

BADANIA PORÓWNAWCZE JAKOŚCI MASZYN ROLNICZYCH

Karol Durczak

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy w Poznaniu

Streszczenie. Praca zawiera wyniki badań porównawczych jakości dwóch kombajnów zbożowych z wykorzystaniem wielokryterialnej metody wartościowania jakości. Zastosowana metoda uwzględnia dużą liczbę cech mierzalnych i niemierzalnych, wpływających na globalną jakość maszyn oraz pozwala na jej liczbową ocenę.

Słowa kluczowe: jakość, wartościowanie, wskaźnik jakości pracy, kombajn zbożowy

Wstęp

Postrzeżenie jakości zależy od postaci produktu, który może być przedmiotem materialnym, usługą, wytworem intelektualnym lub materiałem przetworzonym [Hamrol 2005]. W wielu produktach można wyróżnić elementy należące do różnych kategorii. Na przykład nowoczesny samobieżny kombajn zbożowy zawiera wszystkie postaci produktu. To, co widać, co można dotknąć i jest w nim stałe, (np. silnik, kabina, zbiornik na ziarno, koła), to przedmioty materialne – zgodnie z nazwą zwyczajową nazywane również wyrobami. Przeprowadzany okresowo serwis maszyny wykonywany jest zazwyczaj w formie usługi. Oprogramowanie komputerów pokładowych sterujących i nadzorujących pracą kombajnu to wytwór intelektualny człowieka, a materiałem przetworzonym może być np. paliwo do silnika. Praktycznie to, czy produkt jest nazywany usługą, wyrobem, wytworem intelektualnym czy materiałem przetworzonym, zależy od dominującego w nim elementu. A zatem kombajn zbożowy z całą pewnością jest wyrobem.

Jakość jest postrzegana wielowymiarowo: poprzez cechy (właściwości) i charakterystyki (grupy tematyczne), przynależne produktowi, z których budowane są kryteria służące do wartościowania jakości. Zgodnie z normą ISO 9000:2001 do oceny jakości wyrobów należy brać pod uwagę wyłącznie cechy inherentne. W przypadku maszyn rolniczych szczególną uwagę zwraca się na cechy mające wpływ na jakość wykonanej pracy, czyli tzw. wskaźniki jakości pracy.

Wskaźniki te dla poszczególnych grup maszyn rolniczych są zamieszczone w Polskich Normach „Ogólne wymagania i badania”, np. dla kombajnów zbożowych zamieszczone są w normie PN-89/R-36585. Wskaźniki te były przedmiotem badań wielu prac naukowych. W pracy Durczaka i Rzeźnika [2005] dokonano próby systematyzacji wybranych wskaźników jakości pracy siewników i kombajnów zbożowych, sadzarek do ziemniaków oraz kombajnów do zbioru ziemniaków z wykorzystaniem metody Pareto-Lorenz'a. Ci sami

autorzy opracowali metodę oceny zbioru kryteriów jakości procesów maszynowych w aspekcie wprowadzania systemów jakości [Rzeźnik i Durczak 2007]. W pracy, korzystając z entropii informacyjnej, przedstawiono oryginalną metodę, za pomocą której można ocenić zbiory kryteriów jakości procesów maszynowych w aspekcie racjonalności ich stosowania przy wdrażaniu systemów jakości.

Ocena jakości danego produktu powinna być zawsze poprzedzona zdefiniowaniem metod wartościowania cech i charakterystyk oraz określeniem stosowanych skal pomiarowych. Używane dotychczas metody polegały głównie na porównaniu jakości poszczególnych cech maszyn rolniczych i nie dawały oceny globalnej, którą można wykorzystać przy tworzeniu rankingów. Zaprezentowana przed Durczaka [2007] metoda umożliwia kompleksową ocenę jakości maszyn rolniczych poprzez wartościowanie cech im przynależnych.

Cel i zakres pracy

Korzystając z wielokryterialnej metody oceny jakości przeprowadzono badania porównawcze samobieżnych kombajnów zbożowych. Przedstawiono szczegółowy algorytm postępowania, którego efektem końcowym jest ocena jakości maszyn w postaci liczbowej.

Metodyka

Do badań wykorzystano wielokryterialną metodę oceny ilościowej jakości maszyn rolniczych przedstawioną przez Durczaka [2007], która wykorzystuje proste narzędzia stosowane przy zarządzaniu jakością jak np. sesje „burzy mózgów” czy diagram pokrewieństwa. Metoda umożliwia oszacowanie globalnej jakości konkretnych typów maszyn rolniczych poprzez wartościowanie ich cech, zarówno mierzalnych jak i niemierzalnych. Wyboru cech, ich łączenie w grupy tematyczne jak również ustalenie dla tych grup wag dokonuje powołany zespół złożony z ekspertów. Natomiast stany poszczególnych cech są wyznaczane w skali pięciostopniowej przez uczestników zespołu eksperymentalnego.

Wyniki badań symulacyjnych zostały poddane analizie statystycznej w celu określenia rozkładu ocen grupy dla danych cech. Analiza taka umożliwi uwypuklenie zalet i wad każdej z ocenianych maszyn.

Wyniki badań

Do oceny jakości wytypowano dwa samobieżne kombajny zbożowe o zbliżonych wydajnościach. Obydwa kombajny są pięcioklawiszowe, poza tym mają podobną szerokość i średnicę bębna młocącego oraz powierzchnię klepiska (tab. 1).

Tabela 1. Porównanie niektórych parametrów badanych kombajnów zbożowych
 Table 1. Comparison of several parameters of the investigated combine-harvesters

Wyszczególnienie	Kombajn zbożowy	
	typ A	typ B
Szerokość koszenia [m]	4,2	3,9/4,5/5,1
Szerokość bębna młocącego [m]	0,125	0,13
Średnica bębna młocącego [m]	0,60	0,61
Powierzchnia klepiska [m ²]	0,75	0,79
Powierzchnia wytrząsaczy [m ²]	5	5
Objętość zbiornika ziarna [l]	3500	5200
Moc silnika [KM]	120	170

Kombajny pochodzą od tego samego producenta i przeznaczone są do zbioru zbóż z 200–400 hektarów rocznie. Kombajn A posiada już nie najnowszą konstrukcję (lata 80') i od kilku lat nie jest już produkowany. Jego następca (typ B) jest wyposażony w najnowsze rozwiązania mechatroniczne takie jak wielofunkcyjny joystick do regulacji nagarniacza i zespołu zniwnego, komputer pokładowy oraz różnego rodzaju wskaźniki i czujniki kontrolujące pracę poszczególnych zespołów maszyny i poprawiające warunki pracy operatora [Mikucki i Korzybski 2006].

Zgodnie z realizowaną metodyką, w pierwszym etapie pracy zespołowej, grupa ekspertów, którymi byli pracownicy naukowo-dydaktyczni Instytutu Inżynierii Rolniczej AR w Poznaniu, dokonała wyboru cech, ważnych przy ocenie samobieżnych kombajnów zbożowych, bez odwoływania się do konkretnego modelu. Wyróżniono ponad 80 cech, które następnie zakwalifikowano do pięciu grup tematycznych:

- techniczne (np. szerokość robocza, moc silnika, przepustowość młocarni, powierzchnia sit, pojemność zbiornika na ziarno i paliwo),
- ergonomiczne i bezpieczeństwo pracy (np. przestronność kabiny, hałas i wibracje na stanowisku operatora, wymiary i usytuowanie siedziska, czytelność wskaźników, temperatura i czystość powietrza w kabinie),
- ekonomiczne (np. ubezpieczenia, zużycie paliwa i olejów, okres gwarancyjny),
- funkcjonalne (np. wielofunkcyjność, trwałość i niezawodność, promień skrętu, sterowność, czystość ziarna w zbiorniku, straty ziarna, uszkodzenie ziarna),
- inne (np. poziom emisji spalin i hałasu, estetyka wykonania, prestiż i marka).

W końcowej ocenie jakości kombajnów zbożowych uwzględniono jedynie 76 z wymienionych cech. Było to spowodowane m.in. brakiem obiektywnych danych o tych parametrach, np. trwałości, niezawodności czy wskaźnikach jakości pracy.

Ta sama grupa ekspertów, która opracowała kryteria oceny jakości kombajnów nadała także wagi poszczególnym charakterystykom (tab. 2).

Tabela 2. Wagi charakterystyk do oceny jakości kombajnów zbożowych
Table 2. Weights of characteristics for combine-harvester quality assessment

Grupa tematyczna	Waga
Techniczne	0,30
Ergonomiczne i bezpieczeństwo pracy	0,15
Ekonomiczne	0,20
Funkcjonalne	0,30
Inne	0,05

Oceny każdej cechy (w skali porządkowej pięciostopniowej: 1 – ocena bardzo niekorzystna, 2 – ocena niekorzystna, 3 – ocena przeciętna, 4 – ocena korzystna, 5 – ocena bardzo korzystna) dokonała w 2007 r. grupa studentów III roku kierunku Technika rolnicza i leśna AR w Poznaniu. Spośród 90 wypełnionych ankiet do obliczeń wybrano tylko tych uczestników (30 osób), którzy deklarowali się praktyczną znajomością obsługi kombajnów zbożowych, posiadają gospodarstwo rolne i uzyskali pozytywne oceny z przedmiotów, które bezpośrednio nawiązują do omawianej tematyki. Wyniki przyznanych ocen cech zostały następnie zebrane i opracowane z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego MS Excel. Fragment przykładowego arkusza oceny kombajnu zbożowego, łącznie z wartościami średniej arytmetycznej \bar{x} , mediany m_e , wartości modalnej m_o i rozstępem R , zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 3. Ocena grupy tematycznej „Inne” kombajnu zbożowego typu B
Table 3. Assessment of the group “Other” for the type B combine harvester

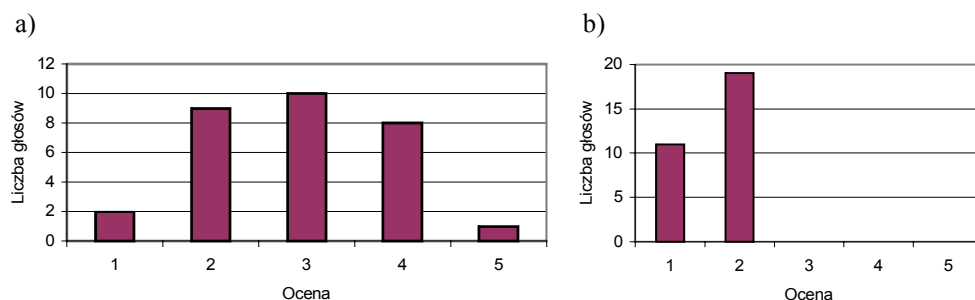
Lp.	Cecha	Waga	Stan cechy							Ocena grupy temat.	
			oceniający				\bar{x}	m_e	m_o		R
			1	2	...	30					
1.	Ochrona środowiska	0,05	5	4	...	5	3,90	4	4	1	0,20
2.	Estetyka wykonania		4	4	...	5		4	4	3	
3.	Czytelna instrukcja obsługi		3	4	...	4		4	4	3	
4.	Prestiż i marka		3	4	...	5		4	4	3	
5.	Jakość powłok lakierniczych		3	4	...	5		4	4	3	
6.	Wygląd		4	4	...	5		4	4	3	

Źródło: obliczenia własne autora

Przyznane oceny cech były zróżnicowane, co świadczy o dużej subiektywności oceny. Nie zawsze też wykorzystywano całą skalę ocen (rys. 1).

Szczegółowa analiza wyników badań symulacyjnych pozwoliła dostrzec wady i zalety ocenianych kombajnów. Do wad kombajnu typu A należy zaliczyć: niewystarczającą moc silnika (silnik pracuje na granicy dymienia), wysoki poziom hałasu i wibracji na pomoście operatora, uciążliwe zapylenie powietrza w kabinie, brak dźwigni wielofunkcyjnej do sterowania pracą zespołów roboczych, brak urządzeń monitorujących pracę poszczególnych zespołów, niezgodny z wymogami znaku CE sposób opróżniania chwytacza kamieni oraz niewystarczające zabezpieczenie antykorozyjne. Oceniający dostrzegli w tym kombajnie

również zalety, do których zaliczyli: dużą dostępność części wymiennych, wystarczającą skuteczność rozdrabniania słomy, wielofunkcyjność, niskie koszty ubezpieczenia oraz niezawodny zespół omlotowy.



Rys. 1. Rozkład ocen przykładowych cech kombajnu typu A: a) zużycie olejów, b) hałas na stanowisku roboczym operatora

Fig. 1. Distribution of exemplary ratings of properties of the type A combine-harvester: a) oil consumption, b) noise at the operator work-stand

W przypadku kombajnu zbożowego typu B, który był nowy i wyposażony w nowoczesne rozwiązania mechatroniczne, zalety znacząco przeważały nad wadami. Najwyżej oceniono w nim, np.: dużą pojemność zbiornika na ziarno, wydajność wyładunku, sozologiczność, możliwość sterowania dźwignią wielofunkcyjną, dużą powierzchnię sit, sprawdzoną młocarnię, bogate wyposażenie standardowe, możliwość wyposażenia w separator obrotowy, przestronność kabiny i jej wyciszenie, bardzo wysoką jakość wykonania oraz użyte materiały, skuteczne zabezpieczenie antykorozyjne. Wysoko oceniono także: wygląd kombajnu i jakość powłok lakierniczych, sposób opróżniania chwytacza kamieni, niskie zużycie paliwa, krótki czas potrzebny na sprzęganie hедера, prestiż i markę. Najniżej oceniano w maszynie: dużą utratę wartości po zakupie, wysoki koszt ubezpieczenia i wysokie ceny części wymiennych.

Końcowe wyniki badań porównawczych samobieźnych kombajnów zbożowych zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4. Oceny cząstkowe charakterystyk oraz globalna ocena jakości badanych kombajnów zbożowych

Table 4. Partial ratings of the characteristics and total quality assessment of the investigated combine-harvesters

Charakterystyka	Kombajn typ A	Kombajn typ B
Techniczna	0,85	1,17
Ergonomia i bezpieczeństwo pracy	0,30	0,60
Ekonomiczna	0,59	0,63
Funkcjonalna	0,75	1,15
Inne	0,13	0,20
Globalna ocena jakości	2,62	3,75

Źródło: obliczenia własne autora

Końcowe wyniki potwierdzają liczbowo opisywane cechy kombajnów. Kombajn B (jakość wysoka) wygrywa zdecydowanie z jakością kombajnu typu A (jakość zadawalająca). Jednak takie porównania są często brane pod uwagę przy podejmowaniu decyzji o zakupie maszyny.

Wnioski

Globalna ocena jakości maszyny skonfrontowana z jej ceną rynkową może być ważną informacją przy wspomaganiu procesów decyzyjnych zakupu środków technicznych dla gospodarstwa rolnego. W pracy wykorzystano metodę wielokryterialną do ilościowej oceny jakości dwóch samobieżnych kombajnów zbożowych. Na podstawie uzyskanych wyników ocen jakości można sformułować następujące wnioski:

1. Wielokryterialna metoda oceny jakości pozwala na obiektywne liczbowe oszacowanie jakości maszyn rolniczych o bardzo dużej liczbie cech mierzalnych i niemierzalnych.
2. Metoda jest łatwa w zastosowaniu, jeżeli do zbierania danych i obliczeń skorzysta się z arkusza kalkulacyjnego np. MS Excel. Program ten posiada wbudowane funkcje statystyczne, niezbędne do analizy wyników ocen cząstkowych.
3. Korzystając z analizy statystycznej można wyróżnić cechy istotne i odgrywające marginalne znaczenie w globalnej jakości maszyny.
4. W przyszłości należy ocenić stosowaną metodę przy korzystaniu z kilku zespołów eksperckich, którzy zaproponują różniące się zbiory kryteriów.

Bibliografia

- Durczak K.** 2007. Wartościowanie i ocena jakości maszyn rolniczych. Referat zaprezentowany podczas IX Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej”, 20 czerwca 2007, Polanica Zdrój, Polska.
- Durczak K., Rzeźnik C.** 2005. Systematyzacja wskaźników jakości pracy maszyn rolniczych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Poznań. Vol. 50 (2). s. 24-29.
- Hamrol A.** 2005. Zarządzanie jakością z przykładami. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa. ISBN 83-01-14486-6.
- Mikucki K., Korzybski W.** 2006. Mechatronic aspects of robotronics development. X Międzynarodowe Sympozjum im. Prof. Cz. Kanafojskiego nt. „Problemy budowy oraz eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych”. s. 163-164.
- Rzeźnik C., Durczak K.** 2007. Evaluation methods of the sets of quality criteria of machining processes viewed from the perspective of introduction of quality systems. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Agricultural Engineering* [online]. Volume 10, Issue 2 [dostęp 4-04-2007]. Dostępny w Internecie: <http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue2/art-04.html>
- PN-89/R-36585. Maszyny rolnicze – Kombajny zbożowe – Ogólne wymagania i badania.
- PN-EN ISO 9000:2001. Systemy zarządzania jakością – Podstawy i terminologia.

COMPARATIVE STUDIES ON THE QUALITY OF FARM MACHINES

Abstract. The paper presents the results of comparative studies on the quality of two combine-harvesters, using the multi-criterion quality valuation method. The method can be used for a great number of measurable and non-measurable properties affecting the total quality of the machines and it enables the numerical quality assessment.

Key words: quality, valuing, the coefficient of the work quality, cereal combine harvester

Adres do korespondencji:

Karol Durczak; e-mail: kdurczak@au.poznan.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 50
60-627 Poznań