

dr hab. inż. Paweł Drożdziel, prof. uczelni
Katedra Zrównoważonego Transportu
i Źródeł Napędu
Wydział Mechaniczny
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 36
20- 618 Lublin
p.drozdziel@pollub.pl

Lublin, 05.05.2021 r.

RECENZJA

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

1. Wprowadzenie

Recenzję rozprawy doktorskiej wykonano na podstawie pisma nr DR-63/575/01/2021 prof. dra hab. inż. Jacka Pielechy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 25.03.2021 roku.

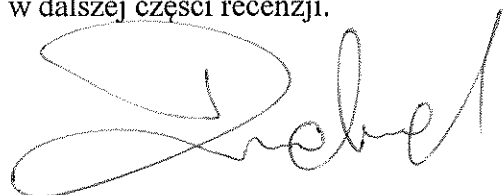
2. Charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pana mgra inż. Piotra Michalaka pt.: „*Metoda doboru zespołu silnikowo-prądnicowego w celu modernizacji lokomotyw spalinowych*” liczy 1126 stron tekstu. W skład rozprawy wchodzi: streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz użytych w pracy skrótów i oznaczeń, wprowadzenie, 7 rozdziałów merytorycznych, wnioski oraz wykaz użytej literatury.

Wykaz cytowanej w rozprawie literatury, zawiera 114 pozycji, w tym: 2 krajowe monografie naukowe, 20 publikacji w czasopismach i konferencjach krajowych oraz 11 publikacji z czasopism i konferencji zagranicznych. Przywołano także 31 dokumentów normalizacyjnych, 25 opracowań techniczno-organizacyjnych, 23 akty prawne oraz 2 źródła informacji z Internetu. Należy w tym miejscu podkreślić, że prawie 70% (78 pozycji) cytowanych publikacji i materiałów zostało wydanych po 2015 roku, co świadczy o aktualności wykorzystywanej w rozprawie literatury, a także o starannym jej doborze przez Autora. Doktorant umieścił także w wykazie czasopism 9 artykułów, w którym jest współautorem.

Przedstawiona analiza przywoływanej przez Autora rozprawy literatury wskazuje, że prześledził On bardzo dokładnie zagraniczne i krajowe publikacje z zakresu modernizacji lokomotyw spalinowych.

Uwagi krytyczne dotyczące recenzowanej rozprawy doktorskiej, zawierającej 89 rysunków, 18 tabel oraz 8 wzorów przedstawiono w dalszej części recenzji.



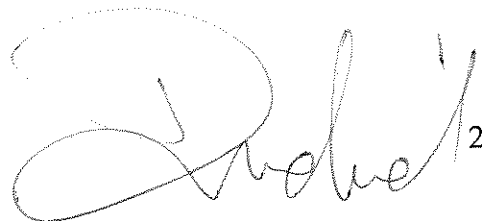
2.1. Wybór tematu i zakres pracy

Doktorant w swojej rozprawie doktorskiej bardzo dokładnie wykazał, że istnieje konieczność opracowania uniwersalnej metody doboru zespołu silnikowo-prądowego podczas modernizacji różnego typu lokomotyw spalinowych. Wynika to z faktu, że w warunkach krajowych unowocześnienie tego środka transportu jest bardziej uzasadnione ekonomicznie niż zakupu nowej lokomotywy spalinowej.

Opracowana przez Autora nowa metodyka konstrukcyjno-badawcza związana z modernizacją lokomotyw spalinowych umożliwia spełnienie stawianych im najnowszych wymagań technicznych, organizacyjnych, normatywnych oraz prawnych związanych z ich eksploatacją podczas realizacji kolejowych przewozów towarowych. Do wymagań tych między innymi Autor zaliczył:

1. zwiększenie mocy układu napędowego przy jednoczesnym ograniczeniu negatywnego oddziaływania lokomotyw spalinowych na środowisko naturalne człowieka;
2. wydłużenie przebiegu eksploatacyjnego pomiędzy kolejnymi przeglądami czy naprawami technicznymi lokomotyw spalinowych;
3. wzrost trwałości i niezawodności, a tym samym wskaźnika gotowości technicznej lokomotyw spalinowych;
4. obniżenie kosztów użytkowania oraz obsługi i napraw lokomotyw spalinowych;
5. poprawę komfortu i higieny pracy obsługi lokomotywy;
6. zwiększenie bezpieczeństwa w transporcie kolejowym.

Tak obszerny zakres wymagań, które należy brać pod uwagę podczas dokonywania modernizacji lokomotyw spalinowych wymusił na Autorze rozprawy dokonanie bardzo dokładnego przeglądu przepisów i norm w przedmiotowym zakresie. Na ich podstawie oraz wykorzystując wieloletnie doświadczenie zdobyte podczas unowocześniania użytkowanych w kraju lokomotyw spalinowych zaproponował założenia procedury doboru nowoczesnego zespołu silnikowo-prądnicowego. Przy zastosowaniu tej procedury Doktorant uwzględnił charakterystyki trakcyjne lokomotyw spalinowych, ich opory ruchu oraz zapotrzebowanie na energię. Dodatkowo, co opisano bardzo dokładnie w rozprawie, wzięto pod uwagę uwarunkowania konstrukcyjno-technologiczne związane z zabudową różnorodnych nowoczesnych systemów mechanicznych i elektrycznych oraz układów elektronicznych niezbędnych w pracy lokomotyw spalinowych.



2

W następnym kroku, Autor rozprawy wykorzystując przeprowadzone wcześniej symulacje komputerowe przeprowadził kompleksową modernizację wybranego typu lokomotywy spalinowej. Po jej wykonaniu, w celu sprawdzenia właściwości użytkowych unowocześnionej lokomotywy, wykonano badania trakcyjne w warunkach kontrolowanego przejazdu, które umożliwiły ocenę poprawności przeprowadzonych prac modernizacyjnych.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że zarówno temat rozprawy jak i zakres dokonanych oraz opisanych przez Autora w pracy: analiz techniczno-prawnych, działań modernizacyjnych oraz wykonanych badań w warunkach kontrolowanej eksploatacji lokomotyw spalinowych zostały przeprowadzone właściwie, zgodnie z zasadami dociekań naukowych.

2.2. Ogólna charakterystyka pracy

W rozdziale pierwszym pt. *Wprowadzenie* Autor pracy wykazał cel oraz korzyści wynikające z przeprowadzania procesu modernizacji krajowych lokomotyw spalinowych.

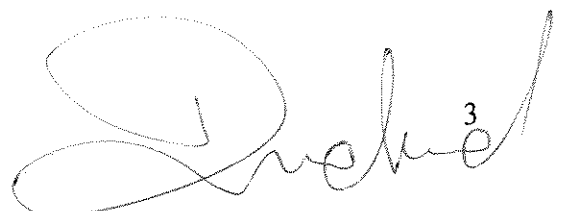
Rozdział drugi pt. *Lokomotywy spalinowe w trakcji szynowej* to dokładnie wykonany przegląd stanu zagadnienia dotyczący wykorzystywanych w krajowych przewozach kolejowych lokomotyw elektrycznych i spalinowych. W rozdziale tym Autor wykazał, dlaczego w Polsce do tej pory w dużej mierze wykorzystuje się lokomotywy spalinowe oraz dlaczego istotna jest ich modernizacja uwzględniająca minimalizację negatywnych oddziaływań na środowisko naturalne człowieka występujących podczas wykonywania przewozów towarowych.

W rozdziale trzecim rozprawy zatytułowanym *Dotychczasowa metodyka modernizacji lokomotyw* Autor przedstawił przegląd i zakres wykonanych w kraju modernizacji różnych typów lokomotyw spalinowych.

W kolejnym rozdziale czwartym Doktorant zaprezentował cel i tezę rozprawy oraz zakres przeprowadzonych przez niego prac konstrukcyjno-badawczych.

W rozdziale piątym pt. *Współautorskie modernizacje lokomotyw spalinowych* Doktorant przedstawił w skrócie prace unowocześniające, w których brał udział oraz ich efekty dla różnorodnych typów lokomotywy.

W kolejnych dwóch rozdziałach pt. *Autorska metoda doboru zespołu silnikowo-prądnicowego* oraz *Przykład autorskiej modernizacji lokomotywy* Doktorant bardzo dokładnie zaprezentował i omówił założenia oraz zastosował autorską metodę doboru zespołu silnikowo-prądnicowego podczas modernizacji wybranego typu lokomotywy spalinowej.



3

Korzystał przy tym z analiz wymaganych przepisów i uwarunkowań technicznych oraz symulacji i obliczeń komputerowych.

W rozdziale ósmym pt. *Badania zmodernizowanej lokomotywy* Doktorant zaprezentował w postaci wykresów i tabel uzyskane wyniki badań przeprowadzonych w warunkach kontrolowanych przejazdów pociągu towarowego ze zmodernizowaną lokomotywą spalinową.

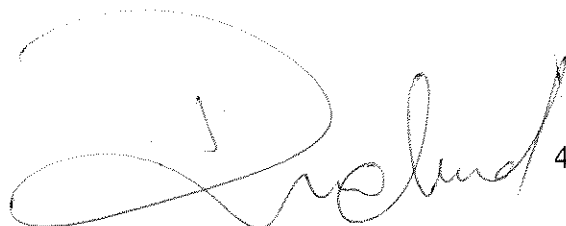
2.3. Cel i teza pracy doktorskiej

Celem recenzowanej pracy doktorskiej było *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.*

Tezą pracy zaproponowaną przez Doktoranta było następujące założenie *wiele metod modernizacji lokomotyw oraz doświadczenie w realizacji projektów lokomotyw spalinowych umożliwi opracowanie uniwersalnej metody doboru zespołu silnikowo-prądnicowego lokomotywy spalinowej.*

W mojej ocenie postawiona teza pracy została przez Doktoranta właściwie sformułowana. Mam jednak uwagę do sformułowania celu pracy, który brzmi *Celem pracy jest opracowanie metodyki konstrukcyjno-badawczej związanej z kompleksowa modernizacją lokomotywy spalinowej ze szczególnym uwzględnieniem doboru zespołu silnikowo-prądnicowego na podstawie doświadczenia w realizowanych projektach modernizacji lokomotyw oraz przeprowadzonej analizy dotychczasowych metod.* Wg mnie powinien on brzmieć: *Celem pracy jest opracowanie metodyki konstrukcyjno-badawczej związanej z kompleksową modernizacją lokomotywy spalinowej ze szczególnym uwzględnieniem doboru zespołu silnikowo-prądnicowego, przy uwzględnieniu doświadczenia zawodowego Autora w zrealizowanych projektach modernizacji lokomotyw oraz przeprowadzonej analizy dotychczasowych metod unowocześniania lokomotyw spalinowych.*

Pomimo tej uwagi należy stwierdzić, że cel recenzowanej pracy doktorskiej został przez Doktoranta zrealizowany, zaś postawiona teza udowodniona.



4

2.4. Metodyka i obiekt badań

Obiektem opisanych i przeprowadzonych w rozprawie prac modernizujących oraz badań przebiegowych, w których wykorzystano autorską metodę doboru zespołu silnikowo-prądnicowego, była lokomotywa spalinowa TEM2 (SM48).

Zrealizowane prace modernizacyjne wybranej lokomotywy wymagały od Autora rozprawy dużej znajomości wielu przepisów i uwarunkowań technicznych, a także umiejętności konstrukcyjnych i złożonej wiedzy z zakresu technologii napraw. W trakcie zrealizowanych badań przebiegowych rejestrowano wiele parametrów trakcyjnych unowocześnionej lokomotywy. Zakres i plan tych badań zostały właściwie przygotowane i zrealizowane.

Chciałbym w tym miejscu pochwalić Doktoranta za zakres prac wykonanych w celu realizacji założonego celu i tezy pracy. Wymagało to od Badacza osobistego zaangażowania. Dlatego, należy stwierdzić na podstawie wykonanego przez Doktoranta przeglądu stanu zagadnienia oraz przeprowadzonych prac modernizacyjnych lokomotywy spalinowej oraz badań trakcyjnych pociągu w kontrolowanych warunkach użytkowania, że potrafi On rozwiązywać złożone problemy konstrukcyjne i naukowe.

2.5. Oryginalność pracy

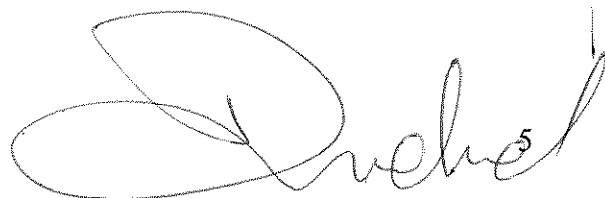
Oryginalną wartością recenzowanej rozprawy doktorskiej było opracowanie uniwersalnej metody doboru zespołu silnikowo-prądnicowego, podczas realizacji złożonego procesu modernizacji, dla różnych typów lokomotyw spalinowych. Zaproponowana metoda spełnia wiele stawianych, przed unowocześnianymi środkami transportu, wymagań technicznych, organizacyjnych, normatywnych oraz prawnych związanych z ich eksploatacją podczas realizacji kolejowych przewozów towarowych.

Jest to istotne podczas planowanego procesu kompleksowej modernizacji krajowego taboru lokomotyw spalinowych na przestrzeni najbliższych kilku lat, w szczególności przy ograniczonych środkach finansowych.

3. Uwagi krytyczne

3.1. Uwagi o charakterze edycyjnym

Pierwszy zbiór uwag o charakterze edycyjnym dotyczy błędów językowych i stylistycznych występujących w recenzowanej rozprawie doktorskiej.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Duchel', is located at the bottom right of the page.

Dla przykładu – na stronie 7 Autor rozprawy napisał *Wymiana przestarzałych lokomotyw na nowoczesne jest w okresie kilku lat nieuzasadniona a dla większości przewoźników ze względów finansowych niemożliwa. W związku z powyższym pozostaje droga głębokiej modernizacji posiadanych lokomotyw, która jest ekonomicznie najbardziej uzasadniona*. Rodzi się pytanie, co Autor rozumie przez głęboką modernizację lokomotywy?

Z kolei na stronie 10 możemy przeczytać *Tabor trakcyjny na świecie jest bardzo zróżnicowany dlatego skupiono się na lokomotywach spalinowych w wybranych krajach. W Europie zauważalne jest ciągle ograniczenie liczby lokomotyw spalinowych eksploatowanych przez przewoźników poszczególnych krajów, mimo ich modernizacji [29, 38]. Wyjątkiem tutaj jest Polska, gdzie udział lokomotyw spalinowych w taborze krajowym jest większy niż elektrycznych, co opisano w dalszej części niniejszego rozdziału. Natomiast w Ameryce Południowej, Północnej i Korei lokomotywy spalinowe stanowią główny tabor operatorów kolejowych*. Nie za bardzo rozumiem, w świetle rysunków 2.1 oraz 2.2, przywoływanego tekstu rozprawy, dlaczego na wymienionych kontynentach oraz w Korei przeważają lokomotywy spalinowe? Proszę o odpowiedź na powyższe pytanie.

W rozdziale 3 *Dotychczasowa metodyka modernizacji lokomotyw* w części 3.1. *Wprowadzenie* (strona 15) czytamy *Zakres modernizacji obecnie produkowanych lokomotyw jest bardzo różny: od polonizacji (doposażenie pojazdu w polskie układy bezpieczeństwa ruchu) przez remotoryzację [41] (wymianę silnika spalinowego) do pełnej modernizacji polegającej na zbudowaniu nowego pojazdu z wykorzystaniem ostoi czy też pudła i układów biegowych*. W tabeli 3.1 przedstawiono wykaz wybranych lokomotyw spalinowych (krajowych i zagranicznych) poddanych procesom polonizacji. Ostatnie cztery wiersze tej tabeli dotyczą lokomotyw produkcji Polskiej. Czy nie występuje tutaj sprzeczność z przyjętymi wcześniej założeniami?

Z kolei na stronie 22 w podrozdziale 3.3.2 Autor rozprawy przytoczył zdanie *Zakres modernizacji lokomotywy TEM2 (SM 48) do wersji 15D/16D (rys. 3.4)*. Proszę o rozwinięcie tego zdania przez Autora rozprawy.

Podobne niejasne sformułowanie występuje na stronie 32 część 5.2. *Modernizacja lokomotyw serii SM48 (TEM2)-Pol-Miedź Trans*, gdzie Doktorant pisze *zapropozowano modernizację w oparciu o sprawdzony układ zastosowany w lokomotywie SP32 obejmował:*

Na stronie 41 w wierszu 9 Doktorant napisał *Przy doborze poszczególnych zespołów uwzględnia się sprawność mechaniczna i elektryczna urządzeń, która generuje straty mocy*. Nie rozumiem tego sformułowania, proszę o odpowiedź, co Autor rozprawy miał na myśli w tym zadaniu?

Na stronie 85 możemy przeczytać *Obiegi chłodzące są podłączone do wspólnego zbiornika wyrównawczego płynu chłodzącego który pełni następujące funkcje: ... kontrola wzrokowa poziomu płynu chłodzącego przez wziernik*. Mam pytanie, w jaki sposób zbiornik wyrównawczy pełni rolę kontrolną? Podobne pytanie mam w odniesieniu do zapisu dotyczącego funkcji zbiornika oleju hydraulicznego wyszczególnionej na stronie 87.

Z kolei na stronie 94 Autor pisze *W czasie jazdy zespół akumulatorów jest ładowany z prądnicy pomocniczej, przez zespół przetwornic (konwerter DC/DC) napięciem 28 V DC, a zasila obwody pomocnicze, sterowania i rozrządu*. Proszę o odpowiedź co zasila w zmodernizowanej lokomotywie obwody pomocnicze, sterowania i rozrządu?

Ponadto, na stronie 102 pod tekstem dotyczącym opisu wzoru 8.2 możemy przeczytać *Wartości siły pociągowej lokomotywy przedstawione na wykresach zamieszczonych w niniejszym raporcie, są sumą siły pomierzonej na haku lokomotywy i oporów ruchu lokomotywy*. Tu Autor odwołuje się do jakiegoś raportu. Proszę o wyjaśnienie, o jaki raport chodzi? Podobne odwołanie do jakiegoś raportu znajdujemy na stronie 103 w piątym wierszu od góry. Proszę o wyjaśnienie, o jaki raport chodzi?

Na stronie 107 w części zatytułowanej *Wyznaczenie przyczepności na obwodzie kół lokomotywy* możemy przeczytać *Jednocześnie sterownik przesyła informację do tablicy pneumatycznej, która rozpoczyna podhamowanie. Dodatkowo, w zależności od prędkości pojazdu, tablica pneumatyczna może wdrożyć piaskowanie*. Mam pytanie, jak tablica pneumatyczna rozpoczyna podhamowanie oraz wdraża piaskowanie?

Jednocześnie, w tekście rozprawy występują błędy łamania tekstu. Dla przykładu tzw. „wiszące wiersze” można znaleźć na stronach 7, 38, 50, 74, 84, 90-91 i 98. Zaś tzw. „wiszące litery” znajdują się na stronach: 4, 11, 13, 18, 22, 30, 32-33, 37-38, 41-46, 48, 55, 57, 61, 65-66, 78-79, 83-84, 87, 90-92, 94-97, 100, 111-113 i 116. Pozostałe błędy językowe zostały zaznaczone w książkowej wersji tekstu rozprawy i przekazane Autorowi.

Pragnę zauważyć, że w recenzowanej pracy doktorskiej występują także błędy związane z prezentowanymi rysunkami, tabelami.

Uważam, że rysunek 4.1 ze strony 25 nie prezentuje kompleksowej technologii modernizacji lokomotywy spalinowej a jest jedynie schematem blokowym recenzowanej pracy doktorskiej. Ponadto nie wiem co rysunek 5.3 ze strony 27 wnosi do pracy?

Kolejna uwaga dotyczy rysunków 5.4 i 5.5 ze strony 28. Na rysunku 5.4 nie opisano jego elementów (linie, kwadraty z liczbami itd.), zaś na rysunku 5.5. nie wskazano elementu nr 5 będącego podgrzewaczem silnika spalinowego KIM Hotstart.



Na stronie 40 na rysunku 6.4 zaprezentowano schemat blokowy etapów doboru zespołu silnikowo-prądnicowego. W opisie etapu 3 widzimy zaś *wywołanie oferty u potencjalnych dostawców*.

Na stronie 64 w trzeciej linii od dołu możemy przeczytać zdanie *Sytuację taką oznaczono na rysunku linią przerywaną*. Na jakim rysunku możemy to znaleźć?

Z kolei w objaśnieniach do rysunku 7.7 ze strony 85 zauważalny jest błąd językowy w jest 3 – *filtra paliwa*, a powinno być 3-filtr paliwa.

Mam także uwagę dotyczącą tabel zawartych w rozprawie. I tak na stronach 34-36 znajduje się tabela 5.1 opisująca *główne parametry techniczne zmodernizowanej lokomotywy serii SM48 z silnikiem 12V396TC14 i 12V4000R41*. Dlaczego w tekście rozprawy brak jest odwołania do tej tabeli? Przez to trudno stwierdzić, co tabela 5.1 wnosi do rozprawy?

Mam także uwagę do sposobu opisu oznaczeń wzorów użytych przez Autora w rozprawie. Gdyby Autor wyjaśnił poszczególne oznaczenia parametrów stosowanych we wzorach w rozdziale *Skróty i oznaczenia*, znacznie poprawiłoby to czytelność rozprawy.

3.2. Uwagi o charakterze ogólnym

Moja pierwsza uwaga o charakterze ogólnym dotyczy sposobu określenia typu modernizowanej lokomotywy spalinowej. Na stronie 38, 71 czytamy, że wybrano lokomotywę typu TEM2 (SM48). Na stronach 47, 48, 66-67, 71-73, 75, 77 pojawiają się opisy, z których wynika, że modernizowano lokomotywę typu 19D. Dopiero analiza tabeli 7.1 *Podstawowe parametry lokomotywy 19D* ze strony 80 pozwala czytelnikowi zorientować się, że zmodernizowano lokomotywę spalinową typu TEM2 (SM48), która stała się lokomotywą typu 19D. Przyznam, że utrudnia to czytanie rozprawy.

Moja druga uwaga o charakterze ogólnym związana jest z tekstem znajdującym się na stronach od 89 do 93. Nie wiem czy znajdujący się tam opis konstrukcyjny ostoi lokomotywy, wózków trakcyjnych oraz kabiny maszynisty z jej wyposażeniem jest istotny z punktu widzenia rozprawy.

Ostatnia uwaga ogólna dotyczy jednakowej treści niektórych zdań ze stron 103 oraz 111. Nie wiem, czym kierował się Autor rozprawy, powtarzając te same wnioski.



8

4. Pytania do Autora pracy

1. Na stronie 44 można przeczytać *Powyższe wymagania pozwalają na pewną dowolność w doborze producenta silnika, jednak gama dostępnych jednostek z homologacją kolejową jest wąska i dlatego jak opisano w dalszej części pracy skupiono się głównie na dwóch producentach, mianowicie MTU i CUMMINS*. Na stronie 48 czytamy zaś *Analizowany silnik spalinowy MTU 12V 4000 R84 ma moc 1800 kW*. Proszę o odpowiedź na pytanie, dlaczego skupiono się podczas analizy bilansu mocy tylko na silniku firmy MTU?
2. Podobne pytanie dotyczy elektronicznych układów sterujących. Dlaczego przy opisywanej w rozprawie modernizacji lokomotywy spalinowej użyto systemu firmy Selectron?
3. Uprzejmie proszę Doktoranta o szczegółowe omówienie metodyki przeprowadzania badań właściwości trakcyjnych zmodernizowanej lokomotywy spalinowej.
4. Na stronie 108 w pierwszym akapicie znajduje się sformułowanie *lokomotywy w stanie służbowych*. Proszę o wyjaśnienie, czym ten stan się charakteryzuje?

5. Ocena rozprawy i wniosek końcowy

Pomimo przedstawionych przeze mnie w punkcie 3 uwag krytycznych, recenzowaną rozprawę doktorską Pana mgra inż. Piotra Michalaka oceniam pozytywnie. Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością problematyki prowadzenia badań literaturowych oraz eksperymentalnych.

Rozprawa doktorska mgra inż. Piotra Michalaka ma znaczenie aplikacyjne, a uzyskane wyniki mogą być wykorzystane w praktyce. Autor wykazał się także bardzo dobrą analizą stanu zagadnienia oraz zrozumieniem problematyki odnoszącej się do przedmiotu badań. Biorąc pod uwagę całość pracy tj. jej wartość poznawczą i użyteczną oraz znaczący wkład własny uważam, że Doktorant rozwiązał ważny problem z zakresu dyscypliny naukowej **inżynieria lądowa i transport**.

Dlatego też stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra inż. Piotra Michalaka pt.: *„Metoda doboru zespołu silnikowo-prądnicowego w celu modernizacji lokomotyw spalinowych”* spełnia wymogi obowiązujących przepisów w odniesieniu do prac doktorskich.

Wnioskuje, zatem o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

