

Stanisław Kokoszka
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie

POSTĘP TECHNOLOGICZNY A WYDAJNOŚĆ I KOSZTY W TRANSPORCIE ZWIERZĄT

Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych dla sześciu rodzajów środków transportowych, wykorzystywanych w transporcie zwierząt. Analiza dotyczyła dwóch podstawowych wskaźników eksploatacyjnych, tj. wydajności oraz kosztów przewozu. Przeprowadzone badania wykazały istotne różnice pomiędzy badanymi zestawami, ale również znaczne zróżnicowanie w ramach rodzaju środka, uzależnione od warunków pracy.

Słowa kluczowe: transport, koszty, wydajność, środek transportowy, ładunek, zwierzęta

Wstęp

Zwierzęta transportowane w nieodpowiednich warunkach i przy użyciu nieodpowiednich środków doznają nie tylko obrażeń zewnętrznych, ale również ze względu na stres transportowy wykazują większe ubytki masy ciała, a ich mięso charakteryzują zmiany kwasowości, niższą zawartość suchej masy i gorszą wodochłonność [Bąk, Wajda 1997]. Z kolei transport zwierząt wykonywany własnymi środkami jest nieodłącznym elementem transportu w gospodarstwie rolniczym, stąd też wpływa na ponoszone nakłady i efekty pracy. Do podstawowych wskaźników określających stopień rozwoju rolnictwa zaliczamy mierzniki wydajności pracy.

Prowadzone przez AR w Krakowie badania wskazują, że dla wzrostu wydajności pracy szczególnie istotne znaczenie ma m.in. innowacyjne oddziaływanie technicznych środków transportowych [Kokoszka 1996]. Oddziaływanie to ma swoje bezpośrednie odzwierciedlenie w kosztach transportu. Zmniejszenie kosztów można osiągnąć przez właściwy dobór środków transportowych bardziej sprawną organizację procesów transportowych, jak i minimalizację kosztów eksploatacji sprzętu istniejącego [Muzalewski 2003]. Bardzo ważna wobec tego staje się generalnie poprawna kalkulacja kosztów eksploatacji używanego sprzętu [Witney 1989]. Efektem tych działań będzie lepsze wykorzystanie środków technicznych i wyższa efektywność ich pracy.

Prowadzone wcześniej w Katedrze Mechanizacji Rolnictwa AR w Krakowie badania wskazują, że dla wzrostu wydajności pracy szczególnie istotne znaczenie ma m.in. innowacyjne oddziaływanie technicznych środków transportowych [Kokoszka, Tabor 2000, 2006]. Stąd podstawowym celem pracy było określenie wpływu rodzaju środka transportowego użytego do transportu zwierząt na uzyskiwaną wydajność i jednostkowe koszty transportu w przeliczeniu na 1 tonę ładunku - wydajność, ponieważ jest ona miernikiem zachodzących zmian jako przyrost korzyści w wyniku zastosowania środków trwałych mechanizacji, koszty jednostkowe, ponieważ są podstawowym, skumulowanym miernikiem wszystkich rodzajów nakładów ponoszonych podczas transportu.

Przedmiot badań

Badania przeprowadzono w gospodarstwach indywidualnych położonych na terenie woj. małopolskiego i podkarpackiego. Zakresem pracy objęto 6 rodzajów agregatów transportowych:

- CW – ciągnik + wóz (238 cykli),
- CW1 – ciągnik + jednoosiowy wózek (42 cykle),
- CP – ciągnik + przyczepa (98 cykli),
- SD – samochód dostawczy (113 cykli),
- SC – samochód ciężarowy (12 cykli),
- SC P – samochód ciężarowy + przyczepa (24 cykle).

Mając na uwadze sam postęp techniczny, charakterystykę badanych agregatów można sprowadzić do dwóch podstawowych parametrów technicznych, tj. mocy silnika oraz ładowności środka transportowego. Dla postępu technologicznego bardziej istotne znaczenie ma jednak masa przewożonego ładunku oraz prędkość, z jaką ten ładunek był przewożony. Masa ładunku odzwierciedla wykorzystanie potencjalnych możliwości środków technicznych, a w połączeniu z prędkością transportową decyduje o wydajności stosowanych agregatów. Stąd w charakterystyce środków transportowych analizą objęto te parametry.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w 51 gospodarstwach województwa małopolskiego i podkarpackiego na podstawie fotografii dnia pracy środków transportowych. Rejestrację zdarzeń prowadzono przez cały rok. Następnie dokonano wyliczeń podstawowych wskaźników eksploatacyjnych według metodyki badań eksploatacyjnych. Koszty transportu wyliczono z uwzględnieniem rocznego wykorzystania zgodnie z metodyką szacunku kosztów IBMER [Muzalewski 2003].

Jednym z podstawowych czynników mających podstawowy wpływ na ponoszone w transporcie nakłady i osiągane efekty jest odległość transportu. W przypadku przestawianego zagadnienia średnia odległość wyniosła 10,21 km

na cykl przy zróżnicowaniu od 0,10 do 53,0 km daje to zmienność na poziomie 71,03%. Stąd do wyeliminowania jej wpływu zastosowano tzw. odległość porównywalną. Odległość ma podstawowy wpływ na osiąganą prędkość. Stąd ustalono zależność pomiędzy odległością a prędkością – w postaci równania regresji dla całości przewozów w badanych gospodarstwach (7158 cykli), dla każdego agregatu transportowego. Na tej podstawie wyliczono prędkość dla odległości porównywalnej i kolejno czas jazdy z ładunkiem i pusto. Pozostałe parametry cyklu przewozowego pozostawiono na niezmiennym poziomie.

Wyniki badań

Średnia wielkość gospodarstw, w których wykonano badania środków transportowych wyniosła średnio 24,99 ha UR. Średnia obsada zwierząt wyniosła 88,25 SD na 100 ha⁻¹ UR przy wahaniami od 0 do 191,62. W ramach średniej obsady 61,23% stanowiło bydło i 36,27% trzoda chlewna, pozostałe 2,5% stanowiły konie i inne zwierzęta. W przeliczeniu na 1 ha UR przewożono średnio 24,75 t·ha⁻¹ ładunków, przy średniej odległości około 5 km. W ramach w/w wielkości udział zwierząt (przewożonych własnymi środkami transportowymi) stanowi tylko 1,28% tj. ok. 0,32 t·ha⁻¹ przy średniej odległości 10,21 km. W ramach przewożonej masy 57,1% stanowi bydło i 42,9% trzoda chlewna.

W przewozach zwierząt uczestniczyło 6 zestawów transportowych, przy następującym udziale w przewiezionej masie:

- ciągnik + wóz 29,73%,
- ciągnik + jednoosiowy wózek 5,02%,
- ciągnik + przyczepa 13,97%,
- samochód dostawczy 6,80%,
- samochód ciężarowy 2,97%,
- samochód ciężarowy + przyczepa 41,52%.

Średnio na gospodarstwo przypada 4,25 środka transportowego (0,14 szt na ha⁻¹ UR, o średniej ładowności 2,55 t i średnim wieku 13,9 lat.

W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę badanych zestawów i wybrane warunki wykonywania przewozów. Z tabeli wynika, iż do transportu zwierząt poza samochodem ciężarowym używane są środki o małej ładowności. Ten podstawowy wskaźnik – ładowność środka dodatkowo jest bardzo silnie zróżnicowany, np. ciągnik z przyczepą od 1 do 6 ton. Niestety mała ładowność środków łączy się z bardzo niskim jej wykorzystaniem, wynoszącym od 0,13 do 0,44, przy minimalnym 0,03 (ciągnik z wozem) i maksymalnym do 1,00. Te dwa fakty świadczą o tym, że w badanych obiektach jednorazowo przewozi się niewiele sztuk zwierząt, w przypadku bydła jest to najczęściej jedna sztuka. Niskie wykorzystanie ładowności będzie niewątpliwie miało wpływ na obniżenie wydajności i wysokie nakłady.

Tabela 1. Charakterystyka agregatów transportowych
Table 1. Characteristics of the transport sets

Wyszczególnienie		Jedn.	Rodzaj agregatu					
			CW	CW1	CP	SD	SC.	SCP
Moc środka energetycznego	średnio	kW	29,12	22,88	30,72	55,04	148,70	148,70
	minimum		22,30	22,30	22,30	51,50	148,70	148,70
	maximum		47,20	41,00	47,20	55,20	148,70	148,70
Ładowność	średnio	t	1,41	1,40	2,38	0,67	8,00	16,00
	minimum		1,00	0,50	1,00	0,40	8,00	16,00
	maximum		2,00	3,00	6,00	1,50	8,00	16,00
Wykorzystanie ładowności	średnio		0,36	0,34	0,24	0,36	0,13	0,44
	minimum		0,03	0,07	0,04	0,07	0,13	0,44
	maximum		1,00	1,00	1,00	0,88	0,13	0,44
Prędkość techniczna ¹	średnio	km·h ⁻¹	16,02	14,60	16,60	41,51	36,00	48,00
	minimum		1,20	6,26	9,00	24,00	36,00	48,00
	maximum		25,00	25,00	25,00	54,00	36,00	48,00
Prędkość techniczna ²		km·h ⁻¹	17,30	17,30	16,99	35,53	42,63	43,60
Czas przewozu ¹	średnio	h	1,57	1,97	2,15	2,79	1,50	2,08
	minimum		0,33	0,92	0,58	0,58	1,50	2,08
	maximum		4,67	4,33	16,42	5,33	1,50	2,08
Czas przewozu ²		h	1,94	2,16	2,33	2,46	1,32	2,06
Odległość rzeczywista ¹	średnio	km	7,05	7,54	8,60	18,70	12,00	12,00
	minimum		0,10	1,00	2,00	5,00	12,00	12,00
	maximum		20,00	20,00	22,00	53,00	12,00	12,00
Odległość porównywalna		km	10,21					

¹przy odległości rzeczywistej

²przy odległości porównywalnej

Jak na szczególny rodzaj transportu – przewóz zwierząt badane środki charakteryzują się dość dużą prędkością, wynoszącą 14,6–48 km·h⁻¹. Biorąc pod uwagę te wartości możemy stwierdzić, że przy najwyższej ładowności najkorzystniejsze parametry technologiczne osiąga samochód ciężarowy. Samochód ten posiadało gospodarstwo, którego właściciel zajmował się skupem i transportem zwierząt. Praktycznie brak zmienności przedstawionych wskaźników dla samochodu ciężarowego bez i z przyczepą wynika stąd, iż przewozy były wykonywane cyklicznie na tej samej trasie i przy identycznej organizacji pracy.

W tabeli 2 przedstawiono wydajności środków transportowych w określonym czasie ich pracy. Na podstawie zestawionych wartości można jednoznacznie stwierdzić, że średnia wydajność efektywna, obrazująca teoretyczne możliwości przewozowe środków w badanych warunkach dla zestawów ciągnikowych i samochodu dostawczego, jest mniej więcej podobna ($0,78-0,92 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$). Natomiast od tych wartości wyraźnie odbiega samochód ciężarowy bez i z przyczepą. Jednocześnie w ramach uzyskiwanych średnio wartości istnieje bardzo silne zróżnicowanie, np. dla zestawu ciągnik z przyczepą od $0,16$ do $9,52 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$, co daje różnicę $9,36 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$, tj. najwyższa wydajność jest 59,5 raza większa od najniższej. Najwyższy spadek wydajności zaobserwowano pomiędzy wydajnością efektywną a operacyjną. I tak dla samochodu ciężarowego bez przyczepy W_{02} stanowi tylko ok. 18, a samochodu z przyczepą 14 % W_1 .

Tabela 2. Wydajność agregatów transportowych ($\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$)
Table 2. Efficiency of the transport sets ($\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$)

Wyszczególnienie		Symbol	Rodzaj agregatu					
			CW	CW1	CP	SD	SC.	SCP
Wydajność efektywna	średnio	W_1	0,82	0,78	0,92	0,84	4,17	28,00
	minimum		0,08	0,16	0,16	0,28	4,17	28,00
	maximum		2,74	1,61	9,52	1,72	4,17	28,00
Wydajność operacyjna	średnio	W_{02}	0,32	0,27	0,33	0,26	0,76	3,86
	minimum		0,03	0,07	0,06	0,07	0,76	3,86
	maximum		1,04	0,63	0,91	0,51	0,76	3,86
Wydajność robocza	średnio	W_{04}	0,32	0,27	0,33	0,25	0,76	3,86
	minimum		0,03	0,07	0,06	0,05	0,76	3,86
	maximum		1,01	0,63	0,91	0,51	0,76	3,86
Wydajność eksploatacyjna	średnio	W_{07}	0,29	0,24	0,29	0,11	0,76	3,39
	minimum		0,03	0,05	0,05	0,03	0,76	3,39
	maximum		1,01	0,60	0,91	0,44	0,76	3,39

Jest efekt przede wszystkim wielkości przewożonego ładunku (kilka do kilkunastu razy większego w stosunku do pozostałych zestawów i w konsekwencji wzrostu czasu za- i wyładunku. Pomimo tego, że pozostałe zestawy charakteryzują się znacznie niższym spadkiem W_{02} w stosunku do W_1 (W_{02} stanowi 31-39%) ich wydajność operacyjna jest znacznie niższa. Na uwagę zasługuje raczej niewielki spadek wydajności eksploatacyjnej – praktycznej, wynikający z dobrej organizacji pracy. Średnio dala zestawów samochodowych W_{07} waha się od 0,11 (samochód dostawczy) do $3,39 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ samochód ciężarowy z przyczepą i stanowi 12-13% możliwości teoretycznych (W_1). Analogiczne porównanie dla zestawów ciągnikowych pozwala stwierdzić, iż W_{07} wynosi $0,24-0,29 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ i stanowi 31-35% możliwości teoretycznych (W_1).

Z wydajnością środków transportowych związane są ściśle nakłady, które znajdują swoje odzwierciedlenie w kosztach transportu. Tabela 3 obejmuje zestawienie wskaźników jednostkowych kosztów transportu w odniesieniu do czasu efektywnego, roboczego i eksploatacyjnego. Wzrost kosztów w ujęciu tych czasów jest bezpośrednim rezultatem wykorzystania czasu pracy. W mniejszym stopniu na uwagę zasługują same wartości kosztów, gdyż znacznie bardziej istotne znaczenie posiadają tendencje zmian tych kosztów w odniesieniu do poszczególnych zestawów transportowych.

Generalnie można stwierdzić, iż pomimo wyższych kosztów utrzymania i użytkowania, samochody ciężarowe w każdym z analizowanych czasów pracy wykazują najniższe koszty jednostkowe samochód ciężarowy bez przyczepy $93,38 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ i z przyczepą tylko $21,46 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ przy niewielkim wzroście w T_{07} w stosunku do T_{02} wynoszącym ok. 14%.

Tabela 3. Koszty przewozu ($\text{zł}\cdot\text{t}^{-1}$)
Table 3. Costs of transportation (PLN/t^{-1})

Wyszczególnienie		Symbol	Rodzaj agregatu					
			CW	CW1	CP	SD	SC.	SCP
W czasie operacyjnym	średnio	T_{02}	126,41	141,68	156,94	183,42	93,38	21,46
	minimum		26,07	43,27	37,28	84,26	93,38	21,46
	maximum		910,56	410,11	607,05	571,11	93,38	21,46
W czasie roboczym	średnio	T_{04}	127,38	148,40	156,94	194,96	93,38	21,46
	minimum		26,78	43,27	37,28	84,26	93,38	21,46
	maximum		910,56	410,11	607,05	851,15	93,38	21,46
W czasie eksploatacyjnym	średnio	T_{07}	166,11	190,72	230,13	474,16	93,38	24,42
	minimum		26,78	45,53	37,28	96,43	93,38	24,42
	maximum		910,56	545,61	692,15	1638,61	93,38	24,42

Znacznie gorsza sytuacja w tym zakresie istnieje w grupie zestawów ciągnikowych $126,41 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ (ciągnik z wozem) do $156,94 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ (ciągnik z przyczepą) i najgorzej wypada samochód dostawczy. Jednocześnie te zestawy legitymują się znacznie wyższym wzrostem kosztów w czasie T_{07} w stosunku do T_{02} . Wzrost ten wynosi średnio ok. 31% dla zestawu ciągnik z wozem, ok. 47% dla ciągnika z przyczepą, 158% dla samochodu dostawczego. Tak niekorzystne wskaźniki jednostkowych kosztów transportu wynikają przede wszystkim z małej ładowności i bardzo niskiego jej wykorzystania. Na podkreślenie zasługuje fakt bardzo silnego zróżnicowania kosztów w ramach analizowanych zestawów np. dla ciągnika z wozem minimalne koszty przewozu w T_{07} $26,78 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ i maksymalne $910,56 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$, co daje różnicę 3400%.

Podsumowanie i wnioski

Na podstawie przedstawionych wyników badań można stwierdzić, iż wydajność efektywna (obrazująca teoretyczne możliwości przewozowe środków w badanych warunkach) dla zestawów ciągnikowych i samochodu dostawczego jest mniej więcej podobna ($0,78-0,92 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$). Natomiast od tych wartości wyraźnie odbiega samochód ciężarowy bez i z przyczepą.

Na uwagę zasługuje niewielki spadek wydajności eksploatacyjnej (praktycznej) wynikający z poprawnej organizacji pracy. Średnio dla zestawów samochodowych W_{07} stanowi od 12-13% możliwości teoretycznych (W_1). Analogiczne dla zestawów ciągnikowych 31-35% możliwości teoretycznych (W_1).

Analiza jednostkowych przewozu badanych zestawów transportowych wskazuje na ich zróżnicowany poziom w zależności od rodzaju zastosowanego środka, a w ramach środków w zależności od ładowności i jej wykorzystania. W rezultacie jednostkowe koszty przewozów, w czasie niezbędnym do wykonania przewozu (T_{02}), mieszczą się w granicach od $21,46 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ (samochód ciężarowy z przyczepą) do $183,42 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$ (samochód dostawczy).

W grupie zestawów ciągnikowych najmniej kosztowne przewozy wykonywane były ciągnikiem z wozem $-126,41 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$. Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować, że podstawowym czynnikiem determinującym wzrost jednostkowych kosztów przewozów jest ładowność środka i jej wykorzystanie.

Bibliografia

- Bąk T., Wajda S. 1997. Wpływ różnego sposobu pojenia tuczników przed ubojem, transportowanych z odległości 50 lub 100 km. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Zoot.*, Nr 46(541), s. 63-73
- Kokoszka S. 1996. Warunki gospodarowania a wydajność transportu rolniczego w gospodarstwach indywidualnych. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, technika Rolnicza*, zeszyt 15, Nr 311, s.103-109
- Kokoszka S., Tabor S. 2000. Postęp technologiczny a struktura czasu pracy i efektywność nakładów w transporcie ziarna. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, Nr 4(30), s. 91-98
- Kokoszka S., Tabor S. 2006. Postęp technologiczny a struktura czasu pracy, koszty i efektywność nakładów w transporcie warzyw. *Inżynieria Rolnicza*, Nr 11(86), s. 185-191
- Muzalewski A. 2003. Koszty eksploatacji maszyn. *Wydawnictwo IBMER, Warszawa*, s. 1-39
- Witney B.D. 1989. *Machinery Management. Agricultural Engineering*, Vol. 44, Nr 3, s. 1-3