

RECENZJA

osiągnięć naukowych zawartych we wniosku dra inż. Pawła Litwina, z dnia 7-09-2023 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Na podstawie starannej analizy przedstawionej mi do opinii dokumentacji, będącej podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego, zawierającej osiągnięcia naukowe, oraz pozostałe osiągnięcia dra inż. Pawła Litwina, stwierdzam że w moim przekonaniu, wypełniają one wymagania i warunki stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w obowiązującej ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wobec powyższego wyrażam pozytywną opinię w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Pawłowi Litwinowi przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej w dziedzinie Nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna.

Uzasadnienie opinii

1. Podstawa formalna i merytoryczna recenzji

Recenzję dorobku naukowego dra inż. Pawła Litwina wykonałem na podstawie i z poszanowaniem:

- zlecenia Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Politechniki Rzeszowskiej, Pana prof. PRz., dr hab. inż. Andrzeja Burghardta, pismo RM/531-07-07/2023, z dnia 23 listopada 2023, data wpływu 13 grudnia 2023 r.,
- Uchwały RDIMech Nr 01/11/2023 Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 22 listopada 2023 r. w sprawie powołania składu Komisji habilitacyjnej w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Pawła Litwina,
- Decyzji Rady Doskonałości Naukowej, pismo DRKN.Z2.400.194.2023 z dnia 14 listopada 2023 r.,
- obowiązującej ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Podstawą merytoryczną wykonania recenzji osiągnięć naukowych i istotnej aktywności naukowej dra inż. Pawła Litwina była przedłożona przez Habilitanta kompletna dokumentacja, niezbędna w przedmiotowym postępowaniu, którą stanowią:

- przewodni wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie „Nauk inżynieryjno-technicznych” w dyscyplinie „Inżynieria mechaniczna”,

- oraz 8 załączników.

2. Przebieg pracy zawodowej Habilitanta

- 1.02.2022-obecnie: Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Zakład Informatyki; stanowisko: adiunkt w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych,
- 01.02.2020-31.01.2022: Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Zakład Informatyki; stanowisko: profesor uczelni w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych,
- 01.10.2019-31.01.2020: Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Zakład Informatyki; stanowisko: adiunkt w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych,
- 15.12.2003-30.09.2019: Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Zakład Informatyki; stanowisko: adiunkt,
- 01.10.1996-14.12.2003: Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Zakład Informatyki; stanowisko: asystent.

3. Ocena osiągnięć naukowych i dorobku naukowego

We wniosku dotyczącym postępowania habilitacyjnego, dr inż. Paweł Litwin jako osiągnięcia naukowe, wynikające z art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) i stanowiące podstawę do ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego, wskazał monografię naukową (zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2a Ustawy) oraz cykl powiązanych tematycznie 7 publikacji naukowych (zgodnie z art. 219 ust.1 pkt 2b Ustawy).

Jako monografię naukową Habilitant przedstawił pracę: *Litwin P.: Zastosowanie metody dynamiki systemów w analizie procesów produkcyjnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2023, s. 139, ISBN: 978-83-7934-673-8, 80 pkt. wg punktacji MEiN w 2023 r.* Jej recenzenci wydawniczy to: prof. dr hab. inż. Jan Sieniawski (Politechnika Rzeszowska) i prof. dr hab. inż. Antoni Świć (Politechnika Lubelska).

Jako cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych Habilitant wskazał następujących 7 pozycji:

- 1) *Litwin P., Jakiela J., Olech M.: Dynamic simulation based optimization of information flow in extended enterprise and its impact on business partners production efficiency and stock replenishment. Advances in Manufacturing Science and Technology, 2016, t.40, z.1, s.33-45, ISBN/ISSN: 0137-4478, 6 pkt. wg punktacji MNiSW w 2016 r. ; wkład Habilitanta (33%) w powstanie publikacji obejmował m. in. : zainicjowanie badań, przegląd literatury z zakresu modelowania łańcucha dostaw, przygotowanie planu badań, opracowanie modelu łańcucha dostaw i przeprowadzenie symulacji numerycznej, analizę wyników i opracowanie wniosków, przygotowanie pierwszej wersji artykułu i koordynację procesu wydawniczego.*
- 2) *Antonelli D., Litwin P., Stadnicka D.: Multiple System Dynamics and Discrete Event Simulation for manufacturing system performance evaluation. Procedia CIRP, 2018, CIRP Global Web Conference Envisaging the future manufacturing, design, technologies and systems in innovation era [CIRPe], 15 pkt. wg punktacji MNiSW w 2018 r.; wkład Habilitanta (33%) w powstanie publikacji*

- obejmował m. in.: przegląd literatury z zakresu modelowania systemów produkcyjnych metodą dynamiki systemów (SD), opracowanie modelu operacji wykonywanych manualnie z uwzględnieniem dobowej zmiany produktywności pracowników i zmiany obsady stanowisk, opracowanie planu badań dynamiki systemu produkcyjnego, symulację modelu, analizę wyników, uczestniczenie w opracowaniu wniosków i przygotowaniu pierwszej wersji artykułu.
- 3) Litwin P., Antonelli D., Stadnicka D.: *Disabled employees on the manufacturing line: Simulations of impact on performance and benefits for companies. IFAC-PapersOnLine, 2022, t.55, z.10, s.848-853, ISBN/ISSN: 2405-8963, 10th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM 2022*, 20 pkt. wg punktacji MEiN w 2022 r.; wkład Habilitanta (33%) w powstanie publikacji obejmował m. in.: propozycję rozwiązania problemu badawczego, przegląd literatury z zakresu zastosowania metody SD w analizie systemu produkcyjnego, opracowanie modelu produkcji i sprzedaży zależnej od popytu, określenie wpływu zatrudnienia niepełnosprawnych pracowników na kształtowanie ceny wyrobu, popyt i przychód przedsiębiorstwa, opracowanie planu badań, symulację modelu, analizę wyników, uczestniczenie w opracowaniu wniosków, przygotowaniu pierwszej wersji artykułu i koordynacji procesu wydawniczego.
 - 4) Stadnicka D., Litwin P.: *Value stream and system dynamics analysis - an automotive case study. Procedia CIRP 2017, CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering [CIRP ICME] 2017*, 15 pkt. wg punktacji MNiSW w 2017 r.; wkład Habilitanta (50%) w powstanie publikacji obejmował m. in.: opracowanie metodyki badań, przedstawienie propozycji rozwiązania problemu badawczego przez opracowanie modelu metody SD procesu produkcyjnego na podstawie mapy przepływu strumienia wartości, symulację modelu i analizę wyników, przedstawienie modyfikacji procesu i określeniu ich wpływu na zapas produkcji w toku i na czas pracy urządzeń, uczestniczenie w opracowaniu wniosków i przygotowaniu manuskryptu artykułu.
 - 5) Stadnicka D., Litwin P.: *Value stream mapping and system dynamics integration for manufacturing line modelling and analysis. International Journal of Production Economics, 2019, t.208, s.400-411, ISBN/ISSN: 0925-5273*, 140 pkt. wg punktacji MNiSW w 2019 r., IF: 5,134.; wkład Habilitanta (50%) w powstanie publikacji obejmował m. in.: zainicjowanie procesu badawczego, przedstawienie koncepcji połączenia metody SD z danymi przedstawionymi na mapie strumienia wartości (VSM), określenie zestawu danych wymaganych do opracowania modelu procesu produkcyjnego, opracowanie metodologii prowadzenia badań symulacyjnych, współpracy w przygotowaniu procedury integracji metody SD z VSM, opracowanie modelu procesu produkcyjnego na podstawie mapy stanu obecnego, zrealizowanie symulacji modelu i analizy wyników, opracowanie wniosków i propozycji doskonalenia procesu produkcyjnego, opracowanie modelu SD dla przygotowanej mapy stanu przyszłego, przeprowadzenie jego symulacji i analizy wyników, uczestniczenie w opracowaniu wniosków i przygotowaniu pierwszej wersji artykułu.
 - 6) Stadnicka D., Litwin P.: *Problems of System Dynamics model development for complex product manufacturing process. Journal of Physics: Conference Series, 2022, t.2198, s.1-9, ISBN/ISSN: 1742-6588, 15th Global Congress on Manufacturing and Management*, 40 pkt. wg punktacji MEiN w 2022 r.; wkład Habilitanta (50%) w powstanie publikacji obejmował m. in.: propozycję tematyki badań, wykazanie możliwości zastosowania metody SD w modelowaniu złożonych procesów, opracowanie modeli stanowisk produkcyjnych na podstawie mapy przepływu strumienia wartości, opracowanie konstrukcji modeli,

przedstawienie alternatywnych modeli dla tego samego stanowiska i omówienie różnic w ich działaniu, uczestniczenie w opracowaniu wniosków i przygotowaniu pierwszej wersji artykułu.

- 7) Litwin P., Stadnicka D.: *Computer Modeling and Simulation in Engineering Education: Intended Learning Outcomes Development*. [in:] *Advances in Manufacturing II: Volume 3 -Quality Engineering and Management*, (pod red.) Adam Hamrol, Marta Grabowska, Damjan Maletic, Ralf Woll, 2019, Cham: Springer, t. 3, s.169-184, ISBN/ISSN: 978-3-030- 17268-8, Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna "Manufacturing 2019", 40 pkt. wg punktacji MNiSW w 2019 r.; wkład Habilitanta (50%) w powstanie publikacji obejmował m. in. : analizę korzyści z wykorzystania modelowania i symulacji w kształceniu inżynierów, zdefiniowanie zamierzonych efektów kształcenia dla modelowania i symulacji sytuacji problemowych, przygotowanie propozycji treści kształcenia z zakresu analizy przepływu pracy w projekcie narażonym na ryzyko, uczestniczenie w opracowaniu wniosków i przygotowaniu pierwszej wersji artykułu.

Reasumując, z przeglądu wskazanych 7 publikacji naukowych wynika, że średni udział Habilitanta w ich powstaniu wyniósł 43% (artykuły miały kilku, 2 lub 3 osoby, autorów), a obejmował najczęściej takie działania kreatywne, jak: zainicjowanie procesu badawczego, przedstawienie koncepcji badawczej, opracowanie modeli i przeprowadzenie symulacji zaproponowanych modeli, analizę otrzymanych wyników, propozycję działań doskonalących wybrane procesy produkcyjne, opracowanie modeli przyszłościowych działań oraz uczestniczenie w opracowaniu wniosków końcowych i przygotowaniu pierwszej wersji artykułu.

Przystępując do oceny osiągnięcia naukowego i dorobku naukowego Habilitanta wskazać należy, iż zasadniczy obszar jego zainteresowań naukowych dotyczy obszaru wprowadzania metody dynamiki systemów (SD) do analizy procesów i systemów produkcyjnych. Habilitant słusznie przyjmuje, że metoda ta cechuje się unikatowymi właściwościami niezbędnymi do opracowania kompleksowych modeli i realizacji symulacji numerycznej złożonych procesów i systemów, odzwierciedla bowiem m. in. ciągły upływ czasu, umożliwia syntezę systemów poddawanych analizie i obserwację zagregowanych efektów, charakteryzuje także zachowanie się systemów przez opis ich struktury. W przeprowadzonych przez Habilitanta badaniach literaturowych w tym zakresie stwierdził on stopniowy wzrost liczby publikacji dotyczących zastosowań metody SD w obszarze „inżynierii mechanicznej” oraz zauważył jednocześnie nadal mały udział prac dotyczących opracowania szczegółowych modeli procesów produkcyjnych wykonanych tą metodą, co dało mu uzasadniony asumpt do podjęcia tej problematyki.

W przywołanej na początku tego rozdziału autorskiej monografii, traktowanej przez Habilitanta jako główne osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę do ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego, podjął on próbę pogłębienia badań w wyżej wskazanym zakresie dla scharakteryzowania oraz podsumowania uzyskanych wyników, dotyczących zarówno zalet, jak i ograniczeń stosowania metody SD w analizie procesów produkcyjnych, jak i rozwinięcia niektórych wątków tematycznych w zakresie stosowania metody SD w odniesieniu zwłaszcza do procesów produkcyjnych. Scharakteryzował więc w monografii proces tworzenia modelu i prowadzenia symulacji numerycznej metodą SD oraz przeprowadził analizę obszarów stosowania głównych metod symulacji numerycznej w „inżynierii mechanicznej”. Habilitant wykazał, iż metoda SD stanowi wszechstronne narzędzie symulacji

numerycznej w zagadnieniach badawczych „inżynierii mechanicznej”, w szczególności we wszystkich etapach cyklu stosowania różnych technologii. Przeprowadzona przez niego analiza porównawcza pozwoliła na scharakteryzowanie właściwości użytkowych metod SD oraz DES i ABMS. Habilitant ustalił, że metoda SD umożliwia między innymi zgłębienie zasad funkcjonowania systemu poddanego analizie oraz przyspiesza budowę konsensusu wśród jego użytkowników. Habilitant zaangażował się również w proces identyfikacji i wyodrębnienia problemów związanych z użyciem metody SD. Wykazał, że opracowanie szczegółowych modeli procesów produkcyjnych jest ograniczone, ponieważ w modelach metody SD wprowadza się najczęściej elementy na wysokim poziomie abstrakcji i skupia się przede wszystkim na analizie efektów zagregowanych. Na podstawie analizy literatury Habilitant stwierdził jednocześnie, że dotychczas zaprezentowano tylko nieliczne prace podejmujące szczegółowe modelowanie metodą SD pojedynczych obrabiarek lub kilku połączonych szeregowo urządzeń. Analiza rezultatów badań w tym zakresie wskazała, że przeszkodą w tworzeniu szczegółowych modeli aktualnie realizowanych procesów produkcyjnych jest również ich duża złożoność. Jednocześnie badania wykazały wysoką zgodność wyników symulacji numerycznej z użyciem modelu SD z wynikami rzeczywistego procesu produkcyjnego.

Stwierdzone przez Habilitanta ograniczone dane literaturowe, charakteryzujące zastosowania szczegółowych modeli metody SD w analizie procesów produkcyjnych, stanowiły podstawę do podjęcia przez niego prób dokładnego ich odwzorowania w badaniach własnych. Analiza dostępnych danych literaturowych oraz wyników badań własnych była podstawą do przyjęcia założenia, że stworzenie zestawu modeli wzorcowych elementów procesu produkcyjnego umożliwi znaczące usprawnienie opracowania szczegółowego jego modelu, również dla złożonego procesu. **Jako jeden z istotnych elementów autorskich prac wykonanych przez Habilitanta przyjąć należy opracowanie zestawu modeli wzorcowych**, w których uwzględniono: obrabiarkę z zasobnikiem wejściowym, przepływ wyrobów w linii produkcyjnej, cykliczne uzupełnianie zapasów, dostępność operatora, awarię obrabiarki, obsługę wyrobów z wadami, tworzenie zestawu elementów i montaż wyrobu, demontaż wyrobu i rozdzielanie zestawu elementów, równoległe przetwarzanie wyrobów w procesie technologicznym, a także organizację przepływu produkcji. **Dla każdego modelu opracowano charakterystykę jego struktury, opis działania oraz sposób zastosowania, a ważnym elementem realizowanych zadań badawczych było zobrazowanie sposobu wykorzystania opracowanych autorskich modeli wzorcowych.** W monografii przedstawiono przykłady symulacji numerycznej modeli niektórych operacji składowych procesu produkcyjnego. Omówiono także wyniki symulacji oraz wskazano możliwości modyfikacji modelu metody SD. Uwzględniono w tym etapie badań szeroką gamę modeli, a wśród nich modele: okresowych dostaw i braku dostawy, dyskretyzacji przepływu wyrobów, przemieszczania się wyrobów w systemie produkcji typu „pull”, awarii urządzenia, usuwania awarii, tworzenia zestawu elementów i rozdzielania zestawu elementów, a także przetwarzania na równoległych stanowiskach z przekazaniem wyrobu na wolne stanowisko. Wykonano również analizę uzyskanych wyników badań dla określenia wpływu zmienności popytu na koszty funkcjonowania procesu produkcyjnego w łańcuchu dostaw. Ustalono stopień wpływu organizacji przepływu informacji na stan zapasów oraz w konsekwencji na koszty magazynowania ponoszone przez firmę produkcyjną. **Habilitant potwierdził zatem użyteczność metody SD, która umożliwia uwzględnienie w opracowanym modelu przepływu różnego rodzaju zasobów i możliwość interakcji systemu produkcyjnego z otoczeniem, w tym z uczestnikami łańcucha dostaw.** Ponieważ analiza danych literaturowych i wyniki własnych badań wskazały ponadto, że znaczącym ograniczeniem wprowadzania metody SD do modelowania procesów i linii produkcyjnych jest brak powszechnie

akceptowanej i wszechstronnej procedury zapewniającej opracowanie modeli dokładnie odwzorowujących rozważane cechy badanego systemu, a przed przystąpieniem do opracowania modelu i przeprowadzenia symulacji numerycznej, niezbędne jest uwzględnienie wszelkich istotnych informacji charakteryzujących proces. Habilitant ustalił w przeprowadzonych badaniach, że możliwe jest opracowanie modelu procesu produkcyjnego wyłącznie na podstawie parametrów dostępnych na rozszerzonej mapie strumienia wartości. Zaproponował również sposób integracji metody SD z mapowaniem strumienia wartości. Dlatego określił zestaw parametrów niezbędnych do opracowania modelu odwzorowującego szczegółowo, z dokładnością do pojedynczej sztuki, przepływ produkcji w linii produkcyjnej. Habilitant wprowadził w tym zestawie także parametry charakteryzujące zakłócenia przepływu produkcji. Określił również sposób połączenia analizy procesów produkcyjnych za pomocą metody SD z mapowaniem strumienia wartości dla rozszerzenia zakresu użyteczności wyników symulacji numerycznej. Zaproponowane połączenie metody SD i VSM opracował Habilitant na podstawie przyjętych etapów mapowania strumienia wartości, a obejmuje ono zastosowanie wyników symulacji numerycznej procesu produkcyjnego do opracowania mapy stanu przyszłego tego procesu oraz wskazanie propozycji usprawnień, istotnie i pozytywnie oddziałujących na parametry procesu produkcyjnego.

Ocena osiągnięcia naukowego: Jako istotne osiągnięcie naukowe Habilitanta przyjąć należy zatem fakt, iż analiza wyników przeprowadzonych przez niego prac i badań umożliwiła scharakteryzowanie kompleksowego podejścia do implementacji metody SD w analizie i doskonaleniu organizacji procesów produkcyjnych. Zidentyfikował on trudności w opracowaniu modeli systemów produkcyjnych przy użyciu metody SD i zaproponował autorskie rozwiązania obejmujące zestaw modeli wzorcowych oraz sposób integracji metody SD i mapowania strumienia wartości. Habilitant udokumentował, iż przyjęcie tej koncepcji umożliwia rozszerzenie zakresu zastosowania metody SD w symulacji numerycznej procesów produkcyjnych, zwiększa użyteczność wyników prowadzonych symulacji tą metodą oraz w efekcie jest podstawą doskonalenia systemów produkcyjnych poddawanych analizie.

Uważam zatem, że osiągnięcie naukowe dr inż. Pawła Litwina, zaprezentowane w monografii i w 7 publikacjach naukowych, zasługuje w pełni na pozytywną ocenę, gdyż spełnione są wymagania dotyczące masy krytycznej dorobku naukowego, kwalifikującej ten dorobek do uznania go za osiągnięcie naukowe. Tak więc stwierdzam, iż przedstawione osiągnięcie naukowe jest oryginalnym wkładem Habilitanta w rozwój dziedziny „Nauk inżyniersko-technicznych”, w dyscyplinie „Inżynieria mechaniczna”.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej

Analizując całościowo obszar istotnej aktywności naukowej dr inż. Pawła Litwina można stwierdzić, że zawiera się on w problematyce wsparcia rozwoju współczesnych procesów produkcyjnych, cechujących się obecnie znaczną złożonością z uwagi na to, że wyroby są wytwarzane w wielu skomplikowanych procesach i operacjach technologicznych obróbki i montażu, których dysponenci są pod presją nieustannego doskonalenia i dostosowywania się do zmieniającego się otoczenia rynkowego. Stąd pojawiła się konieczność opracowania ich modeli i prowadzenia symulacji numerycznych tych procesów, a modelowanie i symulacja numeryczna są niezbędne dla oceny nowych lub modyfikowanych procesów i systemów przed ich wdrażaniem. Trafnie wybrana przez Habilitanta, będąca przedmiotem jego szczególnego

zainteresowania naukowego i wdrożeniowego, metoda SD jest tu szczególnie przydatna w rozwiązywaniu skomplikowanych zagadnień badawczych, również w obszarze technologicznym. Umożliwia ona bowiem analizę systemów złożonych z wielu elementów składowych, powiązanych zależnościami przyczynowo skutkowymi, często w formie pętli sprzężeń zwrotnych.

Stwierdzam, że aktywność naukowa Habilitanta umożliwiła istotny postęp w zakresie podstaw i koncepcji wprowadzenia narzędzi i technik wspierających stosowanie metody SD w analizie procesów produkcyjnych, w tym szczególnie w odniesieniu do:

- analizy wyników dotychczas prowadzonych badań oraz wykazania zalet i ograniczeń w stosowaniu metody SD w symulacji numerycznej procesów produkcyjnych, co stanowiło to podstawę do podjęcia kompleksowych działań na rzecz poprawy użyteczności stosowania metody SD w analizie i doskonaleniu procesów produkcyjnych,
- opracowania autorskiego zestawu modeli wzorcowych elementów procesu i systemu produkcyjnego, gdzie określono zestaw danych wejściowych, strukturę, zasadę działania wykonanych modeli i wykazano możliwości zwiększenia efektów analizy wyników symulacji numerycznej w usprawnianiu procesów produkcji z zastosowaniem tych modeli,
- charakterystyki sposobu połączenia metody SD z mapowaniem strumienia wartości dla zwiększenia efektu wdrożenia uzyskanych wyników symulacji numerycznej do przemysłu,
- ustalenia sposobu opracowania szczegółowego modelu do symulacji złożonego procesu wytwarzania z uwzględnieniem dostępności materiału i zapotrzebowania operacji technologicznych, gdzie stwierdzono możliwość opracowania modelu procesu produkcyjnego na podstawie danych zgromadzonych w mapie VSM,
- scharakteryzowania dokładnego odwzorowania przetwarzania i przekazywania wyrobów w linii produkcyjnej wraz ze wskazaniem możliwości tworzenia modeli procesów uwzględniających różne poziomy ich agregacji,
- określenia szczegółowego modelowania przepływu wyrobów w złożonym procesie produkcyjnym na podstawie czasu cyklu realizowanych operacji technologicznych, gdzie wykazano też, że zastosowanie metody SD do symulacji numerycznej procesu produkcyjnego umożliwia zobrazowanie stanu zapasów i ułatwia zarządzanie nimi,
- ustalenia stopnia wpływu zatrudnienia pracowników z niepełnosprawnością na wielkość przychodów i kosztów produkcji; opracowano tu model procesu produkcyjnego w otoczeniu rynkowym, obejmujący złożone zależności między liczbą pracowników z niepełnosprawnością, wielkością produkcji, ceną wyrobu i popytem,
- wykazania zasadności wprowadzania metody SD do analizy funkcjonowania przedsiębiorstw w sieci współpracy, a w symulacji numerycznej modelu łańcucha dostaw - określenia stopnia wpływu przyjętej konfiguracji obiegu informacji na poziom zapasów w warunkach zmiennego popytu,
- opracowania modelu obsady stanowisk roboczych do zastosowania w hybrydowej symulacji numerycznej SD - DES procesu produkcji z uwzględnieniem zmian popytu oraz zmiennej produktywności pracowników w ciągu doby,
- zdefiniowania efektów kształcenia inżynierów w obszarze modelowania i symulacji procesów produkcyjnych i systemów technicznych i scharakteryzowania korzyści zastosowania nauki opracowania modeli i prowadzenia symulacji numerycznej w kształceniu kadr dla przemysłu.

Wskazując całościowo na aktywność naukową Habilitanta, w tym w okresie realizacji rozprawy doktorskiej, zwrócić należy uwagę na innowacyjność podejmowanej przeszło 20 lat temu problematyki, a mianowicie zastosowań sztucznych sieci neuronowych oraz wprowadzania modelowania i symulacji numerycznej metodą elementów skończonych do wyznaczania parametrów procesu technologicznych (konkretnie gięcia metalowych profili konstrukcyjnych). Wyniki swoich badań Habilitant prezentował na międzynarodowych konferencjach: Technologia 1999 (Bratysława), Cold Metal Forming 2000 (Cluj – Napoca), Mechanics 2000 (Rzeszów), Technologie Produkcji Rur w Przemysle Metali Nieżelaznych 2002 (Zakopane).

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuował on badania w zakresie procesu gięcia metalowych profili konstrukcyjnych oraz dokładności wykrawania blach (m. in. w ramach grantu U-6506/G, Nr 3 T08B 042 26). Dla aktywnego udziału w realizacji projektów badawczych macierzystej jednostki – Zakładu Informatyki, w obszar prowadzonej własnej pracy naukowej włączył następnie zagadnienia związane z zastosowaniem metody symulacji agentowej (ABMS) w modelowaniu i symulacji numerycznej, m. in.: procesów biznesowych przedsiębiorstw, wirtualnych organizacji, dynamicznej wyceny wyrobów, łańcuchów dostaw i rozszerzonych przedsiębiorstw. Wyniki tych prac prezentował na międzynarodowych konferencjach INFOS 2012 i 2014 (Krynica-Zdrój). Dyskusja wyników symulacji numerycznej opracowanego modelu rozszerzonego przedsiębiorstwa w zespole badawczym w Zakładzie Informatyki wskazała na celowość zastosowania metody SD do badania procesów biznesowych w przedsiębiorstwach. Pierwszym obiektem badań w tym obszarze było ustalenie przepływu materiału i informacji w łańcuchu dostaw, co doprowadziło do podjęcia się realizacji zagadnień badawczych dotyczących modelowania procesu produkcyjnego. Ich wyniki zaprezentował Habilitant m. in. na międzynarodowych konferencjach CIRPICME 2017 (Ischia) i 24th International Conference on Production Research, ICPR 2017 (Poznań). Rezultaty badań przedstawione podczas konferencji w Ischii stanowiły punkt wyjścia współpracy Habilitanta z prof. D. Antonelli z Politechnico di Torino. Wspólne prace badawcze, oprócz modelowania i symulacji procesów produkcyjnych, dotyczyły także oceny stopnia przygotowania pracowników do stosowania inteligentnych systemów produkcyjnych.

W latach 2018 – 2019 Habilitant pełnił funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgr inż. Ł. Paśko. W realizowanych wspólnie pracach w obszarze zastosowań metod analizy i eksploracji danych dla zapewnienia jakości opakowań szklanych uzyskano rezultaty, które zostały opublikowane jako rozdziały w dwóch monografiach:

- Paśko Ł., Litwin P.: Metody klasteryzacji danych w badaniu podobieństwa parametrów procesu wytwórczego [w:] Inżynieria zarządzania. Cyfryzacja produkcji. Aktualności badawcze 2, (pod red.) Ryszard Knosala, 2020, PWE Warszawa, s.959-968,
- Paśko Ł., Litwin P.: Methods of Data Mining for Quality Assurance in Glassworks, Collaborative Networks and Digital Transformation: 20th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises.

W okresie ostatnich kilku lat, Habilitant zdynamizował swoją działalność, w tym zaliczył kilka pobyków (głównie zagranicznych) i staży oraz konferencji, gdzie m. in.:

- podczas pobytu w Turynie (wrzesień 2019) Habilitant był w Politechnico di Torino, by wspólnie z prof. D. Antonelli realizować badania efektu ekonomicznego włączania osób z niepełnosprawnością do produkcji wyrobów,

- odbył wizyty w: Królewskim Instytucie Technologicznym w Sztokholmie (2 razy), Uniwersytecie w Pizie, Uniwersytecie w Lublaniu i Uniwersytecie Technicznym w Koszycach,
- podczas tygodniowej wizyty w ramach programu Erasmus+ STA w Narodowym Uniwersytecie Technicznym w Atenach prowadził wykłady dla doktorantów w zakresie zastosowania metody SD w analizie przemysłowych procesów produkcyjnych,
- odbył miesięczny staż badawczy w Katedrze Informatyzacji i Robotyzacji Produkcji (KIiRP) na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej (15.06–14.07.2023 r., w ramach projektu „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego”; podczas stażu Habilitant: wygłosił wykład dla studentów, przedstawił referat na seminarium KIiRP, pt.: "Dynamika systemów w organizacji procesów produkcyjnych", realizował prace badawcze, m. in.: dotyczące analizy procesu produkcyjnego (regeneracji zacisków hamulców), a także nawiązał współpracę z przedsiębiorstwem Borg Automotive Sp. z o.o.,
- w ramach prezentacji rozwiązań związanych z obszarem innowacji dydaktycznych i stosowania symulacji numerycznej w kształceniu inżynierów Habilitanta wystąpił na konferencjach: Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji 2018 i 2019 (Zakopane), Manufacturing 2019 (Poznań), Lean Learning Academy 2022 (Rzeszów), Helmeto 2022 (Palermo), Assembly Techniques and Technologies – ATT 2022 (Cisna) i Lean Learning Academy 2023 (Rzeszów).

Kontynuując wątek omawiania **współpracy międzynarodowej Habilitanta** wskazać należy, że **uczestniczył on w realizacji zadań badawczych w ramach znaczących projektów międzynarodowych** (LEAN, ILALEAN, Tiphys, Maestro, Edures, TET), co stanowiło podstawę współpracy z naukowcami biorącymi w nich udział (m. in. z Włoch, Szwecji, Słowenii, Słowacji, Portugalii, Niemiec i Grecji), która dotyczyła:

- prowadzenia badań dla określenia stopnia oddziaływania wprowadzanych technologii dotyczących idei Przemysłu 4.0 (w tym symulacji numerycznej) na realizację celów zrównoważonego rozwoju (CZR) ONZ; uzyskane wyniki tych badań opublikowano w artykule w czasopiśmie 'Sustainability' (IF: 3,889, 2021): Mabkhot M., Ferreira P., Maffei A., Podrżaj P., Mądziel M., Antonelli D., Lanzetta M., Barata J., Boffa E., Finżgar M., Paśko Ł., Minetola P., Chelli R., Nikghadam-Hojjati S., Wang X., C. Priarone P., Lupi F., Litwin P., Stadnicka D., Lohse N. : Mapping Industry 4.0 Enabling Technologies into United Nations Sustainability Development Goals, 2021, Sustainability, t.13, z.5, s.1-33,
- przeanalizowania możliwości dostosowania programów kształcenia inżynierów przemysłowych dla realizacji CZR, a wyniki tych badań opublikowano w czasopiśmie 'Computers in Industry' (IF: 10.0, 2022): Lupi F., Mabkhot M., Finżgar M., Minetola P., Stadnicka D., Maffei A., Litwin P., Boffa E., Ferreira P., Podrżaj P., Chelli R., Lohse N., Lanzetta M.: Toward a sustainable educational engineer archetype through Industry 4.0, 2022, Computers in industry, t.134, s.1-16.

Aktualnie, w ramach pracy naukowej własnej, oprócz badań z zakresu symulacji numerycznej oraz analizy i eksploracji danych Habilitant prowadzi także prace naukowo-badawcze dotyczące zagadnienia złożoności obliczeniowej algorytmów kompresji. W tym zakresie Habilitant:

- opracował artykuł przedstawiający nowatorski algorytm kompresji, przygotowany wspólnie z dr A. Chmielowcem, opublikowany w czasopiśmie Entropy (IF: 2,738, 2021),

- zrealizował badania w ramach projektu pt.: „Rozwiązania prezentacji treści graficznych z implementacją energooszczędnych algorytmów kryptograficznych w bezpiecznych protokołach transmisji danych na wyświetlaczach typu e-papier”, bon na innowację POIR.02.03.02-12-0062/19.

Reasumując **istotna aktywność naukowa Habilitanta skupia się aktualnie na projektach dotyczących:**

- wykorzystania metod i narzędzi sztucznej inteligencji w analizie danych oraz modelowaniu i symulacji dla zastosowań biznesowych i inżynierskich,
- opracowania rozwiązań programowych dla komputerowo wspomaganego zarządzania przedsiębiorstwem i inżynierii produkcji,
- doboru metod, technik i narzędzi informatycznych oraz koncepcji ich wykorzystania w projektowaniu rozwiązań dla idei Przemysłu 4.0 i koncepcji wykorzystania tych metod, technik i narzędzi informatycznych dla realizacji celów zrównoważonego rozwoju, czyli praktycznie w kierunku idei Przemysłu 5.0, **co należy bardzo wysoko ocenić, mając na uwadze aktualne trendy badawcze w świecie i wyzwania globalnej gospodarki, w tym zwłaszcza przemysłu.**

Sumarycznie poszczególne parametry aktywności naukowej Habilitanta wynoszą:

- liczba opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych – 14 pozycji,
- liczba opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych – 17 pozycji,
- liczba wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych – 18 pozycji,
- udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych – 4 pozycje,
- uczestnictwo w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych – 2 pozycje,
- recenzje prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych – sumarycznie 9 recenzje,
- uczestnictwo w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych – 6 pozycji,
- współpraca ze sektorem gospodarczym – 2 prace,
- wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na rzecz instytucji publicznych lub przedsiębiorców – 3 pozycje.

Natomiast podstawowe dane bibliometryczne Habilitanta to:

- Impact Factor – po doktoracie: 21,761
- liczba cytowań i publikacji wnioskodawcy (z dnia 06.09.2023 r.) – wg bazy:
 - Web of Science – 139
 - Scopus – 191
 - Google Scholar – 369
- Indeks Hirscha – wg bazy:
 - o Web of Science – 6
 - o Scopus – 6
 - o Google Scholar – 9
- liczb punktów MNiSW:
 - przed doktoratem – 20,48;
 - po doktoracie – 392,39

Ocena istotnej aktywności naukowej: Dr inż. Paweł Litwin ma wyróżniający się dorobek dotyczący aktywności naukowej, mierzony kryteriami publikacyjnymi, zwłaszcza

nieindeksowanymi: pracami naukowo-badawczym, raportami, opracowaniami naukowo-technicznymi oraz pracami dla przemysłu, wsparty silnie rozwijającą się w ostatnim okresie, aktualną tematycznie, współpracą międzynarodową. Podkreślić należy, że zasadnicze dokonania własne Habilitanta są w zakresie bardzo rozwijanej w świecie problematyki badawczej. Uważam zatem, że zaprezentowana aktywność naukowa Habilitanta może być uznana za znaczący wkład w rozwój nauki i moim zdaniem przedstawiona do oceny istotna aktywność naukowa Habilitanta spełnia kryterium stawiane osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego.

5. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego

Analiza przedstawionych materiałów pozwala stwierdzić, że dr. inż. Paweł Litwin wykazuje **wyróżniające się zaangażowanie w działalność dydaktyczną swojego wydziału i uczelni**. Oto przykłady tego zaangażowania:

- pełnił funkcję Prodziekana ds. kształcenia Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa (WBMiL) w latach 2005 – 2012,
- nadzorował proces kształcenia studentów kierunków: Inżynieria materiałowa, Mechanika i budowa maszyn, Transport oraz Zarządzanie i inżynieria produkcji, w zakresie m. in.: wdrażania etapów procesu bolońskiego – podział na studia 1, 2 i 3 stopnia,
- uczestniczy od października 2012 r. w pracach Wydziałowej Komisji ds. Zapewnienia Jakości Kształcenia (WKZJK), a od roku 2016 jest członkiem Uczelnianej Komisji ds. Zapewnienia Jakości Kształcenia, przewodniczy pracom WKZJK i jestem wydziałowym Koordynatorem ds. Jakości Kształcenia od 2020 r.
- był promotorem 41 dyplomowych prac magisterskich i 23 dyplomowych prac inżynierskich,
- był recenzentem 44 prac dyplomowych,
- prowadzi, od zatrudnienia na stanowisku adiunkta, zajęcia dla studentów kierunków studiów: Zarządzanie i Inżynieria Produkcji oraz Inżynieria Środków Transportu z takich kluczowych przedmiotów, jak m. in.: Modelowanie symulacyjne, Bazy danych, Projektowanie aplikacji dla przedsiębiorstw, Informacyjne systemy zarządzania czy Zarządzanie projektami,
- uczestniczy w realizacji międzynarodowych projektów: LEAN, ILA – LEAN, TYPHIS, MAESTRO, EDURES, TET (w ramach tych projektów są rozwijane i promowane innowacyjne narzędzia, techniki i programy kształcenia inżynierów),
- opracował wiele materiałów pomocniczych do zajęć dydaktycznych dostępnych do pobrania w formie elektronicznej, m. in. jest współautorem monografii dydaktycznej: Jakieła J., Litwin P.: Bazy danych. Przewodnik architekta informacji, wyd. Koraw, Rzeszów 2011.

W zakresie **działalności organizacyjnej** Habilitant:

- od 01.09.2017 r. pełni funkcję kierownika Zakładu Informatyki,
- kierował projektami Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (2009 – 2015): „Zwiększenie liczby absolwentów na kierunkach mechanika i budowa maszyn oraz mechatronika” i „Bilans inżynierów na plus”,
- był organizatorem wykładów z zakresu doradztwa zawodowego i prawa pracy, kursów języka angielskiego technicznego, wykładów naukowców z polskich i zagranicznych uczelni (Czechy, Słowacja, USA), także wykładów specjalistów z przemysłu (m. in.: Pratt & Whitney, PZL Mielec, Zakłady Lotnicze Margański & Mysłowski),

- organizował również wizyty studyjne w uczelniach i zakładach przemysłowych oraz konkursy stypendialne,
- bierze udział w pracach Lean Learning Academy (LLA), a w OBSERWATORIUM WBMiL, powołanym w projekcie LLA, m. in. uczestniczył w opracowaniu ankiet dla pracodawców, których celem było m. in. określenie sylwetki „idealnego kandydata” dla stanowisk pracy inżynierów,
- w ramach współpracy z otoczeniem gospodarczym organizował staże przemysłowe i wykonywał opinie o innowacyjności dla przedsiębiorstw.

W obszarze **działalności popularyzatorskiej i eksperckiej** Habilitant:

- bierze aktywny udział w organizacji wydarzeń promujących Politechnikę Rzeszowską i kształcenie inżynierów, w tym m. in.: Dni Otwarte PRz, Targi Edukacyjne, Targi Pracy, Salon Maturzystów, Dziewczyny na Politechniki,
- wygłosił 16 referatów sesyjnych i przygotował materiały do 19 prezentacji konferencyjnych,
- prowadził sesję na międzynarodowej konferencji ICPR 2017,
- był zaangażowany w organizację międzynarodowych konferencji naukowych, w tym był członkiem komitetu naukowego 2 konferencji LLA i członkiem komitetu organizacyjnego 2 konferencji: INFOS, LLA,
- wykonał, jako pracownik PRz recenzje artykułów naukowych dla redakcji czasopism: International Journal of Production Economics (2 recenzje), Processes (2 recenzje), Applied Sciences (2 recenzje), Sustainability i Applied Computer Science,
- współpracuje, na podstawie podpisanej umowy, z przedsiębiorstwem Pass Polska w zakresie usprawniania organizacji produkcji.

W zakresie **podnoszenia kompetencji zawodowych** Habilitant:

- uczestniczył i uczestniczy w wielu szkoleniach dotyczących m. in. zagadnień: realizacji badań naukowych, prowadzenia zajęć dydaktycznych, m. in. z zakresu: zastosowań statystyki w badaniach naukowych, metod symulacji ciągłej i dyskretnej, zarządzania projektami, zwinnych metodyk projektowych, systemów baz danych i e-learningu,
- uczestniczy w pracach Komitetu Technicznego ds. kompetencji ICT (technologii informacyjno - komunikacyjnych) Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, od 2022.

Habilitant **otrzymał** następujące **nagrody**:

- Rektora Politechniki Rzeszowskiej za działalność naukową – współautorstwo publikacji naukowych, 2021 r.,
- Rektora Politechniki Rzeszowskiej za działalność naukową – za pracę doktorską, 2003 r.,
- za najlepszy artykuł: Paśko Ł., Litwin P.: „Methods of data mining for quality assurance in glassworks”, Collaborative Networks and Digital Transformation, na konferencji: 20th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2019, Turyn.

Przedstawione powyżej poszczególne informacje dotyczące działalności dr inż. Pawła Litwina wskazują na jego dużą aktywność, zarówno w sferze dydaktyki, jak i działalności organizacyjnej oraz działalności popularyzatorskiej, a także pozwalają stwierdzić, iż podnosi on nadal swoje kwalifikacje w różnych obszarach dziedziny ‘ nauk inżynieryjno-technicznych’.

6. *Opinia końcowa*

Biorąc pod uwagę wszystkie istotniejsze informacje dotyczące dorobku dr inż. Pawła Litwina, ocenione i wypunktowane następnie w zasadniczych (to jest w p. 3 i 4) elementach niniejszej recenzji, dotyczących osiągnięcia naukowego i istotnej aktywności naukowej, a także uwzględniając różnorodny dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski (wskazany w p. 5 recenzji) stwierdzam, że osiągnięcie naukowe, istotna aktywność naukowa oraz pozostałe dokonania dr inż. Pawła Litwina spełniają wymagania, stanowiące podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie „nauk inżynieryjno-technicznych”, w dyscyplinie „Inżynieria Mechaniczna”, zgodnie z kryteriami zawartymi w obowiązujących przepisach.

Bydgoszcz, 25-01-2024 r.

Andrzej Dupuński