

Optymalizacja całkowitych kosztów logistyki na przykładzie działalności transportowej

Agnieszka Lisowska¹

agnieszka.lisowska@pw.edu.pl

Tadeusz Waściński¹

tadeusz.wascinski@pw.edu.pl

Marek Sobolewski²

¹Politechnika Warszawska, Wydział Zarządzania

²Wojskowa Akademia Techniczna

Streszczenie:

Podjęty w artykule problem badawczy dotyczy analizy całkowitych kosztów logistyki w ujęciu dynamicznym na przykładzie przedsiębiorstwa transportowego. Celem utylitarnym artykułu jest wskazanie, jakie są możliwości optymalizacji kosztów logistyki w badanym przedsiębiorstwie. Natomiast celem metodycznym jest ustalenie, czy aktualny schemat kosztów logistyki w przedsiębiorstwie daje możliwość ich zoptymalizowania. Udzielenie odpowiedzi na tak sformułowane pytania wymagało przeprowadzenia analizy literatury przedmiotu, przeprowadzenia badań własnych oraz wykorzystanie badań wtórnych. Zastosowano następujące metody, techniki i narzędzia badawcze: metoda indukcji i dedukcji, analiza dokumentów, modelowanie opisowe. Metoda indukcji i dedukcji posłużyła do właściwego wyciągnięcia wniosków z analizy wielokryterialnej (AHP), danych statystycznych oraz tabel. Analiza dokumentów, literatury, czasopism tematycznych była źródłem informacji o występujących kosztach logistyki. Modelowanie opisowe posłużyło do sformułowania i opisanie zebranych informacji i danych statystycznych.

Słowa kluczowe:

logistyka, koszty, transport, optymalizacja transportu

Cytowanie:

Lisowska A., Waściński T., Sobolewski M. Optymalizacja całkowitych kosztów logistyki na przykładzie działalności transportowej. *Motor Transport*, 66(2), 53-72

DOI: 10.5604/01.3001.0016.2053

Wstęp

W artykule dokonano analizy kosztów logistyki przyjmując założenie, że są one wyrażone w jednostkach pieniężnych, że celowe jest zużycie zasobów przedsiębiorstwa oraz poniesienia wydatków finansowych, wynikających z przepływu dóbr materialnych, utrzymania zapasów oraz przetwarzania informacji związanych z działaniami logistycznymi w przedsiębiorstwie.

Rozpoznanie kosztów logistyki jest procesem złożonym ale niezbędnym do wykonania w praktyce. Efektywność i skuteczność procesów logistycznych wymaga prowadzenia rachunku kosztów logistyki w ujęciu jednostkowym i dynamicznym.

Systemowe zmiany w funkcjonowaniu makroekonomicznym wymuszają na jednostkach gospodarczych przejście od strategii wzrostu ilościowego do strategii, w której ważne jest przede wszystkim podnoszenie zyskowności przy zachowaniu wymaganego poziomu obsługi klienta. Sprawne funkcjonowanie procesów logistycznych wymaga ponoszenia odpowiednich nakładów czasowych, osobowych i rzeczowych, które ekonomia wyraża w kategorii mierzalnych kosztów. W tym przypadku chodzi o koszty logistyki. W tym obszarze występują największe możliwości redukcji kosztów przedsiębiorstwa, więc waga problematyki dotyczącej kosztów logistyki w procesie sprawnego zarządzania przedsiębiorstwem i realizacji jego podstawowego celu, jakim jest maksymalizacja zysków, staje się zagadnieniem niezwykle istotnym. W artykule uzasadnia się istotę oraz rolę tak ważnej grupy kosztów, jaką są koszty logistyki w procesie zarządzania przedsiębiorstwem.

Utrzymanie odpowiedniego poziomu całkowitych kosztów logistyki jest celem strategicznym wszystkich podmiotów gospodarczych powiązanych organizacyjnie w tym profilu działalności. Z uwagi na zbyt rzadko poruszaną tematykę tego zagadnienia - artykuł ten można zastosować do porównania, analizowania i oceny zagadnień z tego zakresu.

Podjęty problem badawczy w artykule dotyczy przeprowadzenia analizy całkowitych kosztów logistyki w ujęciu dynamicznym na przykładzie przedsiębiorstwa transportowego. Celem użytecznym artykułu jest wskazanie jakie są możliwości optymalizacji ponoszonych kosztów logistyki w badanym przedsiębiorstwie. Natomiast celem metodycznym jest ustalenie, czy aktualny schemat kosztów logistyki w przedsiębiorstwie daje możliwość ich zoptymalizowania.

Udzielenie odpowiedzi na tak sformułowane pytania wymagało przeprowadzenia analizy literatury przedmiotu z zakresu kosztów logistyki, przeprowadzenia badań własnych oraz wykorzystanie badań wtórnych. Zastosowano następujące metody, techniki i narzędzia badawcze :

- metoda indukcji i dedukcji, analiza dokumentów, modelowanie opisowe,
- metoda indukcji i dedukcji posłużyła do właściwego wyciągnięcia wniosków z analizy wielokryterialnej (AHP), danych statystycznych oraz tabel,
- analiza dokumentów, literatury, czasopism tematycznych była źródłem informacji o występujących kosztach logistyki.

Modelowanie opisowe posłużyło do sformułowania i opisanie zebranych informacji i danych statystycznych.

Problematyka kosztów transportu

Transport odgrywa kluczową rolę w rozwoju społeczno-gospodarczym kraju poprzez umożliwienie relokacji produktów oraz wzrost otwartości regionów, a brak dokładnego ukierunkowania na jej rozwój istotnie ogranicza możliwości dalszego rozwoju gospodarki. W literaturze przedmiotu spotyka się szereg definicji transportu. W znaczeniu czynnościowym transport można określić jako „proces technologiczny wszelkiego przenoszenia na odległość, czyli przemieszczanie osób przedmiotów lub energii”¹. Jest to klasyczne podejście przedstawione przez I. Tarskiego, w którym autor podkreśla celowe przewożenie, przemieszczanie, powodujące zmianę miejsca w przestrzeni i czasie.

W aspekcie podmiotowym transport określany jest jako „technicznie, organizacyjnie i ekonomicznie wydzielone z innych czynności, celowe przemieszczanie wszelkich ładunków i osób”². Z definicji tej wynika, iż transport jest ściśle związany z wykorzystaniem określonych środków transportu oraz infrastruktury transportowej, występowaniem określonych podmiotów gospodarczych, które świadczą usługi transportowe oraz uzyskują wynik finansowy związany z prowadzeniem działalności transportowej³.

Uniwersalny model systemu logistycznego pozwala na wyliczenie wielkości sumarycznych kosztów systemu logistycznego, które przypadają na jedną sztukę ładunku w czasie trwania jednego cyklu dostawy (TLC)⁴. Jest to suma pięciu składowych.

$$TLC = PRC + TRC + CSC + ITC + SSC$$

Gdzie:

- *PRC* - koszty przygotowania przesyłki,
- *TRC* - koszty transportu,
- *CSC* - koszty zapasów związanych z cyklem dostawy,
- *ITC* - koszty zapasów w drodze,
- *SSC* - koszty zapasu bezpieczeństwa.

Model ten ma charakter uniwersalny, więc można go zastosować zarówno do prostych jak i złożonych systemów logistycznych. Dzięki modyfikacjom nadaje się do analizy efektywności ekonomicznej przewozów ładunków nie jednostkowych: wielkogabarytowych, ciekłych półprzetworzonych, masowych, itp. Model ten może mieć również zastosowanie do analizy systemów logistycznych wewnątrzskładowych czy systemów zaopatrzenia i dystrybucji z wykorzystaniem różnych środków transportu⁵.

Z kolei koszty społeczne transportu to te, które ponosi kraj i społeczeństwo poprzez funkcjonalność transportu. Trzecia grupa, która również jest obciążana kosztami transportowymi, to sami ich użytkownicy. Koszty te noszą nazwę kosztów zaspokojenia potrzeby transportowej. Niezwykle ważna jest ich znajomość, ponieważ wpływa ona na racjonalność podejmowanych decyzji odnoszących się do pracy przewozowej i dostosowania do nich odpowiednich gałęzi transportu, a także szacowania opłat związanych

¹ I. Tarski, *Ekonomika i organizacja transportu międzynarodowego*, PWE, Warszawa 1993, s. 11.

² M. Madeyski, E. Lisowska, J. Marzec, *Wstęp do nauki o transporcie*, SGPiS, Warszawa 1971, s. 10.

³ A. Koźlak, *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarstwa*, WUG, Gdańsk 2008, s. 11.

⁴ B. Wiśnicki, *Analiza kosztów systemu logistycznego w transporcie intermodalnym*, „Logistyka” 2007, nr 4, s.

8.

⁵ Tamże, s.3.

z użytkowaniem infrastruktury oraz korzystania z rozwiązań pokrywających koszty zewnętrzne⁶.

Analizując koszty przedsiębiorstw transportowych należy zwrócić uwagę także na preferencje właścicieli co do sposobu działania firmy. Analiza kosztów w procesie transportu może się opierać na:

- optymalizowaniu trasy przewozu według kryterium kosztów,
- wyborze środków transportowych do przewozu osób lub ładunków,
- optymalizowaniu czasu jego trwania,
- rozpatrzeniu możliwości skorzystania z usług przewoźników zewnętrznych.

Przedsiębiorstwo musi samo określić, czy ważniejsze dla niego jest dotarcie na czas do klienta lub skrócenie czasu trwania przewozu, czy ograniczenie kosztów własnych nie biorąc pod uwagę czasochłonności transportu⁷.

B. Piechota wskazał na następujące korzyści z zastosowania rachunku kosztów działań w zarządzaniu kosztami logistyki:

- możliwość wykrywania przejawów nieefektywnych decyzji;
- właściwe planowanie zapotrzebowania oraz zużycia zasobów w procesach wytwarzania poszczególnych produktów i usług logistycznych;
- zmuszenie kierowników komórek logistycznych do analizy swoich procesów i wyznaczenia działań tworzących wartość;
- możliwość porównania kosztów procesów realizowanych we własnym zakresie z kosztami procesów, które są wykonywane przez inne przedsiębiorstwa;
- możliwość rozpoznania kosztownych działań, których wykonywanie można ograniczyć lub wyeliminować;
- efektywne zarządzanie zasobami, dzięki skoncentrowaniu uwagi na działaniach tworzących wartość;
- dokładna kalkulacja jednostkowych kosztów;
- możliwość dokonania poprawnej kalkulacji kosztów produktów lub usług z uwzględnieniem kosztów logistyki⁸.

Struktura kosztów rodzajowych, które ponoszą przedsiębiorstwa transportowe, jest różnorodna. Uzależniona jest głównie od gałęzi transportu, w jakiej przedsiębiorstwo działa. Widoczne są również różnice w strukturze kosztów pomiędzy przewoźnikami tej samej gałęzi transportu. Układ rodzajowy daje możliwość obliczenia całkowitych kosztów świadczonych usług przez dane przedsiębiorstwo⁹.

⁶ A. Koźlak, *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010, s. 297- 298

⁷ K. Michałowska, *Znaczenie i sposoby rozliczania kosztów logistycznych*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 765 Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia nr 61, Szczecin 2013, s.329.

⁸ E. Nowak, R. Piechota, M. Wierziński, *Rachunek kosztów w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, PWE, Warszawa 2004, s. 113-114.

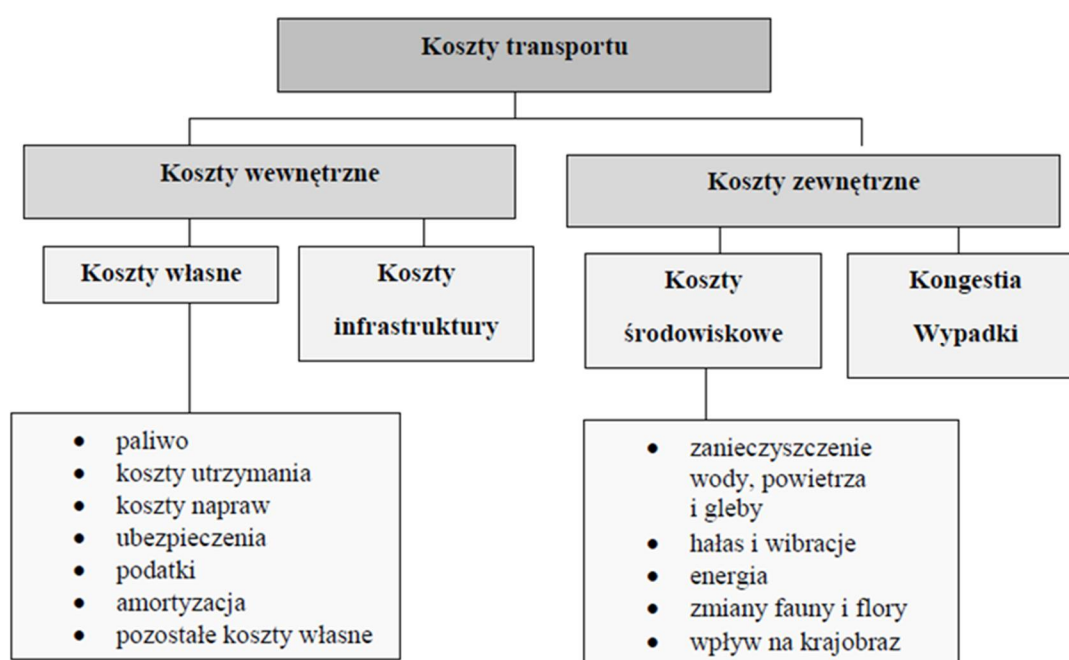
⁹ I. Urbanyi-Popiołek (red.), *Ekonomiczne i organizacyjne aspekty transportu*, Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2013, s. 20.

Analiza struktury kosztów logistyki

(badania przeprowadzono w okresie 2017- 2021)

Dobrym kryterium podziału kosztów jest ich podział według rodzajów. Wykorzystywane są wtedy konta zespołu 4 - Koszty według rodzajów. Do tego typu kont zaliczamy (rys. 1):

- amortyzacje,
- zużycie materiałów i energii,
- usługi obce,
- wynagrodzenia,
- ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia,
- podatki i opłaty,
- pozostałe koszty rodzajowe¹⁰.



Rys. Błąd! W dokumencie nie ma tekstu o podanym stylu.. Struktura kosztów transportu

Źródło: A. Koźlak, *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010, s. 297.

Amortyzacja odnosi się do stopniowej utraty wartości środków trwałych, która w postaci kosztu jest przenoszona na realizację usług transportowych. Za pomocą amortyzacji nakłady na zakup środków trwałych są wliczane w koszty poszczególnych przedziałów czasowych w postaci odpisów amortyzacyjnych. Daje to możliwość gromadzenia funduszy na zakup nowych środków trwałych.

Koszty materiałów i energii obejmują takie elementy, jak: koszty paliwa, olejów, smarów, koszty energii, elektrycznej, wody, a także materiały biurowe i reklamowe.

¹⁰ G. Zimon, *Analiza kosztów w przedsiębiorstwach transportu samochodowego*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 873, *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia* 2015, nr 77, s. 350.

Usługi obce obejmują różnego rodzaju usługi i prace świadczone przez inne podmioty, przykładowo operacje przeładunkowe, usługi remontowe, informatyczne, bankowe. Koszty te w dłuższej perspektywie czasu wykazują tendencję wzrostową w kosztach całkowitych w przedsiębiorstwie. Związane jest to z zastosowaniem outsourcingu, czyli wydzieleniem z działalności przedsiębiorstwa wąskich obszarów i zlecenia ich wyspecjalizowanym firmom. W wielu przypadkach outsourcing prowadzi do obniżki kosztów działalności przedsiębiorstwa.

Koszty wynagrodzeń obejmują wypłaty wynagrodzeń w formie pieniężnej oraz niepieniężnej, które otrzymują pracownicy niezależnie od formy zatrudnienia. Ubezpieczenia społeczne i obowiązkowe składki np. na Fundusz Pracy są liczone jako narzut procentowy na wynagrodzenia.

Kolejny koszt, to podatki i opłaty, które obejmują takie elementy, jak: podatek od nieruchomości, podatek od środków transportowych, opłaty za pozwolenia i licencje. Pozostałe koszty odnoszą się do różnych pozycji, które może ponosić przedsiębiorstwo transportowe, jak: koszty noclegów, koszty podróży służbowych, ubezpieczenia majątkowe¹¹. Konta zespołu 4 w niewielkim stopniu udzielają informacji na temat ponoszonych kosztów związanych z logistyką, a tym bardziej dotyczących transportu. Jeżeli chcielibyśmy otrzymać informacje o kosztach związanych z działaniami logistycznymi, warto wtedy stworzyć odpowiednie konta analityczne. Przykładowe konta analityczne dla logistyki, które należałoby zaproponować firmie przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Typowy plan kont zespołu 4 z uwzględnieniem pomocniczych kont dla kosztów logistyki

Konta syntetyczne	Konto analityczne logistyczne
Amortyzacja	- amortyzacja środków transportu - amortyzacja pozostałych środków trwałych związanych z logistyką
Zużycie materiałów i energii	- zużycie materiałów logistycznych i energii na potrzeby logistyczne
Usługi obce	- transport - załadunek i rozładunek - leasing
Wynagrodzenia	- wynagrodzenia kierowców - wynagrodzenia pozostałych pracowników logistyki
Ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia	- ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia kierowców - ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia pozostałych pracowników logistyki
Podatki i opłaty	- podatki od środków transportu - podatki od nieruchomości dotyczących logistyki
Pozostałe koszty rodzajowe	- ubezpieczenia - podróże służbowe pracowników logistyki

Źródło: G. Zimon, Analiza kosztów w przedsiębiorstwach transportu samochodowego, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 873, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia nr 77 (2015), s. 351

¹¹ I. Urbanyi-Popiołek (red.), *Ekonomiczne i organizacyjne aspekty transportu*, Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2013, s. 20-21.

Koszty procesów logistycznych grupowane są w przedsiębiorstwie na kontach analitycznych w ewidencji księgowej. W tabeli przedstawiono koszty procesów logistycznych w ujęciu rodzajowym przy czym analiza kosztów procesów logistycznych w układzie rodzajowym odnosi się tylko do działalności operacyjnej związanej z działalnością logistyczną. Kształtowanie się kosztów procesów logistycznych w układzie rodzajowym w analizowanym przedsiębiorstwie w latach 2017-2021 zostało przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Koszty procesów logistycznych w analizowanym przedsiębiorstwie w latach 2017-2021(w zł)

Rodzaje kosztów	2017	2018	2019	2020	2021
Koszty procesów logistycznych ogółem	23178216,6	23642451	24144821	23525046	25613678,5
Amortyzacja	35000	35000	35000	38000	45000
Zużycie materiałów i energii	21454786	21854221	22194547	21554784	23457932,5
Usługi obce	256425,6	234589	315648	217954	287945
Wynagrodzenia	1200548	1284747	1357842	1457984	1547850
Ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia	231457	233894	241784	256324	274951

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów wewnętrznych analizowanego przedsiębiorstwa.

Na podstawie analizy tabeli można stwierdzić, że największy udział w kosztach całkowitych logistyki w badanej firmie mają koszty transportu. Wynika to niewątpliwie z charakteru prowadzonej działalności gospodarczej, której filarem jest transport elementów metalowych. Ciągłe zmieniające się ceny paliw znacznie zwiększają udział kosztów transportu w całej strukturze kosztów logistyki. Składnikami, które znacznie zwiększają udział kosztów transportu, są także amortyzacja środków transportu oraz wynagrodzenia dla personelu zatrudnionego w transporcie.

Poniżej przedstawiono wyniki dalszej analizy kosztów logistycznych. Analizy dokonano porównując pięć lat działalności badanego przedsiębiorstwa transportowego.

W przedsiębiorstwie dokonano podziału kosztów logistycznych na:

1. Koszty infrastruktury ogólnej - determinują one w znacznym stopniu działalność przedsiębiorstwa, ponieważ w ich skład wchodzi koszty związane z utrzymaniem budynków oraz mediów; do tej grupy zaliczamy koszty (tabela 3):

- czynszu (zawierają one także opłaty za ochronę fizyczną oraz monitoring obiektu),
- wody i ścieków,
- energii elektrycznej,
- wynajmu samochodów,
- telefonii komórkowej,
- wywóz śmieci,
- koszty zużycia materiałów biurowych.

2. Koszty transportu – specyfika działalności wymaga dostarczania wyrobów od klienta do jego odbiorców, dlatego też wydzielono tą grupę aby dokładnie przeanalizować jej wpływ na całość kosztów ponoszonych w przedsiębiorstwie; zaliczamy tu koszty:

- paliwa,
- amortyzacji,

- robocizny,
- ubezpieczenia OC,
- napraw i konserwacji,
- przeglądu technicznego.

Tabela 3. Struktura kosztów infrastruktury w analizowanym przedsiębiorstwie (w zł)

	2017	2018	2019	2020	2021
Czynsz	83252,25	83746,3	83005,96	83257,63	85951,54
Woda i ścieki	4111,32	3943,32	4754,4	4338	4838,4
Wynajem samochodów	58240	58240	58240	72410	72410
Telefonia komórkowa	48612,52	49122,33	48152,65	49475,88	49713,62
Wywóz śmieci	1055	1055	1055	1345	1345
Koszty zużycia materiałów biurowych	14578,68	15247,99	14889,64	17481,62	18451,78
Suma	209849,77	211354,94	210097,65	228308,13	232710,34

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów badanego przedsiębiorstwa.

Analiza kosztów pozwala kierownictwu przedsiębiorstwa na wybór tych, na które ma największy wpływ (koszty telefonii, materiałów biurowych, wynajmu samochodów, czynszu), a których obniżenie nie spowoduje spadku jakości, przyczyni się jedynie do racjonalizacji działań logistycznych. Takie podejście wymaga jednak ciągłego monitorowania i poszukiwania szans.

Kolejną ważną grupę kosztów logistycznych w badanym przedsiębiorstwie stanowią koszty transportu. Ich wielkość przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Struktura kosztów transportu w analizowanym przedsiębiorstwie (w zł)

	2017	2018	2019	2020	2021
Paliwo	18254786	18754221	18994547	19154784	20357932,5
Robocizna	123000	110000	118000	126000	133000
Amortyzacja	35000	35000	35000	38000	45000
Naprawy i konserwacje	450000	245000	615000	478000	517620
Przeglądy techniczne	44000	44320	44320	45120	46000
Ubezpieczenie OC	230000	235000	240000	255000	280000
Suma	19136786	19423541	20046867	20096904	21379552,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów badanego przedsiębiorstwa.

Po rozbiciu całkowitych kosztów procesów logistycznych widać, co pochłania w przedsiębiorstwie największe fundusze. W dalszej treści przedstawiono jeden z możliwych sposobów lepszego gospodarowania finansami w badanym przedsiębiorstwie transportowym.

Wybrane możliwe kierunki optymalizacji kosztów działalności transportowej w przedsiębiorstwie

Celem oceny wariantów decyzyjnych w zakresie poprawy funkcjonowania procesu transportowego wykorzystano metodę analizy wielokryterialnej AHP (z ang. Analytic Hierarchy Process).

Podejmowanie decyzji wg metody AHP polega na:

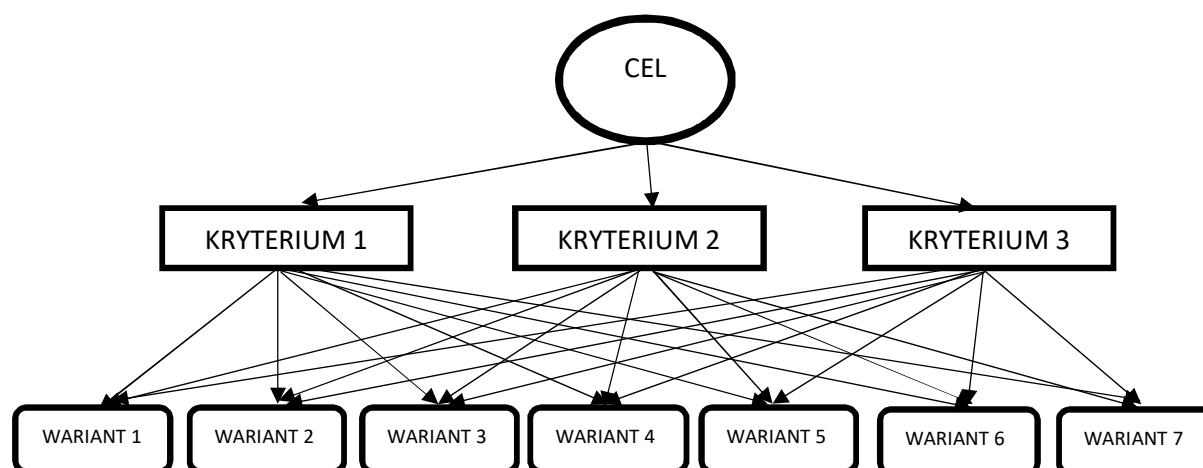
- rozłożeniu problemu decyzyjnego i opisie kryteriów,
- ocenie, a więc porównaniu parami kryteriów i wariantów decyzyjnych za pomocą skali dominacji Saaty'ego (tabela 5),
- wyznaczeniu wzajemnych priorytetów kryteriów i wariantów decyzyjnych,
- uporządkowaniu ze względu na udział w spełnieniu wymagań¹².

Tabela 5. Skala ocen kryteriów

Ocena wariantu	Skala ważności
1	Jednakowa ważność
3	Nieznacznie ważniejsze
5	Wyraźnie ważniejsze
7	Bardzo wyraźna ważność
9	Absolutnie ważniejsze
2, 4, 6, 8	Wielkości pośrednie

Źródło: C. Bozarth, R.B. Handfield, Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw, Helion, Gliwice 2007, s. 403

Procedurę analitycznej hierarchizacji rozpoczęto od sformułowania celu nadrzędnego, jakim jest **wysoki poziom obsługi klienta przy najniższych kosztach logistyki**. Następnie sformułowano główne kategorie ryzyka, które mają wpływ na wysokość kosztów logistyki. Ostatnimi elementami hierarchicznej reprezentacji problemu są warianty, które umożliwiają osiągnięcie celu nadrzędnego, czyli utrzymania poziomu obsługi klienta, przy zachowaniu najniższych kosztów logistyki. Dekompozycja badanego problemu została przedstawiona na rysunku 2.



Rysunek 2. Hierarchiczna reprezentacja problemu

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

¹² T. Waściński, P. Bartosiewicz, *Wybór środków transportu wewnętrznego dla przedsiębiorstwa usługowego w aspekcie poprawy efektywności procesu magazynowego*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, Politechnika Warszawska, Wydział Zarządzania 2017, nr 115, s.78.

Za istotne kryteria oraz warianty w ramach wysokości całkowitych kosztów logistyki uznano czynniki przedstawione w tabeli 6.

Tabela 6. Kryteria i warianty do analizy metodą AHP

L. p.	Kryteria	L. p.	Warianty
1.	organizacja i koordynacja procesu transportowego	1.	współpraca z podmiotami zewnętrznymi
2.	stan infrastruktury transportowej	2.	opracowanie mapy sieci transportowej
3.	wysokość wynagrodzeń	3.	monitoring transportu
		4.	modernizacja i odtwarzanie sieci transportowej
		5.	oznakowanie szlaków przewozu dla pojazdów ciężarowych
		6.	szkolenia pracowników
		7.	działania służb i instytucji kontrolujących

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Na podstawie porównań parami wariantów i kryteriów formułowane są odpowiednie macierze ocen względnych zapisane w macierzy o wymiarach $N \times N$, gdzie: N - oznacza liczbę elementów na danym poziomie.

Taka macierz charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- 1) Wyrazy leżące na przekątnej macierzy mają wartość 1, ponieważ porównaniu podlegają te same kryteria.
- 2) Wyrazy leżące nad przekątną – wyniki porównań dwóch kryteriów.
- 3) Wyrazy leżące poniżej przekątnej – odwrotności tych porównań¹³.

Rangowania kategorii oraz wariantów dokonano na podstawie subiektywnych odczuć w kwestii wysokości całkowitych kosztów logistyki. Porównanie według skali ocen parami ważności parametrów analizowanych kryteriów przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Macierz ocen względnych dla kryteriów analizy

	K1	K2	K3	Suma
K1	1	6	0,25	7,25
K2	0,167	1	0,2	1,367
K3	4	5	1	10
Suma	5,167	12	1,45	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Dla przykładu, kryterium K1 jest preferowane względem K2 przyjmując wartość 6 (pozycja $K_{1,2}$), kryterium K3 jest preferowane względem K2 przyjmując wartość 5 (pozycja $K_{3,2}$), itd. Następnie, porównano parami warianty względem każdego kryterium i otrzymano oddzielne macierze dla każdego kryterium. Podobnie jak w macierzy z tabeli 2, preferencje nadano według skali Saaty'ego. W pierwszej kolejności rozważono poszczególne warianty w odniesieniu do kryterium związanego z organizacją i koordynacją procesu transportowego. Ustaloną na tej podstawie macierz ocen przedstawiono w postaci tabeli 8.

¹³ J. Sordyl, K. Brzozowski, Zastosowanie metody AHP do oceny poszczególnych etapów transportu materiałów niebezpiecznych, „Logistyka” 2012, nr 3, s 2070.

Tabela 8. Macierz ocen względnych dla kosztów logistyki w odniesieniu do K1

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	Suma
W1	1	5	0,25	5	0,25	0,2	1	12,7
W2	0,2	1	0,333	3	4	0,25	0,2	8,983
W3	4	3	1	5	4	5	1	23
W4	0,2	0,333	0,2	1	0,2	0,25	0,167	2,35
W5	4	0,25	0,25	5	1	0,25	2	12,75
W6	5	4	0,2	4	4	1	6	24,2
W7	1	5	1	6	0,5	0,167	1	14,667
Suma	15,4	18,583	3,233	29	13,95	7,117	11,367	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Następnie rozważono poszczególne warianty w odniesieniu do kryterium związanego ze stanem infrastruktury. Ustaloną na tej podstawie macierz ocen przedstawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Macierz ocen względnych dla kosztów logistyki w odniesieniu do K2

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	Suma
W1	1	5	0,25	3	1	3	0,333	13,583
W2	0,2	1	0,25	3	0,25	3	5	12,7
W3	4	4	1	0,25	0,2	3	3	15,45
W4	0,333	0,333	4	1	4	0,25	3	12,916
W5	1	4	5	0,25	1	3	3	17,25
W6	0,333	0,333	0,333	4	0,333	1	0,333	6,665
W7	3	0,2	0,333	0,333	0,333	3	1	8,199
Suma	9,866	14,866	11,166	11,833	7,116	16,25	15,666	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Jako ostatnie rozważono poszczególne warianty w odniesieniu do kryterium związanego z wysokością wynagrodzeń pracowników. Ustaloną na tej podstawie macierz ocen przedstawiono w tabeli 10.

Tabela 10. Macierz ocen względnych dla kosztów logistyki w odniesieniu do K3

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	Suma
W1	1	0,2	0,2	0,14	6	0,167	0,25	7,957
W2	5	1	4	4	5	0,167	0,333	19,5
W3	5	0,25	1	4	4	0,333	0,25	14,833
W4	7	0,25	0,25	1	4	0,333	0,2	13,033
W5	0,167	0,2	0,25	0,25	1	0,25	0,167	2,284
W6	6	6	3	3	4	1	1	24
W7	4	3	4	5	6	1	1	24
Suma	28,167	10,9	12,7	17,39	30	3,25	3,2	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Dla poszczególnych kryteriów i wariantów zastosowano procedurę wyznaczenia wzajemnych priorytetów. Wyznaczone wektory priorytetów pozwalają na uszeregowanie poszczególnych

wariantów ze względu na istotność danego czynnika w odniesieniu do pojedynczego kryterium. Realizuje się to przez zsumowanie wartości ocen w każdej kolumnie i zapisanie tej wartości w dodatkowym wierszu poniżej, a następnie podzielenie każdej oceny w kolumnach od W1 do W7 przez sumę ocen tej kolumny i nadpisanie wyniku w poszczególnych komórkach. Następnie wagę dla danego kryterium oblicza się poprzez zsumowanie wartości z pól od W1 do W7 i podzielenie otrzymanej sumy przez liczbę elementów i zapisanie wyniku w polu wartość rangi. Wynik takiego postępowania dla K1 zamieszczono w tabeli 11.

Tabela 11. Obliczenie wartości rang poszczególnych wariantów dla kryterium K1

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	Wartość rangi
W1	0,065	0,269	0,077	0,172	0,018	0,028	0,088	0,103
W2	0,013	0,054	0,103	0,103	0,287	0,035	0,018	0,088
W3	0,260	0,161	0,309	0,172	0,287	0,703	0,088	0,283
W4	0,013	0,018	0,062	0,034	0,014	0,035	0,015	0,027
W5	0,260	0,013	0,077	0,172	0,072	0,035	0,176	0,115
W6	0,325	0,215	0,062	0,138	0,287	0,141	0,528	0,242
W7	0,065	0,269	0,309	0,207	0,036	0,023	0,088	0,142
Suma								1,000

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Oceniając wysokości całkowitych kosztów logistyki w odniesieniu do kryterium 1, za czynnik najistotniejszy uznano wykorzystanie systemów monitorujących przewóz materiałów. Równie istotny, a z niewiele niższą wartością rangi, jest wariant 6, czyli szkolenie pracowników. Modernizację i odtworzenie sieci transportowej uznano za najmniej ważny czynnik w rozpatrywaniu tego kryterium. Ustaloną macierz ocen z wyliczoną wartością rangi dla K2 przedstawiono w postaci tabeli 12.

Tabela 12. Obliczenie wartości rang poszczególnych wariantów dla kryterium K2

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	Wartość rangi
W1	0,101	0,336	0,022	0,254	0,141	0,185	0,021	0,151
W2	0,020	0,067	0,022	0,254	0,035	0,185	0,319	0,129
W3	0,405	0,269	0,090	0,021	0,028	0,185	0,191	0,170
W4	0,034	0,022	0,358	0,085	0,562	0,015	0,191	0,181
W5	0,101	0,269	0,448	0,021	0,141	0,185	0,191	0,194
W6	0,034	0,022	0,030	0,338	0,047	0,062	0,021	0,079
W7	0,304	0,013	0,030	0,028	0,047	0,185	0,064	0,096
Suma								1,000

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

W przypadku odniesienia do kryterium związanego ze stanem infrastruktury za czynnik najistotniejszy uznano oznakowanie szlaków przewozu dla pojazdów ciężarowych. Podczas wyboru odpowiedniej drogi do przewozu ładunku odgrywa to kluczową rolę. Niewłaściwe oznakowanie dróg, m.in. znaki informacyjne ustawione w zbyt małych odległościach od ewentualnych zjazdów, może wywołać niepokój wśród kierowców oraz przez to zamieszanie na drodze z powodu braku możliwości wyhamowania składu w celu wykonania planowanego

manewru. Zaraz po tym sklasyfikowane zostało modernizacja i odtwarzanie sieci transportowej. Wpływa to na planowanie bezpośredniego przebiegu trasy z uwzględnieniem dostępnych tras, czyli w szczególności uniknięcie tras przebiegających przez centra miast. Najmniej istotnym wariantem wynikającym z analizy okazało się szkolenie pracowników związane ze stanem infrastruktury. Ustaloną macierz ocen z wyliczoną wartością rangi dla K3 przedstawiono w tabeli 13.

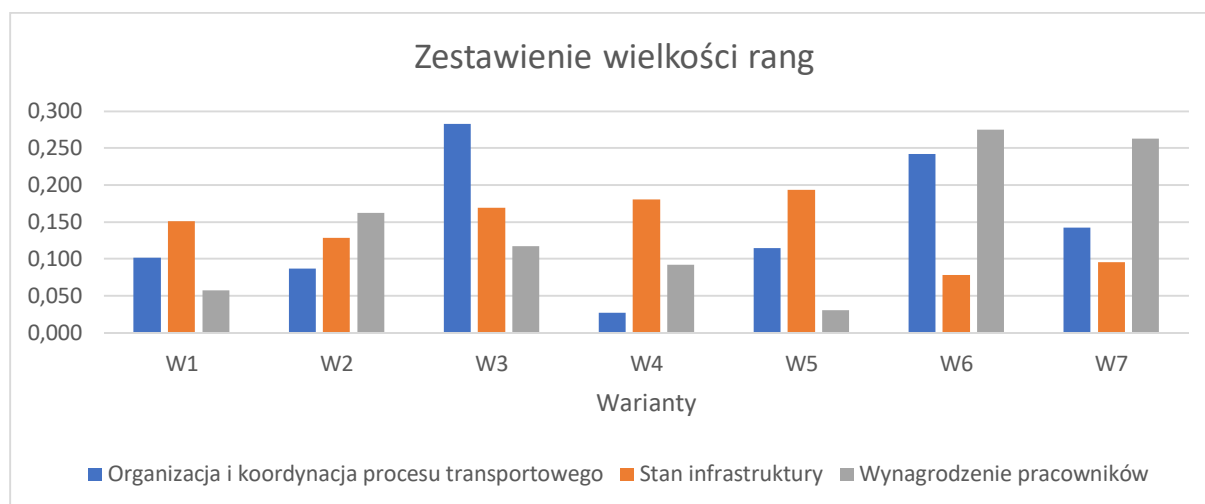
Tabela 13. Obliczenie wartości rang poszczególnych wariantów dla kryterium K3

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	Wartość rangi
W1	0,036	0,018	0,016	0,008	0,200	0,051	0,078	0,058
W2	0,178	0,092	0,315	0,230	0,167	0,051	0,104	0,162
W3	0,178	0,023	0,079	0,230	0,133	0,102	0,078	0,118
W4	0,249	0,023	0,020	0,058	0,133	0,102	0,063	0,092
W5	0,006	0,018	0,020	0,014	0,033	0,077	0,052	0,032
W6	0,213	0,550	0,236	0,173	0,133	0,308	0,313	0,275
W7	0,142	0,275	0,315	0,288	0,200	0,308	0,313	0,263
Suma								1,000

Zródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Ostatnim (trzecim) kryterium, które poddano analizie, były wynagrodzenia pracowników, które mają wpływ nie tylko wysokość całkowitych kosztów logistyki, ale na całokształt poziomu obsługi klienta docelowego. Zastosowanie metody AHP umożliwiło stwierdzenie, że najistotniejszym wariantem decyzyjnym w tym zakresie jest szkolenie pracowników, w tym głównie kierowców oraz pełne zaangażowanie służb i instytucji kontrolujących. Posiadają one procedury, według których pracownicy powinni należycie wypełniać swoje obowiązki w celu bezpiecznego dotarcia do miejsca docelowego. Dodatkowo ważnym elementem rozpatrywanym przy tym kryterium jest opracowanie mapy sieci transportowej. Dzięki niej kierowcy od razu mogą zaplanować obie trasy przejazdu bez narażania ładunku na uszkodzenie lub dodatkowe koszty związane np. z mandatami za wybranie nieodpowiedniej drogi. Z kolei wariantami decyzyjnymi o najmniejszym wpływie na wysokość wynagrodzeń jest oznakowanie szlaków przewozu – pracownicy mają na to najmniejszy wpływ.

Na rysunku 3. przedstawiono zbiorcze zestawienie przeanalizowanych wcześniej wartości rang wyznaczonych w odniesieniu do wszystkich trzech rozpatrywanych kryteriów dla całkowitych kosztów logistyki.



Rys. 3. Zestawienie wielkości rang

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Kolejnym etapem postępowania jest wyznaczenie macierzy ocen względnych w odniesieniu do istotności każdego z trzech rozpatrywanych kryteriów, a zarazem obliczeniu wartości rang i otrzymaniu wektora rozpatrywanych priorytetów. Potrzebny jest on do uszeregowania końcowego wariantów podczas rozpatrywania głównego celu przeprowadzonej analizy. Obliczone na podstawie przyjętej macierzy ocen względnych wartości wektora wartości wag dla poszczególnych kryteriów przedstawiono w tabeli 14.

Tabela 14. Wektor wartości rang dla poszczególnych kryteriów

	K1	K2	K3	Wartość rangi/ wektor rozkładu
K1	0,194	0,500	0,172	0,289
K2	0,032	0,083	0,138	0,103
K3	0,774	0,417	0,690	0,627
Suma				1,000

Źródło: Opracowanie własne.

Końcowe uszeregowanie wariantów wymaga agregacji¹⁴ wyznaczonych ocen poszczególnych czynników w odniesieniu do poszczególnych kryteriów z uwzględnieniem ich istotności. Otrzymane w wyniku procesu agregacji wartości stanowią elementy wektora priorytetów głównych, które wyznaczają końcowe uszeregowanie wariantów decyzyjnych ze względu na wysokość całkowitych kosztów logistyki. Priorytety główne stanowiące elementy wektora wyznaczone poprzez zastosowanie metody AHP dla poszczególnych gałęzi transportu uszeregowane od największego do najmniejszego przedstawiono w tabeli 15.

¹⁴ Agregacja danych polega na wyliczeniu jednej lub wielu statystyk dla grup obserwacji wyznaczonych przez kategorie zmiennych grupujących. W wyniku tej procedury powstaje nowa macierz danych. Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Agregacja_\(statystyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Agregacja_(statystyka)) (data dostępu: 15.01.2018).

Tabela 15. Priorytety główne wyznaczone dla analizy metodą AHP

Wariant	Wartość rangi
szkolenie pracowników	0,22
działania służb i instytucji	0,21
monitoring transportu	0,15
opracowanie mapy sieci transportowej	0,15
modernizacja i odtwarzanie sieci transportowej	0,11
współpraca z podmiotami zewnętrznymi	0,09
oznakowanie szlaków przewozu dla pojazdów ciężarowych	0,09

Źródło: Opracowanie własne.

Metoda analitycznego procesu hierarchicznego umożliwia dekompozycję problemu wysokości całkowitych kosztów logistyki, ze względu na analizowane kryteria. Tworzenie finalnego uporządkowania wariantów wymaga jednak zdefiniowania wartości wag każdego z rozpatrywanych kryteriów. Zaletą wykorzystania tej metody jest przede wszystkim możliwość uwzględnienia w procesie analizy zarówno czynników ilościowych jak i jakościowych oraz bezpośrednie odwzorowanie istotności przyjmowanych kryteriów oceny ryzyka. W wyniku zastosowania opisanego w pracy postępowania uszeregowano warianty w kolejności malejących wartości w odniesieniu do wysokości całkowitych kosztów logistyki. Ocenionych zostało siedem wariantów decyzyjnych w stosunku do trzech głównych kryteriów mających wpływ na wysokość kosztów logistyki.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że wariantami decyzyjnymi o największym znaczeniu w zakresie kształtowania wysokości całkowitych kosztów logistyki są: szkolenie pracowników oraz działania służb i instytucji.

Przy czym koszty paliwa to jedno z najwyższych i najbardziej nieprzewidywalnych wielkości kosztów. Obecnie ceny paliw są ruchome nawet w skali tygodnia. Różnica pomiędzy poszczególnymi dniami wynosi nawet kilka groszy. Bazując jednak na cenach poszczególnych cen paliw w innych częściach Europy, można stwierdzić, że Polska ma jedne z niższych cen¹⁵.

Jako jeden ze sposobów redukcji wydatków paliwowych przedsiębiorstwo korzysta z innowacyjnych rozwiązań taboru samochodowego. Jednak jest to nadal wysoki procent pochłanianych wydatków. Koszty paliwa są w dużej mierze uwarunkowane stylem i ekonomią jazdy kierowców. Im bardziej ekonomiczna jazda tym niższe spalanie, im niższe spalanie tym niższe koszty paliwowe. Dlatego tak niezwykle ważna jest świadomość, wiedza i umiejętności kierowców.

Rozwiązaniem dla przedsiębiorstwa transportowego w celu poprawy gospodarki paliwowej, jak wynika z przeprowadzonej analizy wielokryterialnej, najlepsze będzie zaproponowanie systemów szkoleniowych z Eko-jazdy, oferowanych przez producentów marki taboru, w które jest wyposażone przedsiębiorstwo oraz praktykowanie użycia technologii z obszaru IT. Podstawowym założeniem systemu szkoleń, który oferuje producent jest dostarczenie wiedzy z zakresu właściwego użytkowania pojazdów dla osiągnięcia lepszych wyników w niższym spalaniu, zwiększenie żywotności zużywalnych części samochodowych oraz

¹⁵ <http://www.e-petrol.pl/notowania/rynki-zagraniczne/stacje-paliw-europa/on> (dostęp z dnia 02.12.2020, godz. 16.00)

bezpieczeństwo procesu przewozowego. Po uzyskaniu pozytywnego wyniku z przebytego kursu kierowcy średnio osiągają wzrost oszczędności nawet do 15%. Jako, że głównym czynnikiem generującym koszty w transporcie jest paliwo, otrzymana różnica po przeprowadzonym szkoleniu stanowi czysty zysk dla przedsiębiorstwa. Jeżeli kierowca udoskonali swoją technikę jazdy zgodnie ze wskazówkami zdobytymi na szkoleniu, oszczędność na jednym samochodzie ciężarowym wygeneruje nieznaczny zysk, jednak przy liczbie pojazdów jaką posiada badana firma, zysk ten jest istotny.

Tabela 16. ilustruje dane dotyczące kosztów średniego zużycia paliwa - 31L/100km przed wprowadzeniem szkolenia z Eko-jazdy dla 1 pojazdu oraz całej floty.

Tabela 16. Symulacja przed wprowadzeniem programu szkoleń z jazdy ekonomicznej

Liczba pojazdów	Przebieg roczny	Zużycie roczne w l/100 km/auto	Roczny koszt paliwa Obecny średni koszt paliwa 4,23 zł/l
1	135000 km	31 l	177025,5 zł
115	15525000 km	31 l	20357932,5 zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Tabela 17. przedstawia dane uzyskane po wprowadzeniu programu z zasad ekonomicznej jazdy zakładając, że zużycie paliwa zmniejszyło się o 15% na odcinku 100 km. Symulacja została przeprowadzona zarówno dla 1 pojazdu jak i całej floty.

Tabela 17. Symulacja po wprowadzeniu programu szkoleń z jazdy ekonomicznej

Liczba pojazdów	Przebieg roczny	Zużycie roczne w l/100 km/auto	Roczny koszt paliwa Obecny średni koszt paliwa 4,23 zł/l
1	135000 km	26,5 l	151328,25 zł
115	15525000 km	26,5 l	17402748,75 zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych empirycznych.

Przeprowadzona symulacja po przeprowadzeniu szkoleń z Eko-jazdy generuje dla Firmy X oszczędności w skali roku dla 1 pojazdu w wysokości 25697,25 zł, dla 115 pojazdów w wysokości 2955183,75 zł.

Po tych symulacjach finansowych widać, jakie oszczędności przedsiębiorstwo jest w stanie osiągnąć.

Podsumowanie i wnioski końcowe

Podjęty problem badawczy został rozwiązany, a zdefiniowane na wstępie cele – osiągnięte. Z rozważań teoretycznych oraz przeprowadzonej analizy wielokryterialnej możliwe jest sformułowanie następujących wniosków:

1. Optymalizacja kosztów logistyki jest podstawowym elementem zarządzania finansami przedsiębiorstwa.

2. Koszty logistyki są stałym elementem sterowania procesami logistycznymi w przedsiębiorstwie.
3. Informacja na temat całkowitych kosztów logistyki jest wykorzystywana w procesach decyzyjnych, które stanowią podstawę do budowy systemów planistyczno-kontrolnych służących do wyceny produkcji lub świadczonych usług.
4. Stosowanie narzędzi rachunkowości takich jak kalkulacja kosztów lub rachunek kosztów sprawia, że informacje o kosztach jednostkowych są dokładniejsze i stanowią podstawę informacyjną dla kadry zarządzającej.
5. Badania wykazują zmiany w strukturze kosztów rodzajowych w przedsiębiorstwach transportowych.
6. Podejmowanie decyzji w kwestiach transportowych, ze względu na coraz bardziej złożony ich charakter, staje się coraz trudniejsze i wymusza stosowanie coraz to nowszych rozwiązań – dotyczy to głównie optymalizacji zagadnień transportowych.
7. Wariantem decyzyjnym o największym znaczeniu w zakresie kształtowania wysokości całkowitych kosztów logistyki w badanym przedsiębiorstwie jest szkolenie pracowników.
8. Oszczędności paliwowe są równoznaczne z oszczędnościami finansowymi. W celu poprawy sytuacji finansowej zaleca się zmniejszenie wydatków paliwowych poprzez przeprowadzanie cyklicznych szkoleń dla pracowników pozwalających zdobyć i poszerzyć umiejętności ekonomicznego poruszania się.
9. Publikacje z obszarów logistyki oraz rachunku kosztów prezentują różne ujęcia definicji kosztów. Większość autorów analizowanych definicji zwracało uwagę na niejednoznaczność pojęcia „koszty logistyki”.

Przedstawiona analiza i wnioskowanie pozwalają potwierdzić postawione we wstępie założenia metodyczne dotyczące optymalizacji kosztów logistyki w badanym przedsiębiorstwie transportowym.

Literatura:

- [1]. Bełch P., Analiza kosztów procesów logistycznych, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 472, Wrocław 2017.
- [2]. Bełch P., Logistyka w procesie zarządzania przedsiębiorstwem, [w:] Szydełko M., Bełch P., Szydełko Ł. (red.), Wybrane teoretyczne i praktyczne aspekty współczesnej logistyki, Wydawnictwo Edytorial, Rzeszów 2016.
- [3]. Blaik P., Logistyka, PWE, Warszawa 2001.
- [4]. Blaik P., Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania, PWE, Warszawa 2010.
- [5]. Duck O., Krause H., Schulte C., Gospodarka materiałowa: praktyczny poradnik, Wydawnictwo AlfaWeka, Warszawa 1997.
- [6]. K. Wierzbicki, Kryteria systemu informacyjnego dla potrzeb controllingu. Ekonomika i organizacja przedsiębiorstw, Warszawa 1996.

- [7]. Dudkiewicz-Fierek D., Marchlewicz M., Świdorski A., Logistics processes as a factor improving activities of the enterprise, *Systemy Logistyczne Wojsk*, Warszawa 2014.
- [8]. Foltin P., Gontarczyk M., Świdorski A., Zelkowski J., Evaluation model of the companies operating within logistic network, *Archives of Transport*, Warszawa 2015.
- [9]. Kes Z., Składowe i definicje kosztów logistyki, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* nr 506, Wrocław 2018.
- [10]. Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S. [red.]: *Logistyka*, Wyd. Biblioteka Logistyka, Poznań, 2009.
- [11]. Kopaliński W., *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*, WP, Warszawa 1991.
- [12]. Kotarbiński T., *Kurs logiki dla prawników*, PWN, Warszawa 1974.
- [13]. Koźlak A., *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2007.
- [14]. Koźlak A., *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza*, WUG, Gdańsk 2008.
- [15]. Krawczyk S., *Logistyka w zarządzaniu marketingiem*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1998.
- [16]. Kufel M., *Koszty przepływu materiałów w przedsiębiorstwach przemysłowych: problemy budżetowania, ewidencji i kontroli*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1990.
- [17]. Madeyski M., Lissowska E., Marzec J., *Wstęp do nauki o transporcie*, SGPiS, Warszawa 1971.
- [18]. Małek P., *Ekonomika transportu.*, PWE, Warszawa 1969.
- [19]. Mendyk E., *Ekonomika transportu*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2009.
- [20]. Michałowska K., Znaczenie i sposoby rozliczania kosztów logistycznych, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego* nr 765 *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia* nr 61, Szczecin 2013.
- [21]. Mokrzyszczak H., *Logistyka*, WIG, Białystok 1998.
- [22]. Mroczo F., *Warunki funkcjonowania przedsiębiorstw na rynku*, KPSW, Jelenia Góra 2014.
- [23]. Mroczo F., *Wybrane problemy kosztów logistyki*, *Prace naukowe WWSZiP*, Wałbrzych 2012.
- [24]. Mroczo F., *Zarządzanie jakością*, *Prace naukowe WWSZiP*, Wałbrzych 2012.
- [25]. Nowak E., Piechota R., Wierzbński M., *Rachunek kosztów w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, PWE, Warszawa 2004.
- [26]. Por. M. Sierpińska, B. Niedbała, *Controlling operacyjny w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- [27]. Por. Neider J., *Transport w handlu międzynarodowym*, WUG, Gdańsk 2006.
- [28]. Rostek M., Knosala R., *Koncepcja oceny wpływu działań logistycznych na produktywność przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo PTZP, Opole 2013.

- [29]. Rydzikowski W., Wojewódzka-Król K. (red.), *Transport*, PWE, Warszawa 2009.
- [30]. Sawicki K., *Analiza kosztów w przedsiębiorstwie przemysłowym*, PWE, Warszawa, 1998.
- [31]. Skowronek Cz., Sarjusz-Wolski Z., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2012.
- [32]. Skowrońska A., *Koszty i efektywność logistyki w przedsiębiorstwie*, [w:] J. Witkowski (red.), *Logistyka w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław 2002.
- [33]. Sobol E., *Mały słownik języka polskiego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.
- [34]. Stajniak M., Hajdul M., Fołtyński M., Krupa A., *Transport i spedycja. Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk*, Poznań 2008, wyd. II.
- [35]. Stańkowska J. M., *Budowanie przewagi konkurencyjnej średnich przedsiębiorstw budowlanych z wykorzystaniem technologii informacyjnej*, AE, Jelenia Góra 2011.
- [36]. Szalek B., *Logistyka: wstęp do problematyki*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 1994.
- [37]. Szołtysek J., *Logistyczny aspekt zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach*, Wydawnictwo Academiae Oeconomicae Sigillum, Katowice 2005.
- [38]. Szymańska E. J., *Rachunek kosztów logistyki w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2014.
- [39]. Tarski I., *Ekonomika i organizacja transportu międzynarodowego*, PWE, Warszawa 1993.
- [40]. Twaróg J., *Koszty logistyki przedsiębiorstw*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2003.
- [41]. Urbanyi-Popiołek I. (red.), *Ekonomiczne i organizacyjne aspekty transportu*, Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2013.
- [42]. Waściński T., Bartosiewicz P., *Wybór środków transportu wewnętrznego dla przedsiębiorstwa usługowego w aspekcie poprawy efektywności procesu magazynowego*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach*, Politechnika Warszawska, Wydział Zarządzania 2017, nr 115.
- [43]. Waściński T., Zieliński P., *Struktury całkowitych kosztów logistyki*, *Systemy Logistyczne Wojsk* 2014, nr 40.
- [44]. Zimon G., *Analiza kosztów w przedsiębiorstwach transportu samochodowego*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego* nr 873, *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia* 2015, nr 77.
- [45]. Kawalec H., *Optymalizacja zużycia paliwa a efektywność przedsiębiorstwa na przykładzie Firmy Transportowej „OAFI” Rzeszów* 2017, nr 1.

- [46]. Mesjasz- Lech A., Wybrane problemy pomiaru efektywności działalności logistycznej, „Logistyka” 2012, nr 2.
- [47]. Por. Osińska M., Na logistyce można zarobić, „Logistyka” 2013, nr 2.
- [48]. Sordyl J., Brzozowski K., Zastosowanie metody AHP do oceny poszczególnych etapów transportu materiałów niebezpiecznych, „Logistyka” 2012, nr 3.
- [49]. Sulewski A., Koszty floty samochodowej pod kontrolą, „Logistyka” 2013, nr 2.
- [50]. Wiśnicki B., Analiza kosztów systemu logistycznego w transporcie intermodalnym, „Logistyka” 2007, nr 4.
- [51]. Woźniak H., Logistyka. Magazynowanie, Transport, Automatyczna Identyfikacja, „Logistyka” 2007, nr 5.
- [52]. Zysińska, M., Kamińska E., Menes M., Analiza kosztów jednostkowych w przedsiębiorstwach polskiego międzynarodowego transportu samochodowego ładunków w 2019 r. – rynki wschodnie, transport samochodowy, Warszawa 2021.

Źródła internetowe:

- [1]. <http://www.e-petrol.pl/notowania/rynki-zagraniczne/stacje-paliw-europa/on>
- [2]. [https://pl.wikipedia.org/wiki/Agregacja_\(statystyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Agregacja_(statystyka))
- [3]. www.taurus-plock.pl