

prof. dr hab. inż. Józef Matuszek, dr h.c.
Katedra Inżynierii Produkcji
Wydział Budowy Maszyn i Informatyki
Akademia Techniczno – Humanistyczna w Bielsku-Białej
ul. Willowa 2
43-309 Bielsko-Biała
tel. [048] (033) 8279253
e-mail: kip@ath.bielsko.pl

Recenzja
rozprawy doktorskiej
mgr inż. Pawła Krupicza
p.t.

**Technologiczne uwarunkowania wprowadzania Lean Manufacturing
w rozwoju prefabrykowanych elementów stalowych
na przykładzie krat prasowanych**

promotor pracy: dr hab. inż. Andrzej Wasiak
promotor pomocniczy: dr inż. Olga Orynych

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Dziekana Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej dr hab. inż. Joanny Ejdyś, prof. nzw. Politechniki Białostockiej, Ł. Dz. WIZ-600.4130.2.2019.JG dnia 16.07.2019r.

1. Formalna prezentacja rozprawy, uwagi ogólne

Przedstawiona do recenzji praca składa się z 4 rozdziałów zawartych na 140 stronach tekstu wraz z wykazem oznaczeń i akronimów, wstępem, zestawieniem literatury oraz spisem tabel i rysunków.

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

Tematyka pracy jest poświęcona zagadnieniom zastosowania metod i technik Lean Manufacturing w procesach wytwarzania i ocenie wpływu zastosowania tych metod na przebieg procesu projektowania i wytwarzania wyrobów. Zagadnienie zostało przedstawione na przykładzie produkcji prefabrykowanych elementów stalowych w postaci krat prasowanych.

W pracy można wyróżnić cztery części. Część pierwsza to wstęp, określenie celu i zakresu pracy, ogólna analiza literatury (rozdział pierwszy). Część druga to badania obserwacyjne w rzeczywistych warunkach produkcyjnych związane z wytwarzaniem prefabrykowanych elementów stalowych. Wyniki obserwacji uzupełniono informacjami dostępnymi w literaturze. W części badawczej przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych związanych z wpływem zaproponowanych zmian w przebiegu projektowania i wytwarzania elementów prefabrykowanych na właściwości finalnego wyrobu. Część czwarta stanowi podsumowanie pracy, które zawarto w ostatnim, czwartym rozdziale. Całość uzupełniono wykazem literatury.

2. Ocena zamierzenia badawczego

Przebieg realizacji pracy ukierunkowano na:

- identyfikację zjawisk zachodzących w poszczególnych etapach procesów wytwarzania wyrobów prefabrykowanych na przykładzie krat prasowanych,
- określenie w jaki sposób ww. zjawiska wpływają na właściwości końcowe produktów,
- ocenę zmian w przebiegu procesu produkcyjnego wynikających z zastosowania zasad Lean Manufacturing, ze szczególnym uwzględnieniem oceny skali marnotrawstwa (wg. j. jap. „mudy”),
- opracowanie sposobu interdyscyplinarnej oceny wpływu zjawisk i zmian w trakcie procesu wytwarzania, które powinny być uwzględniane na etapie projektowania i wytwarzania na właściwości końcowe produktu.

Przedstawiona w pracy tematyka nawiązuje do coraz częściej występującej w praktyce produkcyjnej potrzeby podejścia interdyscyplinarnego do projektowania konstrukcji, wytwarzania i organizacji produkcji wyrobów. W ostatnich latach w przemyśle znacząco wzrosła liczba wdrażanych nowych wyrobów do produkcji przy coraz bardziej zaostrożonych kryteriach reżimów jakościowych, czasowych i kosztowych. Stąd nacisk na skuteczne i efektywne wykorzystanie zasobów przedsiębiorstw w warunkach narastającej konkurencji, dynamicznie zmieniającego się rynku sprzedaży, krótszych okresów zamówień i dostaw, staje się jednym z ważniejszych i poszukiwanych narzędzi stosowanych w praktyce produkcyjnej.

Opracowane w ramach pracy analizy i zaproponowany tok postępowania, polegający na interdyscyplinarnym podejściu do procesów projektowania produkcji, może przyczynić się do podniesienia skuteczności funkcjonowania również przedsiębiorstw produkcyjnych w innych branżach. Stąd próbę podjęcia opracowania uważam za trafną, wychodzącą naprzeciw zapotrzebowaniu gospodarki.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Merytorycznie pracę oceniam pozytywnie. Uzyskane wyniki badań, opracowana procedura mogą przynieść wymierne korzyści w praktyce produkcyjnej. Przedstawione w ramach pracy analizy mogą znaleźć zastosowanie przy przygotowaniu produkcji i zarządzaniu projektami wdrażania nowych wyrobów, kształtowaniu już realizowanych procesów produkcyjnych.

Na uwagę zasługuje kompleksowość przeprowadzonych badań, od badań obserwacyjnych realizowanego w rzeczywistych warunkach produkcyjnych procesu do autorskich propozycji zmian w projektowaniu przebiegu procesu uwzględniających zasady Lean Manufacturing. Na podstawie dokonanych obliczeń wytrzymałościowych kratownic, wpływu procesu wytwarzania prętów (kraty zbudowane są z prętów stalowych w postaci płaskowników), analiz stanów zabezpieczenia antykorozyjnego, strat marnotrawstwa wg zasad Lean, itd., zaproponowano nowy sposób podejścia do projektowania produkcji elementów kratowych elementów prefabrykowanych, racjonalizujących zużycie materiałów stalowych przy zachowaniu właściwości eksploatacyjnych wyrobu. Wysłane wnioski z przeprowadzonych badań zweryfikowano w praktyce.

Uzyskane w ramach pracy wyniki badań, wysunięte wnioski są przyczynkiem do rozwoju metod zarządzania złożonych procesów przygotowania produkcji.

Niemniej w pewnych fragmentach tekstu chciałbym przedstawić pewne nieścisłości, których część ma charakter dyskusyjny, są nimi uwagi, które zestawiono w grupy odnoszące się do poszczególnych części dysertacji.

Rozdziały związane z wstępem, celem i zakresem pracy, ogólną analizą literatury (rozdział pierwszy)

Tą część pracy uważam za poprawną. Określone cele szczegółowe pracy uważam za trafne i wychodzące naprzeciw zapotrzebowaniu praktyki produkcyjnej.

Pozytywnie oceniam wysunięte w pracy cele szczegółowe, zamieszczoną charakterystykę opisywanych w literaturze zagadnień związanych z produkcją elementów kratowych elementów prefabrykowanych.

Za dyskusyjne w tej partii materiału uważam jednak następujące jej fragmenty:

- wprowadzone w pracy wyrażenie „symbole” zwykle w tego typu dysertacjach określa się pojęciem „oznaczenia”, a wyrażenie „skrót” powinno się zamienić na pojęcie „akronimy”,
- rozdział zatytułowany jako „Wstęp”, mógłby być podzielony na dwie części. Pierwsza część mogłaby być zatytułowana jako „Wprowadzenie”, a druga część mogłaby być rozdziałem o tytule „Cel i zakres pracy”,
- niektóre fragmenty tekstu rozdziału pierwszego mają charakter podręcznikowy np. opis i zamieszczone rys. 1.14, rys. 1.15 i rys. 1.16 mogłyby być skrócone,
- zamieszczone na str. 40 – 44 opisy zawierające schematyczne „mapy” stanu przyszłego realizowanego procesu mogłyby być zamieszczone na końcu rozdziału 3.

Rozdział związany z badaniami obserwacyjnymi przebiegu procesu produkcyjnego w praktyce produkcyjnej (rozdział drugi)

W tej części pracy przedstawiono wpływ wybranych czynników wytwarzania na właściwości końcowe produktu. Przeprowadzono ocenę wpływu tych czynników na stabilność parametrów jakościowych kratownic stalowych. Za trafny uważam dokonany podział na pięć grup parametrów eksploatacyjnych produkowanych prefabrykatów z punktu widzenia uwarunkowań wprowadzenia zasad Lean Manufacturing w badanym przedsiębiorstwie. Za prawidłową uważam również przeprowadzoną analizę wpływu przebiegu procesu wytwarzania na właściwości płaskowników nośnych i poprzecznych. Uważam również za trafne ujęcie problemu utrzymania właściwości krat w trakcie okresu eksploatacji.

Przedstawione w rozdziale zagadnienia stwarzają podstawy do opisywanych w kolejnym rozdziale dysertacji związanych z kształtowaniem procesów produkcyjnych kratownic.

Za dyskusyjne w tej partii materiału uważam jednak:

- brak na początku pracy sprecyzowania pojęć proces produkcyjny, proces wytwórczy, proces wytwarzania – ww. pojęcia różnią się zakresem wykonywania działań, w publikacjach używane są pojęcia „technologia produkcji”, „procesy wytwarzania”, „procesy wytwórcze”, pojęcia te nie są zamienne,
- str. 49, na rys. 2.1 autor dla poprawy czytelności wyprowadzanych wzorów powinien zaznaczyć które płaskowniki są płaskownikami nośnymi, płaskownikami poprzecznymi oraz odległość między płaskownikami nośnymi „t”,

- brak, chociaż marginalnego, wyjaśnienia zasadności posługiwania się w dalszej części pracy równaniem (2.7), a nie danymi tabelarycznymi podanymi w cytowanej w pracy literaturze, brak pogłębionego wyjaśnienia wpływu płaskowników poprzecznych na nośność płaskowników nośnych,
- ustosunkowanie się do ważnego zagadnienia dotrzymania założonych w projekcie wyrobu kosztów docelowych produkcji i czasów jej realizacji (pojawiają się tu np. różne problemy organizacyjne, zoptymalizowana konstrukcja zapewnia niższe zużycie materiałów, ale przebieg zamówień od klientów może spowodować większe liczby zamawianych do produkcji typowymiarów materiałów i tym samym większe koszty zakupów ze względu na mniejszą ich masę lub większe zapasy magazynowe,
- brak krótkiej charakterystyki rozwoju narzędzi projektowych mających wpływ na przygotowanie produkcji (modelowanie, symulacja, animacja itd.).

Rozdział związany z propozycją racjonalizacji przebiegu procesu produkcyjnego (rozdział trzeci)

W rozdziale trzecim przedstawiono problem możliwości wykorzystania metod i technik Lean Manufacturing w procesie produkcyjnym krat. W pracy skupiono się na wykorzystaniu jednego z aspektów metod Lean - związanych z zapobieganiem marnotrawstwa (z j. jap. „muda”). W pracy trafnie na podstawie literatury i analizy przebiegu procesów w rzeczywistych warunkach produkcyjnych zaproponowano działania zmierzające do eliminacji marnotrawstwa. Na uwagę zasługuje wielokryterialne ujęcie problemu wpływu zastosowania propozycji usprawnień procesu produkcji na marnotrawstwo w przebiegu produkcji.

Zaproponowany model wychodzi naprzeciw tendencjom rozwoju metod projektowania. Zaproponowany wg autora model projektowania wyrobu umożliwia włączenie się na każdym etapie projektowania klientów projektu i jego współprojektowanie, w pracy nie zgłębiono takiej możliwości.

Za dyskusyjne w tej partii materiału uważam jednak:

- zaproponowany wg autora model oceny eksperckiej – przeprowadzany przez eksperta zamiast grupy ekspertów,
- zbyt krótki opis sposobu przeprowadzenia oceny wielokryterialnej podejmowanych działań racjonalizujących produkcję np. przez przedstawienie modelu postępowania.

Rozdział czwarty związany z podsumowaniem, wnioskami i uwagami do pracy

Przeprowadzone analizy, wnioski końcowe z punktu widzenia założonego zakresu pracy uważam za poprawne.

Uważam, że przedstawienie toku postępowania byłoby jednak pełniejsze gdyby na końcu pracy w podsumowaniu podano model postępowania uwzględniający tok postępowania podany w pracy związany z projektowaniem produkcji, wdrażaniem do produkcji nowych wyrobów.

Mimo poprawnie sformułowanych wniosków, uważam, że zbyt mało uwagi poświęcono w nich trzem zagadnieniom:

- możliwościom zastosowania opisywanego sposobu postępowania w różnych warunkach produkcyjnych np. produkcji nie związanej z branżą przedstawioną w pracy, uważam, że rozwiązywany w pracy problem może znaleźć zastosowanie w praktyce produkcyjnej,

- braku modelu postępowania uogólniającego problem, w zależności od rodzaju działalności gospodarczej w danej branży, rozpatrywany zbiór czynników może podlegać jednak różnej konfiguracji,
- braku wspomnienia o możliwości zastosowania na drodze modelowania, symulacji i animacji komputerowej skutecznej i efektywnej komunikacji między zespołem i/lub zespołami projektowymi a poddostawcami, kooperantami i klientami końcowymi.

4. Literatura

Zestaw źródeł literaturowych uważam za poprawny. Wydaje mi się jednak, że dla wygodniejszego zapoznania się ze źródłami literaturowymi należałoby podać przy poszczególnych pozycjach w zestawieniu numerację.

Ponadto literatura podawana jest w tekście pracy w sposób niejednolity, do rysunków podawane są źródła bezpośrednio pod ich opisami, w tekście źródła podawane są w postaci przypisów.

5. Uwagi redakcyjne

Ponadto w treści rozdziałów można znaleźć drobne nieścisłości czy błędy redakcyjne nie mające istotnego wpływu na merytoryczną ocenę pracy np.:

- str. 5 – 9 - przedstawione wyrażenia „Wykaz skrótów i symboli” powinien być zatytułowany „Wykaz zastosowanych oznaczeń i akronimów”,
- str. 25 i dalsze autor powołuje się na literaturę na dwa sposoby – pod rysunkami podaje źródła, w tekście pracy literatura podawana jest w postaci przypisów, wydaje się że zasady powoływania się na pozycje literaturowe powinny być ujednolicone np. w postaci przypisów,
- str. 31 i 34 opisy źródeł nie zawsze są jednoznaczne np. dotyczące różnych informacji dotyczącej atestów hutniczych – dotyczy to poz. 31 i 33,
- str.34, niejednoznaczny opis literatury w pozycji 36 – czy chodzi tu o literaturę zamieszczoną pod rys. 1.17 ?,
- str. 37 – odwrócony rysunek 1.20 u góry strony, brak opisu znaczenia strzałki na tym rysunku, nieczytelne opisy osi na dolnej części tego rysunku,
- str. 41, na rys. 1.21 powinny być dla poprawy czytelności rysunku odwrócone o 180 stopni napisy umieszczone w kolumnie 2 i 3, przykładem poprawnie zbudowanego rysunku jest rys. 1.22,
- str. 48, we wzorze (2.2) brak znaku mnożenia między parametrami W i f_y , podobne niedociągnięcia pojawiają się w dalszych wzorach np. (2.3), (2.4), (2.5), itd.,
- str. 50, wiersz pod wzorem (2.7), brak w wykazie umownych oznaczeń oznaczenia R^2 ,
- str. 58, zamieszczony na stronie rysunek 2.4 i dalsze rysunki na następnych stronach mogą się okazać nieczytelne (zbyt małe litery określające parametry doboru płaskownika nośnego,
- str.118 i 124, - zbliżona treść w tekście pracy we fragmentach dotyczących panelu eksperckiego – zaczynająca się od słów „W analizowanym przypadku jako panel ekspercki w ocenie”.

6. Wnioski końcowe

Oceniając przedstawioną pracę doktorską pragnę, mimo podanych wyżej uwag, podkreślić następujące jej walory, do których można zaliczyć:

- zasadność podjętej tematyki badawczej,
- znajomość i umiejętność przedstawienia aktualnego stanu zagadnienia,
- praktyczne podejście do rozwiązania problemu.

Na uwagę zasługuje kompleksowość badań, przeprowadzenie analiz w różnych obszarach, pomimo to i tak nie wyczerpano dużej liczby zagadnień związanych np. ze złożonością procesu produkcji, miejscem projektowania a miejscem wdrożenia, możliwymi inwestycjami w projekcie, możliwością wyboru dostawców itd.

Tematyka pracy jest związana z zakładami produkującymi wyroby prefabrykowane. Przedstawione zagadnienie interdyscyplinarnego podejścia do projektowania konstrukcji, wytwarzania i organizacji produkcji znajduje zastosowanie również w innych branżach. Przedstawiona tematyka jest jednym z najbardziej istotnych elementów projektowania i zarządzania procesami produkcyjnymi, w tym wdrażania nowych wyrobów.

W pracy autor wykazał się znajomością współczesnych narzędzi zarządzania produkcją i umiejętnością ich doboru stosownie do wymagań wdrożeniowych.

Pragnę podkreślić dużą złożoność tematu, który ze względu na zakres pracy musiał być ograniczony, pracochłonność wykonania pracy oraz znajomość problematyki badawczej przez doktoranta, która była podstawą wykonania dysertacji.

Powyższe czynniki skłaniają do stwierdzenia, że praca pomimo przedstawionych uwag spełnia wymagania stawiane pracy doktorskiej oraz że doktorant na podstawie przeprowadzonych badań wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną w zakresie systemów zarządzania produkcją w przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz umiejętnościami samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Biorąc pod uwagę sformułowane wyżej opinie, stawiam wniosek o uznanie pracy jako spełniającej ustawowe wymagania stawiane rozprawie doktorskiej w dziedzinie nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie „inżynieria mechaniczna” (dawniej dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria produkcji) oraz wnioskuję o dopuszczenie doktoranta do publicznej obrony pracy.

Bielsko-Biała, 15.08.2019r.

KIEROWNIK
KATEDRY INŻYNIERII PRODUKCJI

prof. dr hab. inż. Józef Małuszek, dr h.c.