INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 10/2011, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 55–62
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Stanisław Kokoszka

WPŁYW ORGANIZACJI PRACY ŚRODKÓW TRANSPORTU NA KOSZTY PRZEWOZU W GOSPODARSTWACH ROLNICZYCH

INFLUENCE OF ORGANIZATION OF THE TRANSPORTATION ON THE TRANSPORTATION COSTS IN THE FARMS

Streszczenie

W wybranych małopolskich gospodarstwach rolniczych określono wpływ warunków wykonywania przewozów oraz ich organizacji pracy na jednostkowe koszty przewozów. Stwierdzono, iż obniżenie kosztów przewozu wynika ze wzrostu ładowności, jej wykorzystania oraz zwiększenia wydajności prac ładunkowych, szczególnie załadunku.

Na wysokie koszty przewozu wpływa istotnie znaczna liczba czynników, są to warunki wykonywania przewozów jak i organizacja pracy środka (struktura czasu pracy, mechanizacja prac ładunkowych, itp.)

Słowa kluczowe: Rolnictwo, transport, koszty, warunki wykonywania przewozów

Summary

The influence of transportation conditions and work organization on the unitary costs of transportation were determined in selected farms in the Małopolska region. It was verified that factors lowering the costs are increasing the load capacity and its utilization and increasing the efficiency of loading and especially unloading.

High transportation costs are strongly influenced by many factors, such as the transportation conditions and the work organization (the structure of working time, mechanization of loading etc.)

Key words: *Agriculture, transportation, costs, transportation conditions*

WSTĘP

Podstawowym czynnikiem ograniczającym efektywność wprowadzania postępu technicznego jest niskie wykorzystanie technicznych środków produkcji w małych gospodarstwach rolnych i związane z tym wysokie jednostkowe koszty eksploatacji tych środków [Pawlak 1997, Michałek i inni 1998, Muzalewski 2003].

Według szacunków w rolnictwie przewozi się rocznie 800-1000 mln. t ładunków, co w zależności od struktury i intensywności produkcji daje wskaźnik wynoszący od 20 do 70 t/ha użytków rolnych. Tak znacząca masa przewozowa powoduje, że nakłady związane z procesem transportowym w rolnictwie stanowią 30% ogólnych nakładów robocizny i 40-60% ogólnego czasu pracy siły pociągowej [Bielejec 1989]. Stąd mają swoje one bezpośrednie odzwierciedlenie w wysokich kosztach transportu. Zmniejszenie nakładów można osiągnąć poprzez właściwy dobór środków transportowych i bardziej sprawną organizację procesów transportowych.

W gospodarstwach indywidualnych transport rolniczy w 80-90% wykonywany jest środkami własnymi i w takim samym udziale jest to transport ciągnikowy. Wysokie nakłady czasu pracy, paliwa, ponoszonych kosztów w transporcie wynikają z wielu czynników. Do podstawowych zaliczamy: zróżnicowany asortyment środków i stąd ich niskie wykorzystanie, niską mechanizacja prac ładunkowych, wysokie ceny środków i nośników energii. Niebagatelny udział ma także organizacja przewozów i czasu pracy środka. W tym ostatnim aspekcie czynnikiem podstawowym jest nie tylko eliminacja zbędnych składników struktury czasu pracy, ale również dobór odpowiedniego środka do przewozu wybranej partii ładunków [Bielejec 1989, Kokoszka 1993, 1995].

CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy było określenie wpływu wybranych warunków wykonywania przewozów oraz organizacji pracy środków transportowych na jednostkowe koszty przewozów w zł na tonę przewiezionego ładunku.

Wpływ – zależności pomiędzy w/w czynnikami a kosztami wyrażono w postaci równań korelacji pojedynczej i regresji wielokrotnej.

METODYKA

Materiał źródłowy zebrano w latach 2005 - 2010 oparciu o całoroczną ewidencję czynności transportowych – codzienną fotografię dnia pracy środków transportowych. Badania wykonano w 51 małopolskich gospodarstw rolniczych, zróżnicowanych pod względem obszarowym i wyposażenia w środki transpor-

towe. W efekcie uzyskano 7731 fotografii cyklów transportowych dla wszystkich ładunków przewożonych w badanych gospodarstwach, dla wszystkich stosowanych środków. Ze względu na zróżnicowanie typów środków (ciągnik, przyczepa, samochód) materiał pogrupowano wg rodzaju środka tj. zestawy transportowe:

- ciągnik z wozem (C+W)
- ciągnik z roztrząsaczem (C+R)
- ciągnik z przyczepą (C+P)
- ciągnik z dwoma przyczepami (C+2P)
- samochód dostawczy (SD)
- samochód ciężarowy (SC)
- samochód ciężarowy z przyczepą (SC+P)

Na podstawie charakterystyki technicznej (moc silnika i ładowność zestawu) do obliczenia kosztów przyjęto konkretne typy środków z aktualnego katalogu maszyn rolniczych.

Koszty eksploatacji przyjętych zestawów transportowych obliczono według metodyki IBMER, uszczegółowiając dane do obliczeń o aktualne ceny paliw, stawki ubezpieczeń i ceny maszyn (skatalogowanych przez PIMR) oraz rzeczywiste wykorzystanie i wydajność eksploatacyjną. Z uwagi na to, że amortyzacja maszyn została oszacowana w oparciu o wartość odtworzeniową brutto, do kosztów eksploatacji nie wliczono umownych kosztów oprocentowania kapitału inwestycyjnego. Na podstawie danych IBMER stawkę kosztów 1 rbh przyjęto na poziomie 8,5 zł [Muzalewski 2003].

Do oceny wpływu wybranych czynników na jednostkowe koszty przewozy posłużono się metodą korelacji pojedynczej i regresji wielokrotnej przyjmując:

Zmienna zależna:

- Y – jednostkowy koszt przewozu 1 tony ładunku [zł·t^{-1}],
- natomiast zmienne niezależne:
  - x_1 – ładowność środka [t],
  - x_2 – odległość jazdy z ładunkiem (odległość transportu) [km],
  - x_3 – prędkość techniczna z ładunkiem ($V_{t)}$ [km·h^{-1}],
  - x_4 - udział czasu jazdy z ładunkiem w ogólnym czasie pracy [%],
  - x_5 - udział czasu jazdy z pusto w ogólnym czasie pracy [%],
  - x_6 - udział czasu załadunku w ogólnym czasie pracy [%],
  - x_7 - udział czasu wyładunku w ogólnym czasie pracy [%],
  - x_8 - udział czasu postojów technicznych i technologicznych [%],
  - x_9 - udział czasu postojów organizacyjnych w ogólnym czasie pracy [%],
  - x_{10} – wykorzystanie przebiegu [-],
  - x_{11} – wykorzystanie ładowności [-],
  - x_{12} – wydajność prac załadunkowych$_{)}$ [t·h^{-1}],
  - x_{13} – wydajność prac wyładunkowych$_{)}$ [t·h^{-1}].

WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę zmiennych niezależnych x oraz zmiennej zależnej Y. Jak wynika z danych wszystkie analizowane zmienne charakteryzują się bardzo wysoką zmiennością, wynoszącą nawet 229,50% w przypadku udziału procentowego udziału postojów organizacyjnych w ogólnym czasie pracy. Jest to efekt w zasadzie przypadkowości ich powstawania, całkowicie niezależnych od rolnika w miejscu zbytu – sprzedaży płodów rolnych. Zmienność analizowanych zmiennych wynika nie tylko z różnorodności warunków pracy, jej organizacji ale również z różnorodności środków transportowych używanych do transportu w badanych gospodarstwach. Świadczą o tym np zróżnicowane ładowności środków transportowych pomiędzy przestawionymi zestawami. Przy czym należy tu wspomnieć, iż w ramach przestawionych zestawów transportowym zmienność omawianego parametru była znacznie wyższa. Znamiennym jest fakt bardzo niskiego udziału czasu jazdy z ładunkiem w ogólnym czasie pracy. Przy średniej 18,74% wahania wynoszą od 0,29 do 50,00%. A jest to ten składnik czasu pracy w którym wykonywany jest przewóz, stąd bezpośrednio wpływa na wydajność i w efekcie ponoszone nakłady. Pomiędzy badanymi zestawami zmienność jest znacznie mniejsza – od 10,56% dla zestawu ciągnik + 2 przyczepy do 25,35% dla samochodu ciężarowego. Świadczy to o tym, iż organizacja pracy dla wszystkich zestawów transportowych była mniej więcej jednakowa. Na fakt niskiego udziału czasu jazdy z ładunkiem wpływa przede wszystkim niska mechanizacja prac ładunkowych (za- i wyładunku) uzewnętrzniająca się w wysokim udziale czasu ich trwania w ogólnym czasie pracy i niewysokiej wydajności. W sumie czynności ładunkowe – będące przecież czynnościami pomocniczymi stanowią średnio 50,27% ogólnego czasu trwania procesu transportowego. Przy czym wyższym udziałem przy jednocześnie niższej wydajności charakteryzuje się czas załadunku. Szczególnie niekorzystne jest to w przypadku zestawów o wyższej ładowności, które mają znacznie większe możliwości osiągania wyższych wydajności. Czynniki te w niewątpliwy sposób przyczyniają się do wysokich kosztów przewozów w transporcie rolniczym. W badanych obiektach przy średniej odległości przewozu 6,81 km jednostkowy koszt przewozu jednej tony ładunku wynosi aż 75,63 zł przy zmienności 61,69%, wartości minimum 11,20 i maksimum 657,00 zł. W efekcie wykonanie pracy przewozowej 1 tonokilometra (przewiezienia jednej tony ładunku na odległość jednego kilometra) średnio kosztuje 11,11 zł. Analizując badane zestawy transportowe wyraźnie zaznacza się tendencja spadku jednostkowych kosztów przewozu w miarę wzrostu ładowności zestawu. Stąd wniosek, iż w jak największym stopniu powinny być wykorzystywane zestawy o dużej ładowności. Z tym, iż możliwość ich stosowania ogranicza wielkość produkcji decydująca o wielkości jednorazowo przewożonych ładunków.

Tabela 1. Charakterystyka zmiennych
Table 1. Variable characterististics

Wyszczególnienie	x^1	x^2	x^3	x^4	x^5	x^6	x^7	x^8	x^9	x^{10}	x^{11}	x^{12}	x^{13}	**Y**
	t	km	$km \cdot h^{-1}$	%	%	%	%	%	%	---	---	$t \cdot h^{-1}$	$t \cdot h^{-1}$	**$zł \cdot t^{-1}$**
Średnio	4,01	6,81	16,66	18,74	16,84	29,47	20,80	7,61	6,53	0,51	0,67	4,49	5,96	**75,63**
Wartość minimum	0,20	0,08	0,50	0,29	0,00	1,28	0,92	0,00	0,00	0,09	0,01	0,00	0,07	**11,20**
Wartość maximum	28,00	500,00	105,60	50,00	66,67	95,24	90,02	86,46	95,09	0,91	2,00	80,00	150,00	**657,00**
Błąd średniej	0,03	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,00	0,01	0,40	0,05	**0,11**
Zmienność %	105,9	214,1	90,00	55,43	58,94	55,20	53,26	212,30	229,5	5,89	47,60	140,1	158,4	**61,69**
W tym														
Ciągnik+wóz	*1,51*	*2,89*	*8,72*	*18,79*	*15,93*	*30,19*	*20,61*	*8,31*	*6,17*	*0,50*	*0,58*	*2,18*	*3,02*	***103,6***
Ciągnik+roztrząsacz	*3,91*	*3,70*	*11,41*	*21,09*	*19,57*	*26,31*	*25,38*	*6,73*	*0,93*	*0,50*	*0,93*	*9,93*	*9,75*	***35,50***
Ciągnik+przyczepa	*3,68*	*2,86*	*9,16*	*16,75*	*14,48*	*32,83*	*19,46*	*9,34*	*7,14*	*0,50*	*0,64*	*3,73*	*6,7*	***62,52***
Ciągnik+2przyczepy	*9,00*	*3,84*	*11,72*	*10,56*	*9,56*	*36,39*	*16,99*	*23,18*	*3,33*	*0,51*	*0,94*	*3,27*	*6,37*	***24,80***
Samochód dostawczy	*1,13*	*14,33*	*40,51*	*18,28*	*17,14*	*25,39*	*22,02*	*4,06*	*13,11*	*0,55*	*0,54*	*1,54*	*1,93*	***174,7***
Samochód ciężarowy	*10,60*	*17,96*	*42,02*	*25,35*	*24,99*	*23,48*	*18,35*	*1,22*	*6,60*	*0,50*	*0,59*	*7,12*	*7,63*	***35,27***
Samochód ciężarowy+przyczepa	*22,3*	*81,55*	*37,99*	*18,93*	*18,75*	*26,96*	*19,50*	*2,83*	*13,03*	*0,50*	*0,85*	*4,86*	*6,94*	***21,68***

Y – jednostkowy koszt przewozu 1 tony ładunku [$zł \cdot t^{-1}$], x_1 – ładowność środka [t], x_2 – Odległość jazdy z ładunkiem (odległość transportu) [km], x_3 – prędkość techniczna z ładunkiem (V_t) [$km \cdot h^{-1}$], x_4 - udział czasu jazdy z ładunkiem w ogólnym czasie pracy [%], x_5 - udział czasu jazdy z pusto w ogólnym czasie pracy [%], x_6 - udział czasu załadunku w ogólnym czasie pracy [%], x_7 - udział czasu wyładunku w ogólnym czasie pracy [%], x_8 - udział czasu postojów technicznych i technologicznych w ogólnym czasie pracy [%], x_9 - udział czasu postojów organizacyjnych w ogólnym czasie pracy [%], x_{10} – wykorzystanie przebiegu [-], x_{11} – wykorzystanie ładowności [-], x_{12} – wydajność prac załadunkowych) [$t \cdot h^{-1}$], x_{13} – wydajność prac wyładunkowych) [$t \cdot h^{-1}$],

Wyniki analizy wpływu przedstawionych zmiennych x na koszty w postaci korelacji pojedynczej przedstawiono w tabeli 2. W tabeli przedstawiono zależności dla zmiennych niezależnych, których wpływ okazał się istotny. Spośród analizowanych zmiennych na koszty nie mają wpływu x_2 – odległość jazdy z ładunkiem, x_4 – udział czasu jazdy z ładunkiem, x_5 – udział czasu jazdy pusto i x_7 – udział czasu wyładunku. Pozostałe zmienne w istotny sposób wpływają na koszt przewozu tony ładunku. Przy czym wzrost x_3 – prędkość techniczna, x_9 – udział postojów organizacyjnych oraz x_{10} – wykorzystanie przebiegu powoduje wzrost kosztów przewozu, natomiast wzrost wartości pozostałych zmiennych daje niewielkie obniżenie kosztów. Najwyższe obniżenie kosztów przewozu w przypadku badanych zestawów daje zwiększenie ładowności o czym świadczy najwyższy współczynnik korelacji oraz najwyższe wyjaśnienie zmienności r^2 0,278946. Z kolei z czynników zwiększających koszty przewozu najwyższy wpływ ma x_{10} – wykorzystanie przebiegu. Jest to najprawdopodobniej efekt podwójnego za- i wyładunku w jednym cyklu przewozowym.

Tabela 2. Korelacja pojedyncza $x_{1\text{-}x13\ z\ Y}$
Table 2. Correlation pojedyncza $x_{1\text{-}x13\ z\ Y}$

Zmienna niezależna x	r(X,Y)	r^2	Równanie
x_1 – ładowność środka [t]	-0,528153	0,278946	$Y = 7,64651 - 0,048081x_1$
x_3 – prędkość techniczna z ładunkiem (V) [km·h^{-1}]	0,307759	0,094715	$Y = 9,18172 + 0,098921x_3$
x_6 – udział czasu załadunku w ogólnym czasie pracy [%]	-0,094647	0,008958	$Y = 31,97140 - 0,033010x_6$
x_8 –udział czasu postojów technicznych i technologicznych w ogólnym czasie pracy [%]	-0,046181	0,002133	$Y = 8,81869 - 0,015991x_8$
x_9 – udział czasu postojów organizacyjnych w ogólnym czasie pracy [%]	0,162079	0,026270	$Y = 2,59435 + 0,052084x_9$
x_{10} – wykorzystanie przebiegu [-]	0,421295	0,177490	$Y = 0,48569 + 0,000269x_{10}$
x_{11} – wykorzystanie ładowności [-]	-0,316660	0,100273	$Y = 0,83482 - 0,002168x_{11}$
x_{12} – wydajność prac załadunkowych) [t·h^{-1}]	-0,284820	0,081123	$Y = 7,39731 - 0,038416x_{12}$
x_{13} – wydajność prac wyładunkowych [t·h^{-1}]	-0,197206	0,038890	$Y = 8,97532 - 0,039897x_{13}$
Współczynniki korelacji istotne przyp<0,05000			

W celu ukazania pełnego wpływu analizowanych zmiennych x tj. warunków wykonywania przewozów oraz organizacji pracy środków transportowych na jednostkowe koszty przewozów w badanych gospodarstwach dokonano analizy regresji wielokrotnej. Równanie regresji wielokrotnej dla zmiennej Y – kosztów przewozu jednej tony ładunku [zł·t^{-1}], przy $R = 0,7834$ i $R^2 = 0,6137$ przyjmuje następującą postać:

$$Y = - 97,2770 – 7,0652\ x_1 + 1,0846\ x_3 + 310,4732\ x_{10} – 1,6080\ x_{12} + 0,4684\ x_2 + 0,0,6470\ x_9 + 0,5218\ x_{13} – 8,7008\ x_{11} +0,4672\ x_7 +0,3720\ x_8 +0,4993\ x_4 + 0,2229\ x_6$$

W tym przypadku nieistotny wpływ ma tylko zmienna x_5 – udział czasu jazdy pusto.

Wzrost kosztów przewozu 1 tony ładunku w badanych gospodarstwach jest wynikiem wzrostu prędkości technicznej (x_3), wzrostu wykorzystania przebiegu (x_{10}), wzrostu odległości jazdy (x_2), wzrostu udziału czasu postojów organizacyjnych (x_9), wydajności prac ładunkowych (x_{13}), wzrostu udziału czasu wyładunku (x_7), Wzrostu udziału postojów technicznych i technologicznych (x_8), wzrostu udziału czau jazdy z ładunkiem (x_4) oraz wzrostu udziału czasu załadunku (x_6). Natomiast zmniejszenie kosztów przewozu następuje wraz ze wzrostem ładowności zastosowanego środka transportowego (x_1), wzrostu wydajności prac załadunkowych (x_{12}) oraz wzrostu wykorzystania ładowności (x_{11}). Jak wynika z przedstawionych zależności w stosunku do korelacji pojedynczej uległ zmianie wpływ niektórych zmiennych. Jest to prawdopodobnie wpływ pewnego oddziaływania ich pomiędzy sobą. Niemniej w dalszym ciągu obniżenie wysokich kosztów przewozów w badanych gospodarstwach można osiągnąć poprzez zwiększenie ładowności środków, zwiększenie jej wykorzystania oraz zwiększenie wydajności prac ładunkowych, szczególnie załadunku. W związku z tym, szczególnie przewozy w ramach transportu zewnętrznego – większe odległośi, powinny być wykonywane przy użyciu zestawów o dużej ładowności. Wynika to również stąd iż w ostatnich latach obserwuje się zjawisko zwiększania odległości transportowych.

PODSUMOWANIE

W wyniku przeprowadzonej analizy wykazano, iż na jednostkowe koszty przewozu tony ładunku w badanych gospodarstwach, przy średniej odległości 6,81 km są bardzo wysokie średnio 75,63 $zł \cdot t^{-1}$ i wykazują bardzo wysoką zmienność w zależności od zastosowanego zestawu transportowego. Jednocześnie na wysokie koszty przewozu wpływa istotnie znaczna liczba czynników, wykazujących również wysoką zmienność wynikającą zarówno z warunków wykonywania przewozów jak przede wszystkim organizacji pracy środka (struktura czasu pracy, mechanizacja prac ładunkowych, itp.)

Przy czym wzrost x_3 – prędkość techniczna, x_9 – udział postojów organizacyjnych oraz x_{10} – wykorzystanie przebiegu powoduje wzrost kosztów przewozu, natomiast wzrost wartości pozostałych zmiennych daje niewielkie obniżenie kosztów. Najwyższe obniżenie kosztów przewozu w przypadku badanych zestawów daje zwiększenie ładowności oraz zwiększenie wydajności prac ładunkowych, szczególnie załadunku.

BIBLIOGRAFIA

Bielejec J. 1989. *Transport w rolnictwie*. Wydawnictwo IBMER w Warszawie.

Kokoszka S. 1993. *Warunki wykonywania przewozów w transporcie wewnętrznym i technologicznym a wydajność przewozu*. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie. Mechanizacja i Energetyka Rolnictwa z.12, nr 284.

Kokoszka S. 1995. *Udział transportu w nakładach i kosztach przy uprawie pszenicy ozimej*. PTIR Nauka Praktyce Rolniczej, z. 2.

Michałek R. i in. 1998. *Uwarunkowania technicznej rekonstrukcji rolnictwa. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej,* Kraków. ISBN 83-905219-1-1.

Muzalewski A. 2003. *Koszty eksploatacji maszyn*. Wydawnictwo IBMER, Warszawa. s.1-39.

Pawlak J. 1997. *Dobór maszyn i ich racjonalne użytkowanie*. Wydawnictwo IBMER, Warszawa.

Adres do korespondencji
Prof. dr hab. Stanisław Kokoszka
Stanislaw.Kokoszka@ur.krakow.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
30-149 Kraków, ul. Balicka 116B

Recenzent: *Prof. dr hab. Zdzisław Wójcicki*