

RECENZJA

Wniosku dr. inż. Pawła Litwina w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego na podstawie pisma Przewodniczącego Rady ds. Stopni Naukowych w Dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej dr hab. inż. Andrzej Burghardt, prof. PRz, o sygnaturze RM/531-07-05/2023 z dnia 23 listopada 2023 r.

1. Podstawowe dane o kandydacie

Dr inż. Paweł Litwin jest absolwentem Politechniki Rzeszowskiej, Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa. W roku 2003 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dziedzinie Nauk Technicznych na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, broniąc pracy doktorskiej pt. *„Wyznaczanie podstawowych parametrów procesu gięcia otwartych i zamkniętych profili konstrukcyjnych”*. Od 1996 roku jest zatrudniona w Zakładzie Informatyki, Politechniki Rzeszowska na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa, najpierw na stanowisku asystenta, następnie adiunkta a w latach 01.02.2020 – 31.01.2022 profesora uczelni w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr inż. Paweł Litwin przedstawił do oceny jako najważniejsze osiągnięcie naukowe monografię naukową pt. *„Zastosowanie metody dynamiki systemów w analizie procesów produkcyjnych”* wydaną przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów w roku 2023 oraz cykl siedmiu publikacji powiązanych tematycznie.

Dynamika systemów (dynamika systemowa, System Dynamics – SD) jest metodą szczególnego podejścia do problemów zarządzania w systemach gospodarczych. Jest to technika symulacji ciągłej, opracowana pod koniec lat pięćdziesiątych XX wieku przez Jaya W. Forrester'a i jego współpracowników z Massachusetts Institute of Technology. Według twórcy dynamiki systemowej „stosowanie metody SD polega na badaniu cech charakterystycznych informacyjnego sprzężenia zwrotnego występującego w działalności gospodarczej, w celu wykazania, w jaki sposób struktura organizacyjna, zwiększanie planów oraz opóźnienia czasowe (obserwowane w decyzjach i działaniach) oddziałują na siebie i wpływają na powodzenie przedsiębiorstwa”. Zajmuje się badaniem wewnętrznych oddziaływań między strumieniami informacji, pieniędzy, zamówień, materiałów, zatrudnienia i wyposażenia kapitałowego w przedsiębiorstwie, w przemyśle lub całej gospodarce narodowej.

Przeglądając załączone publikacje oraz monografię stwierdzam, że w dużym stopniu informacje z publikacji są zawarte w monografii dlatego w ocenie dorobku Kandydata skoncentruję się na monografii.

Monografia składa się z 6 rozdziałów. W rozdziale 1 zawarto wprowadzenie do tematyki pracy i uzasadnienie podjęcia badań. Rozdział 2 przedstawia stan zagadnienia. Kandydat wykazał znaczenie symulacji numerycznej we współczesnym przemyśle. Scharakteryzował proces modelowania i narzędzia metody dynamiki systemów. Ustalił obszar zastosowań metody SD w modelowaniu i symulacji procesów produkcyjnych. Uważam że rozdział ten przeprowadzono kompetentnie z przedstawieniem najważniejszych pozycji literaturowych.

W rozdziale 3 podsumował wyniki analizy literatury i sformułował główne założenia i cele pracy. Założył, że sposobem poprawy użyteczności wyników symulacji numerycznej

metodą SD jest integracja procedury modelowania i symulacji z mapą strumienia wartości (VSM). Obejmuje ona opracowanie propozycji i wdrożenie usprawnień procesu produkcyjnego. Głównym celem poznawczym pracy jest identyfikacja zarówno zalet, jak również ograniczeń w stosowaniu metody SD w procesie symulacji numerycznej systemów produkcyjnych, także przeprowadzenie ich analizy i doskonalenia.

Autor twierdzi, że pomimo wykazanych zalet, metoda dynamiki systemów jest najczęściej stosowana wyłącznie w analizie ogólnego funkcjonowania systemów, z ograniczonym odwzorowaniem szczegółów, przede wszystkim do wspierania decyzji na poziomie strategicznym lub taktycznym. Nie jest natomiast często używana do modelowania i symulacji numerycznej systemów na poziomie operacyjnym, z dokładnym odwzorowaniem elementów procesów wytwórczych: stanowisk roboczych i linii produkcyjnych oraz kontroli przepływu materiału i gotowych wyrobów. Symulacje numeryczne z użyciem metody SD skupiają się więc dotychczas na prowadzeniu analizy interakcji poszczególnych działów przedsiębiorstwa, m. in.: sprzedaży, produkcji, utrzymania ruchu czy zaopatrzenia, oraz na określeniu stopnia ich interakcji z otoczeniem: klientami, dostawcami, konkurentami oraz instytucjami państwa i samorządu. Dr inż. Paweł Litwin twierdzi, że dotychczasowa analiza rezultatów zastosowania modelowania i symulacji numerycznej współczesnych procesów produkcyjnych pozwala stwierdzić, że głównym problemem jest ich znaczna złożoność. Złożoność procesów produkcyjnych utrudnia opracowanie modelu na wysokim poziomie szczegółowości. Ponadto, czasochłonne gromadzenie danych charakteryzujących proces produkcyjny poddany analizie stanowi kolejne wyzwanie w tworzeniu modeli.

W pewnym stopniu można się z Autorem zgodzić ale jednak w literaturze można znaleźć kilka pozycji dotyczących zastosowania dynamiki systemów do modelowania procesów wytwarzania np. *“Can lean lead to green? Assessment of radial tyre manufacturing processes using system dynamics modelling”*, Vipul Gupta, Gopalakrishnan Narayanamurthy, Padmanav Acharya, w *Computers & Operations Research*, rok 2018, *“Application of system dynamics for analysis of performance of manufacturing systems*, Tigist Fetene Adane, Maria Floriana Bianchi, Andreas Archenti, Mihai Nicolescu, *Journal of Manufacturing Systems*, 2019.

W rozdziale 4 dr inż. Paweł Litwin przedstawia opis realizacji głównych zadań badawczych. Przedstawia modele wzorcowe elementów procesu i systemu produkcyjnego, zestaw danych niezbędnych do opracowania modelu oraz sposób integracji metody SD z mapą strumienia wartości. Z punktu widzenia inżynierii mechanicznej najciekawsze są relacje informacyjne sprzężenia zwrotnego. Zbudował modela wzorcowe dla obrabiarki z zasobnikiem wejściowym, przekazywania materiału w linii produkcyjnej, cyklicznego uzupełniania zapasów, dostępności operatora, awarii obrabiarki, obsługi wyrobów z wadami, tworzenia zestawu elementów i montażu wyrobów, demontażu wyrobów i rozdzielenia zestawu elementów, równoległego przetwarzania wyrobów w procesie technologicznym oraz organizacji przepływu produkcji.

Dr inż. Paweł Litwin w rozdziale 5 wykazał praktyczne zastosowania opracowanych rozwiązań. Analizie poddał pracę elementów systemu produkcyjnego oraz funkcjonowanie procesu produkcyjnego w łańcuchu dostaw. Rozdział ten uważam za najciekawszy dla inżynierii mechanicznej. Opracowane modele wzorcowe poddano weryfikacji w symulacji numerycznej rzeczywistego procesu produkcyjnego.

Kandydat stwierdza, że scharakteryzowane modele odwzorowują strukturę wybranych elementów linii produkcyjnych oraz przepływ materiału w produkcji. Przyjęty poziom dokładności modeli pozwala na wykonanie analizy przemieszczania się pojedynczych wyrobów lub partii. Symulacja numeryczna pozwala również na śledzenie zapasu produkcji w toku. Umożliwia także ocenę wpływu zakłóceń w produkcji na wielkość zapasu materiału i

możliwość kontynuacji produkcji. Należy stwierdzić, że zarówno struktura, jak i równania określające zachowanie modeli nie są nadmiernie złożone. Pewne wątpliwości budzą stwierdzenia, że modele poprawnie odwzorowują przetwarzanie i przepływ produkcji, a przecież nie przeprowadzono żadnej weryfikacji uzyskanych wyników, są to czysto teoretyczne rozważania.

Dr inż. Paweł Litwin dla zwiększenia poziomu użyteczności uzyskanych wyników badań przedstawił również połączenie modelowania i symulacji numerycznej metodą dynamiki systemów z mapowaniem strumienia wartości.

W ostatniej części rozdziału 5 przedstawił symulację numeryczną łańcuchów dostaw, czyli ku mojemu zaskoczeniu zagadnienie, do którego metody dynamiki systemów są powszechnie stosowane. Oczekiwałem np. bardziej rozbudowanej analizy symulacji numerycznej procesu produkcyjnego.

W prowadzonych badaniach Kandydat, założył że konieczne jest uwzględnienie polityki uzupełniania zapasów, wspólnej dla wszystkich partnerów biznesowych łańcucha dostaw. Zbudowany model, wykazał, że gdy uczestnicy łańcucha dostaw określają wielkość zapotrzebowania na podstawie aktualnych zamówień klientów, powoduje to gromadzenie mniejszych zapasów w magazynach wszystkich uczestników łańcucha dostaw.

Oczywiście również te rozwiązania nie są zweryfikowane. Kandydat ma świadomość braku tego obszaru badawczego, gdyż w jednym z miejsc twierdzi, że wykonanie takich badań dla warunków rzeczywistych procesu produkcyjnego przedsiębiorstwa funkcjonującego w warunkach konkurencji rynkowej jest trudne lub wręcz niemożliwe. Nie do końca zgodziłbym się z takim stwierdzeniem, po pierwsze można było zweryfikować modele wzorcowe na konkretnych parametrach z procesu produkcyjnego po drugie jeżeli metoda taka przynosiłaby korzyści łatwo na konkretnym przedsiębiorstwie wykazać, że zmiany takie prowadzą rzeczywiście do np. obniżenia zapasów.

Uważam, że pomimo krytycznych uwag, głównie dotyczących braku weryfikacji wyników oraz bardzo mocno teoretycznych rozważań bez odwołania się do konkretnych wartości w procesie wytwarzania określonego wyrobu, przedstawiona monografia wnosi wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczne w obszarze zastosowania metody dynamiki systemów do analizie procesów produkcyjnych.

Do najważniejszych osiągnięć pracy należy zaliczyć:

- Opracowanie modeli wzorcowych poszczególnych etapów rzeczywistego procesu produkcyjnego.
- połączenie modelowania i symulacji numerycznej metodą dynamiki systemów z mapowaniem strumienia wartości.
- Zbudowanie pełnego modelu odwzorowującego strukturę wybranych elementów linii produkcyjnych oraz przepływ materiału w produkcji.

Autor swobodnie porusza się w zagadnieniach modelowania procesów produkcyjnych. Uzyskane wyniki przyczynia się do poprawy efektywności tych procesów.

Drugim obszarem badawczym rozwijanym przez Kandydata jest zastosowanie sztucznych sieci neuronowych oraz modelowania i symulacji numerycznej metodą elementów skończonych do wyznaczania parametrów procesu gięcia metalowych profili konstrukcyjnych. Zajmował się analizą podstawowych parametrów gięcia rur o przekroju kołowym — momentu giącego i współczynnika sprężynowania, który wpływa na końcowy kształt giętych elementów, a wielkość powrotnych odkształceń sprężystych jest trudna do oszacowania w przypadku znacznej deformacji przekroju poprzecznego giętych elementów.

Wyniki prowadzonych badań 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 badania w zakresie procesu gięcia metalowych profili konstrukcyjnych oraz dokładności wykrawania blach (Grant U-6506/G, Nr 3 T08B 042 26).

Habilitant ma w dorobku 19 artykułów w czasopismach naukowych 18 referatów na konferencjach naukowych oraz 14 rozdziałów w monografiach. Jego publikacje były według Web of Science cytowane (bez autocytowań) 126 razy indeks H wynosi 6, natomiast według Google Scholar 156 oraz H=9. Parametry bibliometryczne świadczą, że dorobek Kandydat jest znany i ceniony w kręgach specjalistów.

Podsumowując osiągnięcie naukowe Kandydata należy stwierdzić, że najmocniejszą stroną jest ich nowatorski obszar dotyczący wykorzystania metody dynamiki systemów do analizy procesów produkcyjnych. Słabą stroną natomiast jest, fakt że są to teoretyczne rozważania nie zweryfikowane w rzeczywistych przedsiębiorstwach.

3. Aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni lub jednostce naukowej.

Dr inż. Paweł Litwin wykazał się aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni.

Odbył miesięczny staż badawczy w Katedrze Informatyzacji i Robotyzacji Produkcji (KliRP) na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej od 15 czerwca 2023 r. do 14 lipca 2023 r., w ramach projektu „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego”. Podczas stażu wygłosił wykład dla studentów oraz przedstawił referat na seminarium KliRP, pt.: "Dynamika systemów w organizacji procesów produkcyjnych". Podczas stażu realizował prace badawcze m. in.: analizę procesu produkcyjnego (regeneracja zacisków hamulców), także nawiązał współpracę z przedsiębiorstwem Borg Automotive Sp. z o.o., w celu opracowania modelu procesu regeneracji oraz przygotowania propozycji modyfikacji procesu. Zajmował się procesem regeneracji zacisków hamulcowych który charakteryzuje się wysokim udziałem wyrobów niezgodnych (ok. 20%) oraz wprowadzeniem różnych sekwencji operacji technologicznych dla poszczególnych wyrobów, stosowanych w zależności od stopnia ich zużycia.

Uczestniczył w realizacji zadań badawczych w projektach międzynarodowych (LEAN, ILA-LEAN, Tiphys, Maestro, Edures, TET), co stanowiło podstawę Jego współpracy z naukowcami biorącymi w nich udział m. in. z Włoch, Szwecji, Słowenii, Słowacji, Portugalii, Niemiec i Grecji. Dotyczyła ona prowadzenia badań dla określenia stopnia oddziaływania wprowadzanych technologii Przemysłu 4.0 (w tym symulacji numerycznej) na realizację Celów Zrównoważonego Rozwoju (CZR) ONZ. Uzyskane wyniki tych badań opublikowano w czasopiśmie Sustainability, (IF: 3,889, 2021). Jednocześnie, w ramach tej współpracy wykonał również badania dotyczące możliwości dostosowania programów kształcenia inżynierów przemysłowych dla realizacji CZR.

4. Inne osiągnięcia

Wymienię tylko według mnie najważniejsze osiągnięcia dr. inż. Pawła Litwina:

-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.

-Od 01.09.2017 r. pełni funkcję kierownika Zakładu Informatyki Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej.

-Uczestniczył 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 jest wydziałowym koordynatorem ds. jakości kształcenia od 2020 r.

- Kierował projektami Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (2009 – 2015): „Zwiększenie liczby absolwentów na kierunkach mechanika i budowa maszyn oraz mechatronika” i „Bilans inżynierów na plus”

4. Konkluzja końcowa

Dr inż. Paweł Litwin przedstawił do oceny jako najważniejsze osiągnięcie naukowe monografię naukową pt. „*Zastosowanie metody dynamiki systemów w analizie procesów produkcyjnych*” wydaną przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów w roku 2023 oraz cykl siedmiu publikacji powiązanych tematycznie.

Uważam, że pomimo krytycznych uwag, głównie dotyczących braku weryfikacji wyników oraz bardzo mocno teoretycznych rozważań bez odwołania się do konkretnych wartości w procesie wytwarzania określonego wyrobu, przedstawiona monografia wnosi wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczne w obszarze zastosowania metody dynamiki systemów do analizie procesów produkcyjnych.

Autor swobodnie porusza się w zagadnieniach modelowania procesów produkcyjnych Uzyskane wyniki przyczynia się do poprawy efektywności tych procesów.

Prowadzi i prowadził dużą aktywność naukową w więcej niż jednej uczelni, posiada też sporą aktywność organizacyjną dlatego stwierdzam, że dr inż. Paweł Litwin spełnia wymagania stawiane w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2022 poz. 574) ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.

