

Jacek Skudlarski
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

OPTIMALIZACJA DECYZJI ZAKUPU MASZYN ROLNICZYCH NA PRZYKŁADZIE CIĄGNIKÓW ROLNICZYCH

Streszczenie

Przedstawiono procedurę podejmowania decyzji o wyborze ciągnika dla gospodarstwa rolnego na przykładzie wyboru ciągnika spośród gamy ciągników o mocy 66-68 kW oferowanych przez różnych producentów. Analiza parametryczno-cenowa na bazie dostępnych parametrów wskazuje jako odpowiedni dla gospodarstwa wybór ciągnika Zetor 9641

Słowa kluczowe: ciągnik, wybór, podejmowanie decyzji

Wstęp

Podejmowanie decyzji dotyczącej zakupu ciągnika rolniczego zalicza się do najbardziej odpowiedzialnych etapów w procesie doboru maszyn do gospodarstwa. Przemawia za tym fakt, że prawidłowo podjęta decyzja pozwoli na optymalne wykorzystanie ciągników, wykonanie prac w optymalnych okresach agrotechnicznych, uzyskanie zadowalających plonów oraz relatywnie niskich kosztów produkcji. Podstawową pracę na tym etapie wykonuje kupujący, który powinien wykorzystać wszystkie informacje pozyskane na etapach: oceny potrzeby zakupu ciągnika rolniczego dla gospodarstwa rolnego, doboru ciągnika o określonych parametrach techniczno-eksploatacyjnych, wyboru określonego typu i marki ciągnika z całej gamy maszyn, które spełniają wymagania kupującego.

Augter [1992] stwierdza, że w rzeczywistych sytuacjach dotyczących wyboru i zakupu maszyn rolniczych na etapie wyboru konkretnego typu i marki ciągnika, kupujący dysponuje nie wystarczającym zbiorem informacji, które nie pozwalają na jednoznaczny wybór konkretnej maszyny. Rysuje się więc potrzeba tworzenia i propagowania metody, które selekcyjnie posiadane informacje umożliwią wybór odpowiedniej dla gospodarstwa marki ciągnika. Jedną z nich jest metoda odrzucania najmniej korzystnych decyzji, która przez autora zostanie przedstawiona w niniejszej publikacji.

Cel i zakres publikacji

Celem publikacji jest prezentacja procedury podejmowania decyzji o wyborze ciągnika przy wykorzystaniu metody odrzucania najmniej korzystnych decyzji. Zakres publikacji obejmuje prezentację wspomnianej metody na przykładzie wyboru ciągnika z gamy wybranych ciągników o mocy 66-68 kW oferowanych przez różnych producentów.

Metodyka obliczeń

W procesie dochodzenia do ostatecznych rozwiązań można wyznaczyć trzy etapy:

- w pierwszym etapie ze zbioru wszystkich możliwych decyzji eliminujemy decyzje najbardziej niekorzystne przez co zwięża się go do zbioru decyzji możliwych do przyjęcia (dopuszczalnych),
- w drugim etapie zbiór decyzji dopuszczalnych poprzez eliminowanie mało korzystnych decyzji ograniczamy do zbioru decyzji efektywnych,
- w ostatnim etapie wyboru wyznaczamy ostatnią (optymalną) decyzję Y^* ze zbioru decyzji efektywnych.

Procedurę otrzymania podzbioru dopuszczalnych decyzji z całego zbioru możliwych decyzji można przeprowadzić na drodze logicznej analizy myślowej bądź za pomocą określonych obliczeń pozwalających na wyznaczenie niezbędnych parametrów ciągnika. W literaturze [Dolewka, Regulski 1985] znana jest metoda technologiczna umożliwiająca dokonanie procedury selekcji ciągników na poziomie decyzji dopuszczalnych. Zbiór decyzji dopuszczalnych w literaturze często nazywa się zbiorem Pareto lub zbiorem nie dominujących decyzji. Zgodnie z zasadą Pareto jedna decyzja Y_j jest bardziej odpowiednia od następnej jeżeli spełniony jest warunek wektorowy „nie gorsza”. Spełnienie warunku wektorowego „nie gorsza” oznacza spełnienie nierówności:

$$y_{ih} \geq y_{jh} \\ y_{il} \geq y_{jl} \quad (h \neq l, h, l = 1, 2, \dots, q) \quad (1)$$

Wyrażenie y_{ih} oznacza preferencja h – tego parametru i – tej decyzji.

Wyznaczenie optymalnej decyzji Y^* z zbioru decyzji efektywnych Y_e można otrzymać na podstawie bezpośredniego uszeregowania tych decyzji według przewidywanych efektów pracy lub oceny i uszeregowaniu tych decyzji według przewidywanych efektów pracy wykonywanych przez ekspertów tej branży. Najbardziej efektywnym rozwiązaniem pozwalającym na wyznaczenie ostatecznej (optymalnej) decyzji może być założenie o liniowości funkcji wyboru optymalnej decyzji [Jevlanov, Kutuzov 1981, Fon Nejman 1999].

$$Y^* \Leftarrow \min_i \sum_{s=1}^d K_s \alpha_{is}^{-1} \quad (2)$$

gdzie:

i – numer decyzji ze zbioru efektywnych decyzji.

K_s – współczynnik istotności danego parametru

Najniższa wartość tej funkcji wskazuje na odpowiedni w gospodarstwie ciągnik.

Wyniki obliczeń

Procedurę dochodzenia do ostatecznej decyzji przedstawiono na przykładzie wyboru ciągnika spośród grupy ciągników o mocy 66-68 kW. Przyjęto, że grupę tą będą tworzyć ciągniki biorące udział w rankingu prezentowanym przez miesięcznik Top Agrar Polska [Traktory do wszystkiego 2004, Test ciągników..., 2004] (tab. 1). Grupa ta stanowiła zbiór decyzji dopuszczalnych. W celu przeprowadzenia procedury przejścia do zbioru decyzji efektywnych zestawiono wartości wybranych parametrów techniczno-eksploatacyjnych ciągników jakie były uwzględniane w rankingu Top Agrar Polska. Następnie wyznaczono ceny jednostkowe tych parametrów dzieląc cenę ciągnika przez wartość danego parametru (tab. 2). Zdaniem autora cena jednostkowa parametru jest bardziej adekwatnym miernikiem zakupu ciągnika niż same wartości parametrów, gdyż cena ciągnika może być na tyle duża że nie zrekompensuje korzyści wynikających z wartości parametrów.

W dalszej kolejności rangowano obliczone ceny jednostkowe danego parametru dla poszczególnych ciągników oznaczając numerem 1 najniższą wartość ceny jednostkowej i numerami kolejnymi wartości odpowiednio wyższe (tab. 3). Ze względu na małą liczebność ciągników w zbiorze decyzji dopuszczalnych działania mające na celu odrzucenie „gorszych” decyzji według zasady Pareto nie zmieniły składu grupy analizowanych ciągników. W ten sposób uzyskano zbiór decyzji efektywnych. Wartość funkcji wyboru optymalnej decyzji wyznaczono dla każdego ciągnika na podstawie zależności 2. Wartość współczynnika istotności danego parametru wyznaczona była w prowadzonych przez autora badaniach z wykorzystaniem metody ekspercko-matematycznej [Skudlarski, 2002]. Współczynnik ten określa wpływ danego parametru na efektywność pracy ciągników rolniczych. Wpływ poszczególnych parametrów na efektywność pracy ciągników rolniczych (ważność parametrów) oceniali eksperci bazując na swej wiedzy i doświadczeniu praktycznym. Procedura oceny ważności parametrów techniczno-eksploatacyjnych ciągnika przebiegała zgodnie z wymogami metody ekspercko-matematycznej [Skudlarski, 2002]. Wyznaczone wartości funkcji wyboru zestawiono w tabeli 4.

¹ W tym przypadku - w uszeregowaniu parametrów według kolejności najniższy numer odpowiada najwyższej pozycji w tym uszeregowaniu.

Tabela 1. Ceny i wartości parametrów analizowanych ciągników
Table 1. Prices and parameter values of the analysed tractors

	Deutz Agropolis 95	Fendt 308 CI	John Dere 5820 PowrQuad	Massey Ferguson 5445	Landini Mythos 90	McCormic k CX95	Renault Celtis 446	Zetor 9641
Cena ciągnika [eur]	59 566	76 648	61 424	47 866	44 730	45 090	49 018	38 375
Moc silnika [kW]	68	66	66	67	65	66	66	68
jednostkowe zużycie paliwa [g/kWh]	279	272	304	290	277	281	285	288
udźwig podnośnika tylnego [daN]	3353	3267	2644	4944	3338	2957	3050	4394
zakres podnoszenia podnośnika tylnego [mm]	696	692	650	648	612	664	632	640
liczba biegów do przodu [-]	45	21	16	16	50	24	20	24
liczba biegów wstecz [-]	45	21	16	16	15	24	20	18
sprawność zmiany biegów [pkt]	3	2,5	4	3,5	4	3,5	3	2,5
poziom hałas w kabinie [dB]	76,5	77,2	76,1	78,8	79	75	75,6	82,8

Źródło: Top Agrar Polska

Tabela 2. Ceny jednostkowe parametrów analizowanych ciągników [euro/parameter]
 Table 2. Unitary prices of the parameters of the analysed tractors [euro/parameter]

	Deutz Agropius 95	Fendt 308 CI	John Deere 5820 PowrQuad	Massey Ferguson 5445	Landini Mythos 90	McCormic K CX95	Renault Celts 446	Zetor 9641
Moc silnika	875,97	1161,33	930,67	714,42	688,15	683,18	742,70	564,34
jednostkowe zużycie paliwa	213,50	281,79	202,05	165,06	161,48	160,46	171,99	133,25
udźwig podnośnika tylnego	17,76	23,46	23,23	9,68	13,40	15,25	16,07	8,73
zakres podnoszenia podnośnika tylnego	85,58	110,76	94,50	73,87	73,09	67,91	77,56	59,96
liczba biegów do przodu	1323,69	3649,90	3839,00	2991,63	894,60	1878,75	2450,90	1598,96
liczba biegów wstecz	1323,69	3649,90	3839,00	2991,63	2982,00	1878,75	2450,90	2131,94
sprawność zmiany biegów	19855,33	30659,20	15356,00	13676,00	11182,50	12882,86	16339,33	15350,00
poziom hałas w kabinie	778,64	992,85	807,15	607,44	566,20	601,20	648,39	463,47

Tabela 3. Rangi cen jednostkowych parametrów analizowanych ciągników
 Table 3. Unitary price ranks of the analysed tractors' parameters

	Deutz AgroPlus 95	Fendt 308 Ci	John Deere 5820 PowrQuad	Massey Ferguson 5445	Landini Mythos 90	McCormic k CX95	Renault Celtis 446	Zetor 9641
Moc silnika	6	8	7	4	3	2	5	1
jednostkowe zużycie paliwa	7	8	6	4	3	2	5	1
udźwig podnośnika tylnego	6	8	7	2	3	4	5	1
zakres podnoszenia podnośnika tylnego	6	8	7	4	3	2	5	1
liczba biegów do przodu	2	7	8	6	1	4	5	3
liczba biegów wstecz	1	7	8	6	5	2	4	3
sprawność zmiany biegów	7	8	5	3	1	2	6	4
poziom hałas w kabinie	6	8	7	4	2	3	5	1

Tabela 4. Wartości funkcji wyboru dla analizowanych ciągników
 Table 4. Choice function values for the analysed tractors

	Deutz AgroPlus 95	Fendt 308 Ci	John Deere 5820 PowrQuad	Massey Ferguson 5445	Landini Mythos 90	McCormic k CX95	Renault Celtis 446	Zetor 9641
Wartość funkcji wyboru	3,02	4,19	3,58	2,11	1,40	1,33	2,70	0,88
Pozycja względem wartości funkcji wyboru	6	8	7	4	3	2	5	1

Najniższą wartością funkcji wyboru charakteryzuje się ciągnik Zetor 9641, co pozwala stwierdzić, że jego zakup dla gospodarstwa byłby najbardziej uzasadniony. Wysoka cena ciągnika Fendt 308 Ci generuje wysokie ceny jednostkowe parametrów co wpływa niekorzystnie na wartość funkcji wyboru dla tego ciągnika.

Podsumowanie

1. Na podstawie przeprowadzonej analizy z wykorzystaniem dostępnej liczby parametrów technicznych i cen w rozpatrywanej grupie ciągników można stwierdzić, że najbardziej ekonomicznie uzasadniony byłby zakup ciągnika Zetor 9641.
2. Rolnik podejmując decyzję w sprawie zakupu ciągnika w dalszych rozważaniach musi jeszcze rozpatrywać wpływ parametrów eksploatacyjnych takich jak: awaryjność, średnioroczne koszty napraw i przeglądów okresowych oraz zaopatrzenie w części zamienne i materiały eksploatacyjne do tych ciągników w okresie ich użytkowania, dostępność i sprawność systemów napraw gwarantowanych przez producenta lub dystrybutora tych maszyn w Polsce. Z powodu braku tych danych autor w tym opracowaniu nie zajmował się nimi.
3. Przedstawiona metoda może być wykorzystywana w celu uzasadnienia decyzji dotyczącej wyboru ciągnika. Można ją również wykorzystywać do weryfikacji rankingów ciągników publikowanych w prasie rolniczej.

Bibliografia

- Augter G. 1992. Verflugbare Mahduschstunden. Landtechnik, nr 7/8, s. 392-395.
- Dolewka L., Regulski S. 1985. Eksploatacja Maszyn Rolniczych, t 2. PWRiL Warszawa, s. 258.
- Fon Hejman J. 1999. Teoria igr i ekonomiczieskoje powiedienie. Nauka. Moskwa, s. 243.
- Jevlanow Ł,G, Kutuzow W.A. 1996. Modeli i mietody wiektornoj optyimizacji. Techniczieskaja kibiernietika, 296.
- Skudlarski J. 2002. Wpływ parametrów techniczno-ekploatacyjnych na efektywność pracy ciągników rolnicznych. Rozprawa doktorska. Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW, Warszawa
- Test ciągników o mocy 90 KM, 2004, Top Agrar Polska, nr 9 str. 96-105
- Traktory do wszystkiego. Test czterech ciągników o mocy 90 KM, 2004, Top Agrar Polska, nr 2 str. 114-124.

OPTIMISING THE DECISION CONCERNING THE PURCHASE OF FARM MACHINES ON THE EXAMPLE OF FARM TRACTORS

Summary

The decision taking procedure for a choice of a farm tractor has been presented, based on the example of a choice of a tractor from a range of tractors of 66-68 kW offered by different manufacturers. The parameter/price analysis on the basis of the available parameters shows the choice of the tractor Zetor 9641 as suitable for the farmstead.

Key words: tractor, choice, decision taking