

Projekt organizacji transportu na przykładzie hurtowni o profilu elektrycznym do odbiorców w Województwie Zachodniopomorskim

Robert Adamczyk, Katarzyna Gotowała, Krzysztof Kukielka

Streszczenie

W artykule przedstawiono projekt organizacji transportu na przykładzie hurtowni o profilu elektrycznym do odbiorców w regionie Województwa Zachodniopomorskiego. W Polsce jak i w obrębie Województwa Zachodniopomorskiego transport towarów odbywa się głównie przy wykorzystaniu samochodów. Wyróżniono kilka modeli realizowania zadań transportowych, które poddano analizie. W podsumowaniu zaproponowano zmiany w systemie transportowym realizowanym przez hurtownię ze względu na przyjęte kryteria optymalizacji drogi.

Słowa kluczowe: model organizacji transportu, organizacja transportu, sieć dystrybucji.

Wprowadzenie

Wzrost konkurencyjności na rynku wymusił na przedsiębiorstwach przeniesienie dystrybucji własnego towaru na firmy zewnętrzne. Obniżyło to koszty własne producenta. Powstały hurtownie, które przejęły część obciążenia kanałów dystrybucji towarów.

Projekt organizacji transportu zostanie opracowany na przykładzie firmy Elektryczne Kopel sp. z o. o., która istnieje od 25 lat. Spółka rozpoczęła swą działalność w 1988 roku jako mała rodzinna firma. W 2001 roku przejęła działalność handlową H. A. E. Kopel - Kooperacja stając się dużą firmą wielooddziałową. Siedziba spółki znajduje się w Toruniu. W obecnej chwili hurtownie Elektryczne Kopel posiadają na terenie kraju dwadzieścia pięć oddziałów. Wśród nich znajduje się hurtownia w Koszalinie, w ofercie której znajdziemy wyposażenie elektryczne podzielone na takie działy jak:

- **dział oświetlenia i osprzętu oświetleniowego** – zajmuje się dystrybucją sprzętu oświetleniowego, osprzętu, źródeł światła oraz akcesoriów z nimi związanych w szeroko rozumianym tego znaczeniu,
- **dział kabli i osprzętu kablowego** – zajmuje się dystrybucją kabli i przewodów oraz ich akcesoriów, w szerokim zakresie powiązań, dział elektrotechniki (automatyka) – zajmuje się dystrybucją sprzętu, osprzętu i wyposażenia elektrycznego.

Oddział firmy w Koszalinie w swojej działalności skupia się na obsłudze klientów na terenie województwa zachodniopomorskiego.

Województwo Zachodniopomorskie zostało utworzone w 1999 roku w związku z reformą administracji publicznej. Składa się z byłego województwa szczecińskiego, koszalińskiego, a także części województw: słupskiego, gorzowskiego, pilskiego. Zajmuje obszar 22 892,48 km².

Według danych z dnia 31 grudnia 2011 roku w woj. zachodniopomorskim było 18918,2 km dróg publicznych, w tym 1136,6 km dróg krajowych, 2113,6 km dróg wojewódzkich, 7763 dróg powiatowych oraz 8066,3 km dróg gminnych. W Województwie Zachodniopomorskim według danych z dnia 31 grudnia 2011 roku było zarejestrowanych 117921 samochodów ciężarowych.

1. Charakterystyka systemu dystrybucji na przykładzie Województwa Zachodniopomorskiego

Kanał dystrybucji jest zespołem ogniw łączących producenta i konsumenta. Każde przedsiębiorstwo staje przed dylematem, czy samodzielnie sprzedawać produkt, czy skorzystać z pośredników. Rysunek 1 przedstawia przykładowy kanał dystrybucji.



Rys. 1. Przykładowy kanał dystrybucji

Hurtownik jest pośrednikiem handlowym, kupującym duże jednorodne partie towaru, w celu dalszej ich odsprzedaży z zyskiem innym hurtownikom, detalistom lub nabywcom instytucjonalnym.

Do podstawowych usług oferowanych przez hurtowników należą [1]:

- gromadzenie i przechowywanie informacji dotyczącej sytuacji na rynku,
- ustalanie cen hurtowych, kredytowanie odbiorców,
- negocjowanie i ustalanie warunków kupna-sprzedaży,

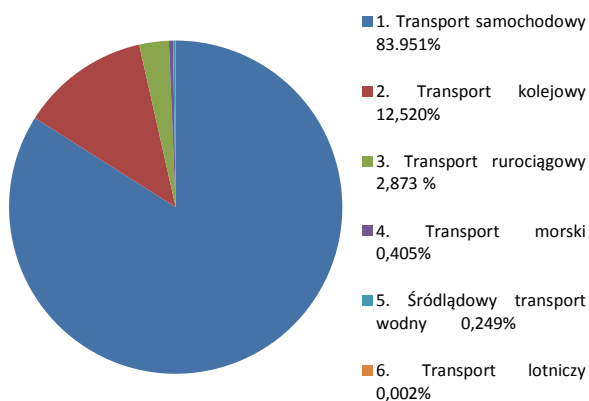
- poszukiwanie i nawiązywanie kontaktów handlowych,
- prowadzenie działalności szkoleniowej,
- sortowanie, paczkowanie produktów,
- odbiór produktów, magazynowanie i sprawdzanie ich jakości,
- promocja produktów handlowych,
- przejmowanie ryzyka związanego ze sprzedażą.

W 2012 r. wszystkie rodzaje środków transportowych przewiozły łącznie 1844,1 mln ton ładunków [2].

W tym:

1. Transport samochodowy przewiózł 1548,1 mln ton ładunków.
2. Transport kolejowy przewiózł 230,9 mln ton ładunków.
3. Transport rurociągowy przewiózł 53 mln ton ładunków.
4. Transport morski przewiózł 7,5 mln ton ładunków.
5. Śródlądowy transport wodny przewiózł 4,5 mln ton ładunków.
6. Transport lądowy przewiózł 0.1 mln ton ładunków.

Udział transportu samochodowego był na bardzo wysokim poziomie. Szczegółowo prezentuje to rysunek 2.



Rys. 2. Procentowy udział wszystkich rodzajów transportu w transporcie towarów w Polsce [2]

Środki transportu samochodowego w Województwie Zachodniopomorskim przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Środki transportu samochodowego w Województwie Zachodniopomorskim w latach 2010 – 2011 [2]

Województwo Zachodniopomorskie	Samochody osobowe	Autobusy	Samochody ciężarowe	Ciągniki siodłowe	Samochody specjalne
2010	710603	4457	111860	7894	6245
2011	753857	4678	117921	9153	6756

Wszystkie obiekty i urządzenia stale umożliwiające przemieszczenie towaru lub osób z punktu nadania do punktu odbioru za pomocą środka transportu stanowią infrastrukturę transportową. Wyróżniamy infrastrukturę liniową i punktową.

Infrastruktura liniowa:

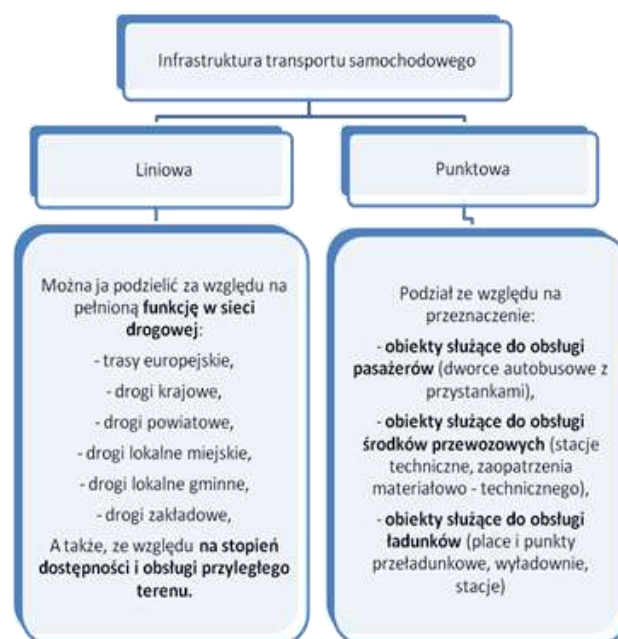
- drogi naturalne (np. szlaki morskie, korytarze powietrzne),
- drogi sztuczne (np. drogi kołowe, linie kolejowe).

Infrastruktura punktowa:

- magazyny,
- dworce autobusowe, kolejowe, lotnicze,
- place składowe,
- rampy,
- nadbrzeża.

Infrastruktura transportu samochodowego.

Przewóz tak dużej ilości towarów przez transport samochodowy byłby niemożliwy bez dobrze rozwiniętej infrastruktury transportu samochodowego. Podział infrastruktury transportu samochodowego przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Infrastruktura transportu samochodowego

Tabela 2 przedstawia podział infrastruktury transportu drogowego w Województwie Zachodniopomorskim w latach 2010 – 2011.

Tab. 2. Drogi publiczne według kategorii dróg w latach 2010 – 2011 [2]

Województwo Zachodniopomorskie	Ogółem		Krajowe	Wojewódzkie	Powiatowe	Gminne
	w liczbach bezwzględnych	na 100 km ²				
	[km]					
2010	18918,2	82,6	1148,3	2115	7824,2	7830,7
2011	19079,5	83,3	1136,6	2113,6	7763	8066,3
Polska	406122	129	18607	28461	126172	232880

2. Projekt organizacji transportu na przykładzie hurtowni o profilu elektrycznym do odbiorców w regionie Województwa Zachodniopomorskiego

Celem działalności hurtowni elektrycznej Kopel sp. z o. o. w Koszalinie jest oferowanie produktów elektrycznych dla klientów województwa zachodniopomorskiego, a zwłaszcza rejonu Koszalin. Firma zaopatruje w towar punkty sprzedaży detalicznej, przedsiębiorstwa, indywidualnych klientów. W związku z tym, w hurtowni zachodzą czynności spedycyjne i procesy transportowe. Do ich realizacji firma ma własny tabor transportowy w Koszalinie i środki transportu samochodowego centralnego oddziału firmy [3].

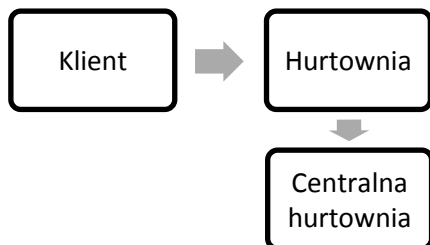
Własne środki transportu samochodowego:

- Mercedes Sprinter - o ładowności 1075 kg,
- Mercedes Sprinter – o ładowności 1500 kg,
- Peugeot Bipper – o ładowności 500 kg.

Modele organizacji transportu towaru w hurtowni

Ze względu na specyfikę zamówienia w hurtowni rozróżnia się trzy zasadnicze modele organizacji transportu. W każdym z tych modeli zachodzą procesy transportowe oraz czynności spedycyjne. Jednakże są one w każdej z nich inne.

Rysunek 4 przedstawia model, w którym klient (odbiorca) poprzez hurtownię zamawia towar w centrali hurtowni. Przykładem jest sytuacja firmy budującej odcinek drogi pod Koszalinem, która zamówiła dużą ilość słupów oświetleniowych. Hurtownia nie posiadała na stanie wystarczającej ilości towaru. Przyjęła zamówienie od kupca a następnie zorganizowała transport z centrali hurtowni. W tym przypadku hurtownia skupiła się na czynnościach spedycyjnych.



Rys. 4. Model organizacji transportu towaru w hurtowni

W następnym modelu hurtownia nie jest w stanie zrealizować transportu do klienta. Ilość towaru, czas dostawy i inne zadania transportowe, zmuszają hurtownię do współpracy z zewnętrzną firmą transportową. Hurtownia przyjmuje zamówienie, kompletuje towar, wykonuje czynności transportowe wewnątrz firmy, wykonuje czynności spedycyjne, ale transport do klienta wykona firma zewnętrzna. Graficznie model ten przedstawia rysunek 5.



Rys. 5. Model organizacji transportu towaru w hurtowni

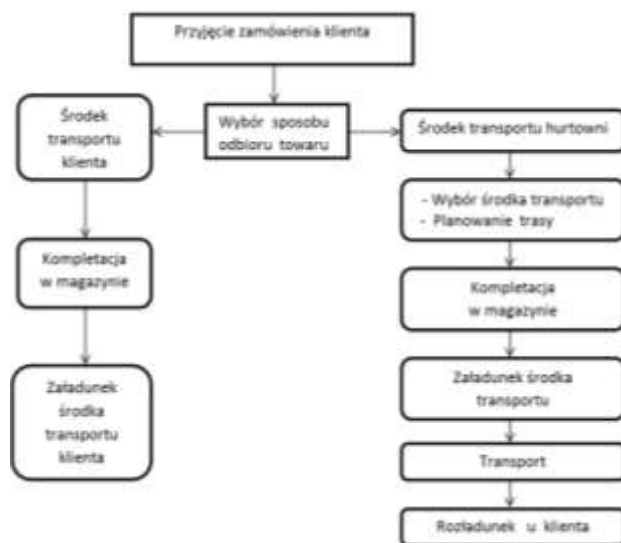
Rysunek 6 przedstawia model, w którym klient zamawia towar i sam go odbiera, a także sytuację najczęściej spotykaną, kiedy hurtownia otrzymuje zlecenie organizacji transportu własnymi środkami.

3. Planowanie przewozów

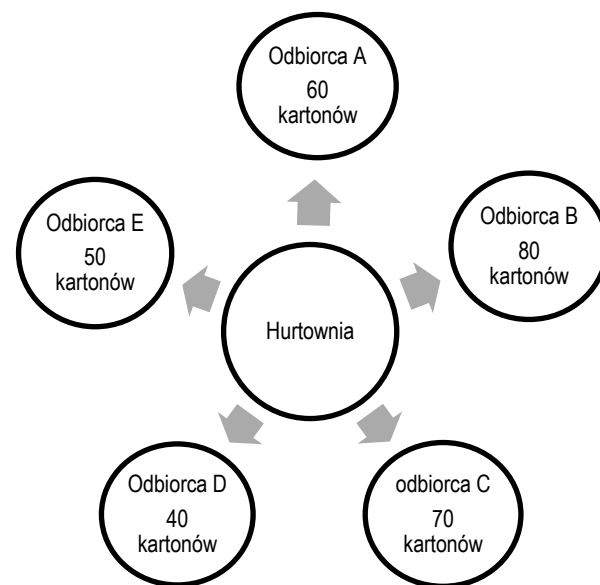
3.1. Organizacja transportu przez rozwiązanie zamkniętego zadania transportowego

Hurtownia współpracuje z wieloma placówkami handlowymi na terenie województwa zachodniopomorskiego. Każdego dnia środki transportu hurtowni są wykorzystywane do dostarczenia towaru do odbiorców. Przykładem jest realizacja zamówienia do pięciu placówek handlowych.

Hurtownia dostarczyła 300 kartonów opraw świetlnych do pięciu odbiorców. Wielkość zamówienia odbiorców ilustruje rysunek 7. Wymiary kartonów były jednakowe, a jeden karton ważył 10 kg. Czas dostarczenia towaru był ściśle określony.



Rys. 6. Model organizacji transportu towaru w hurtowni



Rys. 7. Miejsce dostaw towaru

Osoba odpowiedzialna w hurtowni za planowanie transportu dokonała następujących czynności:

1. Wyznaczyła środki transportowe do realizacji zadania.
 - Mercedes Sprinter 1 o ładowności 1500 kg – 150 kartonów,

- Mercedes Sprinter 2 o ładowności 1075 kg – 100 kartonów,
 - Peugeot Bipper o ładowności 500 kg – 50 kartonów.
2. Dokonała analizy kosztu transportu towarów do poszczególnych odbiorców.
 Analizę kosztu transportu pojedynczego kartonu opraw przedstawia tabela 3.

Tab. 3. Koszty transportu opracowane przez pracownika hurtowni Kopel (dane ujęte w groszach)

	A	B	C	D	E	Podaż
Mercedes 1	22	64	71	118	59	150
Mercedes 2	23	68	76	126	63	100
Peugeot	18	53	59	98	49	50
Popyt	60	80	70	40	50	

Pracownik hurtowni określił koszt transportu na 189,60 złotych. Po rozwiązaniu zadania zamkniętego w 29 krokach otrzymujemy koszt transportu 183,80 złotych. Co umożliwi obniżenie łącznych kosztów przewiezienia całego towaru o 5,80 zł.

3.2. Realizacja przewozów w hurtowni w modelu obwodowym

Hurtownia realizuje cotygodniowe dostawy towaru do współpracujących z nią wielu placówek handlowych znajdujących się daleko od siebie na terenie województwa zachodniopomorskiego. W celu optymalizacji kosztów transportowych wykonuje ona przewóz w modelu obwodowym. Przykładem takim jest realizacja dostaw towaru do dziewięciu sklepów. Ilustruje to rysunek 8.

Środek transportowy hurtowni Mercedes Sprinter kilka razy w miesiącu przewozi towar z Koszalina do dziewięciu innych miejscowości po trasie:

- Koszalin (1) – Białogard (10),
- Białogard (10) – Kołobrzeg (2),
- Kołobrzeg (2) – Gryfice (3),
- Gryfice (3) – Świdwin (9),
- Świdwin (9) – Łobez (4),
- Łobez (4) – Drawsko Pomorskie (5),
- Drawsko Pomorskie (5) – Czaplonek (6),
- Czaplonek (6) – Połczyn Zdrój (8),
- Połczyn Zdrój (8) – Szczecinek (7),
- Szczecinek (7) – Koszalin (1).

3.2.1. Analiza projektu – problem komiwojażera

Podczas analizy realizacji przewozu zwrócono uwagę na dwa kryteria, tj. drogę i czas. Posłużono się metodą podziału i ograniczeń – algorytm Little'a. Rysunek 8 przedstawia graf sieci transportowej dla analizowanego zadania.

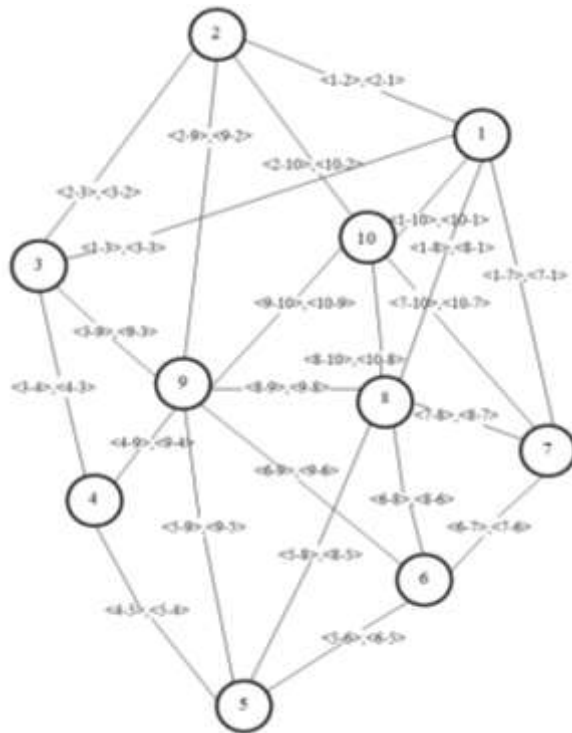
W celu rozwiązania zadania, ze względu na odległości określono wszystkie możliwe trasy pomiędzy odbiorcami w kilometrach:

<1-2>, <2-1>	= 41	<10-7>, <7-10>	= 63
<1-3>, <3-1>	= 80	<10-8>, <8-10>	= 30
<1-10>, <10-1>	= 30	<10-9>, <9-10>	= 40
<1-8>, <8-1>	= 63	<8-7>, <7-8>	= 43
<1-7>, <7-1>	= 69	<8-6>, <6-8>	= 29
<2-10>, <10-2>	= 39	<8-5>, <5-8>	= 38
<2-9>, <9-2>	= 52	<8-9>, <9-8>	= 25
<2-3>, <3-2>	= 46	<6-7>, <7-6>	= 44
<3-9>, <9-3>	= 52	<5-6>, <6-5>	= 32
<3-4>, <4-3>	= 49	<6-9>, <9-6>	= 48
<5-9>, <9-5>	= 32	<4-9>, <9-4>	= 21

$$\langle 5-4 \rangle, \langle 2-1 \rangle = 19.$$

Ze względu na możliwość do uzyskania średnią prędkość przejazdu drogi podzielono na następujące kategorie:

Drogi krajowe	Vśr = 54-60 km/h.
Drogi wojewódzkie	Vśr = 45-53 km/h.
Drogi powiatowe i gminne	Vśr = do 44 km/h.



Rys. 8. Przebieg trasy realizowany w systemie obwodowym

Podczas szacowania czasu przejazdu brano także pod uwagę przepustowość dróg (remonty, okres wakacyjny).

W celu rozwiązania zadania, ze względu na czas przejazdu pomiędzy odbiorcami przyjęto następujące okresy czasowe (w minutach) dzielące poszczególnych odbiorców:

<1-2>, <2-1>	= 90	<10-7>, <7-10>	= 110
<1-3>, <3-1>	= 80	<10-8>, <8-10>	= 45
<1-10>, <10-1>	= 40	<10-9>, <9-10>	= 50
<1-8>, <8-1>	= 90	<8-7>, <7-8>	= 86
<1-7>, <7-1>	= 90	<8-6>, <6-8>	= 38
<2-10>, <10-2>	= 50	<8-5>, <5-8>	= 44
<2-9>, <9-2>	= 58	<8-9>, <9-8>	= 28
<2-3>, <3-2>	= 92	<6-7>, <7-6>	= 49
<3-9>, <9-3>	= 60	<5-6>, <6-5>	= 50
<3-4>, <4-3>	= 56	<6-9>, <9-6>	= 80
<5-9>, <9-5>	= 36	<4-9>, <9-4>	= 27
<5-4>, <2-1>	= 27.		

3.2.2. Minimalizacja trasy względem drogi

Po przeprowadzeniu obliczeń zgodnie z algorytmem Little'a, otrzymano najkorzystniejszą trasę ze względu na odległość:

- Koszalin (1) – Kołobrzeg (2),
- Kołobrzeg (2) – Gryfice (3),
- Gryfice (3) – Świdwin (9),
- Świdwin (9) – Łobez (4),
- Łobez (4) – Drawsko Pomorskie (5),
- Drawsko Pomorskie (5) – Czaplonek (6),

- Czaplonek (6) – Szczecinek (7),
- Szczecinek (7) – Połczyn Zdrój (8),
- Połczyn Zdrój (8) – Białogard (10),
- Białogard (10) – Koszalin (1).

3.2.3. Minimalizacja trasy względem czasu

Po przeprowadzeniu obliczeń zgodnie z algorytmem Little'a, otrzymano najkorzystniejszą trasę ze względu na czas:

- Koszalin (1) - Szczecinek (7),
- Szczecinek (7) – Czaplonek (6),
- Czaplonek (6) – Połczyn Zdrój (8),
- Połczyn Zdrój (8) – Świdwin (9),
- Świdwin (9) – Drawsko Pomorskie (5),
- Drawsko Pomorskie (5) – Łobez (4),
- Łobez (4) – Gryfice (3),
- Gryfice (3) – Kołobrzeg (2),
- Kołobrzeg (2) – Białogard (10),
- Białogard (10) – Koszalin (1).

Długość i czas przejazdu obecnie realizowanej trasy przez środek transportu hurtowni pokazuje tabela 4.

Tab. 4. Macierz drogi i czasu

trasa	1-10	10-2	2-3	3-9	9-4	4-5	5-6	6-8	8-7	7-1	
km	30	39	46	52	21	19	32	29	43	69	380
min.	40	50	92	60	27	27	50	38	86	90	560

Długość i czas przejazdu trasy po optymalizacji względem długości drogi pokazuje tabela 5.

Tab. 5. Macierz po optymalizacji względem drogi

trasa	1-2	2-3	3-9	9-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-10	10-1	
km	41	46	52	21	19	32	44	43	30	30	358
min.	90	92	60	27	27	50	49	86	45	40	566

Długość i czas przejazdu trasy po optymalizacji względem czasu pokazuje tabela 6.

Tab. 6. Macierz po optymalizacji względem czasu

trasa	1-7	7-6	6-8	8-9	9-5	5-4	4-3	3-2	2-10	10-1	
km	69	44	29	25	32	19	49	46	39	30	382
min.	90	49	38	28	36	27	56	92	50	40	506

Podstawową zasadą każdej firmy jest obniżenie kosztów własnych. Minimalizacja przewozu względem czasu i drogi daje największą obniżkę kosztów. Realizowana trasa przez środek transportu hurtowni nie jest optymalna pod względem długości trasy ani czasu przejazdu.

Zmiana czynnika determinującego optymalizację trasy powoduje zmianę drogi realizacji przewozu. Pokazuje to rysunek 9.

3.3. Wnioski z przeprowadzonych analiz

Długość i czas przejazdu obecnie realizowanej trasy przez środek transportu hurtowni pokazuje tabela 7.

Tab. 7. Macierz drogi i czasu

trasa	1-10	10-2	2-3	3-9	9-4	4-5	5-6	6-8	8-7	7-1	
km	30	39	46	52	21	19	32	29	43	69	380
min.	40	50	92	60	27	27	50	38	86	90	560

Długość i czas przejazdu trasy po optymalizacji względem długości drogi pokazuje tabela 8.

Tab. 8. Macierz po optymalizacji względem drogi

trasa	1-2	2-3	3-9	9-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-10	10-1	
km	41	46	52	21	19	32	44	43	30	30	358
min.	90	92	60	27	27	50	49	86	45	40	566

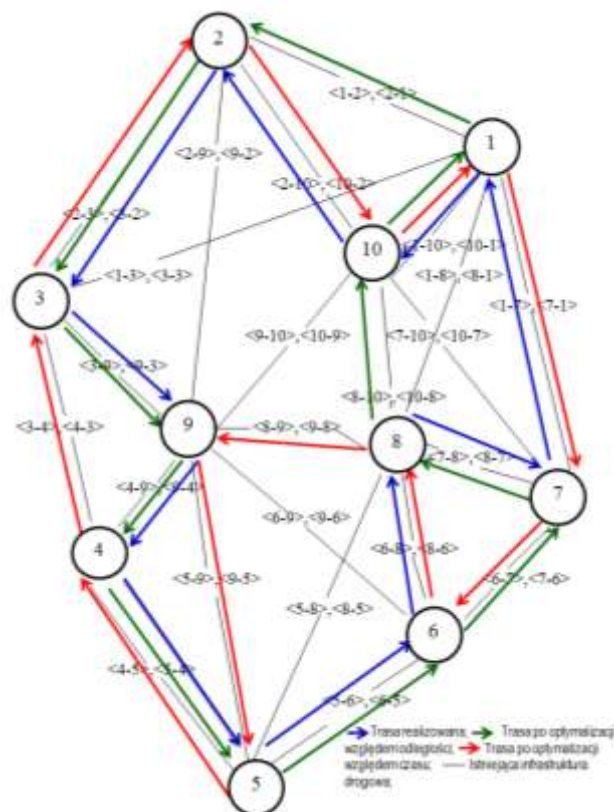
Długość i czas przejazdu trasy po optymalizacji względem czasu przejazdu pokazuje tabela 9.

Tab. 9. Macierz po optymalizacji względem czasu

trasa	1-7	7-6	6-8	8-9	9-5	5-4	4-3	3-2	2-10	10-1	
km	69	44	29	25	32	19	49	46	39	30	382
min.	90	49	38	28	36	27	56	92	50	40	506

Podstawową zasadą każdej firmy jest obniżenie kosztów własnych. Minimalizacja przewozu względem czasu i drogi daje największą obniżkę kosztów. Realizowana trasa przez środek transportu hurtowni nie jest optymalna pod względem długości trasy ani czasu przejazdu.

Zmiana czynnika determinującego optymalizację trasy powoduje zmianę drogi realizacji przewozu. Pokazuje to rysunek 9.



Rys. 9. Wyniki analiz sieci dystrybucji dla różnych kryteriów

4. Podsumowanie

Opracowany i przeanalizowany projekt organizacji transportu na przykładzie hurtowni o profilu elektrycznym do odbiorców w regionie Województwa Zachodniopomorskiego dostarcza informacji o kosztach oraz/lub czasie przejazdu. Wybór najkorzystniejszego rozwiązania ze względu na przyjęte kryteria w dużej mierze zależy od właściciela firmy.

Hurtownia do realizacji zadań transportowych wykorzystuje tylko środki transportu samochodowego, ponieważ infrastruktura

transportu samochodowego w Województwie Zachodniopomorskim jest najlepiej rozwinięta. Duża gęstość dróg umożliwia dostarczenie towarów szybko i bezpośrednio do miejsca przeznaczenia. Podczas organizowania zadań transportowych placówka handlowa wykorzystuje model wahadłowy, promienisty oraz obwodowy. Ze względu na specyfikę zamówień ostatni wyżej wymieniony model jest najczęściej wykorzystywany.

W wyniku przeprowadzonej analizy projektu organizacji transportu w hurtowni można mieć zastrzeżenia do planowania przewozów. Jeżeli wybór środka transportu nie stwarza problemów to wyznaczenie trasy przewozu towaru nie minimalizuje w pełni kosztów jego wykonania. Ten element procesu transportowego wymaga modernizacji. W pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na przygotowanie merytoryczne i metodyczne osób zajmujących się organizacją transportu.

Kolejnym wnioskiem jest brak wsparcia logistycznego na etapie planowania przewozu. Brak informacji na początkowym etapie rozpatrywania optymalnego rozwiązania przewozu ma wymierny wpływ na wynik. Rozwiązaniem problemu jest wdrożenie systemu wsparcia logistycznego GPS. Umożliwi on między innymi:

- całkowity nadzór nad wykorzystaniem pojazdów,
- optymalizację procesów zarządzania flotą pojazdów,
- kontrolę pracy urządzeń (zużycie paliwa),
- zbieranie danych o realizacji przewozów (czas wykonania zadania i pokonana droga),
- tworzenie raportów zgodnie z zapotrzebowaniem.

Alternatywnym, tańszym rozwiązaniem, jest wprowadzenie kart pojazdu, gdzie odnotowane zostaną realizowane przewozy pod względem odległości i czasu trwania. Umiejętne wykorzystanie otrzymanych danych ułatwi realizację przewozów a zarazem zminimalizuje ich koszt co wymiernie wpłynie na końcowy zysk firmy.

Bibliografia

1. Słowiński B.: *Wprowadzenie do logistyki*, Politechnika Koszalińska, (2008).
2. Strona internetowa Głównego Urzędu Statystycznego, <http://stat.gov.pl/>, dostęp online: kwiecień 2014.
3. Adamczyk R.: *Projekt organizacji transportu na przykładzie hurtowni o profilu elektrycznym do odbiorców w regionie województwa zachodniopomorskiego*. Praca dyplomowa inżynierska, Politechnika Koszalińska, (2013).

The project of transport organization based on the example of an electrical wholesale firm for the consumers in the Zachodniopomorskie Voivodeship

Abstract

This paper presents the design organization of transport on exemplary electrical wholesalers firm for Zachodniopomorskie Voivodeship in Poland, as well as within the Zachodniopomorskie Voivodeship transport of goods is done mainly by the use of cars. Distinguished several models of the tasks as transport were analyzed. In summary, proposed changes in the transport system operated by the warehouse due to the adopted optimization criteria for distance of road and transport time were shown.

Key words: model of the transport organization, transport organization, the distribution network

Autorzy:

Inż. **Robert Adamczyk** – Politechnika Koszalińska

Inż. **Katarzyna Gotowała** – Politechnika Koszalińska

Dr inż. **Krzysztof Kukielka** – Politechnika Koszalińska