

*Recenzja spełnia wymagania formalne*

Przewodniczący Rady Dyscypliny  
Inżynieria Lądowa i Transport

dr hab. inż. Marcin Staniak, prof. PŚ

Poznań, 09.01.2022 r.

Prof. dr hab. inż. Jerzy Merkisz  
Politechnika Poznańska  
Instytut Silników Spalinowych i Napędów

## OPINIA

**o osiągnięciu naukowym dra inż. Tomasza Haniszewskiego  
nt. „Metodyka modelowania dynamiki suwnic”,  
na podstawie autorskiej monografii  
pt. „Metodyka modelowania mechanizmów wykonawczych suwnic”  
wraz z serią jednotematycznych artykułów**

**Podstawa opracowania:** Niniejsza opinia została opracowana w związku z postępowaniem habilitacyjnym dr inż. Tomasza Haniszewskiego, na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Śląskiej z dnia 26.11.2021 r. l.dz. RDILT/70/2021/2021.

### 1. PODSTAWOWE DANE O HABILITANCIE

Dr inż. Tomasz Haniszewski w roku 2004 roku rozpoczął studia na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej, które ukończył w roku 2009 uzyskując stopień magistra inżyniera, kierunek Transport o specjalności „Eksplatacja i utrzymanie pojazdów” na podstawie nagrodzonej pracy magisterskiej pt. „Badanie zjawisk dynamicznych podczas podnoszenia ładunku na wybranym modelu suwnicy pomostowej” (promotor: prof. dr hab. inż. Tomasz Matyja).

Na tym wydziale uzyskał w 2013 r. uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych za rozprawę pt. „Modelowanie dynamiki lin stalowych w konstrukcjach maszyn transportowych”, której promotorem był prof. dr hab. Aleksander Składkowski a praca została wyróżniona.

W latach 2009 – 2013 był doktorantem na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej, a obecnie pracuje jako adiunkt w Katedrze Transportu Lotniczego na Wydziale Transportu i Inżynierii Lotniczej tej Uczelni.

### 2. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

#### 2.1. Opis osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym, wskazanym przez dra inż. Tomasza Haniszewskiego, zgodnie z art. 16.2.1 (Dz.U. 2003 Nr 65 poz. 595; Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki), jest zagadnienie nt. „Metodyka modelowania mechanizmów wykonawczych suwnic”. W skład tego osiągnięcia wchodzi monografia opublikowana przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej w Gliwicach w 2021 roku p.t.: „Metodyka modelowania mechanizmów wykonawczych suwnic” (recenzenci: prof. dr hab. inż. Franciszek Przystupa, dr hab. inż. Andrzej Kosucki) wraz z serią

jednotematycznych artykułów, scharakteryzowanych w podrozdziale 2.3 niniejszej opinii.

Jako cel naukowy brany pod uwagę w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Tomasz Haniszewski wskazał opracowanie metodyki modelowania dynamiki suwnic. Metodyka przedstawia wielowymiarowe ujęcie zagadnienia budowy modeli zarówno elementów skończonych jak i fenomenologicznych, przede wszystkim mechanizmów wykonawczych suwnic, ale także ich konstrukcji nośnych, łącząc badania symulacyjne z badaniami na obiektach rzeczywistych. Ta przemyślana strategia zawiera odpowiednie elementy, począwszy od identyfikacji parametrów mających istotny wpływ na wyniki symulacji numerycznych, do odwzorowania matematycznego poszczególnych elementów modelu oraz wpływu procesu i sposobu modelowania, a skończywszy na sformułowaniu i rozwiązaniu problemu numerycznego i jego weryfikacji na drodze eksperymentu poligonowego – laboratoryjnego. Istotnym elementem wykonywanych prac badawczych jest przedstawienie złożoności procesu modelowania dynamiki suwnic oraz uporządkowanie wiedzy dotyczącej modelowania i wpływu wprowadzanych uproszczeń modelowych na wyniki badań symulacyjnych.

## **2.2. Uzyskane osiągnięcie naukowe w monografii**

Niniejsza monografia stanowi kontynuację oraz rozwinięcie badań naukowych prowadzonych przez Autora dotyczących głównie mechanizmów i ustrojów nośnych suwnic, w szczególności pomostowych, ujmując zagadnienia z zakresu nieliniowej dynamiki mechanizmów wykonawczych suwnic. Dokonano przeglądu aktualnego stanu wiedzy, omówiono także zagadnienia dotyczące modelowania dynamiki mechanizmów oraz konstrukcji nośnych. Przeanalizowano najważniejsze prace naukowe dotyczące w szczególności ruchu ładunku, jego pozycjonowania oraz zagadnień związanych z ich sterowaniem. Przedstawiono badania doświadczalne na obiektach rzeczywistych, a w szczególności: badania laboratoryjne lin, ponadto badań poligonowe i laboratoryjne suwnic. Następnie sformułowano blokowe modele fenomenologiczne elementów składowych mechanizmów wykonawczych jak i modele ujmujące całościowo ich pracę, np. odwzorowanie ruchu ładunku suwnicy jak i ruchu wózka. Przedstawiono modele cięgien do zastosowania w przypadku obliczeń numerycznych mechanizmów podnoszenia ładunku. Zaproponowano trzy podejścia modelowe: układ klasyczny Kelwina-Voighta, model przemieszczeniowo-siłowy w oparciu o charakterystyki liny oraz model Bouca-Wena. Opisano składowe elementów układów napędowych i przedstawiono model wzbudzenia układu napędowego. Dla układów napędowych zaproponowano modele fenomenologiczne sprzęgła, układu hamulca jak i przekładni walcowej, ujmując istotne z punktu widzenia dynamiki suwnic zjawiska, takie jak luzy, tarcie, sztywność międzyzębna. Wykonano kompletne modele napędu jazdy wózka i mostu suwnicy oraz napędu bębna linowego mechanizmu podnoszenia. Dla mechanizmów podnoszenia wyróżniono układy podstawowe, jak i modele rozszerzone ujmujące pełną strukturę układu olinowania. Na podstawie sformułowanych modeli fenomenologicznych przedstawiono dwie propozycje modelowania jazdy wózka suwnicy wraz z ładunkiem oraz mechanizm podnoszenia ładunku. Zamieszczono wyniki symulacji dla wybranych wariantów oraz zestawiono wybrane wyniki badań symulacyjnych z danymi określonymi na drodze doświadczalnej. Praca kończy się podsumowaniem wraz ze sformułowaniem kierunków przyszłych badań naukowych oraz propozycją zastosowania wyników w praktyce projektowej i inżynierskiej.

## Ocena merytoryczna

Na szczególne pokreślenie zasługują następujące aspekty pracy:

- modele fenomenologiczne o zróżnicowanym stopniu skomplikowania mające zastosowanie w modelowaniu dynamiki niemal dowolnego układu napędowego oraz mechanizmu wykonawczego,
- wiele symulacji ruchu ładunku i wózka w przypadku braku sterowania jak i regulacji charakterystyki wzbudzenia,
- model wzbudzenia układu napędowego od prostego modelu silnika aż po układ hybrydowy opierający się o skojarzenie układów mechanicznego i elektrycznego, w szczególności odwzorowując stany przejściowe wywołane rozruchem lub hamowaniem, które należy każdorazowo uwzględniać podczas identyfikacji sił dynamicznych,
- w klasie układów napędowych – modele fenomenologiczne sprzęgła, układu hamulca jak i przekładni walcowej, ujmując istotne z punktu widzenia dynamiki suwnic zjawiska, takie jak luzy, tarcie, sztywność międzyzębna,
- rozbudowany układ przekładni zębatej umożliwiający uwzględnienie zjawisk w niej zachodzących, takich jak zmienna sztywność i tłumienie w zazębieniu wraz z występującym luzem i niedoskonałościami wykonawczymi powierzchni zęba,
- model hamulca, który umożliwia badanie wpływu czasu narastania siły hamującej, w tym uwzględnienie tarcia wiskotycznego, zabrudzeń na powierzchni tocznej tarczy hamulcowej; klasyczne modele charakteryzują się nieciągłościami, co wiąże się z niestabilnością numeryczną, zatem pełny model tarcia obejmujący efekt Striebecka oraz tarcie statyczne i kinetyczne, zbudowano w oparciu o funkcje sigmoidalne o przebiegu hiperbolicznym,
- ujęcie wymuszenia układu drgającego skrętnie, co wymagało zastosowania odpowiednich układów regulacji, gdzie jego najprostszą formą obejmuje automatycznie sterowaną drabinę oporową, wpinaną w pierścieniu sterujące wirnika dla silnika pierścieniowego; przedstawiono układy bez regulacji oraz przypadki często stosowane, tj. kaskadę oporową sterowaną, oraz układ kaskady z weryfikacją napięcia ciągną przez pomiar siły na dźwigarze,
- w przypadku modeli złożonych jak np. modelu podnoszenia ładunku dźwignicy, przedstawiono kilka podejść umożliwiających przeprowadzenie symulacji komputerowej; zestawiono modele oparte zarówno na uproszczonej do dwóch cięgien gałęzi linowej jak i klasyczny pełny zdwojony układ linowy o przełożeniu dwa,
- modele cięgien możliwe do zastosowania w przypadku obliczeń numerycznych mechanizmów podnoszenia ładunku, takie jak układ klasyczny Kelwina-Voighta, model przemieszczeniowo-siłowy w oparciu o charakterystyki liny oraz model Bouca-Wenadla; dla każdego z modeli przedstawiono także zbiór parametrów mających na celu umożliwienie wykorzystania ich w dowolnej aplikacji,
- model jazdy wózka, obejmujący w pracy propozycję układu w oparciu o hybrydę, łączącą wahadło podatne oraz wózek z mechanizmem napędowym, jako jeden z wielu możliwych wariantów; przedstawiono także symulacje przejazdu wózka przez szczelinę o różnej szerokości jak i ujmując różne długości liny wraz z ładunkiem, uwzględniając: szerokość szczeliny, nierówności o charakterze losowym, rozruch układu z ładunkiem podwieszonym, proces hamowania i jego wpływ na wartości kąta wychylenia oraz charakter czasu narastania siły hamującej wózek dla ładunku uniesionego w odniesieniu do kąta wychylenia ładunku,

- autorskie stanowisko badawcze w postaci miniaturowej suwnicy laboratoryjnej wyposażonej zarówno w układy napędowe oparte o klasyczną maszynę asynchroniczną jak i napędy oparte o silniki DC,
- badania modelowe wraz z wynikami badań laboratoryjnych jak i poligonowych, gdzie skoncentrowano się na opisie badań doświadczalnych na obiektach rzeczywistych, a w szczególności:
  - badaniach laboratoryjnych liny stalowej dla identyfikacji parametrów proponowanych modeli numerycznych cięgna,
  - badaniach poligonowych i laboratoryjnych współczynników przeciążenia konstrukcji podczas unoszenia ładunku dla wybranych przypadków obciążenia,
  - analizie i badaniu sygnałów drganiowych w wybranych miejscach konstrukcji,
  - procesie podnoszenia ładunku, jego utraty w całości lub w części jak i przypadku przemieszczania się wózka obciążonego ładunkiem.
- ze względu na charakter modułowy przedstawianych modeli istnieje możliwość wykorzystania ich w różnego rodzaju badaniach oraz możliwość ich aplikacji w nowych rozwiązaniach,
- wyniki badań modelowych ruchu wózka suwnicy oraz ładunku w procesie podnoszenia pozwalają określić założenia do projektowania układów regulacji ruchu suwnicy zapewniając minimalizację sił dynamicznych w linie, czy kąta wychylenia ładunku od osi pionowej,
- opracowane modele bazowe będące składowymi złożonych modeli mechanizmów wykonawczych, stanowiąc mogą podstawę do rozwijania badań nad dynamiką jazdy suwnicy oraz mechanizmów podnoszenia w zakresie oceny ich obciążeń dynamicznych.

#### **Uwagi krytyczne:**

Pod względem merytorycznym prezentowana monografia nie budzi większych zastrzeżeń. Analizując jej zawartość można zwrócić uwagę zarówno na atuty, jak i pewne niedopatrzenia i niedociągnięcia. Pewne poniższe uwagi mają charakter dyskusyjny:

- zbyt duża dociekliwość, dokładność, nadmierne zagłębienie się w szczegóły w wybranym obszarze co blokuje dostęp do szerszego spojrzenia,
- uwzględnienie komponentowej syntezy modalnej do analizy i redukcji złożonych modeli obliczeniowych,
- implementacja układów pozyskiwania energii z drgań mechanicznych tzw. energyharvesterów (EHS) w odwzorowaniach modelowych mechanizmów wykonawczych dźwignic,
- dobór parametrów układów odzyskiwania energii w oparciu o analizę drgań nieliniowych, zwłaszcza w zakresie drgań periodycznych i chaotycznych, w taki sposób by uzyskać rozwiązania wysokoenergetyczne,
- w ogólnym przypadku dla maszyn asynchronicznych zarówno pierścieniowych jak i klatkowych niezbędnym może się stać ujęcie w modelu sterowania opartego o sterowniki FOC, tj., sterowania zorientowanego polowo,
- nadmierna szczegółowość wybranych modeli dynamicznych, uniemożliwia ich bezpośrednie zastosowanie w ujęciu nieliniowej dynamiki chaotycznej, niezbędna zatem będzie ich redukcja do dwóch lub trzech stopni swobody w założeniu, że uwzględnia się sprzężenie elektromechaniczne; nazbyt duża liczba parametrów (nawet po przejściu na modele bezwymiarowe) przy analizie dynamiki nieliniowej zwłaszcza przy poszukiwaniu cech układu o charakterze chaotycznym może okazać się trudna do wykonania ze względu na konieczność wykonania tysięcy symulacji w długim przedziale czasowym, co wiąże się

ze znacznym czasem obliczeń liczonym w dniach już dla układów o dwóch stopniach swobody,

- podejście do modelowania przedstawione w monografii ma zastosowanie w klasycznym ujęciu badania dynamiki mechanizmów wykonawczych dźwignic.

Do badań wykonywanych w pracy nie zastosowano teorii planowania doświadczeń. Planowanie doświadczeń umożliwia optymalizowanie prac empirycznych. Dodatkowo, programy do planowania badań umożliwiają skuteczną analizę statystyczną uzyskanych wyników. Badania wykonane zgodnie z teorią planowania doświadczeń umożliwiają identyfikację modelu przedmiotu badań w pełnym zakresie wartości zmiennych niezależnych modelu.

Po zapoznaniu się z treścią pracy chciałbym podjąć polemikę z Autorem nad stosowanym przez Niego pojęciem „optymalizacja”, używanym w znaczeniu popularnonaukowym. A przecież, według definicji, optymalizacja [łac. Optimus – najlepszy], to wyznaczenie najlepszego rozwiązania jakiegoś zadania (np. techn., ekon., społ.) ze względu na przyjęte kryterium (wskaźnik specyficznie rozumianej jakości, np. koszt, zysk, niezawodność, dokładność, czas realizacji zadania), przy uwzględnieniu istniejących ograniczeń. Zatem optymalizacja jest to zagadnienie matematyczne, w którym należy zdefiniować kryterium optymalizacji, funkcje celu, funkcje kary itd., a tego Autor nie zrobił.

Praca zyskałaby na czytelności, gdyby każdy jej rozdział kończył się podsumowaniem, w formie osobnego podrozdziału, w którym zawarto by najważniejsze wnioski z tego rozdziału. Podobnie wolałbym, aby wnioski z pracy były przedstawione w następującej konfiguracji: wnioski ogólne, wnioski szczegółowe, wnioski metodyczne, wnioski utylitarne i wnioski perspektywiczne (kierunki dalszych badań).

Autor w dysertacji podjął się bardzo trudnego zadania, które z oczywistych względów nie wyczerpuje całości zagadnień związanych z metodyką modelowania dynamiki suwnic. Liczba czynników wpływających na te zjawiska jest znaczna, co bardzo komplikuje zagadnienie. Trudne jest zdecydowane wydzielenie wpływu jednego czynnika (tzw. analiza pierwiastkowa), ponieważ należy liczyć się z interakcją innych. Należy przy tym zaznaczyć, że obecny stan wiedzy o niektórych czynnikach, a zwłaszcza ich kwantyfikacja, jest niewystarczający do pełnego ustalenia ich wpływu na parametry dynamiczne suwnic. Wynika z tego konieczność dalszych badań, które pozwolą w sposób jednoznaczny określić rezerwy, jakie ma w kształtowaniu tych parametrów współczesna technologia.

### **Uwagi edytorskie:**

Praca jest wydana na bardzo wysokim poziomie edytorskim, dlatego nieco zaskakujące są pewne dość oczywiste niedociągnięcia, takie jak:

1. w pracy występuje wielokrotnie 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 (zwanymi 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 występują takie teksty, m.in: 2.2–2.2.1; 4.2–4.2.1; 5–5.1; 6–6.1; 6.2–6.

- 2.1; 6.4–6.4.1; 7–7.1 (w tym fragmencie występuje około 8 stron tekstu bez nazwy podrozdziału); 7.2–7.2.1;
2. błędny zapis ułamków dziesiętnych (w języku polskim obowiązuje przecinek – nie kropka), nie można używać zamiennie zapisu 0,5 i 0.5 (np. wszystkie rysunki zapis z kropką, pozostały tekst i tabele z przecinkiem).
  3. Niektóre podrozdziały bardzo krótkie (np. jednoakapitowy – 2.2.10).
  4. Nie może być jeden podrozdział – 7.1.1.
  5. Brak „Spisu skrótów i oznaczeń” na początku monografii, który ułatwia czytelnikowi jej analizę, mimo że wyjaśnienia oznaczeń są w tabelach z wynikami.

### 2.3. Uzyskane osiągnięcie naukowe w serii jednotematycznych artykułów

Poniżej scharakteryzowałem osiągnięcia w serii artykułów przedstawionych przez Habilitanta:

1. **Haniszewski T.:** Strength analysis of experimental crane, using prolifor 250 rope winch as an excitation of a girder. *Transport Problems*, 13(3)/2018, p. 131–14.

W artykule przedstawiono badania na eksperymentalnym stanowisku badawczym, gdzie źródłem wymuszenia drgań dźwigara nośnego miniaturowej konstrukcji suwnicy pomostowej był wciągnik z silnikiem prądu zmiennego bez układu sterowania silnikiem. Celem opisywanych badań było określenie zależności między wartościami dynamicznego współczynnika nadwyżki podczas podnoszenia ładunku z luźną i napiętą liną w początkowej fazie podnoszenia oraz odległości wciągnika od podpór konstrukcji nośnej. Dane uzyskano na podstawie eksperymentu obejmującego wzbudzenie dźwigara dla różnych położeń wzbudnika i pomiarów siły dynamicznej w linie wraz z rejestracją sygnałów drganiowych w wybranych miejscach konstrukcji nośnej. Następnie przedstawiono model MES badanej konstrukcji i określono towarzyszące obciążeniom wyniki obejmujące rozkład naprężeń czy postać ugiętej konstrukcji, dając tym samym podstawy do określenia zależności pomiędzy odległością wzbudnika od konstrukcji nośnej wspierającej dźwigar a współczynnikiem nadwyżki dynamicznej.

2. **Haniszewski T.:** Modeling the dynamics of cargo lifting process by overhead crane for dynamic overload factor estimation. *JVE International Ltd. Journal of Vibroengineering*, 19(1)/2017, p. 75–86.

Nieodczonym zjawiskiem towarzyszącym maszynom dźwigowym (suwnice) ze względu na pracę przerywaną są powstające drgania. Ze względu na charakterystyczną budowę belkową ustrojów nośnych, mają one szczególne znaczenie zwłaszcza w przypadku dużych obciążeń, generując znaczne wartości naprężeń zarówno wciągach jak i konstrukcji nośnej. Wartości te opisuje badany w niniejszym opracowaniu współczynnik nadwyżki dynamicznej. Ze względu na istotność problemu, proponuje się odmienne podejście do modelowania procesu podnoszenia ładunku z uwagi na zastosowany model dynamiczny liny. Proponuje się modele ciągu oraz mechanizmu podnoszenia, gdzie wykorzystano zarówno zmodyfikowany model Bouc-Wena jak i klasyczny Kelvina-Voigta jako model ciągu w mechanizmie podnoszenia. Zweryfikowana została wartość nadwyżki dynamicznej, która określa krotność przeciążenia konstrukcji oraz wpływ sposobu modelowania ciągu na jego wartość. Modele zaproponowane w pracy dla badań maszyn dźwigowo-transportowych, obejmują modelowanie lin w mechanizmie podnoszenia oraz wpływ sposobu modelowania lin na współczynnik nadwyżki dynamicznej.

3. **Haniszewski T.:** Preliminary modeling studies of sudden release of a part of the hoist load with using experimental miniature test crane. *JVE International Ltd. Vibroengineering*

procedia, 13/2017, p. 193–198.

Omówiono problem projektowania i badań wstępnych przeprowadzonych na autorskim stanowisku doświadczalnym. W artykule omówiono problem drgań wywołanych nagłym uwolnieniem części ładunku. Zjawisko to może wystąpić zarówno w przypadku wciągników wyposażonych w urządzenia chwytające, jak: elektromagnes lub standardowy chwytak, ale również w przypadku awarii i utraty części ładunku. Zjawisko to jest ważne ze względu na drgania konstrukcji nośnej w cyklu pracy, nadmiernie eksploatując konstrukcję nośną i przyczyniając się do zwiększenia cykli zmęczenia niekorzystnych dla konstrukcji. Zastosowanie proponowanego stanowiska badawczego w skali umożliwiło natychmiastową analizę danych tak ważnych w weryfikacji modelu fenomenologicznego analizowanego mechanizmu podnoszenia. Takie podejście pozwala na przeprowadzenie kolejnego etapu badań, czyli analizę hybrydową, tj. połączenie modelu dynamicznego z modelem dźwigara (MES). Celem jest opracowanie prostego i dokładnego modelu do wirtualizacji rozwiązania mające na celu zmniejszenie ilości drgań generowanych przez nagłe uwolnienie części ładunku. Przedstawiono także autorski system pomiarowo kontrolny w oparciu o czujniki drgań w technologii MEMS, pozwalające na bezprzewodową transmisję danych dla trzech osi pomiarowych.

**4. Haniszewski T.:** Preliminary modelling studies of an experimental test stand of a crane, for investigation of its dynamic phenomena of lifting and driving mechanism. *Transport Problems*, 12/2017, s. 115–126.

Omówiono problem projektowania i badań wstępnych przeprowadzonych na autorskim stanowisku doświadczalnym. Proponowane stanowisko badawcze pozwala na przeprowadzenie cyklu badań dotyczących zjawisk dynamicznych towarzyszących między innymi unoszeniu ładunku. Prezentowane stanowisko umożliwia m.in. pomiary takich parametrów jak przyspieszenie wybranych punktów dźwigara, a także ładunku, przemieszczenie ładunku i środka dźwigara wraz z pomiarem naprężeń w wybranych miejscach i współczynnika nadwyżki dynamicznej. Część elektroniczna została wykonana przy użyciu platformy Phidget oraz mikrokontrolerów serii Atmega. Dzięki pełnej miniaturyzacji i wdrożeniu systemów kontrolno-pomiarowych sterowanych z poziomu aplikacji, stanowisko badawcze pozwala na testowanie nowych mechanizmów, implementacji algorytmów sterowania i badania wpływu parametrów kontrolnych na wartości współczynników dynamicznych charakteryzujących wybrane mechanizmy. Takie podejście daje możliwość natychmiastowej analizy danych, co jest niezwykle ważne w procesie weryfikacji parametrów modelu fenomenologicznego analizowanego mechanizmu. Proponowane podejście umożliwia rozwój istniejących i testowanie nowych rozwiązań projektowych w skali. W artykule przedstawiono zaprojektowaną i badaną konstrukcję miniaturowej suwnicy, oraz model drganiowy mechanizmu podnoszenia ujmujący model liny ze zmienną sztywnością i tłumieniem. Dane pomiarowe zestawiono z wynikami badań na modelu numerycznym, gdzie przeprowadzono szereg badań związanych nie tylko z podnoszeniem ładunku, ale także zwolnienie ładunku symulując jego utratę.

**5. Haniszewski T.:** Strength analysis of overhead traveling crane with use of finite element method. *Transport Problems*, 9(1)/2014, p. 19–26.

Przedstawiono wyniki eksperymentu numerycznego z wykorzystaniem MES, którego celem było zbadanie wpływu obciążenia ładunkiem na ustrój nośny badawczej konstrukcji suwnicy pomostowej eksperymentalnej wraz z określeniem postaci i częstości drgań konstrukcji. W tym celu zbudowano i wykorzystano model MES badanego obiektu będącego niestandardową konstrukcją jednodźwigarową wraz z wózkiem wciągarki.

- 6. Haniszewski T. (60%),** Gąska D.: Numerical modelling of I-beam jib crane with local stresses in wheel supporting flanges – influence of hoisting speed. *Nase more*, 2017 64(1), p. 7–13

W artykule przedstawiono podejście do numerycznego modelowania wysięgnika dwuteowego – dźwigara, z wykorzystaniem metody elementów skończonych, przy różnych prędkościach podnoszenia ładunku. Pokazano jedną z możliwych metod wykorzystania w procesie projektowania modelowania dynamiki podnoszenia i jej wpływu na konstrukcję nośną żurawia. W celu modelowania wpływu obciążenia i prędkości podnoszenia na wysięgnik ustroju nośnego przeprowadzono symulacje dynamiczne podnoszenia ładunku z wykorzystaniem oprogramowania Matlab oraz w zakresie metody elementów skończonych. Do przeprowadzenia takiej symulacji należało zastosować obliczenia hybrydowe, w których odpowiedź z modelu fenomenologicznego opartego na rozwiązaniu układu różniczkowych równań ruchu w programie Matlab została wykorzystana do wzbudzenia dźwigara dwuteowego podczas symulacji MES, co pozwala określić właściwości dynamiczne ustroju nośnego dla dwóch przykładowych różnych prędkości podnoszenia. Porównano podstawowe parametry wytrzymałościowe typowego lekkiego żurawia morskiego uzyskane w przypadku obliczeń statycznych i przy zastosowaniu proponowanego podejścia pomiędzy dwoma środowiskami obliczeniowymi. W modelu dynamicznym MES ujęto dźwigar nośny, razem z kołami obciążającymi półki dolne wraz z strefą kontaktową, zaś model fenomenologiczny mechanizmu podnoszenia ładunku ujęto jako wielomasowy uwzględniający w swej strukturze model liny na bazie układu Kelvina-Voighta.

- 7. Margielewicz J., Haniszewski T. (35%),** Gąska D., Pypno C.: Badania modelowe mechanizmów podnoszenia suwnic. Komisja Transportu. Polska Akademia Nauk Oddział w Katowicach, Katowice 2013, ISBN 978-83-937205-4-5.

Treść tej monografii ujęto w siedmiu rozdziałach, w których przedstawiono zagadnienia obejmujące swym zakresem badania modelowe oraz doświadczalne. Rozdział pierwszy poświęcony jest ogólnej charakterystyce części, z których zbudowane są typowe układy napędowe mechanizmów podnoszenia suwnic. Aktualny stan normalizacji w zakresie projektowania rozpatrywanych w pracy mechanizmów oraz algorytm wstępnego doboru jest treścią rozdziału drugiego. W rozdziale trzecim zamieszczono badania dotyczące pomiarów drgań mechanicznych konstrukcji stalowej mostu suwnicy. Zarejestrowane wyniki przyspieszeń, były podstawą do weryfikacji modeli matematycznych sformułowanych w rozdziale szóstym. Rozdział czwarty zawiera niezbędne procedury, które umożliwiają identyfikowanie właściwości mechanicznych lin stalowych. Podstawowe modele matematyczne silników elektrycznych prądu stałego oraz przemiennego, omówiono w rozdziale piątym. Studium modelowania układu dynamicznego będącego przedmiotem niniejszej monografii, przeprowadzono na modelach, które składają się na treść rozdziału szóstego. Na podstawie symulacji komputerowych oraz badań doświadczalnych, możliwe jest sformułowanie algorytmu postępowania, którego celem jest optymalizacja konstrukcji mechanizmu podnoszenia w zakresie ograniczenia nadwyżek dynamicznych wywołanych podnoszeniem, czy poderwaniem ładunku z podłoża. Materiał stanowiący treść rozdziału 7-go poświęcony jest zastosowaniu metody grafów wiązań w modelowaniu mechanizmów podnoszenia. Podejście to pozwala generować równania różniczkowe ruchu metodami alternatywnymi. Sposób taki umożliwia modelowanie dowolnego układu dynamicznego, bez „wnikania” w jawną strukturę równań ruchu. Badania modelowe przeprowadzane w ujęciu mechatronicznym mogą stanowić alternatywne podejście do zagadnienia kształtowania charakterystyk roboczych układów napędowych mechanizmów wykonawczych dźwignic.



Znamienną cechą badań modelowych jest istotnie ograniczenie kosztów, jakie generowane są podczas badań prowadzonych w warunkach laboratoryjnych czy doświadczalnych. Sformułowane w pracy modele matematyczne, umożliwiają przeprowadzenie zarówno analiz ilościowych jak i jakościowych istniejących mechanizmów podnoszenia. Uzyskane w pracy wyniki nie reasumują problematyki dotyczącej dynamiki mechanizmów podnoszenia.

8. Gąska D., Haniszewski T. (50%), Margielewicz J.: I-beam girders dimensioning with numerical modelling of local stresses in wheel-supporting flanges. *Mechanika*, 2017 23(3), p. 347–352.

Przedstawiono ujęcie teoretyczne wraz z procedurą analitycznego podejścia do kalkulacji naprężeń w półkach dolnych dźwigarów dwuteowych obciążonych kołami wózka wciągnika. Określone analitycznie wartości zestawiono z wynikami badań modelowych w oparciu o metodę elementów skończonych.

9. Gąska D., Haniszewski T. (50%): Modelling studies on the use of aluminium alloys in lightweight load-carrying crane structures. *Transport Problems*, 11(3)/2016, p. 13–20.

Przedstawiono hybrydową metodę obliczeniową łączącą metodę elementów skończonych oraz model fenomenologiczny mechanizmu podnoszenia w zastosowaniu do dźwignic. Zamieszczono wyniki analizy numerycznej, której celem było porównanie podstawowych parametrów dynamicznych i wytrzymałościowych ustrojów nośnych lekkich suwnic wykonanych z aluminium i stali. Analizie poddano typowe konstrukcje suwnic warsztatowych o rozpiętości od 3 do 5 metrów, o dźwigarach w postaci dwuteownika i maksymalnych udźwigach wynoszących 5 ton. Porównywano wartości naprężeń, ugięć i częstotliwości drgań własnych, a następnie zestawiono je z masami poszczególnych ustrojów. W symulacji wykorzystano model dźwigara obliczany z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Istotne w publikacji jest odwzorowanie stref kontaktu kół wózka z półkami dolnymi, a tym samym weryfikacja ich ugięć, a także występujących w nich naprężeń statycznych i dynamicznych związanych z współczynnikiem nadwyżki dynamicznej towarzyszącej podnoszeniu ładunku.

10. Gąska D., Haniszewski T. (60%), Matyja T.: Modeling assumptions influence on stress and strain state in 450 t cranes hoisting winch construction. *Transport Problems*, 1(6)/2011, p. 11–19.

Praca wykorzystuje metodę elementów skończonych w zastosowaniu do dźwignic. Przeprowadzono badania symulacyjne z wykorzystaniem MES, a dokładnie stanu naprężenia i przemieszczenia wybranego ustroju nośnego wózka suwnicy o udźwigu 450 ton. Model wózka zbudowano z kilku współpracujących ze sobą (kontaktujących się) części. Analizowano wpływ założeń (uproszczeń) modelowych w wybranych węzłach konstrukcyjnych na strefy występowania i wartości maksymalnych naprężeń oraz przemieszczeń. Celem badań było ustalenie – czy uproszczenia, które skracają czas przygotowania modelu i wykonania obliczeń (np. sztywne połączenie zamiast modelowania strefy kontaktu) w istotny sposób zmieniają charakterystyki modelu.

#### 2.4. Podsumowanie osiągnięcia naukowego

Zestawione przez Habilitanta pozycje w celu naukowym ujmują niejako dwie części osiągnięcia – jedna jako autorska monografia habilitacyjna obejmujące metodykę modelowania mechanizmów wykonawczych dźwignic oraz część druga będącą podzbiorem publikacji oraz współautorskiej monografii, ujmującej głównie tematykę modelowania z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Podejście to całościowo przedstawia problematykę modelowania dźwignic jako środków transportu, począwszy od modeli

symulacyjnych fenomenologicznych, przez modele z wykorzystaniem metody elementów skończonych, po badania laboratoryjne oraz te wykonane na obiektach przemysłowych. Na uwagę zasługuje zarówno aspekt naukowy jak i użyteczny prowadzonych badań.

W moim przekonaniu dorobek dr. inż. Tomasza Haniszewskiego ujęty osiągnięciem naukowym pt.: „Metodyka modelowania dynamiki suwnic”, jest niewątpliwie wartościowy z punktu widzenia nauki i stanowi wystarczającą podstawę do ubiegania się Opiniowanego o nadanie stopnia doktora habilitowanego. **Upoważnia mnie to zatem do stwierdzenia, że przedstawione w ocenianym dorobku osiągnięcia świadczą o znacznym wkładzie dr. inż. Tomasza Haniszewskiego w rozwój przedmiotowej dyscypliny naukowej „Inżynieria Lądowa i Transport”.**

Biorąc pod uwagę powyższe proponuje uzupełnić metodykę badań i w przyszłości ujęcie całości wiedzy związanej z modelowaniem dźwignic przedstawić w jednej pozycji książkowej. Analizując podsumowanie monografii, należy uwzględnić komponentową syntezę modalną do analizy i redukcji złożonych modeli obliczeniowych, a także implementację układów pozyskiwania energii z drgań mechanicznych tzw. energyharvesterów w odwzorowaniach modelowych mechanizmów wykonawczych dźwignic i dobór ich parametrów w oparciu o analizę drgań nieliniowych, zwłaszcza w zakresie drgań periodycznych i chaotycznych, w taki sposób by uzyskać rozwiązania wysokoenergetyczne (układy hybrydowe z odzyskaniem energii).

### 3. OCENA POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH, ORGANIZACYJNYCH I DYDAKTYCZNYCH

#### 3.1. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Dr inż. Tomasz Haniszewski ma znaczący dorobek publikacyjny, o czym świadczy łączna suma prac naukowych – 66 i liczba punktów MNiSW (obecnie MEiN; wartości punktacji przed ostatnią zmianą) – 631 pkt. (vide tablica poniżej).

|                | przed uzyskaniem stopnia doktora |                         |                        | po uzyskaniu stopnia doktora |                         |                        |
|----------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|
|                | łączna liczba prac               | liczba prac z pkt MNiSW | łączna punktacja MNiSW | łączna liczba prac           | liczba prac z pkt MNiSW | łączna punktacja MNiSW |
| <b>OGÓLEM</b>  | <b>14</b>                        | <b>4</b>                | <b>26</b>              | <b>52</b>                    | <b>35</b>               | <b>605</b>             |
| artykuł        | 9                                | 4                       | 26                     | 20                           | 20                      | 305                    |
| rozprawa dr    | 1                                | 0                       | 0                      | 0                            | 0                       | 0                      |
| komunikat kon. | 1                                | 0                       | 0                      | 2                            | 0                       | 0                      |
| monografia     |                                  |                         |                        | 2                            | 2                       | 100                    |
| redakcja       |                                  |                         |                        | 7                            | 4                       | 80                     |
| referat kon.   | 1                                |                         |                        | 22                           | 11                      | 220                    |
| Rozdz-zbiorow  | 1                                | 0                       | 0                      | 1                            | 0                       | 0                      |

Publikował między innymi w czasopismach: Transport Problems, Journal of Vibroengineering, Komisja Transportu – PAN o/Katowice, Mechanika, Transport, Visn.-Schidnoukr.-Nacional.-Univ, Mechanika, [Kauno Technologijos Universitetas], Zeszyty Naukowe PŚI, Journal of Measurement. Engineering., Inżynieria Powierzchni. Powierzchni. W przytoczonych współautorskich publikacjach miał znaczący udział o czym świadczą oświadczenia współautorów.

Habilitant osiągnął następujący dorobek naukowo-badawczy po uzyskaniu stopnia doktora (do chwili złożenia wniosku o przeprowadzeniu postępowania habilitacyjnego):

- zrealizował kilkanaście projektów naukowo-badawczych w ramach badań statutowych, a także finansowanych przez NCBiR – PBS3/B5/39/2015: Hybrydowa technologia wytwarzania szyn normalnotorowych o podwyższonej trwałości eksploatacyjnej uwzględniająca trendy w rozwoju transportu kolejowego; w jego ramach odbył staż naukowy w Laboratory of Coputational Mechanics Bryansk State Technical University Kharkovskaya 10B, Bryansk, Rosja, a także udział w International Week at Vilnius College of Technologies and Design, w ramach zagadnień związanych z ideą ruchomych peronów.
- współpracował z AGH w ramach grantów obliczeniowych dla prac symulacyjnych z wykorzystaniem klastra obliczeniowego dużej mocy MARS, AGH Cy-fronet w ramach grantów:
  - Numeryczne modelowanie dźwigarów suwnic – MNiSW/IBM\_BC\_HS21/PŚląska /026/2014,
  - Wpływ modyfikacji siluminu AlSi17Cu5 zaprawą CuP na właściwości mechaniczne MNiSW/IBM\_BC\_HS21/PŚląska/012/2015,
- ma następujące osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne:
  - Projekt innowacyjnego stanowiska badawczego, umożliwiającego badanie dynamiki suwnic, w tym między innymi mechanizmów wykonawczych, procesu podnoszenia, uderzeń, ruchów ładunku, sterowania, utraty ładunku. Stanowisko obejmuje konstrukcję nośną miniaturowej suwnicy oraz układy zasilania i sterowania mechanizmami podnoszenia i jazdy wózka z poziomu komputera PC,
  - Projekt układu bezprzewodowych autonomicznych urządzeń do pomiaru drgań i orientacji w oparciu o mikrokontroler Atmega i układy MPU 6050,
  - Projekt hamulca elektromagnetycznego dla układu napędowego mechanizmu podnoszenia suwnicy miniaturowej,
  - Projekt wzbudnika elektrodynamicznego do badania układów do pozyskiwania energii z drgań mechanicznych,
- w 2018 r. wyłoniony w trybie konkursu Rektorski Grant Habilitacyjny o numerze: 12/030/RGH18/0026.

Z powyższych danych wynika, że Habilitant prowadzi aktywną działalność publikacyjną a jego dorobek naukowo-badawczy jest znaczny (vide punkt 3.4). Wyniki analiz i badań upowszechniał w czasopismach naukowych o zasięgu krajowym oraz międzynarodowym. Aktywnie uczestniczył w realizacji grantów badawczych i statutowych oraz w konferencjach naukowych i sympozjach.

### **3.2. Ocena działalności dydaktycznej**

W ramach działalności dydaktycznej Habilitant prowadził na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej zajęcia mieszczące się w ramach swoich zainteresowań i kompetencji naukowych. Prowadził zajęcia dydaktyczne (wykłady, ćwiczenia, projekty, laboratoria) dla studentów studiów I i II stopnia na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych z przedmiotów: Mechanika techniczna, Wytrzymałość materiałów, Środki transportu, Mechanika stosowana, Dynamika i drgania pojazdów szynowych, Badania symulacyjne w technice, Simulation research in technical, Applied mechanics.

Prowadził także zajęcia laboratoryjne oraz ćwiczenia z mechaniki technicznej i projektowania inżynierskiego w Wyższej Szkole Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach, a

także na uczelniach zagranicznych, między innymi w University of Zilina, Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications, Zilina, Słowacja na temat: Modeling of steel wire ropes, oraz wykłady: w ramach LLP-ERASMUS Programme 24.03.2014-30.03.2014, Individual Teaching Programme For Teaching Staff Mobility (STA) Academic Year 2013/2014, Vilnius College of Technologies and Design, Content of the Teaching Programme and International Week at Vilnius College of Technologies and Design, 2014.

Habilitant opracował materiały dydaktyczne (np. kursy e-learningowe) oraz pomoce dla studentów z zakresu innych realizowanych przez siebie przedmiotów.

Brał także udział w projekcie Politechnika Śląska jako Centrum Nowoczesnego Kształcenia opartego o badania i innowacje w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020, 47/050/FSD18/0001-11. Zadanie: opracowanie materiałów dydaktycznych (w tym kart przedmiotów) z zakresu transportu. (POWR-03.05.00-00-Z098/17-00) obejmując przedmiot „Środki Transportu” na studiach stacjonarnych.

Opiniowany był promotorem obronionych ponad 60 prac dyplomowych, w tym około 20 magisterskich i około 40 inżynierskich, a także wykonał wiele recenzji prac magisterskich i inżynierskich. Został promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich (Michała Juzka i Agaty Michty).

Jest twórcą Laboratorium Dynamiki Maszyn na Wydziale Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej oraz współtwórcą Laboratorium Nieliniowej Dynamiki i Pozyskiwania Energii z Drgań Mechanicznych.

### 3.3. Ocena działalności organizacyjnej

Podsumowując działalność organizacyjną Habilitanta można wyszczególnić:

- członkostwo w Polskim Towarzystwie Diagnostyki Technicznej,
- członkostwo w odwoławczej Komisji Dyscyplinarnej ds. Studentów,
- członek komitetów organizacyjnych wielu konferencji, takich jak cykliczne: International Scientific Conference TRANSPORT PROBLEMS, International Symposium of Young Researchers TRANSPORT PROBLEMS,
- współredaktor naukowej Konferencji Transport Problems w latach: 2013, 2014-2021,
- recenzent w czasopiśmie Diagnostyka ISSN: 1641-6414,
- w 2014 r. zespołowa nagroda Rektora Politechniki Śląskiej za osiągnięcia naukowe.

Z punktu widzenia działalności organizacyjnej Habilitant wykazał się uczestnictwem w różnych przedsięwzięciach związanych z funkcjonowaniem na uczelni, jak i poza nią. Ważnym aspektem jest Jego inicjatywa uczestnictwa w programach pozauczelnianych oraz własne koncepcje projektów naukowo-badawczych. Również działalność w komisjach wydziałowych wskazuje na zaangażowanie Habilitanta w funkcjonowanie wydziału.

### 3.4. Podsumowanie oceny dorobku:

- dr inż. Tomasz Haniszewski zgromadził wystarczający dorobek naukowy, wzbogacony po doktoracie, a Jego działalność naukowo-badawcza jest ukierunkowana na zagadnienia modelowania dynamiki suwnic. Jego publikacje ukazują się w czasopismach wyróżnionych w Journal Citation Reports i były cytowane według bazy Web of Science **80** razy, co przekłada się na **indeks-H = 7**, według bazy Scopus: cytowania **67** i **indeks Hirscha = 5**, a wg bazy Google Scholar: liczba cytowań równa **208** i **indeks Hirscha = 9** (szczegółowe dane w tabeli poniżej).

| Baza           | H - index | Liczba Publikacji | Liczba cytowań |
|----------------|-----------|-------------------|----------------|
| Web of Science | 7         | 22                | 80             |
| Scopus         | 5         | 14                | 67             |
| Google Scholar | 9         | 44                | 208            |

- prace badawcze Habilitanta wiążą się zarówno z zagadnieniami naukowymi, jak i praktycznymi,
- Kandydat uczestniczy w organizacji badań naukowych,
- dr inż. Tomasz Haniszewski jest znany w środowisku naukowym i inżynierskim, zajmującym się zagadnieniami technicznymi ujętymi tytułem osiągnięcia naukowego,
- Kandydat jest doświadczonym nauczycielem akademickim z dorobkiem dydaktycznym i wychowawczym.

#### 4. KONKLUZJA

W świetle wyżej omówionych osiągnięć naukowych (a przede wszystkim oceny celu naukowego), a także dydaktycznych i organizacyjnych, stwierdzam, że dr inż. Tomasz Haniszewski spełnia w pełni wymagania wobec osób ubiegających się o stopień naukowy doktora habilitowanego zawarte w Ustawie z dnia 14.03.2003 r. ze zmianami z dnia 18.03.2011 r. „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” oraz Rozporządzeniu MNiSW z dnia 1 września 2001 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

**Rekomenduję zatem Radzie Dyscypliny „Inżynieria Lądowa i Transport” Politechniki Śląskiej podjęcie uchwały o nadaniu dr. inż. Tomaszowi Haniszewskiemu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie „Inżynieria Lądowa i Transport” według klasyfikacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 2018 r.**

