

Stanisław Kokoszka, Maciej Kuboń
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Akademia Rolnicza w Krakowie

MECHANIZACJA PRAC ŁADUNKOWYCH A NAKŁADY W TRANSPORCIE ROLNICZYM CZ. II - ANALIZA STATYSTYCZNA

Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ mechanizacji prac ładunkowych na nakłady i wydajność przewozów w postaci korelacji i regresji. Stwierdzono, że istotny wpływ na wysokość ponoszonych nakładów oraz wydajność przewozów mają wydajność za- i wyładunku oraz wydajność osób zatrudnionych przy czynnościach ładunkowych

Słowa kluczowe: transport, załadunek, wyładunek, przewóz, wydajność

Wykaz oznaczeń:

min. – wartość minimalna
max. – wartość maksymalna
 σ – odchylenie standardowe
V % – współczynnik zmienności [%]

Wprowadzenie

Niski poziom mechanizacji prac ładunkowych w polskim rolnictwie jest jedną z głównych przyczyn niskiej efektywności obsługi transportowej gospodarstw rolnych. Zwiększenie wydajności przewozów uzyskać można głównie przez zapewnienie odpowiedniej organizacji pracy oraz zwiększenie wydajności za- i wyładunku, a także przez zwiększenie ładowności oraz prędkości środków przewozowych [Kokoszka, Kuboń 1999]. Zwiększenie wydajności za- i wyładunku wpływa w znaczący sposób na zmniejszenie czasu trwania tych czynności, co powoduje proporcjonalne zwiększenie wydajności przewozowej środka. Na przykład przy współczynniku wykorzystania samochodu 0,5 każde obniżenie czasu czynności

ładunkowych o 10% daje przeciętnie wzrost jego wydajności godzinowej o 10% [Kuńczyński 1983]. Natomiast wzrost wskaźnika mechanizacji prac ładunkowych o 10% powoduje obniżenie nakładów robocizny średnio o 8,7% [Kokoszka, Kuboń, Sęk 2002]. Ważne zatem staje się poznanie siły oddziaływania zmiennych związanych z mechanizacją prac ładunkowych na wydajność pracy środków transportowych.

Cel, zakres i metodyka pracy

Celem pracy jest ocena wpływu mechanizacji prac ładunkowych na nakłady i wydajność przewozów przy pomocy metod statystycznych. Zakresem badań objęto 10 gospodarstw rolniczych położonych w rejonie małopolski, w których w przeciągu roku zarejestrowano 2769 fotografii czasu pracy środków transportowych. Zadania przewozowe realizowane były przez różne środki transportowe, różniące się między sobą konstrukcją jak również parametrami technicznymi i eksploatacyjnymi. Do analizy przyjęto 4 zestawy ciągnikowe (ciągnik z wozem ciągnikowym, przyczepą, dwoma przyczepami i roztrząsaczem obornika) oraz 3 zestawy samochodowe (samochód dostawczy, ciężarowy i ciężarowy z przyczepą). Badania zawężono jedynie do przewozu ładunków sypkich. Do analizy statystycznej podzielono wybrane środki na dwie grupy: zestawy ciągnikowe i zestawy samochodowe. Zależności pomiędzy przyjętymi zmiennymi zależnymi a zmiennymi niezależnymi (przy poziomie istotności $p < 0,005$) określono przy użyciu pakietu *Statistica 5.0*. Wykorzystano do tego celu współczynnik korelacji, równaniem regresji pojedynczej i wielokrotnej.

Do analizy statystycznej za zmienne zależne przyjęto:

Y_1 – wydajność eksploatacyjna środków [t/h]

Y_2 – nakłady robocizny na wykonanie przewozów [rbh/t]

Natomiast za zmienne niezależne:

X_1 – wydajność prac załadunkowych [t/h]

X_2 – wydajność prac wyładunkowych [t/h]

X_3 – wskaźnik mechanizacji prac ładunkowych [%]

X_4 – wydajność osób zatrudnionych przy załadunku [t/os]

X_5 – wydajność osób zatrudnionych przy wyładunku [t/os]

Charakterystyka procesu transportowego

Do oceny eksploatacji środków wykorzystuje się wiele wskaźników często ze sobą powiązanych. W grupie tych wskaźników znajdują się między innymi: wskaźnik

wykorzystania ładowności, wskaźnik wykorzystania przebiegu, średnia prędkość techniczna i eksploatacyjna, wskaźniki wykorzystania czasu pracy, wydajność przewozów oraz wysokość ponoszonych nakładów. Podstawowym zaś czynnikiem, z którego praktycznie wynikają wszystkie wskaźniki oceny, jest czas pracy środka, stanowiący podstawę do oceny efektywności pracy i ponoszonych nakładów. W tabeli 1 zamieszczono podstawowe wskaźniki charakteryzujące proces transportowy wybranych zestawów.

Tabela 1. Charakterystyka procesu transportowego dla analizowanych grup środków transportowych

Table 1. Description of transport process for analysed groups of means of transport

Wyszczególnienie	Jedn.	Grupy środków					
		ciągnikowe			samochodowe		
		średnia	min	max	średnia	min	max
Ładowność zestawu	t	3,58	1,00	9,00	6,06	0,80	20,00
Wykorzystanie ładowności	[]	0,78	0,10	1,50	0,95	0,10	1,25
Średni jednorazowy ładunek	t	2,89	0,10	9,00	5,80	0,10	20,00
Wykorzystanie przebiegu	[]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Prędkość eksploatacyjna	km/h	1,36	0,15	17,14	15,01	0,30	32,16
Średni czas załadunku	h	1,47	0,10	8,33	1,35	0,10	4,00
Średni czas wyładunku	h	0,50	0,05	3,30	0,88	0,10	4,00
Średni czas postojów	h	1,33	0,00	9,20	1,77	0,00	10,00
Średni czas trwania cyklu	h	3,81	0,33	18,60	6,47	0,63	28,00

Wykorzystanie ładowności na znaczący wpływ na efektywność pracy środków i zależy przede wszystkim rodzaju skrzyni ładunkowej i rodzaju przewożonego materiału. Spośród przyjętych do analizy zestawów, wyższym wskaźnikiem wykorzystania ładowności charakteryzowały się zestawy samochodowe (0,95). Ładowność zestawów samochodowych, podobnie jak średnia wielkość jednorazowo przewożonych ładunków była blisko dwukrotnie wyższa od zestawów ciągnikowych. Wykorzystanie przebiegu dla obydwu zestawów wynosiło 0,50 co świadczy iż ładunki przewożony były tylko w jedną stronę. Jest to bardzo niekorzystne zjawisko ze względu na wielkość ponoszonych nakładów, ale w rolnictwie zapewnienie ładunku dla przebiegów powrotnych jest bardzo trudne a nawet niemożliwe, gdyż trudno zaplanować ładunek powrotny w przypadku dowozu nawozów do rozsiewacza lub odbioru płodów rolnych od maszyny zbierającej. Czas za- i wyładunku jest nierozdzielalnym składnikiem czasu pracy środka i uzależniony jest w głównej mierze od zastosowanego urządzenia za- i wyładunkowego jak również rodzaju skrzyni ładunkowej. Średni czas trwania czynności ładunkowych

kształtował się na poziomie 1,47 [h] dla zestawów ciągnikowych i 1,35 [h] dla zestawów samochodowych. Tak wysokie wartości są efektem bardzo niskiego poziomu mechanizacji prac załadunkowych.

W przypadku zestawów ciągnikowych poziom mechanizacji kształtował się na poziomie 26,3% a samochodowych 24,5%. Dużo lepiej jest w przypadku prac wyładunkowych, gdzie czas trwania czynności wyładunkowych w porównaniu do czynności załadunkowych był blisko 3 razy krótszy dla zestawów ciągnikowych i 2 razy krótszy dla zestawów samochodowych. W tym przypadku poziom mechanizacji prac wynosił odpowiednio 41,58 i 17,18%. Transport ciągnikowy w większości przypadków realizowany był jako transport technologiczny, w związku z tym czas postojów dla zestawów ciągnikowych był większy aniżeli samochodowych. W tabeli 2 przedstawiono wielkość i charakterystykę zmiennych wziętych do analizy. Można zauważyć, iż przyjęte do analizy zmienne zależne Y_1 i Y_2 odznaczają się dużym współczynnikiem zmienności, na co wpływ miały nie tylko parametry techniczne środków ale również organizacja pracy i warunki gospodarowania.

Tabela 2. Charakterystyka zmiennych zależnych i niezależnych
Table 2. Characteristics of dependent and independent variables

Wyszczególnienie	Oznaczenie	Zestawy ciągnikowe					Zestawy samochodowe				
		śred-nia	min	max	σ	V %	śred-nia	min	max	σ	V %
Wydajność przewozów [t/h]	Y_1	0,90	0,02	6,10	0,69	76,49	0,73	0,04	2,50	0,60	82,88
Nakłady robocizny [rbh/t]	Y_2	3,19	0,17	52,20	3,72	116,49	3,99	0,47	27,50	4,22	105,66
Wydajność prac załadunkowych [t/h]	X_1	2,40	0,11	20,00	2,00	83,36	3,78	0,33	18,18	3,56	94,17
Wydajność prac wyładunkowych [t/h]	X_2	14,46	0,25	90,00	17,53	121,26	115,6	0,33	80,00	18,76	162,36
Wskaźnik mechanizacji prac ładunkowych [%]	X_3	33,94	0,00	100,0	40,86	120,39	20,86	0,0	100,00	35,49	170,16
Wydajność osób zatrudnionych przy załadunku [t/osobę]	X_4	1,13	0,04	20,00	1,52	115,88	2,31	0,21	18,18	2,99	129,18
Wydajność osób zatrudnionych przy wyładunku [t/osobę]	X_5	13,41	0,13	90,0	17,97	133,94	9,49	0,17	80,00	18,65	196,53

Dla zestawów ciągnikowych wydajność prac wyładunkowych była blisko 7-krotnie wyższa aniżeli załadunkowych, a zestawów samochodowych 3-krotnie. Podobne relacje występują w przypadku wydajności osób zatrudnionych przy wykonywaniu

czynności ładunkowych, gdzie wydajność przy wyładunku dla zestawów ciągnikowych była wyższa ponad 10 razy a samochodowych 4 razy. Wpływ analizowanych zmiennych niezależnych na wydajność eksploatacyjną środków i nakłady robocizny w postaci korelacji pojedynczej przedstawiono w tabeli 3 i 4. Dla zamieszczonych w tabeli 3 i 4 zmiennych określono regresję wielokrotną uzyskując następujące równania. Dla zestawów ciągnikowych:

- przy $R = 0,77$ i $R^2 = 0,60$ i błędzie estymacji 0,4350

$$Y_1 = 0,2159 + 0,2118 X_1 + 0,017X_2 - 0,049X_4$$
- przy $R = 0,45$ i $R^2 = 0,20$ i błędzie estymacji 3,3173

$$Y_2 = 5,410 - 0,4998X_1 - 0,1763X_2 + 0,1141X_5$$

Dla zestawów samochodowych

- przy $R = 0,88$ i $R^2 = 0,78$ i błędzie estymacji 0,2832

$$Y_1 = 0,1692 + 0,1923X_1 - 0,1202X_4 + 0,0116X_5$$
- przy $R = 0,47$ i $R^2 = 0,22$ i błędzie estymacji 3,7397

$$Y_2 = 6,0097 - 0,4068X_1 - 0,0414X_2$$

Na podstawie przedstawionych równań można stwierdzić, że podstawowymi czynnikami mającymi wpływ na wydajność przewozów i nakłady robocizny są wydajność prac za – i wyładunkowych wyrażona w tonach na godzinę. Wysoki procent wyjaśnienia zmienności (60% dla zestawów ciągnikowych i 78% dla samochodowych) świadczy, iż ww. zmienne mają w tym zakresie decydujący wpływ.

Tabela 3. Wpływ badanych zmiennych na wydajność przewozów (Y_1) i nakłady robocizny (Y_2) przy przewozach realizowanych zestawami ciągnikowymi. Korelacja pojedyncza $Y = B + Ax$

Table 3. The effect of variables on transport efficiency (Y_1) and labour demand (Y_2) for transport realized with tractor sets. Single correlation $Y = B + Ax$

Wyszczególnienie	Zmienna		Korelacja pojedyncza			R^2 [%]
	niezależna	zależna	r	B	A	
Wydajność prac załadunkowych [t/h]	X_1	Y_1	0,66	0,35	0,23	44,62
		Y_2	-0,36	4,82	-0,67	13,28
Wydajność prac wyładunkowych [t/h]	X_2	Y_1	0,58	0,56	0,02	34,74
		Y_2	-0,37	4,33	-0,07	13,70
Wskaźnik mechanizacji prac ładunkowych [%]	X_3	Y_1	0,42	0,65	0,00	18,41
		Y_2	-0,29	4,10	-0,02	8,61
Wydajność osób zatrudnionych przy załadunku [t/osobę]	X_4	Y_1	0,52	0,59	0,23	27,07
		Y_2	-0,34	4,30	-0,84	11,85
Wydajność osób zatrudnionych przy wyładunku [t/osobę]	X_5	Y_1	0,57	0,60	0,02	33,18
		Y_2	-0,35	4,19	-0,07	12,85

Tabela 4. Wpływ badanych zmiennych na wydajność przewozów (Y_1) i nakłady robocizny (Y_2) przy przewozach realizowanych zestawami samochodowymi. Korelacja pojedyncza $Y = B + Ax$

Table 4. The effect of variables on transport efficiency (Y_1) and labour demand (Y_2) for transport realized with car sets. Single correlation $Y = B + Ax$

Wyszczególnienie	Zmienna		Korelacja pojedyncza			R^2 [%]
	niezależna	zależna	r	B	A	
Wydajność prac załadunkowych [t/h]	X_1	Y_1	0,81	0,20	0,13	66,36
		Y_2	-0,44	5,99	-0,53	20,06
Wydajność prac wyładunkowych [t/h]	X_2	Y_1	0,62	0,49	0,02	38,56
		Y_2	-0,37	4,97	-0,08	14,36
Wskaźnik mechanizacji prac ładunkowych [%]	X_3	Y_1	0,49	0,55	0,00	24,41
		Y_2	-0,31	4,77	-0,03	10,03
Wydajność osób zatrudnionych przy załadunku [t/osobę]	X_4	Y_1	0,56	0,46	0,11	31,91
		Y_2	-0,32	5,06	-0,46	10,77
Wydajność osób zatrudnionych przy wyładunku [t/osobę]	X_5	Y_1	0,54	0,56	0,01	29,94
		Y_2	-0,33	4,70	-0,07	10,90

Bibliografia

Kokoszka S., Kuboń M. 1999. Możliwość obniżenia nakładów czasu pracy i kosztów w transporcie rolniczym. Problemy Inżynierii Rolniczej nr 3.

Kokoszka S., Kuboń M., Sęk S. 2002. Wpływ mechanizacji prac ładunkowych na efektywność pracy środków transportowych. Inżynieria Rolnicza nr 6 (39), Warszawa.

Kuńczyński Z. 1983. Mechanizacja i racjonalizacja transportu w rolnictwie. PWRiL. Warszawa.

StatSoft, Inc. (1997). STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, phone: (918) 749-1119, fax: (918) 749-2217, email: info@statsoftinc.com, WEB: <http://www.statsoft.com>

**MECHANIZATION OF LOADING VS. EXPENDITURE
ON AGRICULTURAL TRANSPORT
PART II STATISTICAL ANALYSIS**

Summary

The paper presents the effect of loading mechanization on the expenditure and productivity of transport in a form of correlation and regression. The expenditure and efficiency of transport have been found largely dependent upon the efficiency of loading, unloading and that of workers employed for handling operations.

Key words: transport, loading, unloading, efficiency