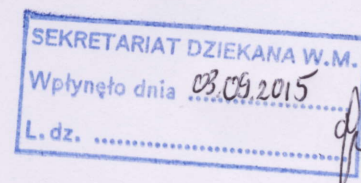


Poznań, 8.07.2015

Prof. dr hab. inż. Jerzy Merkisz
Instytut Silników Spalinowych i Transportu
Politechniki Poznańskiej



O C E N A
rozprawy doktorskiej mgr. inż. Pawła Kortasa
pt.: „Model układu napędowego lokomotywy spalinowej
z przekładnią elektryczną”

podstawa opracowania: pismo nr I.dz.85/WM/2015 Prodziekana ds. Nauki Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej z dnia 25.05.2015 r., do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej wraz z umową i rachunkiem

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

W światowym transporcie kolejowym, mimo rosnącego zainteresowania trakcją elektryczną, nadal zdecydowana większość lokomotyw manewrowych i liniowych wyposażona jest w układy napędowe z tłokowymi silnikami spalinowymi. W Europie około 50% lokomotyw posiada tego rodzaju napęd, natomiast w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie odsetek ten jest dużo większy i przekracza 75%. W przypadku pojazdów szynowych użytkowanych w warunkach europejskich, głównymi czynnikami powodującymi utrzymanie dużego zainteresowania lokomotywami spalinowymi są głównie brak trakcji elektrycznej na liniach kolejowych o małym natężeniu ruchu oraz zazwyczaj niższe koszty eksploatacji lokomotyw spalinowych na takich liniach w porównaniu z kosztami eksploatacji lokomotyw elektrycznych oraz utrzymania infrastruktury (trakcja elektryczna).

Autor ocenianej rozprawy doktorskiej, posiłkując się swoim wieloletnim doświadczeniem zawodowym z zakresu zarządzania taborem kolejowym oraz oceny efektywności energetycznej układów napędowych lokomotyw (PKP Cargo S.A. i PKP Intercity S.A.), podjął się opracowania procedur pomiaru, kalibracji i rejestracji parametrów pracy lokomotyw spalinowych, które w dalszym kroku umożliwiły wykonanie modelu układu napędowego lokomotywy spalinowej z przekładnią elektryczną. Przedmiotowy model będzie umożliwiał m.in. poprawę odwzorowania warunków rzeczywistej pracy lokomotywy spalinowej. Użyta do tego celu aparatura pomiarowa została przez mgr. inż. Pawła Kortasa umiejętnie wyselekcjonowana spośród różnych urządzeń stosowanych przez polskich przewoźników w lokomotywach spalinowych.

Rozprawa doktorska mgr. inż. Pawła Kortasa liczy 120 stron i składa się ze streszczeń w języku polskim i angielskim, wykazu ważniejszych oznaczeń i skrótów, 8 głównych rozdziałów oraz bibliografii obejmującej 93 pozycje, w tym wiele obcojęzycznych. Aktualność (z kilkoma wyjątkami) cytowanej w pracy literatury świadczy o dobrym rozeznaniu Autora w tematyce rozprawy.

W rozdziale 1 – *Wprowadzenie* zawarto podstawowe informacje na temat pasażerskiego i towarowego transportu kolejowego, ze szczególnym zwróceniem uwagi na energochłonność i emisję zanieczyszczeń z tej gałęzi transportu oraz na wykorzystywane powszechnie środki transportu masowego.

Rozdział 2 zawiera informacje dotyczące, występujących w literaturze, struktur warunków eksploatacji lokomotyw manewrowych i liniowych, a także modeli ich układów napędowych. Przedstawiono w nim także między innymi trzy rodzaje programów symulacyjnych, wykorzystujących wspomniane modele: program do symulacji jazdy lokomotyw elektrycznych (*RSEL – Run Simulation of Electric Locomotives*) i spalinowych (*RSDL – Run Simulation of Diesel Locomotives*) oraz program wykorzystujący model maszynisty.

Po tezie i celu pracy (rozdział 3), szczegółowo zaprezentowano w rozdziale 4 zagadnienia związane z przyjętą metodyką badawczą. Dotyczyły one w szczególności pomiarów zużycia paliwa (metoda objętościowa i masowa) oraz pomiarów i rejestracji parametrów jazdy towarowej lokomotywy ST44.

W rozdziale 5 przedstawiono koncepcję autorskiego modelu układu napędowego przedmiotowej lokomotywy spalinowej ST44, opracowanego między innymi przy wykorzystaniu metody Grafów Wiązań i Równań Stanów. W modelu uwzględniono przede wszystkim takie podzespoły i elementy składowe lokomotywy jak: zespół silnika spalinowego i prądnicy, silniki trakcyjne, urządzenia pomocnicze, przekładnia zębata, czy też regulator mocy. Kolejny rozdział (6) stanowi w głównej mierze prezentację algorytmu opisującego, opracowany przez Autora pracy, model automaszynisty.

Rozdział 7 zawiera wyniki badań symulacyjnych, wykonanych w oparciu o opracowane modele. Na podstawie tych badań dokonano również weryfikacji jakości przedmiotowych modeli. Przykładowo weryfikację modelu automaszynisty przeprowadzono na podstawie porównania masy paliwa wyznaczonej za pomocą badań symulacyjnych z rzeczywistą masą zużytego paliwa. W ostatnim rozdziale pracy (8) dokonano jej krótkiego podsumowania wraz z przedstawieniem najważniejszych wniosków z przeprowadzonych prac badawczych.

2. OCENA ROZPRAWY

Jak już wspomniano recenzowana praca doktorska poświęcona jest zagadnieniom modelowania układu napędowego lokomotywy spalinowej z przekładnią elektryczną. Tematyka pracy, jej cel i zakres są wybrane trafnie. Podjęty w rozprawie problem jest aktualny i ważny nie tylko z naukowego, lecz także praktycznego punktu widzenia. Mgr inż. Paweł Kortas opracował bowiem unikatowe metody tworzenia charakterystyk silnika napędowego oraz urządzeń pomocniczych lokomotywy a także zastosował w badaniach symulacyjnych autorską strukturę podziału warunków pracy, która w większym stopniu niż dotychczas stosowane metody odwzorowuje rzeczywiste warunki pracy lokomotyw z silnikami spalinowymi. Opiniowany przygotował również model automaszynisty umożliwiający odwzorowanie procesów decyzyjnych maszynisty, którego postępowanie z jednej strony ma istotny wpływ na energochłonność ruchu lokomotyw (zużycie paliwa), z drugiej strony posiada szereg ograniczeń wynikających z istniejących uwarunkowań technicznych i przepisów.

Po wnikliwym zapoznaniu się z treścią ocenianej rozprawy doktorskiej należy stwierdzić, że przyjęty cel pracy został przez mgr. inż. Pawła Kortasa w pełni osiągnięty, a opracowany przez Niego model układu napędowego lokomotywy wraz z modelem automaszynisty umożliwia szacowanie zużycia paliwa w sposób bardzo precyzyjny (średni błąd odwzorowania nie przekracza 2%). Warto w tym miejscu nadmienić, że we wspomnianym modelu automaszynisty wyodrębniono dwie zasadnicze części. Do pierwszej z nich należą bloki decyzyjne i obliczeniowe służące do określania bieżących parametrów jazdy dla danego stanu pracy lokomotywy, natomiast do drugiej części należą przedmiotowe bloki, wykorzystywane podczas dokonywania wyboru właściwego stanu pracy lokomotywy po uwzględnieniu aktualnych warunków jej eksploatacji.

Przedłożona przez mgr. inż. Pawła Kortasa rozprawa doktorska zawiera oryginalne ujęcie problemu naukowego i świadczy o opanowaniu przez jej Autora naukowych metod eksperymentalnych, analitycznych i numerycznych stosowanych w dyscyplinie *Budowa i eksploatacja maszyn*. Autor w dysertacji podjął się ambitnego zadania, które z oczywistych względów nie wyczerpuje całości zagadnień związanych z modelowaniem układów napędowych lokomotyw wyposażonych w trakcję spalinową. Warto byłoby na przykład w opracowanym modelu uwzględnić emisję związków toksycznych do atmosfery (kwestia negatywnego oddziaływania spalinowych pojazdów szynowych na środowisko naturalne).

Pod względem merytorycznym rozprawa nie budzi większych zastrzeżeń. Analizując jej treść, można jednak zauważyć pewne usterki i niedociągnięcia, wśród których wymienić można:

Uwagi ogólne:

1. Autor swoje prace przeprowadził w odniesieniu do pojazdu starego typu – lokomotywa ST44 o już mocno wyeksploatowanym układzie napędowym. Interesujące byłoby natomiast przeprowadzenie badań nowoczesnych lokomotyw spalinowych użytkowanych na polskich szlakach kolejowych.
2. Oprócz poprawy efektywności energetycznej lokomotywy bardzo istotna jest kwestia zmniejszenia emisji toksycznych składników spalin, stąd wartościowym byłoby uwzględnienie w opracowanych modelach także emisji zanieczyszczeń z układu wylotowego analizowanej lokomotywy spalinowej.
3. W eksperymentalnych badaniach zużycia paliwa wykorzystuje się urządzenia o różnorakiej dokładności pomiarowej, zależnej m.in. od przyjętej metody pomiaru (objętościowej, masowej, bilansu węgla i in.). Oszacowanie niepewności pomiarowej w odniesieniu do ww. wielkości (a także innych analizowanych parametrów eksploatacyjnych lokomotywy) z pewnością stanowiłoby cenną informację i podniosło wartość merytoryczną ocenianej pracy.

Uwagi szczegółowe:

1. Praca zawiera znaczną liczbę niedociągnięć redakcyjnych.
2. W wykazie ważniejszych oznaczeń i skrótów trudno doszukać się tych drugich, stąd sugeruje się zmianę nazwy tej części rozprawy.
3. Wielokrotnie w pracy można doszukać się zapisu „korku obliczeniowym”, ilekroć mowa jest o „kroku obliczeniowym” (np. str. 8, 28, 109).
4. Zdarzają się w rozprawie bardzo krótkie, jednozdaniowe akapity tekstu (np. str. 11, 12, 14, 22), co może nieco utrudniać odbiór jej treści przez czytelnika.
5. Poprawniejsze byłoby zastosowanie w pracy jednostek [Mg] lub [tys. kg] zamiast [t] (str. 109).
6. Na wielu stronach (w dolnej części) niepotrzebnie występuje duża ilość pustego miejsca.
7. W pracy występuje błędny zapis jednostek po wartościach liczbowych – bez spacji, np. str. 58, 66, 80, 94, 103.
8. Zaobserwowano niepoprawne i niejednorodne stosowanie w tekście pracy myślników i dywizów (np. str. 29, 61, 82, 89).
9. Zapis ułamków dziesiętnych w części pracy jest niepoprawny – zastosowano zapis angielski (str. 32).

10. W pracy występuje tzw. „tekst wiszący”:
 - poniżej wyjaśnienie ogólne problemu:
 - przy numeracji cyfrowej wielorzędowej po tytule rozdziału 1 powinien od razu następować tytuł podrozdziału 1.1, a tuż po tytule podrozdziału 1.6 powinien być tytuł podrozdziału 1.6.1 itd.; między nimi nie powinno być żadnych tekstów (zwanych wiszącymi),
 - teksty te to z reguły ogólne wprowadzenia do rozdziałów, omówienia czy streszczenia,
 - jeżeli tekst wiszący jest cennym i niezbędnym wprowadzeniem do tematu – powinien mieć numer i tytuł,
 - jeśli tekst ten zawiera same ogólniki lub omówienie dalszej części rozdziału – powinien zostać usunięty przez Autora,
 - w pracy Autora występuje taki tekst – 4.3.1–4.3.1.1,
11. W pracy występuje niejednolity sposób zapisu zakresów wartości liczbowych, por. np. str. 14, 54, 83, 94 i 116.
12. W tekście pracy występuje niejednolity sposób zapisu oznaczeń wielkości fizycznych – kursywą bądź pismem prostym (por. np. str. 25 i 29).
13. Zdarza się w pracy zapisanie tekstu innym rodzajem czcionki (np. str. 53, 69, 77, 79, 90, 112).
14. W spisie treści napisano, że podrozdział 2.4 rozpoczyna się od strony 32, kiedy w rzeczywistości jest to strona 34.
15. Str. 10 – „stopień hamowania” posiada dwa różne oznaczenia.
16. Rys. 1.1–1.3 – praca została napisana w języku polskim, stąd napisy na rysunkach winny być również w tym samym języku; ponadto przydałyby się dane dotyczące ostatnich kilku lat – po 2009 r.
17. Str. 12 – zdanie: „Obecnie prowadzi się badania nad zastosowaniem paliw alternatywnych, głównie pochodzenia roślinnego” należy skomentować, że współcześnie odchodzi się od biopaliw I generacji wytwarzanych z surowców spożywczych na rzecz paliw np. z biomasy.
18. Str. 12 – właściwszy byłby zapis „cząstek stałych” a nie „cząsteczek stałych”.
19. Str. 17 – zastosowano odmienny, od przyjętego w pracy, sposób zapisu cytowania bibliografii – „[Car07]”.
20. W podrozdziale 2.2 zawarto m.in. opis struktury warunków eksploatacji statku towarowego, co nie odpowiada tytułowi tego podrozdziału: „Struktura warunków eksploatacji lokomotyw”; wprawdzie z kontekstu można się domyślić dlaczego zawarto opis przedmiotowej struktury statku, jednak w opinii recenzenta powinno to zostać szerzej skomentowane.
21. Str. 21 – zamiast słów „użycie paliwa” powinno być „zużycie paliwa”.
22. Str. 21 – „... przebiegu prędkości, wyznaczonego liniami O-B-I-K lub ...” – powinno być „liniami O-B-G-K”.
23. Str. 33 – Autor odwołuje się do rys. 6, który nie istnieje w pracy.
24. Str. 36 – Autor odwołuje się do rys. 2.2, natomiast w opinii recenzenta chodzi raczej o rys. 2.4.
25. Str. 36 – „... bazuje na wieloletnim doświadczeniu eksploatacyjnym jednego z autorów ...” – proszę o komentarz, gdyż praca doktorska jest przecież jednoautorska.
26. Rys. 2.4 i 4.1 – zastosowano różne oznaczenie wobec „czasu gotowości technicznej” oraz odmienne wyjaśnienia dla oznaczenia „ τ_n ”.
27. Str. 40 – błędne oznaczenie dla czasu pracy pociągowej w trakcji pojedynczej – powinno być „ τ_{ppp} ” zamiast „ τ_{ppm} ”.
28. Rys. 4.5, pozycja 18 – „wstępnego oczyszczania” – pewnie chodziło Autorowi o filtr.

29. Str. 46 – do stwierdzenia: „... podczas pracy silnika spalinowego w stanie biegu.” – należałoby dodać słowo „jałowego”.
30. Str. 68 – zastosowano w bliskim sąsiedztwie dwa różne sposoby zapisu tej samej wartości liczbowej: „45000 km” oraz „45 000 km”.
31. Str. 70 – tytuł podrozdziału 5.1 jest nie do końca zgodny ze spisem treści.
32. Str. 78 – Autor odwołuje się do rys. 3.9, który nie istnieje w pracy.
33. Str. 85 – tzw. „literówka” – „sinika”.
34. Str. 95 – Autor odwołuje się do podrozdziału 3.11, który nie istnieje w pracy.
35. Str. 113 – Autor odwołuje się do podrozdziału 4.2.6, który nie istnieje w pracy.

Inne uwagi naniesiono bezpośrednio w tekście pracy.

Mimo tych uwag krytycznych, niektórych dyskusyjnych, wysoko oceniam poziom merytoryczny rozprawy, i to zarówno ze względu na intelektualny wkład jej Autora, jak i na zakres włożonej przez Niego pracy. Na podkreślenie zasługuje oryginalnie i twórcze podejście do kwestii modelowania układów napędowych pojazdów szynowych w postaci lokomotyw wyposażonych w ciężkie silniki spalinowe o zapłonie samoczynnym (HDD – *Heavy Duty Diesel*). Metodyka badań oraz otrzymane wnioski z badań symulacyjnych stanowią w znacznej części oryginalny wkład Autora.

Osiągnięcia pracy:

- opracowanie nowej struktury podziału warunków eksploatacji lokomotywy spalinowej, która umożliwia, w większym stopniu niż dotychczas stosowane struktury, odwzorowanie rzeczywistych warunków użytkowania pojazdu oraz przeprowadzenie analizy stanów pracy układu napędowego, zgodnej z powszechnie przyjętą praktyką w przedsiębiorstwach kolejowych,
- opracowanie modelu układu napędowego lokomotywy spalinowej z przekładnią elektryczną, opisanego za pomocą metody Grafów Wiązań i Równań Stanu (ze względu na prostotę modyfikacji i możliwość rozbudowania o nowe elementy metoda ta umożliwia odwzorowanie pracy lokomotywy spalinowej wyposażonej w dowolny układ napędowy); przedmiotowy model układu napędowego lokomotywy umożliwia m.in. przeprowadzenie badań symulacyjnych, w wyniku których otrzymuje się rozkład czasowy poszczególnych stanów eksploatacji pojazdu, a to z kolei umożliwia np. prognozowanie i normowanie zużycia paliwa przez ten pojazd,
- przeprowadzenie kalibracji modelu układu napędowego lokomotywy spalinowej na podstawie opracowanych metod pomiarowych oraz przy wykorzystaniu charakterystyk elementów energochłonnych układu,
- opracowanie modelu automaszynisty, odwzorowującego procesy decyzyjne podejmowane przez maszynistę podczas prowadzenia pociągu (w przedmiotowym modelu szczególny nacisk położono na odwzorowanie specyfiki regulacji mocy układu napędowego lokomotywy spalinowej przez doświadczonych maszynistów); model automaszynisty lokomotywy może być wykorzystany w procesie tworzenia rozkładu jazdy, w którym dobór czasów przejazdów przez dane odcinki byłby przeprowadzany w sposób maksymalizujący efektywność energetyczną lokomotywy,
- przeprowadzenie badań symulacyjnych przy wykorzystaniu autorskiego programu, wykorzystującego model układu napędowego lokomotywy spalinowej.

Reasumując, wszystkie wymienione w recenzji elementy pracy stanowią o jej dużej wartości merytorycznej. Na uwagę zasługują zwłaszcza następujące aspekty:

- uzasadnienie podjęcia tematu, które wynika z wnikliwej analizy stanu wiedzy,
- precyzyjne zdefiniowanie przedmiotu badań i celu rozprawy,
- dobry poziom merytoryczny pracy i opanowanie z rozważaną tematyką,
- przeprowadzenie badań modelowych i identyfikacyjnych w zakresie rozważanej tematyki z uwzględnieniem wielu zmiennych,
- konsekwencja w definiowaniu pojęć naukowych i duży nacisk na poprawne i jednoznaczne stosowania terminów i określeń naukowych z szeroko pojętego obszaru budowy i eksploatacji silników spalinowych,
- umiejętność korzystania z literatury specjalistycznej, w tym pozycji literatury światowej,
- dbałość o poziom merytoryczny i edytorski pracy,
- przejrzysta i logicznie ułożona struktura pracy oraz jej cel i zakres.

3. PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej stwierdzam, że:

- Autor dokonał trafnego wyboru tematyki swojej pracy, a jej zakres spełnia stawiane wymagania,
- zasadnicze cele pracy zostały w pełni osiągnięte w zakresie przyjętym przez Doktoranta, bowiem uzasadnione zostały twierdzenia Autora ujęte w tezie pracy, a prezentowane wyniki są uzyskane w poprawnie przeprowadzonych studiach i eksperymentach własnych i mogą służyć do dalszych prac,
- formalny układ pracy jest prawidłowy,
- dysertacja dobrze nawiązuje do aktualnej wiedzy i praktyki, a w niektórych elementach wnosi do nich nowe treści,
- znaczna akumulacja należycie ustalonych faktów sprawia, że zostało spełnione kryterium logicznej poprawności pracy.

Powyższe fakty świadczą o dobrych kompetencjach Doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia badań naukowych oraz wskazują na Jego dużą wiedzę ogólną i umiejętności praktyczne w dyscyplinie naukowej *Budowa i eksploatacja maszyn*, w której mieszczą się zagadnienia objęte rozprawą.

Stwierdzam zatem, że praca mgr. inż. Pawła Kortasa pt.: „Model układu napędowego lokomotywy spalinowej z przekładnią elektryczną” (promotor: dr hab. inż. Jacek Kropiwnicki) spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, w rozumieniu ustawy „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 roku, a Autor może być dopuszczony do jej publicznej obrony.

