

RECENZJA

osiągnięcia naukowego pt.: **„Wybrane problemy dynamiki rozjazdu kolejowego przy dużych prędkościach** **współczesnych pociągów”** **oraz istotnej aktywności naukowej dra inż. Rafała Kowalika**

1. Podstawa formalna recenzji

Recenzję opracowano na podstawie pisma prof. dra hab. inż. Jacka Pielechy, przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej, z dnia 09 grudnia 2020 r.; znak RD/h/5/04/2020 oraz w oparciu o załączone dokumenty dorobku naukowego dra inż. Rafała Kowalika.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym habilitanta jest zgodnie z art. 219 ust 1 pkt 2 ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce monografia pod tytułem:

„Wybrane problemy dynamiki rozjazdu kolejowego przy dużych prędkościach **współczesnych pociągów”**

Tematem badań, które Habilitant opisał w monografii są badania zjawisk towarzyszących przejazdowi pociągu przez rozjazd kolejowy o promieniu większym niż 1000 m po torze prostym i torze zwrotnym (lewym). Za Habilitantem rozjazd kolejowy spełnia szereg funkcji w infrastrukturze kolejowej. Zasadnicza funkcja to spełnienie podstawowej roli sterowania ruchem kolejowym. Funkcja ta jest realizowana w wyniku zastosowania odpowiednich napędów elektromechanicznych umożliwiających przełączanie rozjazdów. Druga z cech obejmuje zjawiska mechaniczne towarzyszące przejazdowi pociągu. Habilitant w szczególności skupił uwagę na rozjeździe o promieniu krzywizny 1200 m, który umożliwia przejazd pociągów z dużymi prędkościami nawet do 200 km/h. Przy czym słusznie stwierdził, że 85 % wypadków na kolejach zdarza się na rozjeździe. Aby zwiększyć bezpieczeństwo przejazdu pociągów dużych prędkości stosuje się duże promienie krzywizn rozjazdów oraz odpowiednią ich konstrukcję. Najistotniejszym jest tu promień krzywizny sięgający nawet 10 000 metrów. Habilitant w badaniach symulacyjnych rozważał przejazdy pociągów osobowych z prędkościami większymi niż 160 km/h. Kolejną cechą, którą Habilitant się zajął to dokładne zamodelowanie cech konstrukcyjnych rozjazdów. Między innymi łuki rozjazdów nie posiadają przechyłu, co jest cechą występującą w torze prostym oraz w szczególności na łukach.

Przedstawiona, jako zasadnicze osiągnięcie naukowe monografia porusza niżej wymienione zagadnienia skupiające się wokół przejazdu pojazdu szynowego przez rozjazd. Zagadnienia te to:

- Symulacja przejazdu pojazdu szynowego jako układu oscylacyjnego o wielu stopniach swobody połączonych elementami podatnymi. W tej części monografii uwagę skupiono na iglicy przejazdu zamodelowanej jako belka obciążona siłą zmienną pochodzącą z przejeżdżającego pojazdu szynowego. Obciążenia zamodelowano jako siły pochodzące od prędkości i przemieszczającej się masy pojazdu szynowego. Przy czym siły te występują w sekwencjach wynikających z budowy pojazdu szynowego. Habilitant zamodelował pojazd szynowy złożony z siedmiu brył: nadwozia, dwóch wózków i czterech zestawów kołowych. Habilitant iglicę traktował jako belkę położoną na podkładach, które współpracują z podłożem według modelu Winklera.
- Druga część badań dotyczy opisu zjawisk występujących przy przejeździe pojazdu szynowego po rozjeździe przez iglicę. Iglica zamodelowana jako belka ze zmiennym polem przekroju wzdłuż długości, co skutkuje zmiennością wielkości momentów bezwładności i sztywności. Habilitant rozważył dwie postacie ruchu pojazdu szynowego po rozjeździe: jeden po torze prostym, a drugi po lewym torze zwrotnym. W przypadku ruchu po torze prostym rozważano iglicę jako belkę o trzech zmiennych wielkościach (pole przekroju, moment bezwładności, sztywność), a dla ruchu po torze zwrotnym (lewym) prócz trzech zmiennych parametrów (przekrój, moment bezwładności, sztywność) uwzględniono zakrzywienie iglicy.
- Trzecia część badań opisanych w rozprawie habilitacyjnej dotyczy zjawisk kontaktowych między kołem a elementami rozjazdu, w tym iglicą i szyną. Postać powierzchni kontaktu wpływała na procesy zużycia zarówno koła, jak i elementów rozjazdu.
- Habilitant opisał również impulsy siły powstające przy przejeździe pojazdu szynowego przez krzyżownicę rozjazdu wynikające ze wzrostu sztywności i momentu bezwładności. Stwierdził, że wynikają one ze zjawisk dynamicznych występujących w trakcie przejazdu pojazdu szynowego przez krzyżownicę.
- Habilitant zajął się również analizą drgań wynikających ze zmiany sztywności wzdłuż długości podtorza, która jest funkcją czasu. Stwierdził, że funkcja ta nie jest harmoniczna. W efekcie przeprowadził analizę drgań parametrycznych postaci Hilla.
- Zajął się również analizą zjawisk pochodzących od przejazdu pojazdu szynowego poruszającego się z dużymi prędkościami przez szereg następujących po sobie rozjazdów, co wywołuje zmienne częstości obciążeń. Przy czym stwierdził prawdopodobieństwo wystąpienia częstości drgań tego samego rzędu, co przykładowo częstości drgań własnych nadwozia. To według Habilitanta, zgodnie z teorią Mandelsztama, może powodować silne sprzężenie dynamiczne.

Ocena podjęcia tematyki badawczej stanowiącej zasadnicze osiągnięcie naukowe

Będąc tematem dociekań Habilitanta procesy współpracy pojazdu szynowego dużych prędkości z rozjazdem w aspekcie dynamiki układu stanowią obecnie przedmiot prac badawczych w wielu ośrodkach. Podczas współpracy koła obrzeżonego z torem zasadniczym problemem jest takie prowadzenie zestawów kołowych, aby nie dochodziło do styku wielopunktowego zwłaszcza styku z obręczą koła. Oczywiście na łukach torów, w tym rozjazdach zwłaszcza o małym promieniu trudno uniknąć. Powoduje to generowanie hałasu i przyspieszone zużycie obręczy koła. Osobnym zagadnieniem jest przejazd przez rozjazdy i krzyżownice. Zagadnieniom tym Habilitant poświęcił wiele uwagi, dochodząc w efekcie do wartościowych spostrzeżeń. Słusznie Habilitant zauważył, że w Polsce nadal nie

proceedzi się badań naukowych, które dotyczyłyby poznania najważniejszych zjawisk fizycznych zachodzących podczas współpracy pojazdu szynowego dużych prędkości z rozjazdem. Właściwe rozpoznanie tych zjawisk może doprowadzić do zapewnienia spokojnej jazdy pojazdu szynowego na rozjazdach, zmniejszenia liczby wykolejeń oraz znacznej redukcji kosztów obsługi, poprzez zmniejszenie zużycia pojazdu i jego podzespołów w toku wieloletniej eksploatacji. Tematyka ta jest ważna, ponieważ pojazdy szynowe dużych prędkości poddawane są znacząco większym obciążeniom i posiadają inne cechy konstrukcyjne, niż klasyczne pojazdy kolejowe.

W świetle tego zajęcie się przez Habilitanta zagadnieniem dynamiki pojazdów szynowych, w tym opisu zjawisk towarzyszących przejazdowi przez rozjazdy i oddziaływania dynamicznego z torem uważam za jak najbardziej celowe i poszerzające tym samym wiedzę w tym zakresie.

Wybór badań, obiektu badań i zastosowanych procedur dokonano w sposób trafny i logiczny. Uzyskane wyniki badań, ich analizy i sformułowane zależności mają charakter poznawczy i użytkowy. Habilitant prezentując konkretną, autorską propozycję procedur dogłębnych badań symulacyjnych współpracy koła pojazdu szynowego dużych prędkości podczas przejazdu przez rozjazdy i analizę ich wyników zrealizował zakres badań, dowiódł tezy i celów szeroko rozumianych badań zaprezentowanych w monografii habilitacyjnej.

Analiza i ocena merytoryczna zasadniczego osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe Habilitanta dotyczy zagadnień dynamiki pojazdów szynowych dużych prędkości, a zwłaszcza oddziaływania dynamicznego z torem w rozjazdach. Zasadniczo tematyka dotyczy analizy i syntezy zjawisk cierno-mechanicznych. Habilitant prowadził badania i w ich wyniku zaobserwował wpływ wielu czynników na proces współpracy pary trącej koła pojazdu szynowego – tor, zwłaszcza w aspekcie współpracy z rozjazdem. Habilitant przedstawił wyniki badań w postaci zapisów analitycznych oraz symulacji dla sześciu grup zagadnień zdefiniowanych w drugim rozdziale monografii. W szczególności w oparciu o analizę stanu wiedzy w zakresie będącym przedmiotem monografii przedstawiono problemy fizyczne występujące w rozjazdach kolejowych o promieniach większych niż 1000 m. Takie ujęcie wieloaspektowej problematyki wzajemnie powiązanej dotyczącej problemów fizycznych występujących w rozjeździe pozwoliło na określenie związków jakościowych i ilościowych występujących w układzie mechanicznym rozjazdu. Takie rozwiązanie problemu nie było dotychczas rozważane i stanowi istotne *novum* zaproponowane przez Habilitanta.

Opisane w monografii prace badawcze zrealizowane przez Habilitanta dotyczą zagadnienia analizy i oceny współpracy pojazdu szynowego z torem w rozjazdach, w eksploatacji naturalnej. Podjęcie tej tematyki, mając na uwadze stworzenie symulacyjnej metody badawczej, uznaję za celowe. Począwszy od identyfikacji zjawisk, a następnie ich modelowania, weryfikacji modelu matematycznego, i procesu badań symulacyjnych oraz porównania otrzymanych wyników do wyników badań poligonowych innych badaczy. Zaproponowane przez Habilitanta ujęcie zagadnienia analizy i oceny zachowania pojazdu szynowego dużych prędkości w warunkach eksploatacyjnych może mieć zastosowanie również dla innych typów pojazdów szynowych. Na uwagę zasługuje fakt, że w trakcie realizacji prowadzonych prac badawczych Habilitant współpracował z innymi ośrodkami badawczymi. W efekcie Habilitant stał się osobą rozpoznawalną w branży transportu szynowego. Sprawdził się również w roli kierownika zespołu prowadzącego zaawansowane badania naukowe.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej

Aktywność naukowa dra inż. Rafała Kowalika, a w ślad za tym idący dorobek naukowy jest częściowo tematycznie związana z opisanym w punkcie 2 osiągnięciem naukowym. Większość publikacji dotyczy zagadnień związanych tematycznie ze statkami powietrznymi. Tym nie mniej kilkanaście wyraźnie nawiązuje do zagadnień opisanego osiągnięcia naukowego. Łączny dorobek obejmuje 69 publikacji.

Przed doktoratem Habilitant opublikował 7 opracowań.

Pracę doktorską pt. „*Wpływ zmodyfikowanego sygnału BOC na dokładność wyznaczania pozycji obiektów ruchomych*” obronił w 2016 roku na Wydziale Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno – Humanistycznego w Radomiu.

Po doktoracie Habilitant wyraźnie powiększył swój dorobek publikacyjny. W szczególności jest autorem bądź współautorem 74 publikacji naukowych, w tym 2 artykułów z IF, 12 artykułów z bazy Web of Science, 22 publikacji z listy A MNiSW, 23 publikacji z listy B MNiSW, 18 rozdziałów w monografiach zagranicznych, 39 wystąpień na konferencjach zagranicznych i krajowych. Ponadto uczestniczył w pracach 8 projektów badawczych zleconych przez MNiSW, w wyniku realizacji których powstały osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne. Warto tu wyróżnić:

Artykuły w czasopismach znajdujących się w bazie JCR

1. Kisilowski J., Kowalik R., "Numerical Testing of Switch Point Dynamics-A Curved Beam with a Variable Cross-Section", *Materials*, Tom 13, Wydanie 3, MDPI, <https://doi.org/10.3390/ma13030701>
2. Kowalik R., Kisilowski J., Marek T., "Sieć neuronowa w optymalizacji zjawisk fizycznych zachodzących w trakcie przejazdu pojazdu szynowego przez tor", *AUTOBUSY-Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, Tom 18, Wydanie 6, 2017, ISSN 1509-5878
3. Kowalik R., Kisilowski J., "Mathematical and simulation modelling of normal force for a rail" *Archives of Transport System Telematics*, Tom 11, 2018, ISSN 1899-8208
4. Kowalik R., Setlak L., "Identification of Small Unmanned Flying Objects", *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, Volume 14, 2020, ISSN: 1998-4464

Monografie i rozdziały w książkach:

1. Kisilowski J., Kowalik R., "The Vision System for Diagnostics of Railway Turnout Elements", *Management Perspective for Transport Telematics*, Springer 2018, pp 221-233, https://doi.org/10.1007/978-3-319-97955-7_15
2. Kowalik R., Setlak L., *Mathematical Modeling and Simulation of Selected Multi-pulse Rectifiers, Used in "Conventional" Airplanes and Aircrafts Consistent with the Trend of "MEA/AEA"*, *Applied Physics, System Science and Computers II*, Springer 2018, https://doi.org/10.1007/978-3-319-75605-9_34
3. Kowalik R., Setlak L., Smolak M., "Doppler Delay in Navigation Signals Received by GNSS Receivers", *Applied Physics, System Science and Computers III*, Springer 2019, https://doi.org/10.1007/978-3-030-21507-1_1
4. Kowalik R., Setlak L., Smolak M., "The Use of a Modified Phase Manipulation Signal to Interfere GNSS Receivers", *System Science and Computers III*, Springer 2019, https://doi.org/10.1007/978-3-030-21507-1_40

5. Kowalik R., Setlak L., "Model study and simulation of selected components of onboard power supply system ASE in the range of EPS and PES systems of a modern aircraft, compatible with the concept of More Electric Aircraft", IAENG Transactions on Engineering Sciences, World Scientific Publishing, 2018, pp. 344-358 https://doi.org/10.1142/9789813230774_0025
6. Kowalik, R., Sadowski E., "Modelowanie matematyczne i analiza dynamiczna zjawisk zachodzących na rozjazdach kolejowych", Przegląd Komunikacyjny, Tom 72, 2017, ISSN: 1230-3496
7. Rafał Kowalik, Lucjan Setlak, "Research and Analysis of the Issue of Flight Stability of an Unmanned Aerial Vehicle", WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics, ISSN / E-ISSN: 1991-8747 / 2224-3429, Volume 15, 2020, Art. #2, pp. 11-18, <https://doi.org/10.37394/232011.2020.15.2>

Udział w projektach badawczych zleconych przez MNiSW:

1. Analiza możliwości przesyłania i gromadzenia energii w systemach bezzałogowych - kierownik zespołu
2. Ocena możliwości zastosowania innowacyjnej metody wytwarzania elementów kompozytowych małych gabarytów
3. Badanie i koncepcja sieci elektrycznej samolotu opartego na strukturze HVDC,
4. Wykorzystanie środowiska rozszerzonej rzeczywistości (Augmented Reality) do nauczania wykonywania przeglądu przedlotowego statku powietrznego,
5. Wyznaczenie sił oddziaływania silnik - kadłub BSP w funkcji zmian prędkości obrotowej zespołu napędowego w warunkach rzeczywistych.
6. Model przepływu ciepła w układach aktywnego chłodzenia z ogniwem Peltiera.
7. Model przepływu ciepła w układach aktywnego chłodzenia z ogniwem Peltiera.
8. Zastosowanie DGPS w monitorowaniu wózków magazynowych

Sumaryczny Impact Factor (IF) dra inż. Rafała Kowalika jest równy **5,189**.

Liczba cytowań według Web of Science jest równa **7** (bez autocytowań **3**). W efekcie liczby cytowań indeks Hirshe'a według Web of Science jest równy **2**.

Liczba cytowań według Scopus jest równa **119** (bez autocytowań **15**). W efekcie liczby cytowań indeks Hirshe'a według bazy Scopus jest równy **6**.

Liczba cytowań według Google Scholar jest równa: **200** (bez autocytowań **98**). W efekcie liczby cytowań indeks Hirshe'a według Google Scholar jest równy: **7**.

Po doktoracie dr inż. Rafał Kowalik wygłosił **25** referatów na konferencjach zagranicznych, **14** na międzynarodowych konferencjach w Polsce. Ogółem brał udział w **39** konferencjach, w tym uczestniczył w komitetach organizacyjnych niektórych z nich.

Habilitant jest członkiem **2** zagranicznych organizacji i towarzystw naukowych.

Osiągnięcia dydaktyczne dra inż. Rafała Kowalika w zakresie popularyzacji nauki sprowadzają się do budowy stanowisk dydaktycznych, organizacji warsztatów oraz pokazów i opracowania szeregu autorskich programów nauczania.

Był promotorem pomocniczym w **1** zakończonym przewodzie doktorskim. Obecnie jest również promotorem pomocniczym **2** otwartych przewodów doktorskich.

Brał udział w stażach zagranicznych. Efektem czego było wzbogacenie aparatury badawczo-pomiarowej wykorzystywanej w Lotniczej Akademii Wojskowej w Dęblinie, w której jest zatrudniony.

Dr inż. Rafał Kowalik recenzował publikacje między innymi dla czasopism:

1. Energies (MDPI) 140 pkt.; czterokrotnie
2. Electronics (MDPI) 140 pkt; jednokrotnie.
3. Applied Sciences (MDPI) 70 pkt; czterokrotnie.
4. Defence Technology (Elsevier) 100 pkt; jednokrotnie.
5. Electrical Power and Energy (Elsevier) 100 pkt; jednokrotnie.
6. IEEE Access (IEEE) 100 pkt; jednokrotnie.

Podsumowując, istotna aktywność naukowa dra inż. Rafała Kowalika jest spójna tematycznie i spełnia wymagania stawiane kandydatowi do stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych.

4. Podsumowanie

Całokształt dorobku naukowego i badawczego dra inż. Rafała Kowalika oceniam pozytywnie, zwłaszcza w zakresie symulacyjnych prac naukowo-badawczych związanych ze zjawiskami dynamicznej współpracy pojazdu szynowego szybkich kolei z torem, w szczególności z rozjazdem.

W podsumowaniu stwierdzam, że osiągnięcie naukowe i istotna aktywność naukowa udokumentowana dorobkiem naukowym dra inż. Rafała Kowalika odpowiada warunkom określonym w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2020 r. poz. 85) i uzasadnia nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie: nauki inżynieryjno-techniczne i dyscyplinie: inżynieria lądowa i transport.

Stawiam, zatem wniosek o dopuszczenie dra inż. Rafała Kowalika do dalszego procedowania, celem nadania stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno - technicznych.

Andrzej Kozłowski