwiązania złożonego zagadnienia określonego, jako dobór zakresu testów funkcjonalnych w celu osiągnięcia wyznaczonego celu badań, które pozwala na wyznaczenie zbioru składającego się z odpowiedniej liczby testów tak, aby możliwe było potwierdzenie własności funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym w funkcji nakładów poniesionych na wykonanie tych testów (kryterium optymalizacyjne), czy czasu realizacji testów oraz związanych z tym ograniczeń w prowadzeniu pracy eksploatacyjnej.

Zakres pracy jest obszerny i prezentuje tematykę badawczą, którą zajmuje się Doktorant. Został on podporządkowany realizacji celu rozprawy, który został określony następująco (str. 23) – cytuję:

„opracowanie metody wyznaczania zbiorów testów funkcjonalnych służących do kontroli stanu urządzeń sterowania ruchem kolejowym”.

Dopełnieniem zdefiniowanego celu jest sformułowana na str. 23 teza rozprawy – cytuję:

„Proponowana w pracy metoda wyznaczania testów funkcjonalnych generuje zbiór testów, wystarczający do określenia stanu urządzeń sterowania ruchem kolejowym”

Z naukowego punktu widzenia teza jest postawiona prawidłowo i jest adekwatna do tematu pracy.

Zdaniem recenzenta tak sformułowana Teza rozprawy wyznacza granice i ogranicza zakres stosowania proponowanej metody do wykorzystania przy realizacji określonego wybranego rodzaju badań funkcjonalnych (określenie stanu urządzeń srk), zawężając obszar rozważań prowadzonych przez Autora. Co prawda w tekście rozprawy nie zostały zdefiniowane jednoznacznie te granice w postaci odrębnego punktu czy tabeli, ale Autor w teście przyjmuje pewne założenia ograniczające np.:

- s.18 *„...rozprawa skupia się na badaniach systemu, którego bezpieczeństwo wewnętrzne systemu zostało sprawdzone i udowodnione..”*,
- s. 50 *„...praca skupia się na testach funkcjonalnych ...przyjęto, że metody wykorzystujące wskaźniki niezawodności nie będą wykorzystywane...”*

Tym samym z założenia opracowana metoda posiada ograniczenia i można założyć, że Autor nie przewiduje jej stosowania do weryfikacji poprawności danych projektowych (zapisu zależności) czy oceny warunków realizacji i spełnienia poprawności działania całości systemu sterowania w odniesieniu do weryfikacji spełnienia przez system wymagań logiki zależnościowej.

4. Analiza treści rozprawy

Zasadnicza treść rozprawy zawarta jest w rozdziałach 4-6.

Wstęp do rozprawy (13 stron) zawiera wprowadzenie w tematykę badawczą poruszaną przez Autora w rozprawie – problem badania funkcjonalnego urządzeń sterowania ruchem kolejowym w różnych fazach cyklu życia urządzeń sterowania ruchem kolejowym i pozwolił Autorowi na sformułowanie problemu badawczego przyjętego do rozwiązania w przedmiotowej pracy.

Problem ten Autor rozumie poprzez optymalny dobór zakresu testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym w warunkach rzeczywistego zastosowania, w taki sposób, aby ograniczyć wpływ testów na prace eksploatacyjną stacji (czas trwania testów) oraz ograniczyć koszt realizacji testów. Rozprawę kończy rozdział zawierający **podsumowanie i osiągnięcia** (4 strony), w którym zawarto podsumowanie kolejnych kroków Autora realizowanych w pracy zmierzających do osiągnięcia założonego celu pracy, wnioski wynikające z przeprowadzonych badań oraz kierunki dalszych badań.

Całość pracy można podzielić na dwie zasadnicze części.

Pierwsza część rozprawy obejmująca rozdziały 2 i 3, dotyczy rozważań teoretyczno-badawczych dotyczących charakterystyki systemów sterowania ruchem kolejowym i zagadnień badań diagnostycznych w cyklu życia systemu sterowania ruchem kolejowym.

Rozdziały te pozwalają na wyznaczenie granic stosowania dla opracowanej przez Autora metody optymalizacji zakresu testów funkcjonalnych.

W **rozdziale drugim** (19 stron) Autor opisał przedmiot testów tj. urządzenia sterowania ruchem kolejowym, ich strukturę, podstawowe funkcje oraz rolę jaką pełnią one w „podsystemie sterowanie”. Wskazując, jednocześnie, że jego zdaniem najbardziej rozbudowany zakres realizowanych funkcji posiadają urządzenia stacyjne zależnościowe i ten typ urządzeń poddany został analizie w dalszej części pracy.

Scharakteryzował również podstawowe wymagania dla elektronicznych systemów zależnościowych opisanych parametrami niezawodności i dostępności oraz przedstawił uogólnioną definicję systemu sterowania ruchem kolejowym w ujęciu celu pracy.

Dla potrzeb pracy Autor przyjął, że urządzenia srk rozumiane są jako zbiór urządzeń i personelu na który składają się:

- system sterujący (zależnościowy),
- grupa urządzeń sterowanych (urządzenia wykonawcze),
- operator.

Przedstawił również strukturę stacyjnego systemu sterowania ruchem kolejowym w podziale na warstwy funkcjonalne oraz opis formalny obiektu sterowanego na przykładzie stanów funkcjonalnych i logicznych zwrotnicy.

Scharakteryzował własności funkcjonalne i diagnostyczne systemów sterowania ruchem kolejowym w ujęciu przydzielania określonych zasobów (urządzeń) dla potrzeb realizacji określonych zadań (funkcji), oraz sposoby kontroli stanu tych urządzeń w procesie eksploatacyjnym.

W rozdziale tym wyodrębnił i scharakteryzował również system ETCS poziomu 1, system ten również został uwzględniony w zaproponowanym modelu referencyjnym urządzeń (p.4 rozprawy). Zdaniem Recenzenta, co prawda jest to system należący do podsystemu sterowanie, ale jest on autonomiczny i zgodnie z przyjętym przez Autora opisem formalnym nie wpływa na urządzenia stacyjne srk (co

również zaznacza sam Autor cyt. s. 27 *”Odrębną grupą urządzeń są urządzenia systemu ETCS. ...urządzenia przekazywania relacji tor-pojazd będące „nakładką” na urządzenia warstwy podstawowej...”*,) jednak niewątpliwie dodanie opisu tej grupy urządzeń podnosi walory poznawcze rozprawy.

Przedmiotem rozważań **rozdziału trzeciego** (29 stron) jest charakterystyka metod i narzędzi stosowanych w badaniach diagnostycznych urządzeń technicznych w ich cyklu życia. W rozdziale tym Autor przedstawia zarówno opisy formalne z zakresu badań diagnostycznych obiektów technicznych, sposobów ich modelowania oraz metody organizacji tych procesów w ujęciu ogólnym. W rozdziale tym poruszone są również kwestie istotne z punktu widzenia dalszych rozważań Autora tj. przegląd metod optymalizacji i kosztów wynikających z przyjętej metody sprawdzeń.

W dalszej części rozdziału Autor skupia się na ww. kwestiach w odniesieniu do grupy urządzeń sterowania ruchem kolejowym, co pozwala na analizę tych procesów w odniesieniu do specyficznej grupy urządzeń technicznych – urządzenia sterowania ruchem kolejowym.

Analiza ta odnosi się zarówno do opisu procesu badań diagnostycznych tych urządzeń oraz aktualnie stosowanej metodyki sprawdzeń funkcjonalnych stacyjnych systemów sterowania ruchem kolejowym. Autor wskazuje również na różnice w zakresie testów wynikające z celu badań (badania certyfikacyjne, odbiory techniczne, okresowe diagnozowanie stanu urządzeń w eksploatacji, badania powypadkowe).

Opisany przez Autora ogólny model procesu realizacji funkcji przez system sterowania ruchem, sposobu monitorowania realizacji zadania oraz badań kontrolnych tych stanowi punkt wyjścia do określenia granic stosowania dla opracowywanej przez Autora metody optymalizacji wyłączając z rozważań m.in. kontrolę funkcjonowania urządzeń sterowania ruchem kolejowym podczas badania urządzenia w procesie – faza certyfikacji, cyt. s. 71 *„...Ten rodzaj badań¹ nie jest przedmiotem pracy.”* Zdaniem Recenzenta jest to podejście jak najbardziej właściwe ponieważ proces certyfikacji wymaga sprawdzenia zarówno poprawności realizacji funkcji zależnościowych (logiki działania systemu), stanów urządzeń zewnętrznych, oraz wielokrotnego sprawdzania tych samych elementów zewnętrznych w celu potwierdzenia zgodności danych aplikacyjnych zaimplementowanych w systemie z zapisem zależności wynikającym z indywidualnego projektu przygotowanego dla konkretnej lokalizacji (stacji).

Druga część rozprawy obejmująca rozdziały 4÷6, ma charakter użytkowy i stanowi element zasadniczy rozprawy. W moim przekonaniu rozdziały te decydują o wartości naukowej rozprawy.

W **rozdziale czwartym** (9 stron) Autor przedstawił model funkcjonalno – diagnostyczny stacyjnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym będący modelem referencyjnym dla zaproponowanej autorskiej metody wyznaczania (optymalizacji) zbioru testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym oraz zdefiniował kryterium optymalizacyjne dla wyznaczania zbioru testów (s. 80 *„...Aby skontrolować realizację określonych algorytmów należy wyszukać zadania, w których badane algorytmy są używane, aby doprowadzić urządzenie do badanego stanu. Jeżeli dany kontrolowany algorytm występuje tylko w jednym zadaniu, zadanie to jest sprawdzeniem niezbędnym, koniecznym do zrealizowania”*) a ich ogólny zapis zależności pomiędzy algorytmami sterowania a zadaniami przedstawił w postaci tabelarycznej (Tabela 2 s. 80).

¹ (przyp. Rec. Badania certyfikacyjne)

W założeniach zdaniem Recenzenta (m.in. z powodów opisanych w p. 4 recenzji – charakterystyka treści zawartych w rozdziale 2) Autor nadmiarowo w modelu referencyjnym uwzględnił urządzenia systemu ETCS poziomu 1, które nie są istotne z punktu widzenia opracowanej przez Autora metody wyznaczania zbioru testów. Zresztą Autor dochodzi do tych samych wniosków przedstawiając już szczegółowy algorytm stosowania zaproponowanej metody charakteryzując badany obiekt (stacja) w odniesieniu do zaproponowanego modelu referencyjnego (s. 87 „...*Przedstawiony wariant nie uwzględnia urządzeń ETCS L1, system jest powiązany z warstwą podstawową², ale nie wpływa na jej funkcje...*”).

W **rozdziale piątym** (23 strony) prezentuje **autorski model decyzyjny** wyznaczania zbioru suboptymalnego testów funkcjonalnych. Określa cel i zakres metody, opisuje algorytm wyznaczania zbioru suboptymalnego testów, oraz przedstawia sposób wykorzystania opracowanej metody dla przykładowej aplikacji (przykładowy układ torowy stacji i odpowiadający jej zapis zależności).

W opisie algorytmu wyznaczania suboptymalnego zbioru sprawdzeń Autor definiuje zbiory: sprawdzeń dostępnych, celowych, niezbędnych i zbiór sprawdzeń optymalnych D_{opt} niezbędny i wystarczający dla potrzeb kontroli stanu funkcjonalnego dla określonego kryterium.

PYTANIE

Proszę wyjaśnić związek i relacje pomiędzy zbiorami optymalnym a zbiorem suboptymalnym?

W rozdziale tym Autor podejmuje również próbę oszacowania kosztów realizacji sprawdzeń, określając go jako parametr optymalizacyjny C1, C2, C3 przy czym sam stwierdza, że cyt. s. 84 „...*Oszacowanie dokładnych kosztów każdego testu było by więc bardzo trudne i czasochłonne, wymagało by dużej ilości informacji dotyczących specyfiki pracy posterunku, personelu, używanego sprzętu...*” oraz wprowadza pojęcie „uogólnionego kosztu sprawdzeń”. A w prezentowanym przez Autora przykładzie zastosowania metody wyznaczania testów na s. 99 Autor stwierdza cyt. „...*Dlatego koszt wszystkich sprawdzeń jest taki sam.*” i dalej .

W tym miejscu nasuwa się pytanie czy parametr kosztów jako kryterium optymalizacyjne nie jest kryterium nadmiarowym zwłaszcza, że Autor wyznacza zbiór suboptymalny (który z definicji jest zbiorem rozwiązań przybliżonych). Już samo ograniczenie liczby testów wykonywanych zawartych w wyznaczonym metodą proponowaną przez Autora zbiorze ma m.in. wpływ na czas realizacji badań, a tym samym pośrednio na koszt badań jako całości. Dlatego też, przyjęcie kryterium optymalizacji - C „koszt pojedynczego testu”, jako trudno definiowanego liczbowo uważam za nadmiarowe.

PYTANIE:

Zdaniem Recenzenta kwestia szacowania kosztów i przyjęcia tego parametru jako jednego z kryteriów optymalizacyjnych w metodzie wymaga dodatkowego wyjaśnienia Doktoranta.

Rozdział szósty (18 stron) zawiera wyniki weryfikacji metody w odniesieniu do wyznaczania testów urządzeń funkcjonalnych srk. W ramach weryfikacji Autor profiluje 3 zadania polegające na optymalizacji dla potrzeb sprawdzenia poprawności algorytmów dla zwrotnic, semaforów i odcinków kontroli niezajętości w przyjętej teoretycznej referencyjnej głowicy stacji ze zdefiniowanym układem torowym i zapisem zależności.

² (przyp. Rec. – urządzenia stacyjne i urządzenia wykonawcze tj. sygnalizatory i ich obwody sterowania)

Weryfikacja zrealizowana przez Autora polega na wyznaczeniu z wykorzystaniem metody 3 różnych grup zbiorów testów dla różnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, oraz wyznaczeniu tzw. wskaźnika efektywności.

W rozważaniach teoretycznych zwykle weryfikacja metody oznacza porównanie wyników uzyskanych badaną metodą do wyników uzyskanych innymi metodami lub wyników wygenerowanych w innym środowisku aplikacyjnym dla tej weryfikowanej metody.

W rozprawie Autor dokonuje oceny wyników w odniesieniu do zbioru sprawdzeń dostępnych (określając ich koszt sumaryczny) wyznaczając wskaźnik efektywności.

Jednocześnie nie podając kryteriów oceny wyników, czy uzyskany wskaźnik efektywności jest akceptowalny czy nie.

PYTANIE:

Zdaniem Recenzenta kwestia oceny (przyjęcia lub odrzucenia wyniku optymalizacji) wyników uzyskanych przy wykorzystaniu zaproponowanej metody wymaga dodatkowego wyjaśnienia Doktoranta.

5. Ocena merytoryczna rozprawy

Układ pracy

Zawartość merytoryczna poszczególnych rozdziałów pracy powiązana jest z tytułem i odpowiada sformułowanemu celowi rozprawy.

Ogólnie układ i struktura pracy jest właściwy, treść rozdziałów jest zgodna z nadanymi im tytułami, a kolejne rozdziały stanowią logiczne rozwinięcie głównego wątku dysertacji.

Forma opracowania

Język, jakim posługuje się Doktorant, jest poprawny, a jego wypowiedzi formułowane są w większości w sposób jasny i na ogół jednoznaczny, chociaż w wielu miejscach pojawiają się zdaniem Recenzenta informacje nadmiarowe posiadające co prawda charakter poznawczy, ale odbiegające od zasadniczego celu wyznaczonego sobie przez Autora rozprawy, a część zdań wielokrotnie złożonych wymaga od czytającego większej uwagi w celu interpretacji.

Materiał ilustrujący tekst pracy (Rysunki, Tabele, wzory i zależności matematyczne) wzbogaca jej treść i znacznie ułatwia jej zrozumienie, zwłaszcza w zakresie śledzenia toku rozumowania Autora rozprawy.

Doktorant nie ustrzegł się w pracy błędów edycyjnych i stylistycznych, np.:

- używanie sformułowania potocznego: „ilość” czy „monogość” zamiast „liczba”, w odniesieniu do wartości policzalnych (np. s.15 „...zestaw ten może się różnić ilością przypadków testowych”, s. 38 „... Przedstawienie wszystkich możliwych stanów w postaci jednego grafu przejść jest bardzo skomplikowane ze względu na mnogość stanów i wynikających przejść między nimi”, s. 48 „...po możliwie zbliżonej ilości sprawdzeń..”, s. 49 „- ilość sprawdzeń”, s.52 „...poruszany i istotny z punktu minimalizacji ilości sprawdzeń”, s. 81 „...ilość i zakres testów jest zależny od...”), czy sformułowań typu: s. 48 „...Na niezdatny element trafimy już za pierwszym razem...”, co stwarza u czytającego wrażenie używania we fragmentach rozprawy języka potocznego a nie

technicznego, zdaniem Recenzenta w rozprawach i artykułach technicznych należałoby, unikać takich stwierdzeń,

- w teście Autor przedstawia jednoznacznie numerowane wzory i zależności matematyczne pozwalające na ich identyfikacje zarówno co do następstwa jak i powiązania z konkretnym rozdziałem pracy np. (2.2), (2.3) bezpośrednio pod tekstem odnoszącym się do opisywanej zależności, jednak brak jest odwołania do tej numeracji w samym tekście rozprawy, co utrudnia odniesienie się do opisywanej zależności w przypadku, gdy zachodzi taka potrzeba w dalszej części tekstu a nie tylko bezpośrednio pod nim,
- w podpisach rysunków Autor zastosował zasadę numeracji pozwalającą na identyfikację kolejności i przypisania rysunku do konkretnego rozdziału pracy (np. Rys. 2.2.) jednak w całej pracy Autor w podpisach rysunków nie zawarł informacji dotyczącej źródła pochodzenia rysunku, zakładając, że wszystkie zawarte w pracy ilustracje stanowią opracowanie własne Autora w podpisie pod rysunkiem powinna znaleźć się informacja (np. s. 33 *Rys. 2.2. System srk i jego otoczenie*) należało by uzupełnić, o zapis [opracowanie własne], [xx] – odniesienie do pozycji bibliografii, czy [opracowanie własne na podstawie [xx]],
- na stronach 94, 95, Autor w formie graficznej odnosi się do wybranych elementów rys. 5.4 (Tablica zależności w zapisie algorytmów) – zdaniem Recenzenta powinny one zostać wyróżnione własnym podpisem z uwzględnieniem uwag zamieszczonych powyżej.
- ww. zastrzeżenie odnosi się również do zawartych w rozprawie Tabel (s.30, s.80) – Autor nie wykazał odniesienia do źródła.

Zauważone błędy edycyjne i stylistyczne nie wpływają na zasadnicze wartości merytoryczne pracy.

Dobór literatury (79 pozycji) zasadniczo uważam za poprawny i właściwy.

Co prawda w teście rozprawy Autor nie odwołuje się do 16 pozycji z wykazu jednak z zapisów można wnioskować, że miały one charakter poznawczy dla Autora np. s. 22 cyt. „...*Temat testów funkcjonalnych pojawia się wyłącznie przy testach oprogramowania, a niestety nie jest to w pełni zbieżne z tematem niniejszej rozprawy...*”, czy s. 18 „...*Badania kompatybilności elektromagnetycznej opisane w [1] i [50] są istotne i niezbędne na etapie dopuszczania do eksploatacji,Badania kompatybilności nie będą przedmiotem niniejszej rozprawy...*” i pozwoliły na wyciągnięcie wniosków pozwalających na sformułowanie celu pracy i przyjęcie założeń dla opracowywanej przez Doktoranta metody wyznaczania zbioru testów.

PYTANIE:

Przyjęte przez Recenzenta domniemanie w ww. kwestii braku odniesień do pozycji literatury [5][8][10÷12][19][24][47÷49][51÷53][60][71][77] w teście wymaga ustosunkowania się Doktoranta.

Metodyka badań

Wybór metody badań został dostosowany do postawionych celów rozprawy. Materiał badawczy zgromadzony przez Doktoranta stanowi wystarczającą podstawę do realizacji postawionego celu rozprawy. Został on właściwie przygotowany, opracowany oraz wykorzystany w części eksperymentalnej. Zastosowany aparat matematyczny i sposób jego wykorzystania świadczy o umiejętności Doktoranta w samodzielnym rozwiązywaniu rzeczywistych problemów badawczych.

Doktorant w swojej rozprawie konstruuje model referencyjnych funkcjonalno – diagnostyczny stacyjnego systemu sterowania ruchem kolejowym, opracowuje metodę optymalizacji i doboru liczby testów funkcjonalnych, a następnie poprzez eksperymenty obliczeniowe z wykorzystaniem oprogramowania Mathematica firmy Wolfram Research weryfikuje ją na danych referencyjnych.

Przeprowadzona analiza, opracowana metoda oraz umiejętność formułowania i rozwiązywania problemów, jak również umiejętność korzystania z nowoczesnej techniki komputerowej i przetwarzania danych, pozwalają na stwierdzenie, że Doktorant w stopniu dobrym opanował wiedzę z dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych. Ponadto należy stwierdzić, że przedmiot niniejszej rozprawy doktorskiej stanowi właściwe przygotowanie rozwiązań naukowych do wykorzystania w praktyce.

Ocena merytoryczna

Jak wcześniej podkreśliłem, wybór tematyki uważam za celowy, uzasadniony i aktualny, a sam tytuł rozprawy „*Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym*” jednoznacznie określa badany i rozwiązywany problem.

Uważam, że omówiona konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania materiału empirycznego, a także forma przeprowadzonej analizy i przyjęta metodyka badań są na dobrym poziomie i właściwie dla tego typu prac. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych i analitycznych stosowanych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport oraz właściwą oceną materiałów źródłowych. Doktorant posiada cechy, które to predysponują Doktoranta do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Moim zdaniem, zasadniczym i najważniejszym osiągnięciem naukowym Doktoranta jest opracowanie autorskiej metody generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterownia ruchem kolejowym w postaci suboptymalnego zbioru testów wraz z jej matematycznym zapisem. Dużą zaletą rozprawy jest jej użytkowy charakter, co jest bardzo ważne przy tego typu opracowaniach. Zaproponowana metoda i przeprowadzone obliczenia na przyjętych przez Autora danych teoretycznych (przykładowy układ torowy stacji) potwierdzają możliwości praktycznego zastosowania zaproponowanego podejścia.

Za główne osiągnięcia Doktoranta uważam:

- przeprowadzenie szczegółowej analizy literatury z obszaru badawczego rozprawy,
- opracowanie autorskiej metody optymalizacji zakresu testów funkcjonalnych,
- weryfikację metody poprzez wyznaczenie zbiorów testów dla różnych grup (3) urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

6. Uwagi i pytania szczegółowe

Analiza tekstu rozprawy niezależnie od kwestii wymagających odniesienia się przez Doktoranta zamieszczonych w tekście recenzji, rodzi kilka pytań szczegółowych, które nasunęły się w trakcie jej czytania.

Odpowiedzi na pytania oczekuję podczas publicznej obrony.

- Pytanie pierwsze: w rozdziale 5.1.3. stwierdził Pan, że s. 84 cyt. „*...Oszacowanie dokładnych kosztów każdego testu było by więc bardzo trudne, czasochłonne, wymagałoby dużej ilości informacji dotyczących specyfiki pracy posterunku, personelu, używanego sprzętu....Dla potrzeb pracy określono więc tzw. uogólniony koszt sprawdzeń*”, a w proponowanej metodzie uogólnionej generowania zakresu testów optymalizuje ją Pan poprzez ograniczenie liczby wykonywanych testów przy uwzględnieniu parametru kosztów, jednocześnie na s. 99 stwierdza Pan, rozdział 5.4. Przykład metody wyznaczania testów – dla konkretnej realizacji cyt. „*...Dlatego koszt wszystkich sprawdzeń jest taki sam.*” Zakładając, że z punktu widzenia czasu realizacji testów oraz potencjalnych zakłóceń w pracy eksploatacyjnej nie

uważa Pan, że parametr kosztów wykonania pojedynczego testu jest w tym przypadku parametrem nadmiarowym przy wyznaczaniu zbioru suboptymalnego testów?

Proszę o zdefiniowanie wielkości poszukiwanych w Pańskiej metodzie optymalizacji (zmienne decyzyjne) oraz opisać sposób w jaki zdefiniował Pan zbiór rozwiązań dopuszczalnych.

- Pytanie drugie: Proszę omówić możliwości wdrożenia metody uwzględniając ograniczenia wynikające z zakresu stosowania metody optymalizacji.
- Pytanie trzecie: Proszę wyjaśnić dlaczego przyjął Pan w proponowanej metodzie jako wynik wyznaczenie zbioru suboptymalnego z definicji będącego rozwiązaniem przybliżonym dla przyjętych kryteriów optymalizacyjnych?
- Pytanie czwarte: Zgodnie z algorytmem postępowania (rys. 5.1.) w proponowanej przez Pana metodzie dane wejściowe do obliczeń przygotowywane są w postaci macierzy algorytmów sterowania i kontroli budowanej na podstawie zapisu zależności (tablicy zależności) indywidualnie dla każdego przypadku (układ torowy stacji) – czy przewiduje Pan automatyzację tego procesu i w jaki sposób ogranicza Pan możliwość wystąpienia błędów przypadkowych (błąd człowieka) i błędów systematycznych wynikających ze sprawdzenia kompletności zbiorów wejściowych danych oraz jaki jest sposób weryfikacji danych w polach decyzyjnych (np. kompletności zbioru algorytmów D_n)?
- Pytanie piąte: Weryfikację poprawności wyników uzyskanych przy wykorzystaniu nowej metody zwykle dokonuje się poprzez odniesienie uzyskanych wyników do danych referencyjnych dostępnych lub określonych innymi uznanymi metodami. Proszę wyjaśnić wykorzystaną w weryfikacji i wyznaczeniu wskaźnika efektywności przyjętą przez Pana liczbę zadań stanowiących referencyjne dane odniesienia oraz koszt realizacji wszystkich zadań.

7. Wniosek końcowy oceny rozprawy

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt. „*Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym*” podejmuje istotne problemy poznawcze o potencjale aplikacyjnym i została wykonana na odpowiednim poziomie merytorycznym. Przyjęta przez Doktoranta teza rozprawy została udowodniona, a wyznaczony cel osiągnięty.

Uwagi zawarte w mojej recenzji nie zmieniają mojej ogólnej pozytywnej opinii o rozprawie.

Zaprezentowane w rozprawie wyniki badań są oryginalnym dorobkiem naukowym Doktoranta, a rezultaty pracy mogą zostać bezpośrednio wykorzystane w praktyce.

Podsumowując recenzję stwierdzam, że:

- wybór tematu rozprawy doktorskiej był właściwy,
- rozprawa zawiera wiele oryginalnych myśli i rozwiązań stanowiących własny dorobek naukowy Doktoranta i wnoszący nowe elementy do problematyki diagnozowania i testowania urządzeń sterowania ruchem kolejowym,
- Doktorant wykazał się znajomością problemu, opracował i zastosował w sposób właściwy metodę oraz wykazał się umiejętnością rozwiązywania problemów naukowych.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra inż. Pawła Drózda pt. „*Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym*” (promotor: dr hab. inż. Adam Rosiński, promotor pomocniczy: dr inż. Lech Konopiński) spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.).

Stawiam wniosek o przyjęcie przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Pawła Drózda pt. „*Metoda generowania testów funkcjonalnych urządzeń sterowania ruchem kolejowym*” na stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport i dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej.



.....
Dr hab. inż. Andrzej Toruń – profesor Instytutu Kolejnictwa

