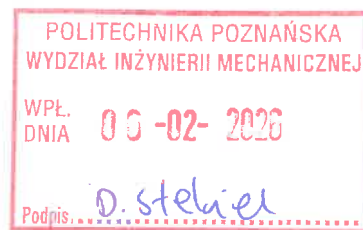


Dr hab. inż. Ryszard Wyczółkowski, prof. PŚ
Katedra Budowy Maszyn
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Politechnika Śląska
Ul. Konarskiego 18A
44-100 Gliwice



Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Huberta Kędziory pt. „Inteligentny system nadzorowania zautomatyzowanego procesu technologicznego konfekcjonowania wyrobów ”

Promotor pracy: dr hab. inż. Małgorzata Jasiulewicz-Kaczmarek, prof. PP
Promotor pomocniczy: dr inż. Justyna Trojanowska

Podstawa opracowania recenzji: uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej nr 9/III/11/2025 oraz umowa o dzieło nr 0600/2025/295.

1. Formalna prezentacja rozprawy i uwagi ogólne.

Przedstawiona do recenzji rozprawa liczy 135 stron tekstu zawartego w 6 rozdziałach, bibliografii zamieszczonej na końcu rozprawy oraz 6 załączników.

Bibliografia liczy 149 pozycji.

Uwaga: W bibliografii zastosowano styl cytowania APA (*American Psychological Association*) , w którym pozycje literaturowe nie są numerowane. W przyszłości sugerowany byłby styl IEEE, typowy dla opracowań technicznych.

Układ pracy, sposób ujęcia tematu w poszczególnych rozdziałach można uznać za poprawny.

W pracy można wyróżnić trzy części. Na część pierwszą składają się streszczenia pracy w języku polskim i angielskim, wprowadzenie oraz rozdział „Przegląd stanu wiedzy – badania literaturowe”. Część drugą stanowią rozdziały prezentujące kolejno koncepcję i budowę prezentowanego systemu. Część trzecia omawia proces walidacji systemu, uzyskane rezultaty i płynące z pracy wnioski.

Rozdział „Wprowadzenie” zawiera podrozdziały przedstawiające kolejno: genezę tematu pracy, zdefiniowanie problemu badawczego, cel pracy i krótką prezentację struktury pracy.

Praca wykonywana jest w ramach tzw. doktoratu wdrożeniowego, gdzie jednym z wymagań jest rozwiązanie konkretnego problemu i przykładowe wdrożenie tego rozwiązania. W genezie tematu Autor przedstawił zakład produkcyjny będący miejscem wdrożenia i opisał zidentyfikowany problem, który w ramach pracy został rozwiązany. Opis jest jasny i zrozumiały pokazuje problem z jakim się mierzono. Jedynym, drobnym zastrzeżeniem jest to, że już na tym etapie wskazano sposób rozwiązania problemu. Zaproponowany sposób jest rozsądny, jednak przyjęcie z góry sposobu rozwiązania problemu nie jest właściwe.

Problem badawczy Autor zdefiniował następująco: „jak zaprojektować i wdrożyć inteligentny system nadzorowania procesu konfekcjonowania, który integruje różne źródła danych, wykorzystuje metody analityczne i sztucznej inteligencji oraz wspiera operatorów w podejmowaniu decyzji w czasie rzeczywistym?”. Podobnie jak wcześniej, zwraca uwagę fakt, że przy tak zdefiniowanym problemie w sposób niejawni przyjęto pewne założenia, np. o zastosowaniu metod AI. Założenie słuszne, ale na tym etapie prezentacji pracy jeszcze nieuzasadnione. Podobnie, wynikające z problemu badawczego pytania badawcze obarczone są tą samą niedoskonałością – przyjmowane są pewne założenia, bez ich uzasadnienia. Np. że szukamy czynników determinujących stabilność procesu. Być może wcześniejsze i głębsze przedstawienie zidentyfikowanych problemów pozwoliłoby na uniknięcie tego zastrzeżenia. Jednocześnie należy stwierdzić, że uwaga ta ma charakter metodyczny a przedstawiona niedoskonałość nie utrudnia zrozumienia zamiarów autora a przyjęte „niejawnie” założenia są zgodne z powszechną praktyką i nie budzą zastrzeżeń.

Zdefiniowany cel główny i cele szczegółowe są jasne i wynikają z przedstawionych wcześniej pytań badawczych. Zaskoczeniem ze strony Autora jest stwierdzenie, że celem pracy jest „opracowanie koncepcji oraz weryfikacja w warunkach przemysłowych inteligentnego systemu nadzorowania zautomatyzowanego procesu konfekcjonowania wyrobów”. Jest oczywiste, że pomiędzy koncepcją a weryfikacją systemu jest jeszcze kilka etapów prac do wykonania.

Biorąc pod uwagę, że w prezentacji struktury pracy przechodzi się od rozdziału trzeciego, zawierającego koncepcję systemu bezpośrednio do jego budowy (rozdział czwarty), rodzi się pytanie, jak Autor widzi podział całego procesu budowy systemu na etapy?

Rozdział drugi został przez Autora zatytułowany „Przegląd stanu wiedzy – badania literaturowe” i zawiera podsumowanie przeprowadzonych badań literaturowych. Prowadzenie takich badań i rozpoznanie aktualnego stanu wiedzy dotyczącej rozpatrywanego zagadnienia jest typowym i jak najbardziej potrzebnym etapem przygotowania rozprawy doktorskiej. Autor skupił się na dwóch obszarach – nadzorowaniu procesów technologicznych i procesach konfekcjonowania jako takich. Takie podejście jest uzasadnione – Autor bada zarówno współczesne podejście, narzędzia i metody nadzorowania procesów jak i ogólne wiadomości o przedmiocie nadzorowania jakim jest proces konfekcjonowania. W mojej opinii celowe byłoby odwrócenie kolejności prezentowania tematów: najpierw przedstawienie przedmiotu rozważań, czyli procesu konfekcjonowania, potem odniesienie się do metod nadzorowania procesów, a w szczególności nadzorowania konfekcjonowania. Pozwoliłoby to uniknąć niespójności takich jak „lokalizacja podrozdziału 2.2.3 – dotyczy nadzorowania, a jest umieszczony podrozdziale 2.2 dotyczącym konfekcjonowania.

Słabą stroną rozdziału drugiego jest podsumowanie badań (2.3). Rozdział ten jest w mojej opinii zbyt rozwlekły. Wskazane byłoby wyraźne ukierunkowanie go na kontekst jakim jest rozpoznany problem i ocena przedstawianych rozwiązań pod kątem ich przydatności w rozwiązywaniu tego problemu.

W całej pracy, ale szczególnie w rozdziale 2 rzucają się w oczy określenia stosowane najczęściej w innym kontekście i znaczeniu niż u Autora. Przykładem może być „środowisko wdrożeniowe” w odniesieniu do linii konfekcjonowania i realizowanego na niej procesu lub „diagnostyka anomalii” stosowana obok „detekcji anomalii”. Takie nieoczekiwane określenia wymagają od czytającego chwili zastanowienia dla zrozumienia intencji Autora.

Rozdział 3 prezentuje koncepcję i projekt proponowanego systemu. W rozdziale 3.1 przedstawiono uwarunkowania techniczno-organizacyjne przedmiotowego procesu konfekcjonowania. W oparciu o dane historyczne przeanalizowano występujące awarie oraz zgłaszane reklamacje i ich przyczyny. Pozwoliło to zidentyfikować występujące niesprawności i ukierunkować dalsze prace.

Rozdział 3.2 jest naturalną kontynuacją rozdziału 3.1. Przedstawiono w nim zidentyfikowane problemy występujące w procesie i ich skutki dla jakości produktu. Przeprowadzono analizę przyczyn występowania zidentyfikowanych problemów, jednak w mojej ocenie pewne wnioski zaprezentowane w tym rozdziale nie są w pełni udokumentowane. Przykładem jest np. fluktuacja parametrów procesu zidentyfikowana jako przyczyna nieszczelności opakowań – sposób wyprowadzenia wniosku mógłby być dokładniej przedstawiony.

Rozdział 3.3 przedstawia koncepcję proponowanego systemu. Przedstawiona koncepcja jest wynikiem wcześniej zidentyfikowanych problemów i analizy ich powstawania. W pierwszej kolejności zaproponowano jakie powinny być efekty działania systemu (np. kontrola obecności etykiet), w następnym kroku sposób osiągnięcia tych efektów. Taka kolejność prezentacji koncepcji jest moim zdaniem czytelna i jak najbardziej prawidłowa.

Wadą pracy jest czasami niedostateczne uzasadnienie niektórych podjętych decyzji. Np. stwierdzenie: „W obszarze naważania stwierdzono, że w badanym środowisku wdrożeniowym, najbardziej adekwatnym a jednocześnie wystarczającym rozwiązaniem jest zastosowanie zaawansowanych wag platformowych..” mogło by mieć bardziej rozbudowane uzasadnienie, np. odwołujące się do przeprowadzonej wcześniej analizy literatury przedmiotu.

Rozdział 4 Omawia budowę proponowanego systemu nadzorowania. Autor kolejno opisuje szczegóły rozwiązań poszczególnych, zaplanowanych na etapie koncepcji modułów. Zwraca uwagę, że autor w prawidłowy sposób identyfikuje, które moduły wymagały dodatkowych prac badawczych i wyraźnie rozdziela problemy o charakterze badawczym od tych o charakterze czysto inżynierskim wymagające prac wdrożeniowych (co nie oznacza, że działania te były trywialne).

Rozdział 5 przedstawia walidację i ocenę działania systemu. Przedstawione wyniki potwierdziły skuteczne działanie systemu. Autor wykazał zarówno znaczące zmniejszenie liczby niesprawności jak i oszacował osiągnięte korzyści, co może być podstawą stwierdzenia, że system potwierdził swoją przydatność.

Rozdział 6 zawiera podsumowania i wnioski. Spośród licznych podsumowań i wniosków podkreśliłbym jeden: „integracja narzędzi sztucznej inteligencji w procesie nadzorowania dowiodła, że ich wykorzystanie nie wymaga od użytkowników końcowych szczegółowej znajomości algorytmów działania stosowanych metod”. Wniosek ten, z pozoru nieprzystający do rozprawy doktorskiej, jest trafnym spostrzeżeniem, że rozwój

metod AI wkroczył już w etap normalnej rynkowej komercjalizacji. Prace, które wymagały kiedyś podjęcia własnych badań mogą być skutecznie zlecane firmą zewnętrzną, specjalizującą się w wybranych działaniach. Jednocześnie jednak, zleceniodawca i przyszły użytkownik tych rozwiązań musi mieć świadomość ograniczeń metod i znaczenia własnych działań, np. przygotowania danych uczących. Wydaje się, że Autor pracy posiadał tę umiejętność.

2. Ocena zamierzenia badawczego i ocena metodyczna rozprawy

Recenzowana praca realizowana była w ramach programu „Doktorat Wdrożeniowy”. Oznacza to, że przedmiotem rozprawy doktorskiej powinno być nie tylko oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, ale musi być również wskazane zastosowanie praktyczne, potwierdzone współpracą uczelni z podmiotem (np. firmą), który wdroży wyniki tej pracy.

W mojej ocenie przedłożona do recenzji praca wypełnia powyższe wymagania. Doktorant jest pracownikiem przedsiębiorstwa Mróz SA. Bazując na własnych doświadczeniach zawodowych oraz danych z zakładu prawidłowo zidentyfikował występujący problem i zaproponował jego praktyczne rozwiązanie, wymagające budowy i wdrożenia systemu nadzorowania procesu konfekcjonowania dań gotowych.

Tego typu systemy są już pewnym standardem przemysłowym, jednak nigdy nie są rozwiązaniem typu „kup-zainstaluj-używaj”. Każdy taki system musi być dostosowany do specyfiki danego procesu i w związku z tym wymaga indywidualnego podejścia przy jego projektowaniu i wdrażaniu. Autor pracy zaproponował koncepcję takiego systemu, oraz przeprowadził badania literaturowe pozwalające zaproponować metody i środki jego (systemu) działania. Prawidłowo zidentyfikował te obszary systemu, gdzie budowa i wdrożenie jest działaniem czysto inżynierskim i takie, które wymagały wcześniejszego podjęcia badań o charakterze naukowym, pozwalające wypracować potrzebne rozwiązania. Przeprowadził niezbędne badania i wdrożył ich wyniki w zaproponowanym systemie. Przeprowadzona na koniec prac walidacja potwierdziła prawidłowe działanie systemu i jego przydatność dla Przedsiębiorstwa.

W związku z powyższym wybór zamierzenia badawczego podjęty przez Autora oceniam jako trafny. Została poprawnie rozpoznana potrzeba, zaproponowano adekwatne sposoby jej zaspokojenia, właściwie zidentyfikowano lukę badawczą. Zaproponowane rozwiązanie zostało wdrożone w Przedsiębiorstwie i zwalidowane. Przedstawiona praca

potwierdza zaawansowaną wiedzę teoretyczną Doktoranta oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

3. Uwagi szczegółowe i pytania do Autora

1. Jakie etapy w procesie projektowania systemu Autor wyróżnia? Pytanie w kontekście uwagi, że w opisie pracy z etapu koncepcji Autor przechodzi bezpośrednio do budowy systemu.
2. Czy można mówić o diagnostyce anomalii (str. 17)?
3. Na stronie 23 Autor pisze: „Niezbędnym elementem nowoczesnych systemów jest chmura obliczeniowa, która zapewnia skalowalne i bezpieczne środowisko do przechowywania oraz analizy danych”. Czy w kontekście omawianego w pracy systemu została ona wykorzystana?
4. Rozdział 2.1.5 Przedstawiono wzór na efektywność procesu. Jak odnieść ten wzór do efektywności nadzorowania procesu. Np. co jest efektem i jak go zmierzyć?
5. Rysunek 3.3 i inne – zły dobór wielkości czcionki na rysunkach i schematach w stosunku do tekstu pracy.
6. System podzielony jest na moduły i warstwy. Co uzasadnia taki podział? Czy warstwy są wspólne lub częściowo wspólne dla różnych modułów? Który podział jest pierwotny (ważniejszy) na warstwy czy moduły?
7. Str. 95 – „Analiza wykresów wskazuje, że wystąpienie niezgodności jest skorelowane z przekroczeniem górnych wartości kluczowych parametrów procesu, przy czym najsilniejszą dyskryminację uzyskano dla zmiennej opisującej wydajność linii”. Czy określenie „wydajność linii” jest jednoznaczne czy wymaga doprecyzowania, np. „chwilowa wydajność linii”. Wydajność linii jest wielkością wynikową, na którą składa się wielu czynników. Który z nich faktycznie wpływa na wystąpienie niezgodności?
8. Str. 98 – „ $P > 0,9$ – wyrób klasyfikowany jako potencjalnie niezgodny i kierowany do dodatkowej weryfikacji poprzez pomiar na zawartość tlenu, z uwagi na ryzyko wystąpienia mikronieszczelności prowadzącej do przekroczenia dopuszczalnego poziomu tlenu”. Czy w systemie przewidywane są dodatkowe procedury, np. ponowna analiza progów, związana z pojedynczym/powtarzalnym pojawieniem się tego zdarzenia?
9. Ile było punktów odrzutu?
10. Czy badano wpływ oświetlenia na systemy rozpoznawania wizyjnego?

11. Tabela 5.1 pomiędzy rokiem 2023 a 2024 nie nastąpiła poprawa w zakresie przeważenia (2.10%). Czy można prosić o komentarz?
12. Czy szacowano ekonomiczne wskaźniki opłacalności tej inwestycji (stopa zwrotu i podobne)?

4. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska pana mgr inż. Huberta Kędzior pt. „Inteligentny system nadzorowania zautomatyzowanego procesu technologicznego konfekcjonowania wyrobów” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Potwierdza umiejętność Doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Zamieszczone w recenzji uwagi szczegółowe i pytania do Doktoranta mają charakter dyskusyjny i nie umniejszają wartości naukowej i użytecznej pracy.

Praca doktorska mieści się w dziedzinie nauk Inżynieryjno-Technicznych i dyscyplinie naukowej Inżynieria produkcji (obecnie Inżynieria Mechaniczna) i spełnia wymagania ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz 595 z późniejszymi zmianami). Wypełnia również wymagania szczegółowe doktoratu wdrożeniowego.

W oparciu o powyższe, oceniam pozytywnie pracę doktorską i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Gliwice, 16.01.2026

Ryszard Uyczowski

