

**RECENZJA**  
rozprawy doktorskiej mgra inż. **Piotra Michalaka**  
**pt. Metoda doboru zespołu silnikowo-prądnicowego w celu modernizacji**  
**lokomotyw spalinowych**

*Podstawa opracowania: pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i transport Politechniki Poznańskiej, Prof. dra hab. inż. Jacka Pielechy, z dnia 25 marca 2021r.*

**1. Tematyka rozprawy**

W recenzowanej rozprawie Autor rozważa zarówno badawcze jak i konstrukcyjno-doświadczalne problemy związane z doбором zespołu silnikowo-prądnicowego z prądnicą trakcyjną skonfigurowaną indywidualnie w celu modernizacji lokomotyw spalinowych. Przeprowadza przegląd stosowanych metod i wymagań w tym zakresie, opracowuje własną autorską metodykę doboru zespołu silnikowo-prądnicowego, którą wdraża dla wybranej lokomotywy i przeprowadza badania pod względem parametrów trakcyjnych i emisji szkodliwych substancji do otoczenia.

Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Jerzy Merkisz, natomiast promotorem pomocniczym był dr n. tech. Włodzimierz Stawecki, prof. IPS „TABOR”.

**2. Uwagi o tematyce i informacje ogólne o rozprawie**

Praca dotyczy bardzo aktualnego tematu – wdrażania innowacyjnych rozwiązań w środkach transportu celem dostosowania ich do aktualnie panujących warunków i wymagań oraz ograniczenia emisji szkodliwych substancji do otoczenia.

Tematyka rozprawy jest o tyle ważna, że aktualnie podejmowanych jest wiele działań mających na celu zmniejszenie degradacji środowiska naturalnego. Wszystkie badania wskazują, że transport z jednej strony stymuluje rozwój gospodarczy i społeczny, z drugiej strony ma silnie negatywne oddziaływanie na otoczenie. Przy tym jest wiele barier negatywnie wpływających na rozwój systemów transportowych, w tym: długi czas realizacji inwestycji i zwrotu z inwestycji, duże koszty inwestycji czy ograniczenia technologiczne. Dlatego wszystkie działania prowadzące do poprawienia



parametrów technicznych, eksploatacyjnych czy trakcyjnych środków transportu kolejowego zasługują na szczególną uwagę.

Zatem recenzowana rozprawa, związana z badaniami i modernizacją środków transportu szynowego ma duże znaczenie poznawczo-ekologiczne, a tym samym też prospołeczne.

Rozprawa składa się z 126 stron, streszczenia, spisu skrótów i oznaczeń oraz 9 numerowanych rozdziałów. Przy czym rozdział pierwszy to wprowadzenia, natomiast rozdział 9 to wnioski z przeprowadzonych w pracy rozważań. Spis materiałów źródłowych zawiera 114 pozycji, w tym wiele przepisów, norm polskich i europejskich.

### 3. Charakterystyka rozprawy i problemy badawcze

Zasadnicza treść rozprawy doktorskiej zawarta jest w rozdziałach 1-9.

Pracę rozpoczyna streszczenie w języku polskim (3/4 str.) oraz wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń. Część merytoryczną pracy rozpoczyna **Wprowadzenie (rozd. 1 - str. 3)**, w którym Autor rozprawy przedstawił cel modernizacji lokomotyw spalinowych oraz korzyści z tego wynikające. Jako główny cel modernizacji lokomotyw spalinowych Autor rozprawy wskazuje m.in.: spełnienie wymagań obowiązujących norm, przepisów i dyrektyw parlamentu europejskiego, zwiększenie mocy od 35% do ponad 100%, poprawa efektywności wykorzystania oraz zmniejszenie kosztów utrzymania, wydłużenie przebiegów między-przebiegów i między-naprawczych, poprawa niezawodności lokomotyw i zwiększenie wskaźnika gotowości technicznej oraz ograniczenie szkodliwego oddziaływania na środowisko naturalne, w tym zmniejszenie udziału emisji do atmosfery składników toksycznych spalin, takich jak CO, HC, NO<sub>x</sub>, PM (spełnienie poziomu IIIB, a w przyszłości poziomu V), zmniejszenie wydzielania CO<sub>2</sub>.

Natomiast jako najważniejsze korzyści wynikające z procesu modernizacji lokomotyw spalinowych to m.in.: poprawa parametrów techniczno-eksploatacyjnych, zwiększenie komfortu i bezpieczeństwa pracy maszynistów, zmniejszenie niekorzystnego oddziaływania na środowisko naturalne w zakresie hałasu, drgań i emisji składników toksycznych spalin do atmosfery. Zdefiniowane zarówno najważniejsze cele jak i korzyści modernizacji lokomotyw spalinowych stały się determinantą opracowania uniwersalnej metody doboru silnika spalinowego i prądnicy trakcyjnej dla jej





wykorzystywania podczas modernizacji lokomotyw spalinowych niezależnie od ich przeznaczenia.

Następnie w **rozdziale 2** (str.5) Doktorant przedstawia liczbę lokomotyw spalinowych w Polsce na tle wybranych krajów Europy oraz USA, Kanady, Chin i Indii (rys.2.1). Czy analizował Pan jak wskazane przez Pana wartości mają się do całej floty lokomotyw w poszczególnych krajach? Doktorant przedstawia również ocenę struktury wiekowej taboru wskazując, że większość silników spalinowych zabudowanych w pojazdach trakcyjnych lokomotyw aktualnie eksploatowanych w kraju, nie spełnia wymagań w zakresie emisji składników toksycznych do atmosfery występujących w spalinach.

**Rozdział kolejny (3 str.9)** to charakterystyka dotychczasowej metodyki modernizacji lokomotyw spalinowych. Autor rozprawy podkreśla, że wymagania stawiane nowym spalinowym pojazdom trakcyjnym określone obowiązującymi przepisami i normami wymuszają na przewoźnikach konieczność modernizacji taboru istniejącego lub zakup nowego taboru. Wskazał również, że modernizacja aktualnie produkowanych lokomotyw ma różny charakter: od tzw. „polonizacji” (doposażenie pojazdu w polskie układy bezpieczeństwa ruchu) przez „remotoryzację” tj. wymianę silnika spalinowego – do pełnej modernizacji polegającej na zbudowaniu nowego pojazdu z wykorzystaniem ostoi czy też pudła i układów biegowych. Przedstawił zestawienie wybranych lokomotyw spalinowych (krajowych i zagranicznych) poddanych procesowi tzw. „polonizacji” w celu uzyskania nowoczesnej i oszczędnej lokomotywy. Dla wybranych zmodernizowanych lokomotyw przedstawił ich podstawowe parametry techniczne po modernizacji. Opisał również szczegółowo parametry techniczne po modernizacji dla lokomotyw serii ST44: lokomotywy ST44 (M62) – PESA-Cargo i lokomotywy ST44 – NEWAG oraz lokomotyw serii SM48 (TEM2): lokomotywy TEM2 – OLPP i lokomotywy TEM2 (SM 48) – NEWAG.

Cele i tezę rozprawy Doktorant opisał w **rozdziale 4** (str.2). Jako cel rozprawy wskazał:

**„...opracowanie metodyki konstrukcyjno-badawczej związanej z kompleksową modernizacją lokomotywy spalinowej ze szczególnym uwzględnieniem doboru zespołu silnikowo-prądnicowego na podstawie doświadczenia w realizowanych projektach modernizacji lokomotyw oraz przeprowadzonej analizy dotychczasowych metod.”**

Natomiast tezę zdefiniował jako:

**wiele metod modernizacji lokomotyw oraz doświadczenie w realizacji projektów lokomotyw spalinowych umożliwi opracowanie uniwersalnej metody doboru zespołu silnikowo-prądnicowego lokomotywy spalinowej.**

Autor rozprawy podkreśla, że realizacja celu rozprawy była możliwa dzięki m.in. doświadczeniu Autora jako współautora modernizacji lokomotyw serii ST44 oraz SM48 i współwykonawcy wielu projektów z tego obszaru. Na uwagę zasługuje schemat realizacji rozprawy wraz z kolejnością prac składających się na kompleksowe podejście do modernizacji lokomotywy spalinowej.

Kolejny rozdział (**rozdz.5** – str. 11) to opis współautorskich projektów modernizacji lokomotyw spalinowych, w których Autor rozprawy brał czynny udział. Dotyczy to modernizacji lokomotyw serii ST44 – LHS oraz lokomotyw serii SM48 (TEM2) – Pol-Miedź Trans. Brak jest jednak informacji o funkcji Autora rozprawy w realizowanych projektach. Ponieważ odwołania wskazują na projekty realizowane w 2005-2015, powstaje pytanie do Doktoranta czy są różnice, a jeśli są, to jakie, w przedstawionych w rozprawie projektach zrealizowanych właśnie w latach 2005-2015, a konstrukcjach modernizowanych obecnie przez inne jednostki np. przez NEWAG i PK.

Kolejny **rozdział (6** – str.39) to bardzo obszerne i szczegółowe przedstawienie autorskiej metody doboru zespołu silnikowo-prądnicowego. Autor szczegółowo opisał poszczególne etapy doboru zespołu silnikowo-prądnicowego, w tym:

- wybór lokomotywy do doboru zespołu silnikowo-prądnicowego,
- założenia metody doboru zespołu silnikowo-prądnicowego modernizowanych lokomotyw spalinowych,
- opracowanie szczegółowych założeń projektu,
- określenie wymagań normatywnych podczas homologacji modernizowanej lokomotywy,
- analiza bilansu mocy modernizowanej lokomotywy spalinowej,
- wyznaczenie charakterystyk trakcyjnych lokomotywy,
- analiza układów oczyszczania spalin,
- opracowanie zintegrowanego sterownika silnika i prądnicy,
- analiza zabudowy mechanicznej zespołu,
- analizy symulacyjne zespołu,

szczegółowo opisał wymagania co do założenia projektu jak i rozmów z inwestorem na etapie przygotowania projektu technicznego jak i już wykonywania prac modernizacyjnych.





W kolejnym rozdziale (**rozd.7** – str.23) Autor rozprawy przedstawił przykład modernizacji lokomotywy wykonanej podczas realizacji projektu, którego autor rozprawy był współwykonawcą. Oprócz doboru zespołu prądnicowo-silnikowego, konieczne było również opracowanie systemów układu paliwowego, układu chłodzenia i podgrzewania wstępnego silnika spalinowego oraz sterowania i diagnostyki.

Ta część pracy była podstawą do przeprowadzenia badań w zakresie analizy trakcyjnej i analizy emisji składników szkodliwych spalin.

**Rozdział 8** (str.18) to badania trakcyjne i emisji spalin autorsko zmodernizowanej lokomotywy. Doktorant w tej części rozprawy przedstawił analizy trakcyjne dla zmodernizowanej lokomotywy spalinowej i analizy w zakresie emisji składników szkodliwych spalin.

**Rozdział 9** (str.2) to wnioski z przeprowadzonych w rozprawie rozważań. Autor rozprawy podzielił je na wnioski ogólne, metodyczne, szczegółowe i prognostyczne. Mgr inż. Piotr Michalak przedstawił elementy nowości i zakres utylitarnego zastosowania zaproponowanej metodyki do wdrożenia. Wykazał spełnienie założonego celu pracy oraz weryfikację postawionej tezy wskazując wnioski ogólne oraz kierunki dalszych badań.

#### 4. Ocena rozprawy

Układ całości rozprawy jest logiczny i czytelny a ogólna jej forma, zakres oraz podział treści na rozdziały ujmują wszystkie istotne elementy tematu rozprawy. Ogólnie rozprawa została podzielona na dwie części: część faktologiczną i część badawczo-konstrukcyjną.

W mojej opinii najważniejszą częścią rozprawy są rozdziały 6-8, w których autor przedstawił szczegółowo metodykę modernizacji lokomotywy spalinowej począwszy od zdefiniowania założeń poprzez ustalenie wymagań normatywnych, wykonanie bilansu mocy do wyznaczenia charakterystyk trakcyjnych i analiz symulacyjnych poszczególnych zespołów/układów aż do opracowania systemów pomocniczych jak układ paliwowy i układ chłodzenia, oraz systemu sterowania i diagnostyki.

Nie ulega wątpliwości, iż przedstawiona do recenzji praca jako rozprawa doktorska mgr inż. Piotra Michalaka jest oryginalnym i autorskim ujęciem metodyki konstrukcyjno-badawczej związanej z kompleksową modernizacją lokomotywy spalinowej ze szczególnym uwzględnieniem doboru zespołu silnikowo-prądnicowego.



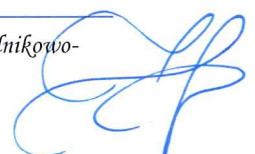
Autor rozprawy przedstawił możliwości wykorzystania metodyki w modernizacji lokomotyw spalinowych. Doktorant w ramach przeprowadzonych badań wskazał na wiele atutów wykorzystania metody doboru zespołu silnikowo-prądnicowego w modernizacji lokomotywy SM48/TEM2 realizowanej w Instytucie Pojazdów Szynowych „TABOR”. Jak wskazuje Autor, przedmiotowa lokomotywa po modernizacji (typ 19D) uzyskała cechy pojazdu nowego. W wyniku zastosowania nowego zespołu napędowego i pełnego wykorzystania mocy silników trakcyjnych, poprawie uległy właściwości trakcyjne lokomotywy. Badania trakcyjne zmodernizowanej lokomotywy potwierdziły znaczny wzrost siły pociągowej na obwodzie kół napędnych w całym zakresie prędkości jazdy

W wyniku zastosowania nowoczesnego silnika spalinowego, spełniającego obowiązujące wymogi dotyczące zanieczyszczenia spalin, znacznemu ograniczeniu uległa emisja szkodliwych substancji do otoczenia, co potwierdziły wyniki badań lokomotywy na oporniku wodnym. Uzyskane wyniki badań (rozdział 8) wykazały, że opracowana metoda doboru zespołu silnikowo-prądnicowego umożliwia wykonanie modernizacji lokomotywy spalinowej spełniającej najnowsze wymagania normatywne i techniczne.

Przytoczone fakty wskazują, że Doktorant zrealizował cel rozprawy i udowodnił tezę. Za główne osiągnięcie mgr inż. Piotra Michalaka uważam:

1. Opracowanie autorskiej metodyki modernizacji lokomotyw spalinowych uwzględniającej m.in. precyzyjny dobór nowoczesnego zespołu silnikowo-prądnicowego z prądnicą trakcyjną skonfigurowaną indywidualnie dla dowolnej modernizowanej lokomotywy.
2. Opracowanie metody doboru zespołu silnikowo-prądnicowego na bazie doświadczeń w realizacji projektów uwzględniając aspekty: ekonomiczne, normatywne, techniczne i środowiskowe z jej weryfikacją z wykorzystaniem narzędzi analitycznych i symulacyjnych.
3. Przeprowadzenie badań trakcyjnych modernizowanej lokomotywy wraz z analizą emisji składników szkodliwych zamontowanego w lokomotywie silnika spalinowego.

Podsumowując uważam, że omówiona konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania materiału empirycznego, a także forma przeprowadzonej analizy i przyjęta metodyka badań są właściwe dla tego rodzaju prac. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą





teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych i konstrukcyjnych stosowanych w dyscyplinie *inżynieria lądowa i transport*.

W podsumowaniu oceny mogę też stwierdzić, iż podjęta problematyka modernizacji lokomotyw spalinowych jest niezwykle złożona i wielowątkowa.

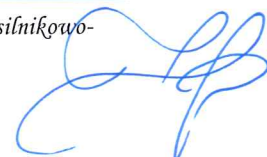
### 5. Pytania szczegółowe i uwagi krytyczne

Analiza tekstu rozprawy rodzi kilka pytań szczegółowych, które nasunęły się w trakcie czytania. Odpowiedzi na poniższe pytania oczekuję podczas publicznej obrony:

- 1) Biorąc pod uwagę konieczność wielowymiarowej analizy czynników wpływających na modernizację lokomotyw spalinowych celem dostosowania ich do obowiązujących wymagań normatywnych zasadne jest wybranie najważniejszych - istotnych z punktu widzenia chociażby tematyki rozprawy. Jak Pan sądzi – czy lokomotywy serii ST44 i SM48 można zastosować na każdej linii kolejowej w Polsce? Czy wózek trzyosiowy nie stanowi pewnego rodzaju przeszkody?
- 2) W rozprawie wskazuje Pan na potrzebę modernizacji lokomotyw spalinowych ze względu na emisję związków szkodliwych spalin czy wydajność pracy przewozowej. Proszę wskazać priorytetowe zadania niezbędne do realizacji w zakresie modernizacji szynowego spalinowego taboru trakcyjnego w dłuższym okresie czasu dla poprawy parametrów eksploatacyjnych i ekologicznych tego taboru.
- 3) W rozdziale 5 przedstawił Pan projekty modernizacji lokomotyw spalinowych. Podobnie w rozdziałach 6-8 jest wiele odniesień do wewnętrznych opracowań IPS „TABOR” – proszę powiedzieć czy widoczność z kabiny maszynisty w modernizowanej lokomotywie typu 19D (serii SM48 vel TEM2) uległa znacznej poprawie w stosunku do stanu sprzed modernizacji czy tylko częściowej? oraz Pana zdaniem ile egzemplarzy lokomotyw serii ST44 zmodernizowano według koncepcji opisanej w rozprawie?
- 4) Wielowymiarowa modernizacja szynowego spalinowego taboru trakcyjnego jest trudna a jednocześnie bardzo ważna z punktu widzenia oceny np. bezpieczeństwa ekologicznego. Przeprowadzone przez Pana badania wskazują nie tylko na wielowątkowość modernizacji lokomotyw spalinowych ale i konieczność technologiczną. Czy mógłby Pan wskazać mocne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia modernizacji lokomotyw spalinowych w Polsce w najbliższej perspektywie kilku lat.

W pracy dostrzeżono niedociągnięcia, które nie wpływają na ocenę merytoryczną rozprawy stanowią jedynie pewne niedociągnięcia edytorskie czy upraszczające.

Wśród nich należy wymienić m.in.:



- 1) Niektóre określenia zostały użyte w niezbyt prawidłowym znaczeniu – np. Modernizacje lokomotyw typu ST44 – powinno być Modernizacje lokomotyw serii ST44.
- 2) Niefortunny zapis np. „*polonizacja lokomotywy*” (dostosowanie lokomotywy zakupionej za granicą do warunków polskich).
- 3) Tytuły niektórych rysunków nie korespondują z ich zawartością – np. rys. 4.1.
- 4) Autor bardzo mocno omija segment przewozów pasażerskich, co powoduje że niektóre zdania w rozprawie są nieprawidłowe – np. str. 37 „*Wszystkie przewozy na niezelektryfikowanych liniach kolejowych oraz większość prac manewrowych realizują lokomotywy spalinowe.*” – są jeszcze autobusy szynowe i spalinowe zespoły trakcyjne.
- 5) Brak typowego przeglądu literatury (może ze względu na konstrukcyjny charakter rozprawy). Znikomy udział prac z ostatnich lat. Ponadto przy zapisie niektórych pozycji literaturowych pominięto rok wydania czy daty dostępu. W pracach dot. sprawozdań wewnętrznych IPS „TABOR” brak wyszczególnienia kierownika projektu czy wskazania głównych wykonawców.

## 6. Konkluzja

Uważam, że zawarte w recenzji uwagi krytyczne i zastrzeżenia absolutnie nie zmniejszają merytorycznej wartości naukowej i aplikacyjnej recenzowanej pracy. Stanowi ona oryginalne rozwiązanie przez Autora zagadnienia naukowego, sformułowanego w tezie badawczej oraz opisanej przeze mnie w charakterystyce rozprawy.

Na podkreślenie zasługuje aplikacyjno-konstrukcyjny charakter rozprawy, co Autor wykazał w rozdziałach 6-8. Praca mieści się w obszarze badań właściwym dla dyscypliny naukowej *inżynieria lądowa i transport*.

W podsumowaniu stwierdzam, że rozprawa mgr inż. mgr inż. Piotra Michalaka pt. „**Metoda doboru zespołu silnikowo-prądnicowego w celu modernizacji lokomotyw spalinowych**”, spełnia wymogi określone w **Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) oraz **mieści się w dyscyplinie naukowej *Inżynieria lądowa i transport***.

Wnoszę zatem o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. **Piotra Michalaka** na stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Inżynieria lądowa i transport* i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

prof. dr hab. inż. Marianna Jacyna