

HIERARCHIA WAŻNOŚCI CZYNNIKÓW TECHNICZNO- -ORGANIZACYJNYCH W ODNIESIENIU DO EFEKTYWNOŚCI OBSŁUGI SERWISOWEJ CIĄGNIKÓW ROLNICZYCH

Jacek Skudlarski

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Streszczenie. Wyznaczono hierarchię ważności różnorodnych czynników techniczno-organizacyjnych w odniesieniu do efektywności obsługi serwisowej ciągników rolniczych z wykorzystaniem metody ekspercko-matematycznej. Hierarchię ważności badanych parametrów stanowią priorytety systemowe (wartości wyrażone w procentach) wszystkich celów drugiego i trzeciego poziomu, które to wartości wyznaczają stopień realizacji celu głównego (efektywności pracy ciągników rolniczych).

Słowa kluczowe: ciągnik, obsługa serwisowa, metody eksperckie

WYKAZ OZNACZEŃ

f_{β} (b-1) – kwantyl dystrybucji χ^2 odpowiadający poziomowi ufności β i liczbę stopni swobody b-1,
b – liczba ocenianych czynników,
 γ – założona dokładność w ocenie konkordancji,
 Θ_0 – wartość krytyczna współczynnika konkordancji,
S – suma kwadratów odchyleń faktycznych wartości rang,
 N_E – liczba ekspertów,
b – liczba ocenianych czynników,
 T_i – wskaźnik podobnych rang,
 g_j – odchylenie standardowe,
 m_j – średnia arytmetyczna (wartość priorytetu lokalnego) j-tego czynnika,
 r_j – suma rang nadanych przez ekspertów j-mu czynnikiemowi,
r – średnia arytmetyczna sumy rang,
 r_{ij} – ranga nadana przez i-tego eksperta j-emu czynnikiemowi,
p – liczba grup jednakowych szeregów w szeregowaniu j-ego eksperta,
 t_i – liczba powtórzeń jednakowego szeregu w p-ej grupie.

WSTĘP

Znaczący wzrost mocy ciągników rolniczych wprowadzenie automatyki i elektroniki znacznie zwiększa zapotrzebowane na obsługę techniczną. Jak wykazują doświadczenia zagraniczne obsługa techniczna świadczona przez serwis przynosi producentowi znaczne korzyści finansowe [Internet_a] zwłaszcza w okresie od zaprzestania produkcji danej maszyny przez producenta do momentu użytkowania przez ostatniego nabywcę [Kulibanowa 2000].

Doświadczenia krajów b. ZSRR pokazują, że nieefektywne działanie obsługi serwisowej maszyn rolniczych i ciągników obniża ich gotowość techniczną, nawet poniżej wystarczających wartości [Rasskazov 1997, Dokunihin 2001]. Racjonalizacja działań serwisu technicznego pozwoliła w tych krajach zwiększyć wykorzystanie roczne maszyn o 6-10% i obniżyć zużycie części zamiennych nawet o 30% [Czernoiwanov 1997].

Efektywność działania obsługi serwisowej jest również istotna w warunkach polskiego rolnictwa, gdzie wydatki na usługi naprawcze sprzętu rolniczego sięgają ok. 19 mln zł rocznie [Pasyniuk 2004]. Z uwagi na fakt, że ok. 50% prac obsługowo-naprawczych wykonują rolnicy we własnym zakresie [Pasyniuk 2004], korzystając niekiedy z pomocy sąsiedzkiej efektywność obsługi serwisowej, powinna być rozpatrywana nie tylko pod kątem działalności służb remontowych, ale również zaopatrzenia w części zamienne.

Efektywność działania obsługi serwisowej powinna być rozumiana jako zdolność minimalizowania w gospodarstwie rolnym kosztów uwzględniających nie tylko koszt usunięcia awarii (przy zachowaniu wymaganej jakości naprawy), ale również straty powstałe w wyniku oczekiwania na naprawę czy dostarczenie części zamiennych.

Doświadczenia autora oraz doniesienia literaturowe [Kulibanova 2000] pozwalają stwierdzić, że na efektywność obsługi serwisowej wpływa szereg czynników, których ważność nie została dotychczas zhierarchizowana.

Znajomość tej hierarchii ważności ma duże znaczenie dla producenta ciągników, gdyż uwzględnienie najważniejszych czynników pozwoli w najwyższym stopniu poprawić efektywność działania serwisu technicznego, co z pewnością nie ujdzie uwagi rolników decydujących się na zakup ciągnika danego producenta.

CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań było określenie hierarchii ważności czynników techniczno-organizacyjnych z punktu widzenia ich wpływu na efektywność obsługi serwisowej ciągników rolniczych.

Hierarchia ważności była określana dla obsługi serwisowej ciągników rolniczych stosowanych zarówno w gospodarstwach rolnych, jak i innych branżach.

METODY

W celu dokonania hierarchizacji czynników wpływających na efektywność działania serwisu technicznego ciągników rolniczych zastosowano metodę ocen ekspertów, która w literaturze jest znana pod nazwą metody ekspercko-matematycznej [Jewlanow 1981, Masiuk 1998].

Metoda ta w sposób racjonalny łączy proces intuicyjno-logicznej analizy danego problemu przez eksperta z liczbowymi metodami obróbki danych, zarówno przedstawienia wyników rozwiązań, jak i dla kierowania procesem ekspertyzy. Uzyskane w rezultacie obróbki danych opinie ekspertów przyjmuje się jako rozwiązanie danego problemu.

Metoda ekspercko-matematyczna pozwala analizować i oceniać bardzo zróżnicowane czynniki, a wyniki uzyskane przy jej wykorzystaniu różnią się od wyników z innych metod zakresie 6–8% [Gordon i Helman 1974]. Stąd też powszechne zastosowanie tej metody w celach zbrojeniowych, gospodarczych [Jewlanow 1981] jak również naukowych, zarówno za granicą [Stopałow 1993, Nahatkian i Kriukov 1993, Masiuk 1998], jak i w kraju [Skudlarski 2002, Izdebski 2003].

Szczegółowy tok badań obejmuje m.in. matematyczne określenie minimalnej liczby ekspertów oraz ich dobór jakościowy, a także weryfikację zgodności ocen ekspertów za pomocą metod statystycznych. Minimalną liczbę ekspertów wyznacza się ze wzoru [Jewlanow 1981]:

$$N_E = \frac{f\beta(b-1)}{(\gamma+1)(b-1)\Theta_0} \quad (1)$$

Przy założonym poziomie ufności – 0,95, dokładności w ocenie konkordancji – 0,1 i wartości krytycznej współczynnika konkordancji – 0,1 i liczbie czynników na drugim poziomie – 5 wyniosła ona 26 osób.

Dobór ekspertów opierał się na kryteriach szczegółowo omówionych w literaturze [Jewlanow 1981, Internet₆]. Podstawowym wymogiem jest stanowisko stymulujące do prowadzenia badań oraz staż pracy nie krótszy niż pięć lat.

Do grupy ekspertów dobrano osoby posiadające doświadczenie praktyczne, będące użytkownikami ciągników rolniczych bądź zarządzające ich wykorzystaniem, które osobiście ponoszą konsekwencje wynikające z działalności serwisu technicznego. W grupie tej znaleźli się właściciele gospodarstw rolnych, kierownicy działów produkcji rolnej czy też właściciele firm komunalnych użytkujących ciągniki rolnicze.

Dobrano ekspertów z różnych miejsc kraju, by uwzględnić różne warunki gospodarstwa (otoczenie rynkowe, sieć dilercko-serwisowa itp.)

Prowadzona w metodzie ekspercko-matematycznej ekspertyza często opiera się na ocenianiu przez ekspertów wielu czynników decydujących o danym problemie. Często zdarza się, że czynników tych jest tak dużo, że porównywanie i ocena ich przez eksperta jest trudna bądź niemożliwa.

W tej sytuacji zalecane jest stosowanie idei drzewa zdarzeń, która opiera się na łączeniu czynników w grupy i oddzielnym ocenianiu grup czynników oraz oddzielnej ocenie czynników w grupie [Masiuk 1998, Skudlarski 2002, Izdebski 2003]. Rozwiąza-

nie to zastosowane przez autora w jego wcześniejszych badaniach [Skudlarski 2002] znacznie ułatwiło ekspertowi ocenianie czynników, zaś autorowi obróbkę uzyskanych informacji.

Wyróżniono więc pięć grup czynników tzw. celów drugiego poziomu. W każdej grupie wyróżniono cztery czynniki wpływające na daną grupę, a pośrednio na cel główny, czyli efektywność pracy serwisu. Stanowiły one cele poziomu trzeciego.

Przyjęto, że wpływ pięciu grup czynników (cele II poziomu) na efektywność działania serwisu technicznego wynosi 100%. Podobnie traktowano, że wpływ czynników w danej grupie w sumie wynosi również 100%.

Ważność poszczególnych grup czynników, jak i czynników w grupie jest oceniana przez eksperta poprzez rozbięcie 100% odpowiednio według ważności na poszczególne grupy czynników oraz 100% na poszczególne czynniki w danej grupie. W ten sposób ekspert, rozpatrując oddzielnie ważność grup czynników i oddzielnie ważność czynników w danej grupie, ma ułatwione zadanie, gdyż w danej chwili skupia się na niewielkiej liczbie czynników.

W dostarczonym ekspertom kwestionariuszu wygląda to tak, że oddzielną tabelę stanowią grupy czynników i oddzielnie tabele zestawiające czynniki wpływające na poszczególną grupę.

W tabelach pozostawiono wolne miejsca, by ekspert miał możliwość dopisać i ocenić inne czynniki, które nie zostały zamieszczone w tabelach, a które przez niego uznane zostały za ważne.

Podstawowym wymogiem stawianym w metodzie w celu potwierdzenia wiarygodności wyników jest zgodność ekspertów w opiniach [Jewlanow 1981, Orlov, Internet]. Sprawdzana jest ona za pomocą współczynnika konkordancji (zależność 2a i 2b) i kryterium χ -kwadrat (zależność 7). Przy braku jednakowych rang współczynnik konkordancji jest określany według wzoru (2a):

$$\Theta = \frac{12S}{N_E^2 \cdot (b^3 - b)} \quad (2a)$$

W przypadku istnienia podobnych rang współczynnik konkordancji określa się według wzoru:

$$\Theta = \frac{S}{\frac{1}{12} N_E^2 \cdot (b^3 - b) - N_E \sum_{i=1}^{N_E} \tau_i} \quad (2b)$$

Sumę kwadratów odchyień faktycznych wartości rang oblicza się ze wzoru:

$$S = \sum_{j=1}^b (\bar{r}_j - \bar{r})^2 \quad (3)$$

$$\bar{r} = \frac{\sum_{j=1}^b \bar{r}_j}{b}, \quad (4)$$

$$\bar{r}_j = \sum_{i=1}^{N_E} r_{ij}, \quad (5)$$

gdzie: r_{ij} – ranga nadana przez i -tego eksperta j -emu czynnikowi.

$$T_i = \frac{1}{12} \sum_{t=1}^p (ti^3 - ti), \quad (6)$$

W celu przekonania się, że zgodność ekspertów nie jest przypadkowa wykorzystuje się kryterium χ -kwadrat.

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{12} N_E \cdot b \cdot (b+1) - \frac{1}{b-1} \sum_{i=1}^{N_E} T_i} \quad (7)$$

Dodatkowo zgodność ekspertów sprawdzana jest za pomocą współczynnika wariancji (zależność 4), którego wartość na potrzeby metody ekspercko-matematycznej jest znormalizowana.

$$V_j = \frac{g_j}{m_j} \cdot 100 \quad [\%] \quad (8)$$

Zgodnie z literaturą [Masiuk 1998] uznaje się, że jeśli $V_j \leq 0,25$, to zgodność wyznaczonych przez ekspertów indywidualnych ocen jest wystarczająca. W przypadku wartości $V_j > 0,3$ uważa się zgodność za niską.

Doniesienia literatury [Jewlanov 1981, Internet_b] poparte doświadczeniami autora [2002] oraz Masiuka [1998] i Izdebskiego [2003] wykazują, że eksperci rozmiągają się w iniach, co uznawane jest za zjawisko naturalne, dostarczające niekiedy ciekawych spostrzeżeń [Jewlanov 1981, Internet_b].

W tym celu literatura [Masiuk 1998] proponuje zastosowanie metody Delfy, która szerzej omówiona jest w pracach autora [2002] oraz Izdebskiego [2003].

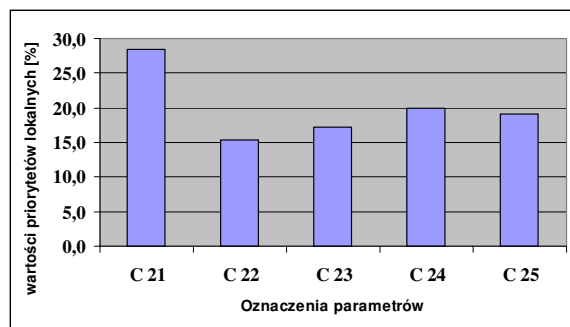
WYNIKI

Na podstawie przeprowadzonych badań otrzymano ocenę ważności 20 czynników. Przedstawione zostały one zostały w postaci w postaci priorytetów lokalnych (rys. 1, 2), które przeliczono na priorytety systemowe (rys. 3).

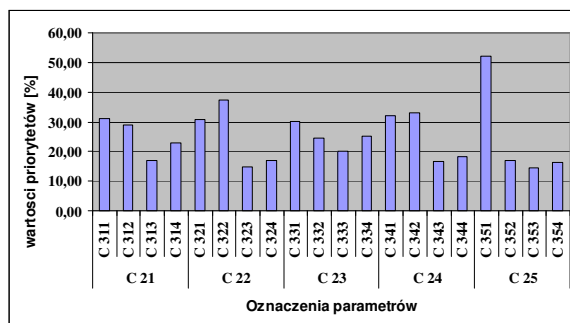
Priorytet lokalny określa wpływ czynnika trzeciego poziomu na czynnik drugiego poziomu. Inaczej mówiąc, określa on ważność danego czynnika w grupie (czynnik II poziomu). Natomiast priorytet systemowy określa wkład danego czynnika (celu) poziomu III w osiągnięcie celu głównego.

Ze względu na ograniczenia techniczne wynikające z wymogów redakcyjnych autor wartości priorytetów lokalnych oraz systemowych przedstawił w postaci graficznej

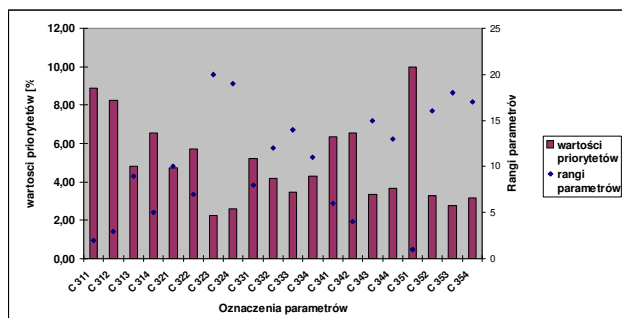
(rys. 1, 2, 3) przez co nie mógł przedstawić wartości współczynników wariacji dla każdego czynnika oraz wartości kryterium χ -kwadrat.



Rys. 1. Wartości priorytetów lokalnych celów II poziomu
Fig. 1. Values of local priorities of the goals of level II



Rys. 2. Wartości priorytetów lokalnych celów III poziomu
Fig. 2. Values of local priorities of the goals of level III



Rys. 3. Wartości priorytetów systemowych parametrów i ich rangi
Fig. 3. Values of system priorities of parameters and their importance

Zgodnie z procedurą oceny dokonano podziału parametrów na cztery przedziały ważności (wysoki, wyższy od średniego, średni, niższy od średniego) wyznaczając ich „wagę” oraz wartość średnią parametru w założonym przedziale (tab. 1). W tabeli 1 nazwy przedziałów przedstawiono w postaci symboli: I – przedział wysoki, II – wyższy od średniego itd.

Tabela 1. Przedziały priorytetów systemowych
Table 1. Sections of system priorities

| Nr przedziału No. of section | Granice przedziałów Borders of sections | Oznaczenie celów zaliczonych do przedziału Goals included in a section | „Waga priorytetów” przedziału Importance of priorities of a section % | Wartość średnia priorytetu systemowego w przedziale Mean values of a system priority within a section % |
|---------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I | 8,05-9,97 | C 311, C 312, C 351 | 27,09 | 9,03 |
| II | 6,13-8,04 | C 314, C 341, C 342 | 19,47 | 6,49 |
| III | 4,20-6,12 | C 313, C 321, C 322, C 331, C 332, C 334 | 28,95 | 4,83 |
| IV | 2,27-4,19 | C 323, C 324, C 333, C 343, C 344, C 352, C 353, C 354 | 24,48 | 3,06 |

„Waga priorytetów” określa stopień realizacji celu głównego przez daną grupę parametrów, która znalazła się w tym przedziale i jest wyznaczany na podstawie sumy priorytetów systemowych owych parametrów.

W przedziale o wysokiej ważności znalazły się czynniki oznaczone symbolami C 351, C 311 i C 312 tzn., ceny oryginalnych części zamiennych, czas usuwania awarii oraz jakość użytych części zamiennych, których „waga priorytetów” wynosi ok. 27%, a średnia wartość priorytetów stanowi 9,03%.

W drugim przedziale (6,13–8,04%) znalazły się czynniki oznaczone symbolami: C 314, C 341 i C 342 – doświadczenie i kwalifikacje zawodowe pracowników służb serwisowych, dostęp do punktów zaopatrzenia w najbardziej niezbędne części zamienne oraz oferta tych punktów.

Trzeci przedział stanowi sześć czynników – C 313, C 321, C 322, C 331, C 332, C 334, których „waga priorytetów” wynosi ok. 28%, a średnia wartość priorytetów stanowi 4,83%.

Czwarty przedział kumuluje 8 czynników, których „waga priorytetów” stanowi 24,48% ze średnią wartością nie przekraczającą 3,06 %.

WNIOSKI

1. Do najbardziej ważnych czynników, jakie w najwyższym stopniu wpływają na efektywność obsługi serwisowej ciągników rolniczych, zaliczamy: ceny oryginalnych

części zamiennych, czas usuwania awarii oraz jakość użytych części zamiennych. „Waga priorytetów” tej grupy czynników wynosi ok. 27%, przy średniej wartości priorytetu systemowego 9,03%.

2. W następnej kolejności pod kątem ważności czynników znajdują się trzy czynniki: doświadczenie i kwalifikacje zawodowe pracowników służb serwisowych, dostęp do punktów zaopatrzenia w najbardziej niezbędne części zamienne oraz oferta tych punktów. „Waga priorytetów” tej grupy czynników wynosi 19,47%, przy średniej wartości priorytetu systemowego 6,49%.

3. Pozostałe czynniki znalazły się w przedziale średnim oraz niższym od średniego. „Waga priorytetów” tych przedziałów wynosi – 28,95% (przedział średni) oraz 24,48% (przedział niższy od średniego), zaś średnia wartość priorytetu wynosi odpowiednio – 4,83% i 3,06%.

PIŚMIENNICTWO

- Czernoiwanow W. J., 1997. Sostajanie i perspietkwy reformirowanija remontno obsluziwajuszcziej bazy APK. *Mieh. Elektr. Selsk. Hozj.* 7, 2–3.
- Dokunihin W.Z., 2001. Organizacja technicznej obsługi maszyn w przedsiębiorstwie rolniczym. Wykład pracownika Państwowego Uniwersytetu Agroekologicznego Ukrainy w Żytomierzu wygłoszony w dniu 16.10.2001 na Wydziale Inżynierii Produkcji SGGW w Warszawie.
- Gordon I., Helman O., 1974. *The RAND Corporation of long range study.* Santa Monica, California.
- Izdebski W., 2003. Strategie wyposażenia gospodarstw rolnych w kombajny zbożowe. *Rozpr. hab. Wyd. SGGW, Warszawa.*
- Internet_a. Usługi predestavlajemyje zarubieżnymi firmami-producentami potrebitielam traktorow i sh mashin. <http://www.agronet.ru/commerce/monitoring/uslugi.htm>
- Internet_b. Orłow A. J. Sowremiennoj etap razwitija teoriji ekspertnyh ocenok. http://sociology.extrim.ru/orlov_ex.htm
- Jewlanow Ł. G., 1981. *Osnovy teoriji prinatija reszenij.* ANH ZSRR.
- Kulibanowa W.W., 2000. Marketing. Serwisnaja dejatelnost. Rozdział książki zamieszczony na stronie http://marketing.spb.ru/b/piter/service_marketing.htm
- Masiuk A., 1998. Wpływ profilaktyki eksploatacyjnej na efektywność produkcji mleka. *Rozprawa habilitacyjna.* Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- Nachatkian R. Ch., Kriukow W.W., 1993. Fakty proizwodstwa i eksploatacji wliwajuszczije na nadzieźność traktora DT – 75H-C4. *Traktory i Selskochozjastwiennyje Maszyny* 4, 25–29.
- Pasyniuk P., 2004. Rynek usług naprawczych w polskim rolnictwie w latach 1993–2002. *Wiś Jutra* 3 (68), 62–63.
- Rasskazov M. Ja., 1997. Osnovnyje principi formirowanija remontno-obsluziwajuszcziej bazy APK w usłowiach rynku. *Mieh. Elektr. Selsk. Hozj.* 5, 5–8.
- Skudlarski J., 2002. Wpływ parametrów techniczno-eksploatacyjnych na efektywność pracy ciągników rolniczych. *Rozpr. dokt. Wydz. Inż. Prod., SGGW, Warszawa.*
- Stopałow S.G., 1993. Dinamika i prognoz pokazatielej nadzieźności s.ch. traktorow. *Traktory i Selskochozjastwiennyje Maszyny* 11, 25–27.

**HIERARCHY OF THE IMPORTANCE OF TECHNOLOGICAL
AND ORGANIZATIONAL FACTORS IN REFERENCE
TO THE EFFECTIVENESS OF SERVICING THE TRACTORS**

Abstract. The study determined the hierarchy of importance of various technological and organizational factors in reference to the effectiveness of servicing the agricultural tractors using the expert-mathematical method. The hierarchy of importance of the studied parameters consists of system priorities (values expressed in percentages) of all II and III level goals, which values determine the degree of fulfillment of the major goal (effectiveness of the work of agricultural tractors).

Key words: tractor, service, expert methods

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 28.11.2005