

dr hab. inż. Joanna Domańska  
Instytut Informatyki  
Teoretycznej i Stosowanej PAN  
ul. Bałtycka 5, 44-100 Gliwice

Gliwice, 26 września 2022 r.

## **Recenzja rozprawy doktorskiej**

mgr inż. Marka Drewniaka

pt. "Metody analizy efektywności i jakości procesów produkcji  
dyskretnej wykorzystujące wzorce technologiczne i wybrane  
mechanizmy eksploracji danych"

### **Cel, zakres i charakter rozprawy**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została wykonana pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Rafała Cupka na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Rozprawa dotyczy problematyki systemów produkcyjnych wspierających krótkoseryjną produkcję wielowariantową. Autor rozprawy prowadził badania dotyczące poprawy efektywności pracy instalacji przemysłowych pracujących w produkcji dyskretnej.

Celem pracy było wykazanie, że zastosowanie modeli informacyjnych do powiązania danych procesowych z wiedzą technologiczną i wykorzystanie mechanizmów eksploracji danych pozwoli na istotną poprawę efektywności pracy i utrzymania dostępności instalacji przemysłowych.

W ramach nadrzędnego celu pracy doktorant wyróżnił trzy bardziej szczegółowe tezy, wykazanie prawdziwości których ułatwiło mu potwierdzenie osiągnięcia celu pracy.

Pierwsza z nich zakłada, że agregacja danych wyliczanych w obrębie cykli produkcyjnych pozwala na zredukowanie złożoności obliczeniowej i skrócenie czasu realizacji algorytmów wyszukiwania wzorców w produkcji dyskretnej wielowariantowej.

Druga teza zakłada, że możliwe jest automatyczne wykrywanie i klasyfikacja profili produkcyjnych instalacji bez znajomości technologii a priori (tj. bez wiedzy na temat stosowanych urządzeń i specyfiki ich pracy, bez znajomości procesu produkcyjnego oraz bez wiedzy na temat aktualnie produkowanego typu produktu), jedynie z wykorzystaniem informacji o zużywanych energiach, czasach trwania i sygnałach binarnych definiujących aktywność urządzeń wykonawczych.

Trzecia teza zakłada, że zaproponowane podejście do badania efektywności i jakości procesów produkcyjnych, bazujące na agregacji danych i automatycznym tworzeniu profili umożliwia wykrywanie anomalii w pracy instalacji przemysłowych w produkcji dyskretnej.

Praca doktorska ma wdrożeniowy charakter, co oznacza, że praca badawcza wykonana przez doktoranta ma wymiar nie tylko teoretyczny, ale również praktyczny,

*10 mm*

wpisując się tym samym w cel wprowadzenia przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (obecnie Ministerstwo Edukacji i Nauki) programu "Doktorat wdrożeniowy", którym jest intensyfikacja współpracy pomiędzy środowiskiem naukowym a przemysłem. Opracowany w ramach pracy zestaw metod wpisuje się w zakres badań przemysłowych i może zostać praktycznie wykorzystany do wsparcia pracy instalacji przemysłowych pracujących w produkcji dyskretniej.

## Zawartość rozprawy

Forma drukowana recenzowanej rozprawy obejmuje 158 stron. Praca została napisana w języku polskim i składa się z pięciu rozdziałów, podsumowania pracy, wykazu literatury oraz załącznika zawierającego opis stanowiska produkcyjnego wykorzystanego podczas badań przeprowadzonych w ramach pracy doktorskiej. Tytuł odzwierciedla zawartość pracy, a przyjęty układ pracy jest właściwy.

Rozdział pierwszy - oprócz motywacji autora do zajęcia się tematyką opisaną w rozprawie - zawiera również poprawnie sformułowany cel pracy oraz krótki opis przeprowadzonych w ramach pracy badań.

Rozdział drugi opisuje stan wiedzy związanej z tematyką doktoratu, obejmuje przegląd istniejących rozwiązań oraz w prawidłowy sposób wskazuje braki, w które stara się wpisać doktorant swoją pracę.

W rozdziale trzecim doktorant omawia powiązanie danych technologicznych dotyczących sposobu wykonania instalacji produkcyjnej z danymi procesowymi gromadzonymi w trakcie produkcji. Celem tego powiązania jest prowadzenie dalszych analiz opisanych w kolejnych dwóch rozdziałach pracy.

Rozdział czwarty opisuje badania doktoranta nad technikami agregacji danych opisujących cykle produkcyjne oraz metodami automatycznego wykrywania wzorców technologicznych z wykorzystaniem wybranych technik eksploracji danych.

Rozdział piąty przedstawia metodę automatycznego wykrywania anomalii w pracy urządzeń z wykorzystaniem opracowanych w ramach rozdziału czwartego wartości wektorów opisujących wzorce technologiczne.

Pod koniec trzeciego, czwartego oraz piątego rozdziału został umieszczony wykaz publikacji dotyczących prac badawczych doktoranta opisanych w danym rozdziale.

Bibliografia zawarta w rozprawie składa się z 127 pozycji, z czego prawie 40% to pozycje najnowsze (z ostatnich 5 lat). Cytowane w tekście rozprawy pozycje oraz analiza ich zawartości potwierdzają dostateczną znajomość stanu wiedzy doktoranta - związanej z tematyką rozprawy.

## Ocena rozprawy

Rozprawa doktorska dotyczy aktualnych zagadnień związanych z informatyką techniczną i telekomunikacją. Czwarta rewolucja przemysłowa określana skrótem Przemysł 4.0 stała się faktem, przyspieszając wprowadzanie zmian w procesach produkcyjnych mających na celu m.in. zwiększanie wydajności wytwarzania.

Doktorant proponuje w ramach pracy poprawę efektywności procesów technologicznych poprzez integrację systemów informatycznych z systemami kontrolnymi sterującymi procesami przemysłowymi i zastosowanie technik eksploracji na tak połączonych danych celem odkrycia ukrytych zależności oraz wzorców zachowań układów wykonawczych. Teza pracy jest oryginalna, a uzyskane i opisane w pracy wyniki potwierdzają

jej prawdziwość.

Jak wspomniano wcześniej doktorant dokonał prawidłowego przeglądu literatury. Zastrzeżenia budzi jedynie fakt nierównomiernego rozłożenia referencji w rozdziale drugim (praktycznie zaczynają się dopiero w sekcji 2.4). Według mojej opinii nie świadczy to jednak w żaden sposób o niedostatecznym zorientowaniu autora w bieżącej literaturze związanej z tematem rozprawy - gdyż wykaz literatury uważam za wystarczający.

Praca zawiera liczne niedociągnięcia edycyjne:

- tzw. literówki, np. „podnośnk”,
- nadmiarowe wyrazy, np. „metodę analizy danych historycznych z z produkcji urządzeń”,
- brak spacji, np. „podczasgdy”,
- braki wyrazów, np. „zbudowanie rozwiązania informatycznego o model Purdue nie zapewniłoby tej możliwości.”,
- brak polskich znaków w pozycji [107] wykazu literatury.

Niektóre błędy natury technicznej mogą prowadzić do pogorszenia czytelności rozprawy, np.:

- brak odnośników do rysunków (m.in. rysunki 2.4.1, 2.4.2 etc.),
- w zdaniu „Minimalna wartość funkcji Q1 została osiągnięta dla k równej 21” - k powinno być równe 20, a nie 21,
- w zdaniu „Wyniki otrzymane dla 20 iteracji liczby k zaprezentowane zostały w tabeli 4.3.3. oraz graficznie na rysunku 4.3.2.” zamieniono numery tabeli i rysunku.

Przedstawione powyżej uwagi natury technicznej nie wpływają jednakże na merytoryczną ocenę jakości pracy oraz nie podważają dobrej oceny umiejętności autora do poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników.

Pewien niedosyt budzą jednak we mnie dwie opisane poniżej kwestie:

- autor rozprawy używa określenia efektywność w kontekście oceny działania instalacji przemysłowych. Oczekiwałabym szerszej dyskusji dotyczącej tego, jak autor rozprawy definiuje efektywność, jak podchodzi do sposobu jej porównywania etc.;
- jak sam autor rozprawy zauważył, specyfika produkcji wielowariantowej w naturalny sposób wskazuje na wykorzystanie technik do grupowania danych w celu wykrywania zależności występujących pomiędzy analizowanymi cechami. Oczekiwałabym szerszego uzasadnienia wyboru algorytmu klastrowego K-Means.

Oczekuję od doktoranta ustosunkowania się do powyższych dwóch kwestii podczas publicznej obrony pracy doktorskiej.

## Wnioski końcowe

Mgr inż. Marek Drewniak przedstawił rozprawę doktorską zawierającą oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej. Zaprezentowane w rozprawie wyniki, w tym wyniki badań realizowanych w warunkach rzeczywistych lub zbliżonych do panujących w rzeczywistych systemach produkcyjnych, wskazują na możliwość poprawy efektywności, jakości i skuteczności pracy instalacji przemysłowych, co potwierdza zrealizowanie celu pracy.

Dysertacja doktorska powinna wykazywać ogólną teoretyczną wiedzę kandydata w danej dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Wg mojej opinii przedstawiona do recenzji praca spełnia oba wymagania.

Biorąc pod uwagę powyższe potwierdzam, że niniejsza rozprawa spełnia wymogi ustawowe stawiane pracom doktorskim w *dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja* i wnioskuję o jej wyróżnienie przez Radę Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz o dopuszczenie Autora rozprawy do publicznej obrony.

Wniosek o wyróżnienie motywuję tym, że pomimo wdrożeniowego charakteru rozprawy doktorskiej jej poziom naukowy jest wysoki, co zostało potwierdzone 3 publikacjami w czasopismach naukowych, których łączny Impact Factor (2021) wynosi 12,303 oraz 8 publikacjami na konferencjach naukowych ujętych w australijskim rankingu CORE, który stanowi podstawę ewaluacji jakości konferencji w ramach nauki polskiej.

