

W P Ł Y N Ę Ł O

dnia 17.10.2018
PK/UM/Dz/17/276/2018

dr hab. inż. Sławomir FRANCIK

Kraków, 11.10.2018 r.

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Klaudii Magdaleny Żukowskiej pt.
„METODA OCENY NOWOCZESNOŚCI MASZYN DO PIELEGNACJI
TERENÓW ZIELENI NA PRZYKŁADZIE KOSIARKI OGRODOWEJ”**

Recenzja rozprawy doktorskiej została opracowana na zlecenie Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej, dra hab. inż. Błażeja Bałasa, prof. PK, z dnia 3.08.2018 r. Promotorem rozprawy jest Dr hab. inż. Andrzej Grieger, prof. nadzw.

Ocena przedłożonej rozprawy doktorskiej została przeprowadzona na podstawie przepisów *Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późn. zmianami (Dz. U. z dnia 21 czerwca 2016 r. Poz. 882, Dz. U. z dnia 23 sierpnia 2016 r. Poz. 1311, Dz. U. z dnia 28 kwietnia 2017 r. Poz. 859).*

1. Ocena formalna

Maszynopis rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Klaudii Żukowskiej liczy 171 stron (w tym 66 tabel, 18 rysunków i 3 aneksy). Bibliografia zawiera 124 pozycji (105 publikacji naukowych, monografii i książek, 11 aktów prawnych, 8 stron internetowych). Układ pracy jest poprawny, typowy dla prac naukowych w dyscyplinie inżynieria rolnicza.

Zgodnie z Ustawą (Art. 13 pkt. 1) „*rozprawa doktorska (...) powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego (...) oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej (...), a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej*”.

Aby rozprawa doktorska mogła być oceniona pozytywnie konieczne jest zatem spełnienie kilku podstawowych warunków:

- rozprawa musi w sposób oryginalny rozwiązywać problem naukowy,
- temat pracy musi mieścić się w dyscyplinie naukowej (w tym przypadku inżynierii rolniczej),
- cel pracy musi być dobrze sformułowany i uzasadniony,

- realizacja celu musi być przeprowadzona poprawnie dobranymi metodami, co potwierdza ogólną wiedzę doktoranta w dyscyplinie naukowej i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Rozprawa Pani mgr Klaudii Żukowskiej poświęcona jest zagadnieniu oceny nowoczesności systemów technicznych (ST). Jako obiekt badań przyjęła ona kosiarki ogrodowe.

Doktorantka stwierdziła (s. 29¹⁶⁻¹⁹), że problem badawczy „*polega na doborze i ważności kryteriów oceny nowoczesności maszyn do pielęgnacji terenów zieleni oraz na znalezieniu właściwego narzędzia, które ułatwiłoby ocenę nowoczesności maszyn do pielęgnacji terenów zieleni w oparciu o wiele kryteriów.*”

Przy czym, jako główny problem przy opracowaniu metody oceny nowoczesności maszyn, postrzega ona trudności w wyznaczeniu, za pomocą jednej wielkości, „*jednostki charakteryzującej wiele cech*” (s. 29⁷⁻⁹).

Doktorantka zdefiniowała pojęcie nowoczesności maszyny (s. 29²¹⁻²⁵). Jako miarę poziomu nowoczesności zaproponowała wskaźnik W_N o wartościach zmieniających się od 0 do 1.

W pracy sformułowano dwie hipotezy (s. 31³⁻⁶):

1. Można opracować metodę i algorytm określenia wskaźnika nowoczesności uwzględniając różnorodność i poziom znaczenia.
2. Wskaźnik nowoczesności można wyrazić w jednoparametrycznej skali liczbowej.

Doktorantka **jako cel pracy** (s. 31⁷⁻¹²) przyjęła opracowanie metody oceny nowoczesności maszyny, ustalenie kryteriów oceny oraz określenie skali oceny poziomu nowoczesności. Według mnie, cel ten jest zgodny z tematem pracy i został poprawnie sformułowany.

Zakres pracy obejmował: identyfikację czynników tworzących system oceny nowoczesności, przyjęcie modelu oceny zebranych danych, ustalenie korelacji badanych czynników systemu oceny nowoczesności maszyn według określonych kryteriów, opis zasady stosowania metody oceny nowoczesności maszyny oraz weryfikację poprawności funkcjonowania opracowanej metody oceny nowoczesności maszyn.

Ocena nowoczesności systemów technicznych jest powiązana z oceną jakości systemów technicznych i oceną poziomu technicznego tych systemów. Zagadnienia te są ściśle ze sobą powiązane. Metody wykorzystywane w ocenie nowoczesności i jakości mogą być stosowane wymiennie. Problem oceny nowoczesności mieści się w problematyce wielokryterialnej oceny systemów technicznych.

Zagadnienie wielokryterialnej oceny nowoczesności jest ciągle aktualnym problemem naukowym. Nie zostało dotychczas w pełni rozwiązane. Potwierdzają to badania ciągle prowadzone przez naukowców zmierzające do opracowania metod obarczonych jak najmniejszym subiektywizmem.

Temat badań (kosiarki ogrodnicze) należy do obszaru zainteresowań dyscypliny inżynieria rolnicza. Potwierdzają to publikacje w czasopismach naukowych z tej dyscypliny.

Podsumowując ocenę formalną pracy stwierdzam, że **problem wielokryterialnej oceny nowoczesności systemów technicznych jest problemem naukowym. Tematyka pracy (ocena nowoczesności kosiarek ogrodowych) mieści się w dyscyplinie inżynieria rolnicza. Opracowanie własnej metody oceny spełnia wymaganie oryginalności rozwiązania problemu naukowego. Pozytywna ocena formalna pozwala stwierdzić, że praca może być podstawą postępowania o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie inżynieria rolnicza.**

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Rozprawa doktorska Pani mgr Klaudii Żukowskiej została podzielona na rozdziały poświęcone: analizie zagadnienia, sformułowaniu i uzasadnieniu problemu badawczego, przyjęciu celu i zakresu pracy, przedstawieniu metody badań oraz ich wyników, statystycznej analizie wyników oraz weryfikacji metody. Podsumowanie i wnioski kończą pracę.

Autorka, w rozdziale „Analiza zagadnienia”, scharakteryzowała, opierając się na obszernym przeglądzie literatury, istniejące metody wielokryterialnej oceny systemów technicznych oraz metod stosowanych do oceny nowoczesności i jakości. Stanowiło to podstawę do podjęcia decyzji o opracowaniu własnej metody.

Problem badawczy, cel pracy oraz jej zakres zostały sformułowane prawidłowo. Natomiast przyjęte hipotezy pracy sformułowano niewłaściwie. Można je potwierdzić bez wykonywania badań, jedynie na podstawie analizy literatury dotyczącej metod oceny wielokryterialnej - istnieje wiele metod oceny, w których wynik oceny jest wartością liczbową.

2.1. Ocena merytoryczna metodyki

W rozdziale Metodyka badań Autorka scharakteryzowała obiekt badań (kosiarki ogrodowe), a następnie przedstawiła przyjęty przez siebie zbiór czynników wykorzystywanych do oceny ich nowoczesności. W opracowanej przez siebie metodzie oceny nowoczesności, Pani mgr Klaudia Żukowska zaproponowała trójpoziomą hierarchiczną

strukturę dla czynników oceny nowoczesności. Przyjęła, że ocena nowoczesności będzie sumą oceny dwóch kryteriów: bezpieczeństwa oraz funkcjonalności (pierwszy poziom).

Dla każdego przyjęła po trzy czynniki podlegające ocenie (drugi poziom oceny). Czynniki dla kryterium bezpieczeństwo były: ochrona zdrowia operatora, ekologia oraz ergonomia i wzornictwo maszyny. Czynniki dla kryterium funkcjonalność były: dogodność użytkowania maszyny, obsługa maszyny oraz organizacja pracy maszyny.

Dla każdego z czynników oceny nowoczesności drugiego poziomu przyjęła kilka (od 3 do 9) szczegółowych czynników oceny (poziom trzeci). Czynniki te zostały ustalone podczas badań opinii grupy ekspertów (pierwszy etap badań - wywiad bezpośredni).

W zaproponowanej przez siebie metodzie oceny Doktorantka jako miary dla poszczególnych czynników przyjęła wskaźniki.

Ocena modeli kosiarek ogrodowych została przeprowadzona z wykorzystaniem internetowych badań ankietowych wśród grupy użytkowników. Ankietowani oceniali poszczególne czynniki poziomu trzeciego w pięciostopniowej skali Likerta. Wartości ocen zmieniały się co 0,25 od zera do jedności.

Na podstawie ocen eksperckich obliczane były, z uwzględnieniem wag, wartości wskaźników na trzecim poziomie oceny nowoczesności (wzór 1). Wartości wskaźników na drugim poziomie obliczane były jako średnia arytmetyczna wskaźników trzeciego poziomu dla poszczególnych czynników. Doktorantka założyła że wszystkie szczegółowe czynniki oceny nowoczesności na trzecim poziomie są jednakowo ważne – brak uwzględnienia wag przy obliczaniu wskaźników na drugim poziomie (wzór 2). Wartości dwóch wskaźników (bezpieczeństwa i funkcjonalności) na pierwszym poziomie oceny obliczane były jako suma ważona wskaźników poziomu drugiego (wzór 3a i 3b). „Współczynniki wagowe” obliczano jako iloraz liczby wskaźników szczegółowych poziomu trzeciego dla poszczególnych wskaźników poziomu drugiego i liczby wszystkich wskaźników szczegółowych w grupach poziomu pierwszego (wzór 4). Ostatnim etapem było obliczenie wskaźnika nowoczesności jako średniej geometrycznej wskaźników bezpieczeństwa i funkcjonalności (wzór 5a).

Opracowana przez Panią mgr Klaudię Żukowską metoda oceny nowoczesności jest moim zdaniem poprawna. Ocena poziomu nowoczesności za pomocą wskaźnika W_N , przyjmującego wartości od 0 do 1, jest zgodne z przyjętymi w pracy założeniami. Przyjęty sposób obliczenia wskaźnika nowoczesności pozwala teoretycznie na uzyskanie założonej zmienności wskaźników na wszystkich trzech poziomach w zakresie od zera do jedności.

W zaproponowanej metodzie **moje wątpliwości budzi zastosowanie średniej geometrycznej przy obliczaniu wskaźnika nowoczesności i założenie, że wskaźnik**

bezpieczeństwa i wskaźnik funkcjonalności są jednakowo ważne. Powyższe kwestie wymagałyby wyjaśnienia i uzasadnienia (brak takowego w pracy).

Dyskusyjny jest też sposób obliczania wag dla trzeciego poziomu oceny i współczynników wagowych dla poziomu pierwszego, odbiegający od znanych recenzentowi sposobów uwzględniania różnego znaczenia parametrów oceny stosowanych w innych metodach wielokryterialnych.

Przeprowadzone w pracy obliczenia statystyczne obejmowały wyliczenie współczynników korelacji w celu określenia zależności pomiędzy wskaźnikami na poszczególnych poziomach oceny nowoczesności.

Metodykę kończy podrozdział dotyczący skalowania poziomu wskaźnika nowoczesności maszyn. Doktorantka zaproponowała własną trójstopniową skalę oceny nowoczesności, w której określonym wartościom wskaźnika nowoczesności przypisała klasę nowoczesności. Niestety brak jest uzasadnienia dlaczego przyjęto takie a nie inne długości przedziałów. Oceniam to jako mankament pracy.

2.2. Ocena merytoryczna wyników badań

W wyniku przeprowadzonych badań ankietowych uzyskano 79 odpowiedzi zawierające oceny od 0 do 1 dla 41 czynników szczegółowych (poziom trzeci), dla kosiarek ogrodowych wyprodukowanych w latach 2002-2014. Zestawienie ocenianych kosiarek zamieszczono w tabeli 11. Doktorantka podzieliła wszystkie kosiarki ze względu na rok produkcji na trzy grupy (do 2005r.; od 2005r. do 2010r.; po 2010r.) i przeprowadziła analizę liczby kosiarek występujących w poszczególnych grupach ze względu na różne kryteria (forma prawna respondenta, doświadczenie użytkownika w eksploatacji, rodzaj silnika, sposób poruszania się maszyny). Wyniki przedstawiła w tabelach 12-15. Zestawienia zbiorcze uzyskanych ocen dla poszczególnych czynników szczegółowych oceny zamieściła w tabelach 16-56.

Obliczone na podstawie ankiet wartości wskaźników dla poziomu trzeciego ($W_{B,i,j}$ i $W_{F,i,j}$) dla poszczególnych kosiarek zamieszczono w aneksie 2 (tabele A.2.4-A.2.9), natomiast wartości średnie przedstawiono na rysunkach 5-10.

Wyniki obliczeń wskaźników dla drugiego poziomu ($W_{B,i}$ i $W_{F,i}$) przedstawiono na rysunkach 11 i 12. Zaobserwowano wzrost średnich wartości wskaźników bezpieczeństwa oraz wskaźników funkcjonalności w grupie kosiarek wyprodukowanych po 2010 roku, w porównaniu do dwóch pozostałych grup.

Średnie wartości dwóch wskaźników pierwszego poziomu (bezpieczeństwo i funkcjonalność) oraz wartości średnie wskaźnika nowoczesności W_N , dla poszczególnych

„grup wiekowych” kosiarek, pokazano na rysunku 13. Oczywiście również tu zaobserwowano „prawidłowość, że średnie wartości wskaźników: bezpieczeństwo i funkcjonalność (...) oraz średni wskaźnik nowoczesności w grupie kosiarek ogrodowych produkowanych po 2010 roku jest największy”. Na rysunku błędnie podano wartość $W_N = 0,28$ dla modeli produkowanych w latach 2005-2010. Powinno być 0,21 (Aneks 2, tab. A.2.12).

Bardzo obszerny i szczegółowy opis wyników przeprowadzonych badań jest w mojej ocenie poprawny. Niestety przeprowadzona w pracy analiza statystyczna nie obejmowała analiz pozwalających stwierdzić, czy zaobserwowane różnice są istotne statystycznie, co jest niedociągnięciem pracy.

Wyniki przeprowadzonych obliczeń statystycznych zamieszczono w tabelach 57-63. Wykresy rozrzutu zmiennych: wskaźnika nowoczesności W_N względem wskaźników bezpieczeństwo W_B i funkcjonalność W_F (w tekście błąd¹), w poszczególnych „grupach wiekowych”, przedstawiono na rysunkach 14-16. Wysokie i dodatnie wartości współczynników korelacji (0,87 do 0,96) nie są oczywiście zaskakujące ze względu na metodę obliczania wartości wskaźnika nowoczesności.

Jako próbę weryfikacji opracowanej przez siebie metody Doktorantka wykonała nowe badania – nowa ocena nowoczesności. Badaniami objęto 18 kosiarek, które podzielono na dwie grupy: produkowane w latach 2005-2010 i produkowane po roku 2010 (tabele 64-66). Dla obu grup obliczono wskaźniki dla wszystkich trzech poziomów (Aneks 3 – tabele A.3.1-6). A następnie na podstawie wartości wskaźnika nowoczesności W_N przypisano poszczególnym kosiarkom klasy nowoczesności, zgodnie z przyjętą skalą (tabela 10).

2.3. Ocena merytoryczna podsumowania i wniosków

Doktorantka sformułowała, w oparciu o przeprowadzone badania, 6 stwierdzeń podsumowujących oraz 5 wniosków. Niektóre z nich budzą pewne zastrzeżenia:

Stwierdzenie 2: „Wskaźnik nowoczesności zachowuje regułę poprawnego wnioskowania przy spełnieniu założenia, gdzie $0 \leq W_N \leq 1$. Przy czym $W_N = 0$, gdy obydwa wskaźniki W_B i W_F przyjmują wartości równe zero, albo gdy jeden z nich osiąga wartość równą zero.” Jest to słuszne spostrzeżenie dotyczące opracowanej metody oceny nowoczesności. Ale oznacza, że w przypadku oceny dwóch kosiarek, z których jedna uzyskała oceny 0 i 0, a druga oceny 0 i 1 obydwie uzyskują ocenę końcową $W_N = 0$. Jest to zdaniem recenzenta

¹ „Wykresy rozrzutu zmiennych: wskaźnika bezpieczeństwo W_B i wskaźnika funkcjonalność W_F względem kompleksowego wskaźnika nowoczesności W_N ” (s. 101¹⁻²).

mankament opracowanej metody, pomimo że w rzeczywistej ocenie sytuacja taka raczej nie wystąpi. Wynika to z przyjęcia średniej geometrycznej jako sposobu obliczania wartości wskaźnika nowoczesności. Średnia arytmetyczna rozwiązywałaby ten problem, tym bardziej, że na rysunku 3 (str.33) Doktorantka umieszcza znak +.

Stwierdzenie 6: „Zaproponowana metoda oceny nowoczesności maszyn do pielęgnacji terenów zieleni może spełniać funkcję diagnostyczną. Przede wszystkim chodzi tutaj o wskazanie nieprawidłowości w doborze kryteriów do oceny nowoczesności maszyn (...).”
W jaki sposób metoda może wykazywać te nieprawidłowo wybrane kryteria oceny. Zdaniem recenzenta nie jest to możliwe.

Wniosek 1: „(...) metoda oceny nowoczesności maszyn (...) logicznie opisuje rzeczywisty proces uwzględniający wiele kryteriów.”

Wniosek 5: „(...) możliwe jest monitorowanie poziomu nowoczesności maszyn do pielęgnacji zieleni, pod warunkiem, że użytkownik będzie posługiwał się aktualną dostępną wiedzą.”

Wnioski 1 i 5 są niezrozumiałe.

3. Uwagi odnoszące się do redakcji rozprawy

Analizując rozprawę pod względem edycyjnym stwierdzam, że została ona przygotowana starannie. Pani mgr Klaudia Żukowska, prawdopodobnie ze względu na objętość pracy, nie ustrzegła się jednak błędów.

Na przykład powołuje się ona na publikację „Francik 2005” (s. 24²), której nie zamieściła w Bibliografii. Recenzent przypuszcza, że chodzi tu o publikację: Francik S. 2005. Próba zastosowania sztucznych sieci neuronowych do oceny nowoczesności maszyn rolniczych. Inżynieria Rolnicza 2005, 8(68), 63-70.

W pracy znajduje się również szereg niezbyt fortunnie sformułowanych zdań i stwierdzeń. Oto niektóre z nich:

- (s. 29₁₁) „Nowoczesność określa coraz lepszą techniką, jaka ma zastosowanie w coraz doskonalszych maszynach oraz w lepszych i nowszych materiałach i źródłach energii.”
- (s. 31₁₂) „1. Opracowanie metody, opisującej system oceny nowoczesności maszyny.”
- (s. 31₆) „2. Przyjęcie modelu oceny zebranych danych.”
- (s. 31₅₋₄) „3. Ustalenie korelacji badanych czynników systemu oceny nowoczesności maszyn według określonych kryteriów.”
- (s. 31₃) „4. Opis zasady stosowania definiowanej metody oceny nowoczesności maszyny.”

- (s. 32³⁻¹⁰) „Na potrzeby niniejszych badań zastosowano techniki i narzędzia badawcze: analiza literatury (...), budowa kwestionariusza (...), przyjęcie modelu (...), ustalenie sposobu (...), określenie sposobu (...).”
- (s. 33¹⁰) „Na potrzeby niniejszego projektu sformułowano pojęcie systemu nowoczesności.”
- (s. 33₂₋₁) „Ocenę badanych czynników ustalono w postaci wskaźnikowej, którą sprowadzono do jednego liczbowego wskaźnika określającego poziom nowoczesności kosiarek ogrodowych.”
- (s. 35⁸) „Skala składa się z kafeterii liczącej pięć odpowiedzi (...).”

4. Wniosek końcowy

Ocenę końcową pracy dokonałem biorąc pod uwagę następujące przesłanki, wynikające z przedstawionej powyżej oceny merytorycznej:

1. Zaproponowana przez Doktorantkę **metoda oceny** nowoczesności jest **oryginalną propozycją** w obszarze wielokryterialnej oceny systemów technicznych, przy czym niektóre elementy metody są dyskusyjne (sposób uwzględniania i określania wag poszczególnych kryteriów oceny, sposób obliczania wskaźnika nowoczesności).
2. Przeprowadzone, w ramach pracy, badania zostały przeprowadzone poprawnie dobranymi metodami, co potwierdza ogólną wiedzę Doktorantki w dyscyplinie naukowej inżynieria rolnicza i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Niestety sposób wykorzystania w pracy niektórych metod jest obarczony błędami (przeprowadzone w pracy obliczenia statystyczne są, zdaniem recenzenta zbędne).
3. Sformułowany cel pracy został uzasadniony i zrealizowany w pracy (opracowano metodę oceny nowoczesności, ustalono kryteria oceny oraz określono autorską skalę oceny poziomu nowoczesności).

Konsekwencją powyższych przesłanek **jest pozytywna ocena pracy**. Stwierdzam, że **rozprawa spełnia**, w stopniu wystarczającym, **wymagania stawiane rozprawom doktorskim**. W związku z tym przedstawiam Wysokiej Radzie Wydziału Mechanicznego Politechniki Koszalińskiej **wniosek o przyjęcie rozprawy** doktorskiej Pani mgr inż. Klaudii Żukowskiej.

Kraków, 11.10.2018r.



dr hab. inż. Sławomir Francik