

OCENA WYBRANYCH KOMBAJNÓW DO ZBIORU KOLB KUKURYDZY METODĄ „WSKAŹNIKA ZESPOLONEGO”

Franciszek Molendowski, Jerzy Bieniek

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przyjęto za cel przeprowadzenie oceny czterech typów kombajnów do zbioru kolb kukurydzy metodą Wskaźnika Zespolonego i wyznaczenie spośród nich optymalnego do zbioru kolb kukurydzy. Optymalnym kombajnem spośród badanych okazał się kombajn BOURGOI JDL 410D, który uzyskał najwyższą wartość Wskaźnika Zespolonego wynoszącą 56,2.

Słowa kluczowe: ocena, metoda, kombajn, zbiór kukurydzy

Wstęp i cel badań

Aktualnie krajowy rynek przedstawia bogatą ofertę maszyn rolniczych polskiej produkcji, jak i zagranicznych. Użytkownik musi dokonać trudnego wyboru wśród oferowanych maszyn, coraz to nowocześniejszych i doskonalszych [Dreszer 1991, 2001]. Rolnik, dokonując zakupu maszyny, poszukuje maszyny optymalnej dla jego potrzeb. W rozwiązaniu problemu doboru optymalnej maszyny dla producenta rolnego, powinno się zastosować odpowiednią metodę oceny jakości maszyn rolniczych [Bogdanowicz, Molendowski 1988; Molendowski 1987, 1989]. Głównym problemem metod oceny jakości jest, jak wyznaczyć jednostkę charakteryzującą wiele cech za pomocą jednej wielkości wypadkowej [Molendowski 1990, 1992a; Molendowski, Bieniek 1995]. Metoda oceny jakości maszyny rolniczej powinna uwzględnić: wskaźniki ekonomiczne użytkowania maszyn i jakości pracy, wskaźniki i współczynniki eksploatacyjne, elementy zastosowanej automatyki i wiele innych parametrów [Molendowski, Bieniek 1995; Molendowski 1992b].

Otrzymany wynik oceny powinien być wyrażony za pomocą jednej liczby i jednoznacznie wskazywać, która maszyna jest najlepsza (optymalna) ze względu na przyjęte kryteria oceny, a także pokazać różnice pomiędzy porównywanymi maszynami. Dzięki tak zobrazowanym porównaniom nabywca ma możliwość dokonać odpowiedniego dla siebie wyboru maszyny. Można przyjąć, że opracowanie algorytmu metody Wskaźnika Zespolonego do oceny kombajnów do zbioru kolb kukurydzy oraz przeprowadzenie ich oceny ma znaczenie nie tylko poznawcze, ale przede wszystkim praktyczne.

Celem pracy była ocena wybranych kombajnów do zbioru kolb kukurydzy przy zastosowaniu metody Wskaźnika Zespolonego oraz wyznaczenie optymalnego (najlepszego) kombajnu do zbioru kolb kukurydzy spośród analizowanych typów.

Obiekt badań

Ocenie poddano następujące typy kombajnów do zbioru kolb kukurydzy:

- BOURGOIN GX 400,
- BOURGOIN GX 406 AXE,
- BOURGOIN GX 406 A,
- BOURGOIN JDL 410D.

Wyżej wymieniona grupa kombajnów do zbioru kolb kukurydzy produkcji francuskiej została wybrana spośród maszyn oferowanych przez dilerów na polskim rynku. Oceniane kombajny charakteryzowały się zbliżoną zasadą pracy, natomiast istotne różnice wystąpiły w rozwiązaniach technicznych zespołów roboczych, mechanizmach sterowania i regulacji a szczególnie wyposażeniem w urządzenia elektroniczne. Najbardziej technicznie zaawansowanym kombajnem spośród badanych jest kombajn typu BOURGOIN JDL 410 D. Wyposażony jest w komputer pokładowy, sterowanie mechanizmami kombajnu wykonywane jest poprzez dżojstik a na ciekłokrystalicznym wyświetlaczu, widoczne są wszystkie informacje potrzebne operatorowi do obsługi kombajnu, które umożliwiają zmianę parametrów nastaw mechanizmów roboczych kombajnu w zależności od warunków pracy. Wprowadzono zmianę w napędach zespołów roboczych z mechanicznych na hydrauliczne, które umożliwiają bezstopniową regulację prędkości pracy zespołów. Pozostałe kombajny spośród ocenianych charakteryzowały się prostszymi rozwiązaniami, przykładowo napędy zespołów roboczych były mechaniczne i nie były wyposażone w urządzenia elektroniczne oraz w urządzenia do automatycznego sterowania zespołami roboczymi i parametrami pracy kombajnu. W związku z powyższym cena zakupu tych kombajnów jest niższa jak również koszt zbioru jest niższy niż kombajnem BOURGOIN JDL 410 D.

Ocena kombajnów metodą Wskaźnika Zespołonego

Cechy (kryteria) na podstawie których dokonano oceny kombajnów, zostały wyznaczone podczas badań ankietowych przeprowadzonych wśród użytkowników, którzy uznali je jako istotne dla oceny jakości kombajnu. Obejmują one następujące kryteria: wskaźniki wydajności, współczynniki eksploatacyjne, wskaźniki jakości pracy oraz koszty zbioru. W tabeli 1 zestawiono cechy na podstawie których zostały ocenione kombajny.

Po zestawieniu kryteriów oceny, określono współczynnik wagowy (ranga) cechy, który charakteryzuje znaczenie danego kryterium w stosunku do innych. Wyrażony jest on liczbą dodatnią z zakresu od 0 do 1, a suma wszystkich współczynników wagowych dla poszczególnych kryteriów równa jest jedności.

W celu określenia współczynników wagowych przeprowadzono badania ankietowe wśród osób zawodowo zajmujących się użytkowaniem kombajnów do zbioru kolb kukurydzy. Wyniki badań średniej wartości współczynników wagowych dla przyjętych do oceny kryteriów przedstawiono w tabeli 1. Najwyższą rangę spośród ocenianych cech wynoszącą średnio 0,2 otrzymało kryterium wydajności w czasie ogólnym zmiany oraz koszty zbioru. Na podstawie przeprowadzonych badań rangi poszczególnych cech można stwierdzić, że użytkownicy jednakową wagę przywiązują do uzyskiwanej wysokiej wydajności oraz kosztów zbioru. Ponadto za niezwykle ważne kryterium oceny kombajnu uznano stopień

uszkodzenia ziarna i wielkości strat ziarna o wartości współczynnika wagowego wynoszącego 0,12. Ze współczynników eksploatacyjnych, wyższym stopniem ważności uznano współczynnik pewności technologicznej i technicznej, dla których średnia wartość wynosi 0,025.

Tabela 1. Struktura cech oraz ich waga ocenianych kombajnów

Table 1. The structure and weight of characteristics for evaluated harvesters

| Lp. | Nazwa cechy | Jednostka | Symbol cechy | Waga cech |
|-----|------------------------------------|------------------------|--------------|-----------|
| | Wskaźnik wydajności w czasie: | | | |
| 1. | - efektywnym | [t · h ⁻¹] | W_1 | 0,02 |
| 2. | - operacyjnym | [t · h ⁻¹] | W_{02} | 0,03 |
| 3. | - roboczym | [t · h ⁻¹] | W_{04} | 0,16 |
| 4. | - ogólnym | [t · h ⁻¹] | W_{07} | 0,2 |
| | Współczynnik eksploatacyjny: | | | |
| 5. | - wykorzystania czasu operacyjnego | [-] | p_{02} | 0,01 |
| 6. | - wykorzystania czasu roboczego | [-] | p_{04} | 0,01 |
| 7. | - wykorzystania czasu ogólnego | [-] | p_{07} | 0,01 |
| 8. | - obsługi technicznej | [-] | p_{31} | 0,01 |
| 9. | - pewności technologicznej | [-] | p_{41} | 0,025 |
| 10. | - pewności technicznej | [-] | p_{42} | 0,025 |
| | Jakość pracy: | | | |
| 11. | - stopień odkoszułk. kolb | [%] | A_1 | 0,06 |
| 12. | - stopień uszkodzenia ziarna | [%] | A_2 | 0,12 |
| 13. | - straty ziarna | [%] | A_3 | 0,12 |
| 14. | Koszty zbioru | | W_e | 0,2 |

Źródło: dane autorów

Następnym etapem w procesie oceny jest transformacja wartości cech, które są w różnowymiarowych jednostkach miary do jednolitej bezwymiarowej skali. W tym celu określono dla każdego kryterium wartość minimalną i maksymalną oraz odpowiadający jej stopień spełnienia wymagań. Do wyznaczania wartości minimalnej przyjęto najniższą a maksymalnej najwyższą wartość danej cechy, która występuje w wynikach badań ocenianych kombajnów. Stopień spełnienia wymagań wartości minimalnej cech, które posiadają destymulujący wpływ na ocenę kombajnu określono w skali procentowej wartością 100, natomiast wartości cech mających stymulujący wpływ na ocenę wartością 0. Wartości maksymalnej cech, mających destymulujący wpływ na ocenę kombajnu określono w skali procentowej wartością 0, a wartości cech o wpływie stymulującym wartością 100. Zestawienie wartości minimalnej i maksymalnej kryterium oceny oraz odpowiadający im procentowy stopień spełnienia wymagań przedstawiono w tabeli 2. Na podstawie danych można stwierdzić, że oceniane kombajny różniły się między sobą wskaźnikami wydajności a różnice pomiędzy najniższą a najwyższą wydajnością należy uznać za wysokie: 9,12 t·h⁻¹ w czasie efektywnym, 6,57 t·h⁻¹ w operacyjnym, 6,08 t·h⁻¹ w roboczym i 6,4 t·h⁻¹ w ogólnym. Pomiedzy analizowanymi kombajnami różnice w stopniu odkoszułkowania kolb oraz strat ziarna należy uznać również za wysokie, wynoszące odpowiednio 13,9% i 5,6%.

Tabela. 2. Zestawienie wartości minimalnej i maksymalnej cech oraz procentowego stopnia spełnienia wymagań

Table 2. Comparison of minimum and maximum value of characteristics and percent degree for meeting applicable requirements

| Lp. | Symbol cechy | Jednostka miary cechy | Wartość minimalna cechy | Stopień spełnienia (%) | Wartość maksymalna cechy | Stopień spełnienia (%) |
|-----|--------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1. | W_1 | $[t \cdot h^{-1}]$ | 8,58 | 0 | 17,70 | 100 |
| 2. | W_{02} | $[t \cdot h^{-1}]$ | 6,99 | 0 | 13,56 | 100 |
| 3. | W_{04} | $[t \cdot h^{-1}]$ | 5,58 | 0 | 11,66 | 100 |
| 4. | W_{07} | $[t \cdot h^{-1}]$ | 4,73 | 0 | 11,13 | 100 |
| 5. | p_{02} | [-] | 0,77 | 0 | 1,00 | 100 |
| 6. | p_{04} | [-] | 0,62 | 0 | 0,71 | 100 |
| 7. | p_{07} | [-] | 0,58 | 0 | 0,63 | 100 |
| 8. | p_{31} | [-] | 0,83 | 0 | 0,94 | 100 |
| 9. | p_{41} | [-] | 0,97 | 0 | 1 | 100 |
| 10. | p_{42} | [-] | 0,91 | 0 | 0,98 | 100 |
| 11. | A_1 | [%] | 80,1 | 0 | 94 | 100 |
| 12. | A_2 | [%] | 1,9 | 100 | 2,3 | 0 |
| 13. | A_3 | [%] | 2,29 | 100 | 7,9 | 0 |
| 14. | W_e | $[zł \cdot t^{-1}]$ | 29,6 | 100 | 97,5 | 0 |

Źródło: dane autorów

Z cech na podstawie których są oceniane kombajny, destymulujący wpływ na ocenę ma stopień uszkodzenia ziarna, straty ziarna oraz koszty i dlatego wartości minimalnej cechy przyporządkowano stopień spełnienia wymagań wynoszący 100 (tabela 2). Dla pozostałych cech, wartości minimalnej przyporządkowano stopień spełnienia wymagań wynoszący 0. Według powyższych zasad wartościom maksymalnym cech przyporządkowano odpowiedni stopień spełnienia wymagań. Na podstawie dotychczas uzyskanych danych obliczono stopień spełnienia wymagań dla każdego kryterium a wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 3.

Z przedstawionych danych wynika, że kombajn BOURGOIN JDL 410D z 14 kryteriów oceny spełniał wymagania w 100% w przypadku dziewięciu cech. Natomiast nie spełnił wymagań odnośnie współczynnika wykorzystania czasu zmiany a szczególnie wielkości kosztów a kryterium to ma wysoką rangę i znacząco wpłynie na obniżenie końcowej oceny kombajnu. Za te cechy uzyskał wartość wskaźnika równą 0.

W tabeli 4 przedstawiono wartości wskaźnika zespolonego wyznaczone dla poszczególnych kombajnów. Najwyższą wartość wskaźnika spośród badanych kombajnów uzyskał BOURGOIN JDL 410D i ten typ należy uznać za optymalny do zbioru kolb kukurydzy i uzyskał on wartość wskaźnika wynoszącą 56,2. Następnym w uszeregowaniu najlepiej spełniającym wymagania jest kombajn typu BOURGOIN GX 406 A który uzyskał niższą o 2,9 wartość współczynnika. Należy w tym miejscu podkreślić, że w kombajnie tym nie zastosowano najnowszych rozwiązań technicznych. Najniższą wartość Wskaźnika Zespolonego wynoszącą 33,2 uzyskał kombajn BOURGOIN GX 400 w budowie którego nie zastosowano najnowszych rozwiązań technicznych.

Ocena wybranych kombajnów ...

Tabela 3. Wartości stopnia spełnienia wymagań cech po transformacji według metody Wskaźnika Zespolonego w (%)

Table 3. The values of the degree for meeting applicable requirements by characteristics after transformation according to the "Complex Index" method in %

| Lp. | Kryterium | Typ kombajnu | | | |
|-----|-----------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| | | BOURGOIN GX 400 | BOURGOIN GX 406 A | BOURGOIN GX 406 AXE | BOURGOIN JDL 410D |
| 1. | W_1 | 0 | 45,4 | 7,6 | 100 |
| 2. | W_{02} | 0 | 47 | 9,86 | 100 |
| 3. | W_{04} | 0 | 37,2 | 17,3 | 100 |
| 4. | W_{07} | 0 | 39,2 | 18 | 100 |
| 5. | p_{02} | 83,3 | 33,3 | 100 | 0 |
| 6. | p_{04} | 22,2 | 0 | 100 | 44,4 |
| 7. | p_{07} | 0 | 20 | 40 | 100 |
| 8. | p_{31} | 18,2 | 0 | 45 | 100 |
| 9. | p_{41} | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 10. | p_{41} | 0 | 42,9 | 100 | 28,6 |
| 11. | A_1 | 14,4 | 59 | 0 | 100 |
| 12. | A_2 | 0 | 10 | 75 | 100 |
| 13. | A_3 | 0 | 100 | 17,1 | 96,1 |
| 14. | W_e | 100 | 95,7 | 94,6 | 0 |

Źródło: dane autorów

Tabela 4. Wartości Wskaźnika Zespolonego dla ocenianych kombajnów

Table 4. "Complex Index" values for evaluated harvesters

| Typ kombajnu | BOURGOIN GX 400 | BOURGOIN GX 406 A | BOURGOIN GX 400 AXE | BOURGOIN JDL 410D |
|-------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Wartość Wskaźnika Zespolonego | 33,2 | 53,3 | 47,6 | 56,2 |

Źródło: dane autorów

Wnioski

1. Spośród ocenianych kombajnów BOURDOIN JDL 410D okazał się optymalnym kombajnem do zbioru kolb kukurydzy, uzyskał on najwyższą wartość Wskaźnika Zespolonego wynoszącą 56,2.
2. Kombajn BOURDOIN JDL 410D spełniał wymagania w 100% w przypadku dziewięciu cech z czternastu badanych kryteriów oceny. Nie spełnił wymagań tylko dla wykorzystania czasu zmiany p_{02} i wielkości kosztów W_e .
3. Różnicę wartości Wskaźnika Zespolonego wynoszącą 2,9 pomiędzy kombajnem BOURDOIN JDL 410D a BOURGOIN GX 406 A należy uznać za niewielką, ponieważ kombajn typ GX 406 A nie posiada nowoczesnych rozwiązań technicznych.

Bibliografia

- Bogdanowicz J., Molendowski F.** 1988. Badania jakości pracy kombajnów do zbioru kolb kukurydzy. Rocz. Akad. Rol. w Poznaniu. Seria CC. s. 39-44.
- Dreszer A.** 1991. Proces wydzielenia ziarna w wielobębnowym zespole młócaço-wydzielającym kombajnu zbożowego. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. AR Lublin. Maszynopis.
- Dreszer A.** 2001. Problem strat ziarna przy kombajnowym zbiorze zbóż na zboczach. Inżynieria Rolnicza nr 12. s. 65-70.
- Molendowski F.** 1987. Dobór i optymalizacja technologii zbioru kukurydzy nasiennej przystosowaną metodą B.Bellinger. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo XLVI. Nr 164, s. 150-162.
- Molendowski F.** 1989. Ocena współczynników eksploatacyjnych kombajnów do zbioru kolb. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo L. Nr 178. s. 49-54.
- Molendowski F.** 1990. Badania porównawcze kombajnu Bouorgin GX-400 z Bourgin GM-3. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Mech. Rol. I, Nr 183. s. 37-41.
- Molendowski F.** 1992 a. Badania porównawcze kombajnu Chersoniec-200 z Bourgin GM-3. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Mech. Rol. II. Nr 219. s. 49-56.
- Molendowski F.** 1992 b. Badania porównawcze zespołów obrywających kombajnów do zbioru kolb. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Mech. Rol. II. Nr 219. s. 57-64.
- Molendowski F., Bieniek J.** 1995. Badania porównawcze kombajnu Bourgoin GX-406 AXE z Bourgoin GX-400. Zesz. Nauk. AR Wrocław. Mech. Rol. III. Nr 258, s. 63-69.

EVALUATION OF SELECTED HARVESTERS PICKING CORN COBS USING THE “COMPLEX INDEX” METHOD

Abstract. The purpose of the work was to evaluate four types of harvesters picking corn cobs using the “Complex Index” method, and to select one of them as optimal for corn cob harvesting. The BOURGOI JDL 410D harvester turned out to be optimal among all tested ones - it reached highest Complex Index value of 56.2.

Key words: evaluation, method, harvester, corn harvest

Adres do korespondencji:

Jerzy Bieniek; e-mail: jerzy.bieniek@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41
51-630 Wrocław