

Dr hab. inż. Arkadiusz Gola, prof. uczelni  
Politechnika Lubelska  
Wydział Mechaniczny  
Katedra Informatyzacji i Robotyzacji Produkcji  
ul. Nadbystrzycka 36  
20-618 Lublin

Lublin, 19.10.2024 r.

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej mgr inż. Ewy Kaczmar-Kolny

pt.: „**Szacowanie kosztów własnych wytwarzania w warunkach jednoseryjnej  
i małoseryjnej produkcji**”

(recenzja wykonana na podstawie pisma Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria  
Mechaniczna – Dr hab. inż. Doroty Pawlus, prof. UBB nr W-1/243/2024 z dnia 26 września  
2024 roku).

### **1. Obszar problemowy rozprawy – ocena celowości podjęcia tematu pracy**

Problematyka prawidłowej kalkulacji kosztów wytwarzania jest jednym z kluczowych elementów decydujących zarówno o opłacalności realizowanej działalności gospodarczej, jak i budowaniu pozycji konkurencyjnej przedsiębiorstwa. Choć sama problematyka analizy kosztów wytwarzania nie jest zagadnieniem nowym – poszukiwanie nowych metod kalkulacji kosztów jest ciągle niezbędne – m.in. ze względu na zmianę paradygmatów wytwarzania, będących konsekwencją automatyzacji, pracy wielostanowiskowej, współpracy ludzi z robotami i innych. Bardzo ważnym jest także, aby wykorzystywane metody umożliwiały szybką kalkulację kosztów produkcji – nie tylko po realizacji procesu, ale również na etapie projektowania produktu i szacowania kosztów realizacji zleceń produkcyjnych. Szczególnie istotne jest to w przypadku produkcji jednostkowej i małoseryjnej, gdzie wymagana jest szybka reakcja na otrzymywane zapytania od potencjalnych klientów, a od prawidłowości wyceny często zależy zyskowność realizowanego przedsięwzięcia. W praktyce – kalkulacja kosztów wytwarzania dostępnymi metodami (co jest zagadnieniem czaso- i kosztochłonnym) realizowana jest dopiero po wykonaniu zamówienia czego skutkiem jest sytuacja, iż o opłacalności zrealizowanego przedsięwzięcia – a w konsekwencji ewentualnej konieczności korekty przyjętych metod wyceny zleceń produkcyjnych - przedsiębiorstwo

dowiaduje się *post factum*, co w praktyce oznacza, iż przez jakiś czas może być nieświadomie realizowana produkcja przynosząca straty lub na zbyt niskim poziomie opłacalności.

Biorąc pod uwagę fakt, iż w ocenianej pracy Autorka podjęła się zadania opracowania modelu kalkulacji kosztów własnych produkcji zawierającego algorytmy obliczeń poszczególnych kosztów rodzajowych i umożliwiającego określanie kosztów docelowych - zarówno na etapie projektowania procesów, jak i na etapie kształtowania przebiegu realizowanego procesu - należy stwierdzić, iż tematyka pracy jest bez wątpienia aktualna i wpisuje się w bieżące potrzeby i trendy badawcze, a przedstawione w pracy rozwiązanie stanowi wypełnienie luki w obszarze badań naukowych w zakresie ekonomiki przedsiębiorstw i wychodzi naprzeciw bieżącym potrzebom przemysłu.

## **2. Ocena struktury i zakresu pracy**

### **2.1. Zakres i struktura pracy**

Opiniowana praca (wraz z załącznikami) liczy 211 stron i składa się z wykazu ważniejszych, umownych oznaczeń i zastosowanych akronimów, słowa wstępnego czterech części pracy, spisu literatury, streszczeń (w języku polskim i angielskim) oraz siedmiu załączników.

Część pierwsza pracy (nosząca tytuł „Wprowadzenie”), ma charakter teoretyczno-analityczny i obejmuje swoim zakresem ważniejsze informacje i analizę literatury z zakresu zarządzania procesami produkcyjnymi i problematyki wdrażania nowych wyrobów do produkcji.

Część druga pracy (zatytułowana: „Analiza literatury i praktyki przemysłowej”) została poświęcona omówieniu problematyki przygotowania produkcji oraz wdrażania do produkcji nowych wyrobów. W szczególności, w niniejszej części pracy charakterystyce poddane zostały zagadnienia związane z procesami przygotowania produkcji, metodami wspomagania procesów projektowania i wdrażania nowych wyrobów, kryteriami oceny efektywności produkcji nowych wyrobów oraz kalkulacji kosztów własnych w procesie wytwarzania.

Część trzecia pracy (o tytule „Badania własne”) prezentuje opracowany przez Autorkę model kalkulacji kosztów produkcji. Niniejsza, najobszerniejsza część pracy obejmuje swoim zakresem koncepcję badań wyniki badań ankietowych dotyczących rodzajów organizacji pracy we współczesnych procesach produkcyjnych i ich wpływu na określenie kosztów własnych, modele kalkulacji kosztów, ocenę przyjętych rozwiązań kalkulacji kosztów dla praktyki produkcyjnej oraz przykłady zastosowania zaprezentowanego modelu dla potrzeb kalkulacji kosztów w jednym z przedsiębiorstw produkcyjnych.

Czwarta część pracy (nosząca tytuł: „Podsumowanie, wnioski i uwagi”) zawiera analizę wyników badań oraz opis efektów wynikających z zastosowania modeli kalkulacji kosztów, a także wnioski z podziałem na wnioski poznawcze, wnioski użytkarne i wnioski do dalszych badań.

## 2.2. Uwagi dotyczące struktury pracy

W ogólnej ocenie struktura pracy jest prawidłowa. W pracy został zachowany wyraźny podział na część teoretyczną (część II) i część praktyczną (część III) uzupełnione o wprowadzenie (część I) oraz podsumowanie, wnioski i uwagi (część IV). Nietypowym rozwiązaniem jest jednakże zastosowanie słowa wstępnego (mającego charakter wprowadzenia) oraz wprowadzenia zawierającego 2 rozdziały o charakterze teoretycznym. Analogicznie wydaje się, iż lepszym rozwiązaniem było by przeniesienie rozdziału 14 (pt. Analiza wyników badań efekty modeli i kalkulacji kosztów) z części VI (zawierającej podsumowanie, wnioski i uwagi) do części II pracy (Badania własne). Jednocześnie, na bardzo pozytywną uwagę zasługuje zamieszczenie w początkowej części pracy wykazu ważniejszych, umownych oznaczeń i zastosowanych akronimów, co znacznie ułatwia czytanie pracy (zwłaszcza, że część użytych na rysunkach skrótów nie została objaśniona w legendach – np. na rysunkach 10.5 i 10.6).

## 3. Ocena merytoryczna rozprawy

Oceniana rozprawa ma charakter projektowy, a jej głównym celem (zdefiniowanym w rozdziale 7) jest „*opracowanie modelu określania kosztów własnych produkcji wykonywanych zadań produkcyjnych wykorzystywanego dla potrzeb:*

- *kształtowania przebiegu procesu produkcyjnego,*
- *współczesnych warunków organizacyjnych procesu wytwarzania z wykorzystaniem technologii Przemysłu 4.0 i 5.0,*
- *podejmowania decyzji w procesach harmonogramowania produkcji przy uwzględnieniu seryjności produkcji, możliwości określania kosztów zamrożenia środków finansowych, ryzyka pojawienia się zakłóceń w trakcie realizacji procesu produkcji oraz możliwości dekompozycji modelu i wprowadzenia, przy uwzględnieniu odpowiednich zbiorów danych, algorytmów obliczeń kosztów własnych*
- *przeprowadzania analiz technologiczności konstrukcji wyrobów, dla kilku różnych zaprojektowanych wariantów procesu wytwarzania.*

Praca – korespondując z problematyką organizacji i zarządzania produkcją, efektywnością i produktywnością przedsiębiorstw oraz ekonomiką inżynierską i analizą kosztów - niewątpliwie wpisuje się w obszar zainteresowań *Inżynierii produkcji* (wchodzącej obecnie w skład dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna).

Od strony merytorycznej pracę oceniam w sposób jednoznacznie pozytywny. Autorka, na podstawie własnych doświadczeń oraz badań literatury, w sposób jednoznaczny zidentyfikowała istniejący problem trudności w zastosowaniu istniejących modeli kalkulacji kosztów wytwarzania dla procesów zautomatyzowanych, realizujących (zgodnie z paradygmatami Przemysłu 4.0 i Przemysłu 5.0) produkcję spersonalizowaną. Biorąc pod uwagę słabości prezentowanych w literaturze modeli oraz dostępność nowoczesnych technik (tj. logiki rozmytej) zaproponowała oryginalne rozwiązanie umożliwiające zastosowanie nie tylko dla potrzeb kalkulacji kosztów nie tylko w produkcji wielkoseryjnej, ale również jednostkowej i małoseryjnej – realizowanej w systemach produkcji nierytmicznej.

### **3.1. Elementy oryginalne**

Opracowana w ramach zrealizowanych prac badawczych metoda szacowania kosztów własnych wytwarzania w warunkach jednostkowej i małoseryjnej produkcji stanowi nowe rozwiązanie o charakterze innowacji organizacyjnej. W szczególności elementami poświadczającymi oryginalność opracowanego rozwiązania są:

- elastyczność opracowanej metody (możliwość zastosowania jej dla różnych typów produkcji i na różnych etapach procesu – tj. etap przedprodukcyjny, produkcyjny i poprodukcyjny),
- wprowadzenie nowego sposobu określania: (1) kosztów stanowiskowych, włącznie z kosztami odpisów amortyzacyjnych, odsetek kalkulacyjnych, zajmowanej przez stanowisko powierzchni serwisowania, narzędzi i oprzyrządowania, (2) kosztów projektowania (rozwoju) określanych jak w przypadku stanowisk produkcyjnych, (3) kosztów pośrednich związanych z wykonywaniem poszczególnych zadań produkcyjnych,
- modele nowych (bazujących na pracochłonności i stanowiskochłonności realizowanych zadań produkcyjnych) przeliczników kosztowych wykorzystywanych do określania kosztów pośrednich produkcji,
- koncepcja wykorzystania arkusza rozliczeniowego przedsiębiorstwa (ARP) do analizy kosztowych procesów realizowanych w przedsiębiorstwie oraz budowy nowego arkusza rozliczeniowego zadań (ARZ) jako bazy danych do określania kosztów wykonywanych zadań produkcyjnych,

- opracowana uogólniona metoda wyznaczania wartości kosztów wytwarzania z wykorzystaniem wnioskowania rozmytego.

### 3.2. Uwagi dyskusyjne

Mimo, iż praca jest napisana w sposób zrozumiały, lektura treści pracy skłania do sformułowania następujących pytań i uwag o charakterze dyskusyjnym:

1. Tytuł pracy wydaje się nieco zbyt ogólny – nie podkreśla on bowiem faktu, iż w pracy można znaleźć nową metodę kalkulacji kosztów – która tak naprawdę stanowi istotę niniejszego opracowania.
2. Na stronie 62 napisano ogólnie, iż „*W drugim zakresie badań własnych, stanowiących główną część dysertacji przedstawiono autorskie propozycje kalkulacji kosztów predestynowane do zastosowania przez pracowników działów produkcyjnych...*”. Czytając tak ogólne stwierdzenia nasuwa się pytanie: *Którzy pracownicy z działów produkcyjnych powinni wykorzystywać zaproponowane rozwiązanie i w jakich sytuacjach (tj. czy na etapie przygotowania produkcji, realizacji procesu produkcyjnego, czy po zakończeniu realizacji danego zlecenia/partii produkcyjnej)?* Niestety w pracy brakuje tego typu informacji, a jak się wydaje są one kluczowe z punktu widzenia możliwości zastosowania opracowanego modelu.
3. Chociaż analiza literatury została wykonana w sposób prawidłowy (i zawiera aż 163 pozycje) to pominięto wiele pozycji związanych ściśle z tematyką podejmowaną w II części pracy i dostępnych polskim rynku wydawniczym od wielu lat (np. Szatkowski K., *Przygotowanie produkcji*, Wyd. PWN, Warszawa, 2008; Janik W., *Rachunek kosztów w działalności produkcyjnej i usługowej*, Wyd. WSPA, Lublin 2009; itp.).
4. Dyskusyjnym wydaje się zaproponowanie logiki rozmytej do wyznaczania wartości kluczy rozliczeniowych (podrozdział 11.3). Zgodnie z przyjętymi w pracy założeniami oceny warunków organizacyjnych w firmie oraz technologiczności konstrukcji dokonuje grupa ekspertów – co z założenia jest procesem kosztownym i mającym wpływ na wydłużenie procesu szacowania kosztu. Ponadto w pracy nie zostało określone jak duża powinna być to grupa i w jaki sposób należy wyłonić ekspertów.
5. Do oceny pracochłonności / stanowiskochłonności wyrobu przyjęto dwa kryteria, tj. (1) technologiczność konstrukcji i (2) warunki organizacyjne przedsiębiorstwa (s. 97). Brakuje jednak uzasadnienia dlaczego akurat to te dwa kryteria wzięto pod uwagę (należy bowiem stwierdzić, że tego typu kryteria mają charakter jakościowy i w konsekwencji charakteryzują

się wysokim stopniem skomplikowania, subiektywizmem i możliwym dużym błędem przy ich ocenie).

6. W opracowanym kwestionariuszu ankiety (stanowiącym załącznik V ocenianej pracy) możliwymi odpowiedziami na każde z pytań są TAK i NIE, zakładając jednocześnie, że brak udzielonej odpowiedzi jest tożsame z odpowiedzią „Nie wiem”. Tego typu założenie wydaje się błędne – brak udzielenia odpowiedzi może być bowiem faktem „przeoczenia” pytania i wówczas nie będzie to oznaczało, iż respondent „nie wie” jaka jest odpowiedź na to pytanie. Analogicznie można by zapytać: w jaki sposób były (o ile były) interpretowane odpowiedzi z zaznaczeniem obydwu opcji (tj. TAK i NIE).
7. Z celu pracy wynika, że opracowany model umożliwia podejmowanie decyzji w procesach harmonogramowania zadań produkcyjnych przy uwzględnieniu ryzyka pojawienia się zakłóceń w trakcie realizacji procesu produkcji. Brakuje jednakże w pracy wyjaśnienia w jaki sposób zmienne ryzyko będzie (wykorzystując opracowany model) wpływać na podejmowanie w zakresie harmonogramowania produkcji.
8. W tabelach 11.1 i 11.2 przedstawiono przynależności zmiennych lingwistycznych dla kryteriów technologiczności wyrobu i warunków organizacyjnych przedsiębiorstwa, określając wartości ocen dla różnych poziomów technologiczności oraz różnego poziomu zajętości maszyn. Brakuje jednak informacji w oparciu o jakie kryteria przyjęto akurat takie wartości ocen i w jaki sposób będzie realizowane przypisanie wyrobu do konkretnych kategorii (tj. w jaki sposób będą kategoryzowane produkty w przypadku zróżnicowanych opinii ekspertów – dla przykładu: jak należy zakwalifikować jeżeli np. połowa ekspertów uzna, iż poziom technologiczności jest wysoki, a druga połowa, że bardzo wysoki).
9. Na stronie 18 zamieszczono zdanie: *„W celu osiągnięcia sukcesu na rynku, przedsiębiorstwa podczas wdrażania innowacji powinny przeprowadzić pełen cykl innowacyjny, tj. od koncepcji do wytworzenia nowego wyrobu”*. Wydaje się, że jest to pewien skrót myślowy, wymagający rozwinięcia. Dlatego też pożądanym było by wyjaśnienie, co Autorka miała właściwie na myśli pisząc o „pełnym cyklu innowacyjnym”.
10. Autorka posługuje się czasami sformułowaniami typu „obliczenia kosztu własnego wyrobu wykonywane są według następującego algorytmu” (np. s. 49) – prezentując sposób kalkulacji kosztu z wykorzystaniem kilku wzorów. Wydaje się, że w takim wypadku użycie słowa „algorytm” nie jest do końca prawidłowe a zamiast tego Autorka powinna po prostu napisać, że „obliczenia kosztu własnego wyrobu wykonywane są z wykorzystaniem następujących formuł (podając ich numery)”.

11. Mimo, iż opracowany model jest bez wątpienia wartościowy, szacowanie kosztów z jego wykorzystaniem wydaje się zadaniem czasochłonnym. W moim odczuciu może to stanowić barierę w jego stosowaniu – zwłaszcza w małych i średnich przedsiębiorstwach dysponujących ograniczonymi zasobami ludzkimi.

Podsumowując stwierdzam, że cała praca została przygotowana w sposób metodologicznie poprawny oraz stanowi oryginalne osiągnięcie Autorki. Zdecydowaną mocną stroną stanowi zarówno opracowany model szacowania kosztów wytwarzania, jak również jego znaczenie z punktu widzenia bieżących potrzeb oraz możliwości jej implementacji w postaci narzędzia umożliwiającego kalkulację kosztów na różnych etapach procesu produkcyjnego, niezależnie od typu realizowanej produkcji.

### 3.3. Uwagi szczegółowe

Strona estetyczna pracy stanowi zdecydowanie jej atut. Praca została przygotowana bardzo starannie, a prezentowane treści ilustrowane są umiejętnie rysunkami i tabelami – co znacznie zwiększa przejrzystość i ułatwia czytanie pracy. Autorka posługuje się językiem właściwym dla prac naukowych. Pojawiające się w pracy błędy o charakterze stylistycznym, gramatycznym i edytorskim mają charakter bardzo sporadyczny a ich przykładami są np.:

- błędy stylistyczne:
  - s. 15 – „*czas nałożenia d-tego działania na czas działania d-1*”
  - s. 17 – „*... zastosowania stosowanych dotąd kalkulacji...*”,
  - s. 67 – „*Współcześnie nastąpiła zmiana uwarunkowań...*”,
  - s. 68 – „*Odpowiedzi na powyższe pytania 2-4...*” (powyżej nie ma pytań 2-4),
  - s. 71 – „*Do każdego z zadań przypisane jest stanowisko kosztowe, które jest odpowiedzialne za przeprowadzenie tego zadania...*),
- błędy gramatyczne:
  - s. 31 – „*Prowadzenie inżynierii wartości zostało podzielonych...*”,
  - s. 58 – „*Współcześnie rośnie znaczenie na etapie projektowania procesów produkcyjnych określania kosztów...*”
- błędy o charakterze edytorskim:
  - s. 60 – jest: „*- możliwości dekompozycji modelu i wprowadzeniu...*”, powinno być: „*- możliwości dekompozycji modelu i wprowadzenia...*”,

- s. 71 – jest: „koszt własny produkcji p-tego procesu”, powinno być: „koszt własny produkcji w ramach p-tego procesu”,
- s. 96 – jest: „...poszczególnym częściom składowych...”, powinno być: „...poszczególnym częściom składowym...”.

Ponadto w niektórych miejscach brakuje lub podwójnie zastosowano znaki interpunkcyjne (przecinki, kropki) oraz występują powtórzenia (np. s. 17 – „obliczeń”, „obliczeń”, s. 43 – „...po osiągnięciu docelowego kosztu.”, „Po osiągnięciu docelowego kosztu...”, itp.).

#### **4. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Biorąc pod uwagę całokształt ocenianej pracy stwierdzam, iż recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Ewy Kaczmar-Kolny stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie „Inżynieria mechaniczna” oraz umiejętność prowadzenia pracy naukowej. Jako oryginalne rozwiązanie problemu naukowego należy uznać opracowany model szacowania kosztów własnych wytwarzania w warunkach jednostkowej i małoseryjnej produkcji. Doktorantka wykazała się znajomością podstawowej literatury przedmiotu rozprawy, a także umiejętnością praktycznego wykorzystania dotychczasowych zdobyczy nauki dla potrzeb rozwiązania realnych problemów z obszaru inżynierii produkcji. Zauważone w rozprawie doktorskiej nieprawidłowości nie mają zasadniczego znaczenia dla wartości merytorycznej pracy, odpowiadającej współczesnemu standardowi prac doktorskich. Dlatego też rozprawa w całości może być oceniona pozytywnie.

Konkludując uważam, że opiniowana praca spełnia warunki stawiane przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 *o stopniach i tytule naukowym* (Dz.U. z 2017, poz. 1789 ze zm.) w dyscyplinie „Inżynieria mechaniczna” i wnioskuję o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

*Amediusz Gola*