

GIL Leszek<sup>1</sup>  
IGNACIUK Piotr<sup>2</sup>  
PIENIAK Daniel<sup>3</sup>  
OGRODNIK Paweł<sup>4</sup>

## Analiza ekonomiczna procesu transportowego w łańcuchu logistycznym

### WSTĘP

Jednym z głównych działań realizowanych w procesie logistycznym jest świadczenie usług transportowych. W celu zaspokajania dóbr konsumentów należy przemieszczać towary z jednego miejsca na inne miejsce zaspokajając potrzeby odbiorców. Stale zwiększająca się wymiana towarów przyczynia się nie tylko do rozwoju usług transportowych ale i do zwiększenia udziału kosztów transportu w cenie oferowanych produktów przez sprzedawców.

Procesy transportowe są źródłem kosztów, które obciążają trzy grupy podmiotów: przewoźników – przedsiębiorstwa transportowe, zleceniodawców usług transportowych oraz państwo i społeczeństwo. Koszty własne produkcji usług transportowych można rozpatrywać według różnych kryteriów w których dominujące znaczenie mają takie czynniki jak:

- rodzaj przewożonego ładunku,
- rodzaj i stan taboru,
- kierunek i odległość przewozu,
- stopień wykorzystania taboru,
- stan infrastruktury,
- wielkość zatrudnienia,
- warunki atmosferyczne,
- ukształtowanie terenu [2].

### 1 ANALIZA PROCESU LOGISTYCZNEGO

Do najważniejszych obszarów powstawania kosztów logistycznych w jednostkach gospodarczych zalicza się:

- transport ładunków – rozumiany bardzo szeroko i obejmujący czynności przygotowawcze środków transportowych, transport właściwy, czyli przemieszczanie dóbr lub osób, powrót do bazy, postoje związane z przepisami prawa transportowego lub uwarunkowaniami załadunku/wyładunku,
- manipulację ładunkiem – występuje ona pomiędzy etapami procesu logistycznego w całym łańcuchu dostaw; obejmuje zarówno czynności załadunkowe/wyładunkowe, jak również przemieszczanie ładunku w miejscach składowania oraz oznakowanie, przeliczanie, pakowanie,
- magazynowanie ładunku – zawiera również koszty dostosowania powierzchni magazynowej do danego typu ładunku oraz wszystkie czynności związane z funkcjonowaniem magazynu i zabezpieczeniem ładunku przed skutkami zdarzeń nadzwyczajnych,
- proces zamawiania – obejmujący wszystkie koszty zakupu, które ponosi przedsiębiorstwo w procesie zamówienia towaru, począwszy od kosztów wynikających z działań przygotowawczych (na przykład szukanie dostawcy), poprzez koszty zmian dokumentacji, udział w targach i tym podobne [5].

<sup>1</sup> dr inż. **Leszek Gil** – Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, Wydział Transportu i Informatyki, 20-209 Lublin, ul. Projektowa 4.

<sup>2</sup> dr inż. **Piotr Ignaciuk** – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, 20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 36.

<sup>3</sup> dr inż. **Daniel Pieniak** - Szkoła Główna Służby Pożarniczej, ul. Słowackiego 52/54, 01-629 Warszawa, Zakład Mechaniki Stosowanej.

<sup>4</sup> dr inż. **Paweł Ogrodnik** - Szkoła Główna Służby Pożarniczej, ul. Słowackiego 52/54, 01-629 Warszawa, Zakład Mechaniki Stosowanej.

Podstawowym jednak działaniem realizowanym na rynku usług logistycznych jest świadczona usługa transportowa. Wynika ona z potrzeby przemieszczania dóbr z jednego miejsca na inne miejsce w celu zaspokojenia konkretnej potrzeby. Intensywny wzrost wymiany towarów, w tym międzynarodowej wymiany handlowej, postępująca specjalizacja pracy przyczyniają się do znacznego rozwoju usług transportowych. Ma to związek z faktem, iż transport odgrywa bardzo ważną rolę w gospodarce narodowej, umożliwiając sprawne i efektywne funkcjonowanie wszystkich jej działów. Gospodarka stawia przed transportem coraz większe zadania, wynikające z rosnącego wolumenu produkcji oraz poziomu specjalizacji i kooperacji produkcji. Z drugiej strony, bez rozwoju transportu nie mógłby występować dalszy rozwój produkcji. Zależności te są istotne, ponieważ transport powinien wyprzedzać swoim tempem rozwój innych działów gospodarki. Ostatecznie transport podnosi cenę końcową transportowanych wyrobów.

Koszty jednostkowe można przeciętnie ustalić dla danego środka transportowego i dla danego przedmiotu przewozu jako funkcja odległości przewozowej i masy ładunku korzystając ze znanych metod obliczeniowych [4]. Koszty jednostkowe zależne są głównie od:

- odległości przewozowej,
- masy przewożonego ładunku,
- masowości potoku ładunkowego,
- wykorzystania zdolności przewozowej wykorzystywanego taboru.[3]

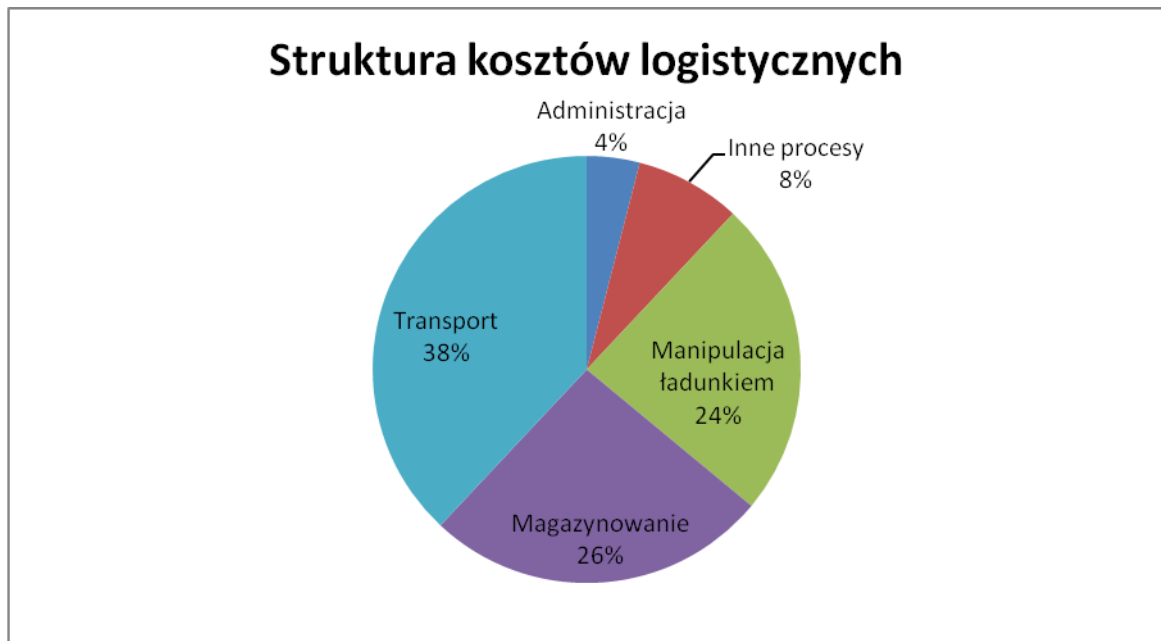
Wzrost odległości przewozowych wpływa na obniżenie się kosztów jednostkowych przeciętnych, ponieważ koszty operacji stacyjnych rozkładają się na coraz większą liczbę kilometrów. W zależności od gałęzi transportu natężenie tego spadku może być różne, gdyż jest ono zależne od kosztów operacji przypadających na jednostkę masy jak i od wysokości kosztów przypadających na jednostkę odległości.

Koszty jednostkowe przeciętne maleją wraz ze wzrostem masowości potoku przewozowego, co wynika z rozkładania się kosztów amortyzacji infrastruktury liniowej i punktowej oraz większego wykorzystania taboru. Wzrost kosztów następuje wraz ze zwiększeniem parametrów jakościowych takich jak:

- wzrost szybkości przewozów,
- konieczności użycia sprzętu specjalistycznego,
- gdzie wymagane jest stosowanie specjalnych zabezpieczeń lub opakowań [3].

## **2 ANALIZA EKONOMICZNA PROCESU TRANSPORTOWEGO**

Transport jest zwykle częścią procesów produkcyjnych i warunkuje sprawny ich przebieg [1]. Najczęściej proces transportowy składa się z kilku ogniw, a więc z kilku oddzielnych przewozów środkami tej samej lub różnych gałęzi transportu. Do analizy przyjęto transport samochodowy wykonywany środkami transportu o różnej zdolności przewozowej na niejednorodnych trasach przewozowych o kilku założonych odcinkach. Analizowano pojazdy o największej zdolności transportowej, samochody które mogą poruszać się w czasie zakazów weekendowych (pojazdy do 12 ton dmc.) i pojazdy dostawcze o małej ładowności. W strukturze kosztów logistycznych największy udział mają koszty transportu co przedstawiono na rysunku 1. W tabeli 1 natomiast przedstawiono koszty jednostkowe gotowych wyrobów pojazdami o największej ładowności w zależności od odległości na jaką są przewożone i jaka jest ich masa.



Rys. 1. Struktura kosztów logistycznych w procesie transportowym [5]

Tab. 1. Jednostkowe koszty transportu pojazdami o 40 tonach dmc.

Koszty jednostkowe transportu	Ciągnik siodłowy z naczepą/ Samochód z przyczepą								
	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	4	4
Stawka transportowa [zł/km]	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4	4	4
Ilość przejechanych [km]	1000	1000	1000	500	500	500	100	100	100
Masa transportowanego towaru [kg]	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000
Koszt transportu 1 kg towaru [zł]	0,146	0,146	0,146	0,073	0,073	0,073	0,017	0,017	0,017
Masa opakowania w kg	0,1	10	100	0,1	10	100	0,1	10	100
Koszt transportu opakowania jednostkowego [zł]	0,015	1,458	14,58	0,007	0,729	7,292	0,002	0,167	1,667

W tabeli 2 przedstawiono koszty jednostkowe transportu towarów przy wykorzystaniu pełnej ładowności pojazdami, które mogą poruszać się także podczas ograniczeń weekendowych w ruchu pojazdów po drogach publicznych. Masa przewożonego ładunku tymi pojazdami wynosi około 6 ton, co znacznie podnosi koszty dostaw towarów.

Tab. 2 Jednostkowe koszty transportu pojazdami do 12 ton dmc.

Koszty jednostkowe transportu	Samochód ciężarowy o dmc. do 12 ton								
	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5
Stawka transportowa [zł/km]	3	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5
Ilość przejechanych [km]	1000	1000	1000	500	500	500	100	100	100
Masa transportowanego towaru [kg]	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Koszt transportu 1 kg towaru [zł]	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,058	0,058	0,058
Masa opakowania w kg	0,1	10	100	0,1	10	100	0,1	10	100
Koszt transportu opakowania jednostkowego [zł]	0,05	5	50	0,025	2,5	25	0,006	0,583	5,833

Tabela 3 przedstawia koszty dostaw pojazdami dystrybucyjnymi o małej ładowności, gdzie towar dostarczany jest bezpośrednio do odbiorcy lub handlu detalicznego. Jest to najczęściej ostatnie ogniwo w logistycznym łańcuchu dostaw towarów.

Tab. 3. Jednostkowe koszty dostaw pojazdami dystrybucyjnymi

Koszty jednostkowe transportu	Samochód dostawczy								
Stawka transportowa [zł/km]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3
Ilość przejechanych [km]	1000	1000	1000	500	500	500	100	100	100
Masa transportowanego towaru [kg]	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Koszt transportu 1 kg towaru [zł]	1,667	1,667	1,667	0,833	0,833	0,833	0,200	0,200	0,200
Masa opakowania w kg	0,1	10	100	0,1	10	100	0,1	10	100
Koszt transportu opakowania jednostkowego [zł]	0,17	16,67	166,67	0,08	8,33	83,33	0,02	2,00	20,00

## WNIOSKI

Jednostkowe koszty transportu w dużej mierze zależne są od wykorzystywanego taboru. Transportując towary dużymi pojazdami znacznie zmniejszamy udział procesu transportowego w cenie produktów. Dlatego towary, które mogą być transportowane w dużych ilościach do miejsca przeznaczenia należy przewozić jak największymi środkami transportu. Zmniejszając masę przewożonego towaru znacznie podnosimy koszty jednostkowe transportu. Przy ładunkach ciężkich (węgiel, stal, materiały budowlane), transport towarów pojazdami o małej ładowności na znaczne odległości staje się ekonomicznie nieuzasadniony. Aby proces transportowy w łańcuchu logistycznym był maksymalnie wydajny należy dążyć do maksymalnego wykorzystania środków transportowych, ograniczając jednocześnie procesy przeładunkowe i powierzchnię magazynową do minimum.

### Streszczenie

*W artykule przedstawiono wpływ wykorzystywanych środków transportowych na koszty procesu transportowego. Wykazano w jakim stopniu zmniejszają się koszty jednostkowe transportu przy wykorzystaniu taboru o dużej zdolności przewozowej. Skalkulowano jakie są koszty transportu w towarze, który dociera do odbiorcy zależnie od zastosowanego środka transportu i od przebytej odległości. Pokazano jakie środki transportu należy wykorzystywać aby koszty jednostkowe były jak najniższe.*

## Economic analysis of transport process in the logistics chain

### Abstract

*The article presents the influence of means of transport on the costs of the transport process. It has been pointed out to what extent the unit costs of transport are reducing using fleet of large capacity. The costs of transport in the commodity, which reaches the recipient depending on the means of transport and of the distance traveled, have been calculated. The article also shows what kind of means of transport should be used to make the transport unit costs the lowest ones.*

### BIBLIOGRAFIA

1. Dorosiewicz S.: Potoki ładunków w sieciach transportowych, Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa 2010
2. Gil L., Ignaciuk P.: Wpływ odległości transportowych na koszty transportu, Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe. 5/2014
3. Koźlak A.: Ekonomia transportu. Teoria i praktyka gospodarcza, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010
4. Krzyżak A.: Przykładowe schematy obliczeniowe w badaniach operacyjnych. Innovatio Press Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji, Lublin 2014
5. Michałowska K.: Znaczenie i sposoby rozliczania kosztów logistycznych s. 325–334 ZESZYTY NAUKOWE UNIwersytetu SZCZECIŃSKIEGO nr 765 Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia nr 61 (2013)