

Dr hab. inż. Jan Szybka prof. PWSZ Tarnów  
Wydział Politechniczny  
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa  
33-100 Tarnów  
ul. Mickiewicza 8

Kraków, 4.12.2019 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej**  
**mgr inż. Małgorzaty Kuźniar**  
**nt: Metoda trójwartościowej oceny stanu technicznego**  
**nakładki ślizgowej odbieraka prądu pojazdów szynowych**

**1. Informacje wstępne**

- 1.1. Recenzję wykonałem na zlecenie Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej z dnia 18.09.2019r. (nr pisma M.00-520-200/2019).
- 1.2. W październiku 2019 r. otrzymałem ww. pracę doktorską składającą się z 9 rozdziałów i zawierającą 199 strony maszynopisu w tym:
  - załącznik nr 1 ( 56 stron),
  - wykaz literatury (94 pozycje),
  - 198 rysunków i wykresów,
  - 13 tabel.

**2. Analiza tematyki rozprawy**

Problematyka oceny stanu technicznego nakładki ślizgowej odbieraków prądu pojazdów szynowych jest istotna zarówno z praktycznego jak i teoretycznego punktu widzenia. Problematykę tą można rozpatrywać z wielu punktów widzenia, na przykład ze względu na potrzeby:

- opracowania metody prognozowania wymiany nakładek odbieraków prądu minimalizującej (w tym zakresie) koszty procedur obsługowych pojazdów szynowych,
- usprawnienia procedur oceny stanu technicznego nakładek,
- utrzymania w stanie zdatności i gotowości do pracy odbieraków prądu,
- modernizacji kart pomiarowych odbieraków prądu,
- zbudowania zalgorytmizowanej metody wspomagania decyzji o wymianie nakładek odbieraków prądu pojazdów szynowych itd.

Autorka podjęła się opracowania metody wspomagającej decyzje dotyczące wymiany nakładek odbieraków prądu przy zachowaniu dotychczas stosowanego w przedsiębiorstwach systemu diagnostyki. W tym celu wprowadziła trójstanową ocenę stanu technicznego nakładek.

Przeanalizowała dostępne w literaturze metody wspomagania decyzji wykorzystujące diagnostykę predykcyjną z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji takich jak: sztuczne sieci neuronowe, logikę rozmytą, algorytmy genetyczne czy też systemy eksperckie.

We wstępnej części pracy przedstawiła uwarunkowania ekonomiczne przewozów kolejowych i techniki monitorowania stanu technicznego odbieraków prądu oraz sieci trakcyjnej. Z tej analizy wynikały kierunki pojętych badań i opracowania dotyczące modeli predykcyjnych, przedstawione w kolejnych rozdziałach pracy.

Problem badawczy został przedstawiony w formie celów poznawczych i utylitarnych, a także Doktorantka sformułowała tezy pracy.

Pracę składa się z ośmiu rozdziałów, w których po wstępie Autorka przedstawiła:

- w rozdziale drugim i trzecim, ogólne zagadnienia dotyczące stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych i problemów występujących w identyfikacji uszkodzeń i w wymianie nakładek odbieraków prądu pojazdów szynowych. Sformułowała reguły decyzyjne identyfikujące przyczyny i stan techniczny nakładek. Scharakteryzowała wybrane modele predykcyjne stanu technicznego i systemy monitorujące odbieraki prądu;
- w rozdziale czwartym i piątym, cele i tezy pracy oraz metodykę przeprowadzenia badań i analiz potwierdzających słuszość sformułowanych w pracy założeń;
- w rozdziale szóstym i siódmym, najważniejszą, merytoryczną część pracy doktorskiej. W rozdziale szóstym przeprowadziła symulację z wykorzystaniem sztucznej sieci neuronowej typu Feed-Forward i wykazała, że na podstawie danych z kart pomiarowych można prognozować zużycie węglowych nakładek ślizgowych. Rozdział siódmy stanowi istotną część pracy, w której Autorka scharakteryzowała opracowaną metodę trójwartościowej oceny stanu technicznego odbieraków prądu i przeprowadziła niezbędne badania i analizy związane z tym zagadnieniem. Zaproponowała metodę trójwartościowej oceny stanu technicznego nakładek ślizgowych, która składała się z siedmiu etapów postępowania. Ważniejsze z nich to zebranie i strukturalizacja danych z kart pomiarowych, opracowanie bazy danych, wyselekcjonowanie danych treningowych i testowych oraz zastosowanie uczenia maszynowego w celu opracowania modelu predykcyjnego. Uczenie maszynowe składa się z dwóch etapów. Pierwszy z nich obejmuje etap uczenia się na zbiorze danych treningowych, a drugi to predykcja przy użyciu danych testowych. Następnie przeprowadziła porównanie modeli predykcyjnych i opracowała model hybrydowy łączący modele predykcyjne z różnych algorytmów nadzorowanego uczenia maszynowego. W efekcie zostaje opracowana metoda trójwartościowej oceny stanu technicznego odbieraków prądu.

Istotnym elementem pracy jest załącznik nr 1, w którym Doktorantka przedstawiła wyniki badań trzynastu modeli predykcyjnych.

Praca została zakończona podsumowaniem z wnioskami.

### 3. Merytoryczna ocena pracy

Autorka sprecyzowała w rozprawie następujące cele pracy:

- a) naukowo-badawczy - „... opracowanie metody trójwartościowej oceny stanu technicznego nakładek ślizgowych odbieraków prądu pojazdów szynowych na podstawie wyników uzyskiwanych w obecnie istniejącym systemie diagnostyki”,
- b) utylitarny - „... opracowanie metody umożliwiającej wspomaganie decyzji o wymianie nakładek wykorzystującej trójwartościową ocenę ich zużycia”.

Tezy pracy to:

- 1) Na podstawie stopnia zużycia węglowych nakładek stykowych możliwe jest określenie odpowiednich reguł decyzyjnych umożliwiających proceduralną identyfikację potencjalnych przyczyn wymiany węglowych nakładek stykowych;
- 2) Na podstawie danych z kart pomiarowych odbieraka prądu możliwe jest formułowanie trójwartościowych prognoz zdatności węglowych nakładek stykowych zmierzających do ograniczenia liczby przypadków uszkodzenia odbierak prądu oraz sieci trakcyjnej.

Zakres rozprawy wynikał z powyższych celów i tez pracy. Sprowadzał się do przyjęcia założeń, budowy modeli (metod) analitycznych i symulacyjnych, weryfikacji modeli symulacyjnych i opracowania wniosków oraz uwag odnośnie implementacji opracowanej metody.

Przyjęte założenia do budowy modeli podzielone są na grupy tematyczne i dotyczą:

- identyfikacji przyczyn wymiany węglowych nakładek stykowych odbieraków prądu,
- analizy i wyboru metod rozwiązania problemu,
- opracowania i porównania modeli predykcji stanu technicznego,
- opracowania metody trójwartościowej oceny stanu technicznego nakładki ślizgowej odbieraków prądu pojazdów szynowych,
- przeprowadzenia badań w celu weryfikacji modeli predykcyjnych i sprawdzenia poprawności przyjętych celów oraz udowodnienia słuszności tez pracy.

Oceniając wartość merytoryczną celów i tez pracy stwierdzam, że przyjęte założenia spełniają oczekiwania potencjalnych odbiorców wyników pracy w kolejnictwie, ale brakuje kryteriów wyboru stanowiących uzasadnienie, że analizowane metody są najkorzystniejsze w rozwiązywaniu problemu sformułowanego w pracy.

**Wartość naukowa** sprowadza się do opracowania metody trójwartościowych prognoz zdatności węglowych nakładek stykowych z zastosowaniem modelu hybrydowego i modeli predykcyjnych wykorzystujących sztuczne sieci neuronowe i drzewo decyzyjne.

Opracowanie metody trójwartościowej oceny stanu technicznego odbieraków prądu Doktorantka rozpoczęła od charakterystyk konstrukcji odbieraków prądu i identyfikacji ich uszkodzeń oraz stanów technicznych, następnie przeanalizowała metody stosowane w diagnostyce predykcyjnej. Po identyfikacji potrzeb w transporcie kolejowym w zakresie utrzymania stanów zdatności odbieraków prądu i przeprowadzonej ocenie stosowanych systemów monitorujących ich poprawne funkcjonowanie, sformułowała cele i tezy pracy. Taki układ pracy można ocenić pozytywnie chociaż w konsekwencji prowadzi on do zdominowania pracy przez potrzeby praktyczne, które przeważają nad naukowymi aspektami doktoratu.

Aspekty naukowe pracy widoczne są w zastosowaniu nowoczesnych metod symulacji z wykorzystaniem sztucznej sieci neuronowej i opracowaniu modeli stosowanych w predykcji wartości cech diagnostycznych odbieraków prądu pojazdów szynowych. Na pozytywną ocenę zasługują procedury prowadzące do opracowania trójwartościowej metody oceny stanu technicznego odbieraków i zastosowane sposoby weryfikacji uzyskiwanych wyników symulacji.

Opracowana metoda stanowi wartościowy wkład w rozwój metod symulacyjnych, których praktyczne wykorzystanie może przynieść pozytywne efekty w planowaniu obsługi odbieraków prądu pojazdów szynowych.

Cele pracy zostały osiągnięte, a poprawność tez potwierdzono przeprowadzonymi symulacjami.

#### 4. Uwagi ogólne

Oceniana rozprawa doktorska jest obszerna i widoczny jest duży wkład pracy w jej wykonanie. Analizując niniejszą rozprawę można zauważyć, że proponowana metoda ukierunkowana jest na konkretny problem i nie jest możliwe zastosowanie jej w systemach obsługi innych podzespołów pojazdów szynowych. Niemniej, stanowi pozytywny przykład wdrażania nowoczesnych metod usprawniania procedur decyzyjnych w systemach eksploatacji, z zastosowaniem nowoczesnych technik komputerowych. Problematyka przedstawiona w pracy doktorskiej zgodna jest tematycznie z wydawnictwami Serii Mechanika Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej i po przeprowadzonej korekcie, jako monografia, może być opublikowana w tym Wydawnictwie.

W rozprawie Doktorantka wykazała się dobrą znajomością problematyki z zakresu modelowania procesów obsługi i stosowania metod symulacji w budowie użytkowych programów komputerowych. Wykaz literatury jest wystarczający i dostosowany do tematyki pracy. Układ pracy jest spójny i logiczny, dobór ilustracji, styl i stosowana terminologia nie budzą zastrzeżeń, a prezentowane treści są czytelne.

Również wnioski odnośnie uzyskanych wyników badań świadczą o dobrym przygotowaniu Autorki do pracy naukowej.

#### 5. Uwagi krytyczne

Doktorantka nie ustrzegła się pewnych błędów w rozprawie, które przedstawię poniżej, rozpoczynając od uwag dotyczących cytowań.

1. Cytowania, jako odwołania do bibliografii powinny rygorystycznie przestrzegane. Brak odnośników do literatury jak ma to miejsce w przypadku rysunków 11 i 12 świadczy, że są to fotografie Autorki, a nie zaczerpnięte np. z pozycji [15];
2. W pracy brakuje wielu odwołań do literatury i powinna Doktorantka zweryfikować pod kątem tej uwagi cały tekst pracy;
3. Wynikiem zastosowania opracowanej metody trójwartościowej oceny stanu technicznego nakładki ślizgowej odbieraków prądu pojazdów szynowych jest zwiększenie liczby przeglądów po wykryciu stanu niepełnej zdadności co w efekcie ma zmniejszyć liczbę uszkodzeń i przynieść wymierne efekty ekonomiczne. Każdy przegląd wymaga nakładów finansowych, a w pracy brakuje potwierdzenia, że mniejsza liczba uszkodzeń kompensuje dodatkowe nakłady na przeglądy.

#### 6. Uwagi edytorskie

W treści pracy Doktorantka naruszyła następujące zasady edytorskie:

1. Zamieszczone materiały graficzne opisuje się jako rysunki (Rys.) lub fotografie (Fot.). W pracy powinny być rozróżnione rysunki od fotografii np. rys. 10, 11 i 12 to fotografie;
2. Zapisy odnośników literaturowych tak jak [32]-[39], [40]-[43], [44]-[46] czy też [47]-[50] ze str. 25 nie są stosowane w literaturze technicznej i powinny być zastąpione zapisem np. [32 -39] lub [44, 45, 46];
3. W każdym ze wzorów symbole powinny być opisane lub stosuje się zbiorczy wykaz oznaczeń na początku pracy. Naruszono tę zasadę we wzorach numer 1, 2, 17, 22, 23, 24-29;

4. Na rysunkach powinny być opisane nie tylko osie, ale również zamieszczone przebiegi funkcji. Brakuje opisów na rysunkach: 57-60 oraz 62-86;
5. Rozdział 6-ty jako jedyny został zakończony wnioskami. Przyjmuje się zasadę, że wszystkie rozdziały posiadają wnioski lub w żadnym nie umieszcza się ich. Proponuję podrozdział 6.5 zatytułować np. 6.5. Wyniki badań wstępnych;
6. Zazwyczaj główne rozdziały rozpoczynają się od nowej strony;
7. Zamieszczony wykaz literatury, który jest stosunkowo obszerny (ma kilkadziesiąt pozycji), powinien być uporządkowany alfabetycznie, a nie tematycznie. Zazwyczaj opracowania zwarte czyli książki i publikacje umieszcza się w bibliografii w pierwszej kolejności, następnie normy i rozporządzenia, a na końcu strony internetowe. Nie stosuje się umieszczenia w cudzysłowie tytułów cytowanych opracowań. Należy poprawić wykaz literatury według zaleceń Wydawnictwa.

## 7. Podsumowanie

Doktorantka w przedstawionej rozprawie poprawnie **zrealizowała cele sformułowane w pracy i udowodniła słuszność tez**. Wykazała się umiejętnościami prowadzenia badań, dobrze zidentyfikowała istniejący stan wiedzy, dobrała właściwe metody rozwiązania problemu, czytelnie przedstawiła wyniki badań i wyciągnęła poprawne wnioski. Przedstawione uwagi krytyczne nie umniejszają wartości naukowej pracy.

## 8. Konkluzja

Rozprawa spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w artykule 13 ust.1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym Dz. U. Nr 65, poz. 595 z 2003 r. oraz w Dz. U. z 2016r. poz.882.

Wnioskuje o dopuszczenie mgr inż. Małgorzatę KUŹNAR do publicznej obrony.  
Proponuję dyscyplinę naukową: Inżynieria Mechaniczna

Jan Szybka

