

dr hab. inż. Tadeusz Chyży, prof. PB.  
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku  
Katedra Geotechniki i Mechaniki Budowli  
Politechnika Białostocka  
15-351 Białystok  
ul. Wiejska 45E

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza Lewandrowskiego  
**pt. „Dynamiczne oddziaływanie pojazdu szynowego na nawierzchnię  
kolejową ze szczególnym uwzględnieniem zjawiska efektu progowego”**

### 1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Lądowa i Transport” Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego z siedzibą w Warszawie 00-908, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2. Uchwała nr 16/RDN/ILiT/2020 z 6.X.2020 r. w sprawie powołania komisji doktorskiej do prowadzenia czynności w sprawie nadania stopnia doktora mgr inż. Tomaszowi Lewandrowskiemu. Podstawą postępowania jest art. 192 ust. 2 pkt 4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz. U. z 2020 r. poz. 85 późn. zm.) oraz § 6 ust. 3 i 4 „Sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego w Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego”.

### 2. Zawartość przedmiotowej rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Tomasza Lewandrowskiego pt. „Dynamiczne oddziaływanie pojazdu szynowego na

nawierzchnię kolejową ze szczególnym uwzględnieniem zjawiska efektu progowego". Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Włodzimierz Idczak, prof. WAT.

Przedłożona do recenzji rozprawa zawiera 146 stron łącznie z bibliografią i załącznikami (bez stron pustych). Zasadniczą część rozprawy poprzedza spis treści – 1 strona i streszczenia w języku polskim i angielskim, w sumie 2 strony. Spis literatury mieści się na 5 stronach.

Pracę Autor podzielił na 6 rozdziałów, dodał spis literatury, w sumie 74 pozycji nie licząc źródeł internetowych, i zamieścił załącznik o objętości 6 stron.

We wstępie do rozprawy Autor zdefiniował zagadnienie, będące przedmiotem jego opracowania. Autor podał również sposób jego rozwiązania oraz w bardzo klarowny sposób określił tzw. wkład własny. Tą wartością dodaną autor określa opracowany algorytm numeryczny oraz autorski współczynnik efektywnego usztywnienia szyny.

Rozdział 1 to „*Rozwiązania konstrukcyjne nawierzchni kolejowej*”, który jest wprowadzeniem w tematykę rozprawy oraz przybliża przedmiot opracowania, jakim są nawierzchnie kolejowe. Założone efekty Autor uzyskuje poprzez objaśnienie specjalistycznego słownictwa i opis przeznaczenia poszczególnych elementów torowiska. Należy zauważyć dbałość autora o odpowiednie wprowadzenie czytelnika w analizowane zagadnienie. Autor prezentuje szczegółowo konstrukcję każdego elementu składowego nawierzchni kolejowej, opisuje jego przeznaczenie w oparciu o fachową literaturę przedmiotu. Szczególną koncentrację uwagi poświęca różnicom pomiędzy nawierzchniami podsypkowymi i bezpodsypkowymi. Jest to uzasadnione dalszym rozważaniem rozwiązań teoretycznych i badawczych dla szczególnego przypadku – tzw. przejścia z jednego typu nawierzchni na inną, co jest w skrócie w pracy nazywane progiem.

Rozdział 2 zatytułowano „*Czynniki techniczno-eksploatacyjne wpływające na konstrukcję nawierzchni kolejowej*”. Rozdział jest bardzo istotny dla dalszej realizacji badań obliczeniowo doświadczalnych oraz realizacji celów rozprawy. Wprowadza i opisuje dwa bardzo ważne elementy istotne przy budowie modelu obliczeniowego: parametry toru oraz oddziaływania, które są na ten tor są przekazywane od taboru kolejowego będącego w fazie ruchu – obciążenia ruchome.

Rozdział 3 „*Analityczny i numeryczny model nawierzchni kolejowej*” jest najobszerniejszy. Jest to uzasadnione opisem podstaw opracowywanego modelu. Autor szczegółowo rozważa układ warstw nawierzchni w aspekcie dokładnego opisu jej pracy pod wpływem przyłożonego obciążenia. Analizując przyjęty model stwierdzono teoretyczną jego poprawność, co udokumentowano licznymi odwołaniami do literatury naukowej przedmiotu. W następnej kolejności Autor definiuje parametry składowych części modelu wykorzystując podstawowe prawa mechaniki i fizyki materiałów, jak sprężystość oraz bardzo istotnej cechy, jaką jest tłumienie. Tu należy podkreślić, że tłumienie jest jedną z najbardziej istotnych cech modelu obciążonego dynamicznie, co wynika z przemieszczania się taboru kolejowego. Następnie autor formułuje równanie ruchu zrealizowane na bazie równania linii ugiętej belki uzupełnione o masę układu i tłumienie. Jest istotnym fakt, że tak zdefiniowane równanie ruchu jest równaniem różniczkowym 4 stopnia. Wynika to z potrzeby opisu dwóch zmiennych parametrów: chwili czasowej i położenia obciążenia  $P(x)$ .

Kolejno Autor prezentuje Metodę Różnic Skończonych i wyprowadza wzory na pochodne wykorzystując zapis różnicowy. Podaje parametry modelu i przedstawia algorytm obliczeniowy, który sam opracował. Również opracowaniem własnym jest tzw. współczynnik efektywnego usztywnienia szyny, na co Autor zwraca uwagę we wstępie. Rozdział kończy się podaniem parametrów obliczeniowych dla tzw. progu – zmiany nawierzchni i algorytmu blokowego, którym wykonano obliczenia w programie komputerowym MATLAB.

Rozdział 4 jest zatytułowany „*Badania*”. Po wnikliwej analizie stwierdzono, że dotyczy on badań w skali naturalnej deformacji szyn wynikających z przejazdu taboru kolejowego. Wykorzystano bardzo nowoczesny system pomiarowy zbudowany na bazie lasera. Laserowa technika skanigowa pozwoliła uchwycić deformacje rzeczywiste szyn z dużą dokładnością, umożliwiającą późniejsze porównania modelowe. Rozdział bardzo przejrzysto udokumentowano fotografiami własnymi.

Rozdział 5 „*Analiza numeryczna*” to zgodnie z tytułem wyniki badań obliczeniowych na opracowanym modelu różnicowym. Autor analizuje szereg parametrów mających wpływ na dokładność rozwiązania. Szczególną uwagę poświęcono efektowi progowemu. Wykonane obliczenia zostały zweryfikowane wynikami badań doświadczalnych, co jest pozytywnym aspektem rozprawy

Rozdział 6 to „*Podsumowanie i wnioski*”.

### 3. Ocena merytoryczna rozprawy

#### 3.1. Wybór tematyki rozprawy

Tematyka rozprawy doktorskiej jest bardzo aktualna, gdyż wpisuje się w krajowy program modernizacji kolejnictwa. Planowane jest zwiększanie prędkości przejazdowych, wzrost liczby pasażerów, a głównie zwiększenie tonażu przewożonych towarów. W rozumieniu ogólnokrajowym i europejskimi korzystnym jest fakt znacznego stopnia elektryfikacji linii kolejowych, co z kolei służy środowisku i wpisuje się w nurt walki o klimat.

W rozprawie dokonano przeglądu elementów składowych torowiska i nakreślono precyzyjnie cel dalszych badań, których efektem jest rozwój analizowanego zagadnienia naukowego. Dobrano odpowiednie narzędzia badawcze oraz metody analizy, zrealizowano własne algorytmy oraz wykorzystano istniejące i efektywne oprogramowanie komputerowe.

Problematyka prezentowana w pracy posiada duży potencjał aplikacyjny i wpisuje się w nurt rozwiązań użytkarnych. Jednocześnie poszerza wiedzę w tej dziedzinie nauki.

#### 3.2. Główne osiągnięcia rozprawy

Głównym osiągnięciem rozprawy jest zastosowanie modelowania komputerowego do wyznaczania odpowiedzi konstrukcji torowiska obciążonego obciążeniem ruchomym w postaci taboru kolejowego. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt opracowania modelu obliczeniowego dla stref przejściowych i jego doświadczalna walidacja. W strefach tych generowane są zwiększone oddziaływania dynamiczne, co przekłada się na gwałtowniejszą odpowiedź układu torowego, a tym samym jego szybsze zużycie. Autor słusznie stwierdził i udowodnił, że tzw. strefy przejściowe mogą to oddziaływanie zmniejszyć, a tym samym przedłużyć żywotność torowiska.

Opracowany model, jak wykazano w pracy, jest wystarczająco precyzyjny, aby móc służyć w predykcyjnych analizach projektowych nowych i modernizacyjnych torowisk.

Bardzo istotnym jest fakt walidacji modelu. Zastosowany skanig laserowy pozwolił uzyskać rzeczywiste deformacje, które następnie zestawiono z wynikami obliczeń komputerowych. Bogata baza materiału doświadczalnego może być wykorzystywana w dalszej pracy rozwojowej Autora, jak i być wsparciem dla innych naukowców.

Ważnym przekazem rozprawy jest też wykazanie, że znane techniki komputerowe, w tym przypadku MRS, mogą mieć nowe i coraz szersze zastosowanie.

### 3.2. Uwagi o charakterze dyskusyjnym

Lektura rozprawy stawia też kilka pytań o charakterze dyskusyjnym, które nie muszą być ani trafne ani zobowiązujące dla autora opracowania. Raczej należy je traktować, jako pomoc w ukierunkowaniu dalszej działalności naukowej autora.

- a) Pierwsze wrażenie, jakie narzuca się po rozpoczęciu lektury rozprawy to wysoka dbałość o klarowność tekstu i jego łatwe zrozumienie dla czytelnika. Gdzieś jednak umyka krytyczny przegląd stanu wiedzy z tego zakresu. Chyba warto by było załączyć badania zagranicznych naukowców, przynajmniej z zakresu modelowania tego typu struktur. Przegląd literatury nie jest wyczerpujący w tym obszarze. A przecież mała liczba materiałów literaturowych jest asumptem do prowadzenia własnych rozważań i dociekań.
- b) Tłumienie jest jednym z istotnych parametrów układu dynamicznego. Tymczasem Autor mało miejsca poświęca temu zagadnieniu. Prawdopodobnie w tym zakresie analizy jest ono mniej istotne, co należałoby wyeksponować i objaśnić. Na początku rozdziału 3 zaprezentowano przykładowe modele obliczeniowe układu torowiska. Natomiast z tekstu trudno się też zorientować, jaki ostatecznie model obliczeniowy został przyjęty.
- c) Już we wstępie Autor podkreśla, że opracował własny autorski współczynnik efektywnego usztywnienia szyny. Tymczasem w tekście jest tylko podrozdział 3.3.4 a w nim ostateczne wartości współczynnika. Może byłoby właściwym opisać skąd się ten współczynnik wziął i dlaczego.

### 3.3. Uwagi redakcyjne

Rozprawa zredagowana jest poprawnie językowo i graficznie. W dobie komputerów i zaawansowanego oprogramowania redakcyjnego wyszukiwanie błędów literowych nie jest już wskazane. Natomiast są inne aspekty sztuki pisarskiej, na które warto zwrócić uwagę:

- Odnośnie cytowania literatury Autor przykładowo pisze „...oraz różnych rozwiązań konstrukcyjnych [3], [53]”. Chyba ze względu na czytelnika warto napisać, o co w tym cytowaniu chodzi. Ogólnie jest to typowa maniera młodych naukowców, której zawczasu warto przeciwdziałać.
- Cytowanie wzoru na szeregowe łączenie sprężyn jest niewskazane, wzór 2.2. Taki wzór lepiej podać jako coś ogólnie znanego, i jeżeli koniecznie chcemy go pokazać, to lepiej bez cytowania. Ta uwaga dotyczy również innych znanych wzorów.

Tego typu niuanse i dopuszczalne skróty myślowe nie umniejszają merytorycznej wartości pracy.

### 4. Wnioski końcowe

Recenzowana rozprawa doktoranta mgr inż. Tomasza Lewandrowskiego pt. „*Dynamiczne oddziaływanie pojazdu szynowego na nawierzchnię kolejową ze szczególnym uwzględnieniem zjawiska efektu progowego*” stanowi oryginalne opracowanie aplikacyjne wynikające z zastosowania zasad mechaniki budowli do rozwiązywania wybranych problemów technicznych w budownictwie.

Tematyka rozprawy jest bardzo aktualna ze względu na przyzwolenie decydentów na modernizację linii kolejowych. Tematyka rozprawy ma duży potencjał aplikacyjny, gdyż umożliwia predykcję działań, jakie trzeba podjąć, by wykonać założoną czynność. Może to mieć wpływ na optymalizację procesów projektowych i modernizacyjnych, a tym samym, realne korzyści materialne..

Uwagi krytyczne mają charakter wskazówek do dalszych działań Autora i nie umniejszają merytorycznej wartości pracy.

Podsumowując niniejszą opinię stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Tomasza Lewandrowskiego pt. *„Dynamiczne oddziaływanie pojazdu szynowego na nawierzchnię kolejową ze szczególnym uwzględnieniem zjawiska efektu progowego”* spełnia wszystkie warunki merytoryczne i formalne, którym powinna odpowiadać rozprawa doktorska, określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 – wraz z późniejszymi zmianami. Stawiam zatem wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony i nadanie jej Autorowi stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

Białystok, 10.12.2020 r.

*dr hab. inż. Tadeusz Chyży, prof. PB.*

*Chyży T.*