

**DECYZJE TAKTYCZNE FIRM W ZAKRESIE USTALANIA WARUNKÓW
DYSTRYBUCJI TOWARÓW**
**TACTICAL DECISIONS OF COMPANIES IN THE SCOPE OF
DETERMINING TERMS OF DISTRIBUTION OF GOODS**

Ewa KALBARCZYK-GUZEK

ewa.kalbarczyk@wat.edu.pl

Arkadiusz JÓZWIAK

arkadiusz.jozwiak@wat.edu.pl

Wojskowa Akademia Techniczna

Wydział Logistyki

Instytut logistyki

Streszczenie: Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wpływu zmiennych w postaci terminów dostaw (tzw. okna czasowe dostaw) na wynik finansowy w transporcie i decyzje menagerów w zakresie kreowania warunków współpracy z klientami. Zmienne te przekazywane są do systemów informatycznych, które zajmują się automatyczną optymalizacją tras i budują plany transportowe. Przeprowadzono badanie symulacyjne, mające na celu porównanie wypracowanego wyniku finansowego w ujęciu kosztowym, jakościowym oraz ilości wykorzystanej floty do dystrybucji towarów przy zastosowaniu obliczeń uwzględniających okna czasowe dostaw oraz po ich zdjęciu. Taki zwizualizowany plan może stanowić materiał do podejmowania decyzji strategicznych, czy taktycznych przez zarządzających w przedsiębiorstwach logistycznych.

Abstract: The aim of this article is to present the impact of variables in the form of delivery dates (so-called time windows of deliveries) on the financial result in transport and decisions of managers in creating terms of cooperation with clients. These variables are transferred to information systems that deal with automatic route optimization and build transport plans. A simulation study was carried out to compare the generated financial result in terms of cost, quality and the amount of used fleet for the distribution of goods using calculations taking into account the delivery time windows and after their removal. Such a visualized plan can be a material for making strategic or tactical decisions by managers in logistics companies

Słowa kluczowe: optymalizacja, dystrybucja, logistyka, decyzje taktyczne
Key words: optimization, distribution, logistics, tactical decisions

WSTĘP

W systemach informatycznych dedykowanych dla obsługi procesu transportowego tzw. systemach klasy TMS (ang. *Transport Management Software*) istnieje wiele zmiennych, które mają kluczowe znaczenie ze względu na ich wpływ na proces realizacji łańcucha dostaw. Wśród nich istotną rolę odgrywa wizualizacja, automatyzacja i planowanie przy pomocy algorytmów (wykorzystanie głęboko zaawansowanej matematyki). Współcześnie na rynku wśród firm zajmujących się dystrybucją towarów panuje bardzo duża konkurencja. Przedsiębiorstwa działające w tym segmencie budują przewagę konkurencyjną stosując nowoczesne narzędzia służące do budowy i optymalizacji planów transportowych, dzięki czemu ograniczają koszty i są w stanie zaoferować klientom korzystniejszą ofertę finansową

oraz jakościową. Oprogramowanie klasy TMS pomaga w sprawnym podejmowaniu decyzji planistycznych na poziomie operacyjnym, służąc jako codzienne wsparcie dla pracowników, którzy zajmują się planowaniem tras, monitoringiem ich realizacji oraz rozliczaniem zrealizowanych przewozów. Dodatkowo wyniki opracowane przez te systemy stanowią materiał porównawczy do podejmowania decyzji przez menagerów na poziomie taktycznym, a nawet strategicznym w kontekście ustalania warunków współpracy z potencjalnymi i obecnymi klientami. Praktyka biznesowa pokazuje, iż przekazanie potencjalnym klientom zakresu okien czasowych dostaw, czyli przedziału czasowego, w którym może odbyć się dostawa towaru jest trudna i pracochłonna oraz obciążona możliwością popełnienia wielu błędów. Rozwiązania generowane przez algorytmy optymalizacyjne w TMS będą miały na celu z jednej strony dopasowanie się do potrzeb klienta w zakresie wytycznych dotyczących transportowanej przesyłki (w niniejszym przypadku ograniczono się do preferencji okien czasowych dostaw), z drugiej strony ważny będzie osiągany wynik finansowy, liczba przejechanych kilometrów, oraz liczba wykorzystanych środków transportowych, co jest szczególnie ważne w sytuacji deficytu pojazdów.

W przeprowadzonym badaniu zaplanowano dwa scenariusze dystrybucji towarów do klientów. Pierwszy scenariusz (*S1*) odbywał się w środowisku nałożonych ograniczeń w postaci respektowania wybieranych przez klientów terminów dostaw (okien czasowych dostaw), natomiast w drugim scenariuszu (*S2*) ograniczenia tego typu były nieistotne. Dokonano analizy otrzymanych wyników pod kątem uzyskanego wyniku finansowego oraz możliwych do podjęcia decyzji menagerów w zakresie kreowania warunków współpracy z klientami. Postawiono następujące pytania badawcze:

- jak silny jest wpływ okien czasowych dostaw na plan tras, liczbę zaangażowanej floty i przejechanych kilometrów?
- jakie decyzje taktyczne i strategiczne mogą podejmować zarządzający firmą na podstawie wyników badania?

Zastosowanymi metodami badawczymi do analizy opisanych scenariuszy były: optymalizacja tras przeprowadzona przy zastosowaniu systemu TMS, analiza syntetyczna osiągniętych wyników.

1. ISTOTA PROBLEMU

Na rynku istnieje wiele systemów informatycznych klasy TMS, wspierających planowanie procesu transportowego, jednakże większość z nich zajmuje się tylko ewidencją zdarzeń i obsługą floty, co jest już nie wystarczające. Zauważalnym jest, iż przyszłością są

systemy, poprawiające jakość podejmowanych decyzji w logistyce, a także rozwiązujące zadanie klasy CVRPTW (ang. *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows*). Problem wyznaczania tras pojazdu z uwzględnieniem okien czasowych dostaw, rozszerzone o ewentualne dodatkowe wymagania stawiane pojazdom 1. Problem polega na obsłudze zestawu zleceń transportowych przy użyciu floty dostępnych pojazdów, ponosząc możliwie jak najmniejsze koszty.

Odrębnym sposobem do rozwiązywania zadań układania tras pojazdów stanowią metody oparte na algorytmach ewolucyjnych, sieciach neuronowych i algorytmach mrówkowych. Poprzez optymalizację można wyznaczyć najlepsze rozwiązanie ze względu na przyjęte kryterium (np. koszt, zysk, czas dojazdu, liczbę wykorzystanej floty) spośród dopuszczalnych rozwiązań danego problemu przyjmując, że działanie jest racjonalne wówczas, gdy przy danych nakładach następuje maksymalizacja efektu lub gdy przy założonym efekcie minimalizuje się nakłady. Miernikiem, który pozwala od strony programistycznej wyrazić cel działania jest funkcja celu, będąca sumą wielu zmiennych. Jej minimalizacja oznacza, że budowany plan transportowy jest zgodny z ograniczeniami i nie ponoszone są kary za ich nieprzestrzeganie. Rosnąca funkcja celu oznacza, iż przy uwzględnieniu wprowadzonych ograniczeń nie uda się w sposób optymalny zrealizować planu transportowego. Przyczyn takiego stanu rzeczy może być wiele, np.: brak odpowiedniej liczby pojazdów, zbyt restrykcyjne terminy dostaw (okna czasowe dostaw), brak pojazdów spełniających wymagania dodatkowe stawiane przez klientów, przekroczenie czasu pracy kierowców.

2. PRZYKŁAD OBLICZENIOWY

Obiektem badań jest przedsiębiorstwo z branży FMCG (ang. *Fast-Moving Consumer Goods – produkty szybko rotujące*), które wprowadziło nową usługę na rynek, jaką jest dostawa klientom świeżych warzyw i owoców do domu, jeszcze przed rozpoczęciem ich dnia pracy. Klienci mieli możliwość wybrania godzinowego, porannego okna czasowego dostaw w zakresie godzin od 05:00 do 09:00. Każdy obsługiwany region został podzielony na mikroregiony. Badaniu poddano mikroregion Warszawa A1 (obejmujący dzielnice Żoliborz, Bielany, Śródmieście), w którym dystrybuowano towar do 40 klientów. Przedmiotem badań było przeprowadzenie optymalizacji tras i budowanie nowego planu transportowego dla dystrybucji towarów do klientów w oparciu o max. 4 pojazdy (BAK1, BAK2, BAK3, BAK4), przy czym pojazdy mają możliwość powrotu do magazynu (w celu powtórnego doładunku w trakcie dystrybucji). Dodatkowym istotnym kryterium było nieprzeładowanie samochodu. Na podstawie danych historycznych koszt przejechania 1 km przez każdy z pojazdów został

oszacowany na poziomie 1,29 zł/km i służył w późniejszym etapie do wyliczenia kosztu dystrybucji zaplanowanych tras. Przyjęto średnią prędkość poruszania się każdego z pojazdów na poziomie 60 km/h. Ilość paczek, jaką jednorazowo może przewieźć każdy z pojazdów to 50 sztuk. Prędkość rozładunku każdego pojazdu określono na 30 paczek/h. Pojazdy po zrealizowanej dystrybucji wracały do bazy ulokowanej na Bemowie.

Firma, na podstawie danych pozyskanych z działów księgowości i logistyki dokonała obliczeń, z których jednoznacznie wynikało, iż zaproponowany model dostaw do klientów jest nieopłacalny finansowo, a tym samym nieefektywny, gdyż wymaga wykorzystania bardzo dużej liczby floty przy realnie niewielkiej liczbie zleceń. Założono, iż liczba posiadanej floty do obsługi poszczególnych regionów nie wzrośnie, co w kontekście rosnącej liczby klientów zmobilizowało firmę do przebudowy dotychczasowego modelu i zaproponowania klientom nowych harmonogramów dostaw. Warto również podkreślić, iż każda zmiana, polegająca na dodaniu nowego klienta do dotychczasowego planu, stanowiła duże wyzwanie planistyczne, gdyż obsługa jej była pracochłonna, wymagała ręcznego przeliczania długości nowych tras, naniesienia ich na dostępne mapy, zwizualizowania nowego planu i podjęcia decyzji, do której trasy nowy punkt miałby być dołożony. Często tego typu zmiany nie są poparte obliczeniami i porównywaniem możliwych scenariuszy. Opierają się na przeczuciu i doświadczeniu planisty. Działania w czasie ciągłego stresu sprzyjały pomyłkom, co sprawiało, że dystrybucja stawała się coraz bardziej nieefektywna. Postanowiono zatem posłużyć się dostępnymi na rynku modelami matematycznymi 3 i systemem TMS, który wspomaga podejmowanie tego typu decyzji. Do opracowania nowego modelu zastosowano dwa scenariusze:

- z oknami czasowymi dostaw *S1*;
- bez okien czasowych dostaw *S2*.

Kryterium optymalizacji jest minimalizacja funkcji celu (*FC*), stanowiąca wirtualną wartość kosztową sumy przekazywanych do optymalizacji parametrów:

- liczby pokonanych km [*KM*] x cena za przejechanie 1 km (przyjęto koszt 1 km=1,29 PLN) – dąży do minimum;
- nieprzekroczenia ładowności każdego użytego pojazdu [*L*] – w przypadku, gdy algorytm zdecyduje się przeładować pojazd zostanie obciążony wirtualną karą w wysokości 20 jednostek;
- przyjazdu zgodnie z oknem czasowym dostaw do klienta (scenariusz *S1*) – każde spóźnienie obciążone jest karą 10 jednostek/minutę przyjazdu nie na czas.

Do obu scenariuszy zostały przypisane dodatkowe dane wymienione w tabeli 1 i 2, mianowicie:

- czas administracyjny poświęcony na obsługę klienta przy dostawie;
- szybkość rozładunku pojazdów w zależności od ilości dostarczanego towaru;
- koszt przejechania przez pojazd 1 kilometra;
- wykorzystanie tej samej floty dla dwóch scenariuszy – flota wyjeżdżała i wracała do swojego magazynu startowego.

W tabeli 1 umieszczono dane wejściowe do modelu planowania tras z oknami czasowymi dostaw – scenariusz *S1*.

Tabela 1. Wybrane zlecenia do dystrybucji towarów z oknami czasowymi dostaw – scenariusz *S1*

Nazwa klienta	Data dostawy	Nr zlecenia	Okna dostawy	Czas admin. na obsługę klienta [min]	Liczba paczek do dostawy
101, 104, 106,	2018-08-28	W1, W4, W6	05:00 – 06:00	3	3 (3 x 1)
102	2018-08-28	W2	07:00 – 08:00	3	1
103	2018-08-28	W3	08:00 – 09:00	3	1
105	2018-08-28	W5	06:00 – 07:00	3	1
107	2018-08-28	W7	06:00 – 07:00	3	1
108-140	2018-08-28	W8 – W 40	05:00 – 06:00	3	33(33 x 1)
Razem					40

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 2 umieszczono informacje dotyczące możliwych pojazdów do użycia w dystrybucji w mikroregionie *Warszawa A1* wraz z informacjami uzupełniającymi, takimi jak: średnia prędkość pojazdu, miejsce wyjazdu i powrotu samochodu, cena za przejechany 1 km i czas związany z rozładunkiem towaru.

Tabela 2. Pojazdy użyte do dystrybucji w scenariuszach *S1* i *S2*

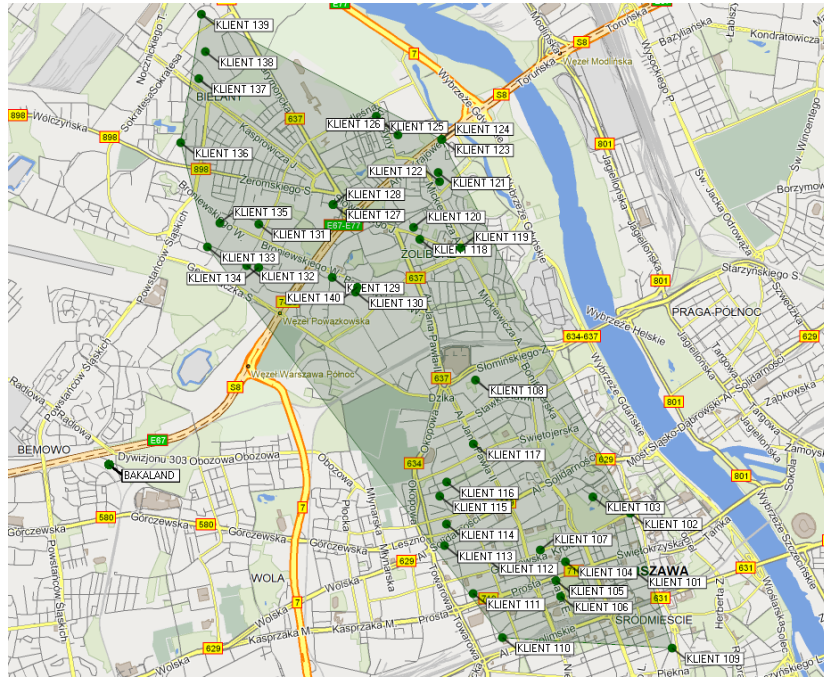
Nazwa pojazdu	Ładowość pojazdy [liczba paczek]	Miejsce startu i powrotu	Średnia prędkość	Cena za przejechany km	Szybkość wyładunku paczek
BAK1	50	Bemowo	60	1,29	30 paczek/h
BAK2	50	Bemowo	60	1,29	30 paczek/h
BAK3	50	Bemowo	60	1,29	30 paczek/h
BAK4	50	Bemowo	60	1,29	30 paczek/h

Źródło: opracowanie własne.

Do scenariusza 2 (*S2*) przesłano analogiczne dane, jak w tabeli 1 i 2, z tą różnicą, iż podczas optymalizacji nie uwzględniano okien czasowych dostaw z tabeli 1.

Na podstawie danych przedstawionych w tabeli 1 – liczba zleceń przekazywanych do planowania na dzień 2018-08-28 wynosi 40. Poszczególne zlecenia cechują się wąskimi, jednogodzinnymi oknami czasowymi dostaw. Wizualizację geolokalizacyjną wszystkich

klientów dystrybucyjnych przedstawiono na rys. 1. Rozpatrywany mikroregion *Warszawa A1* obejmuje dzielnice: Żoliborz, Bielany, Śródmieście.

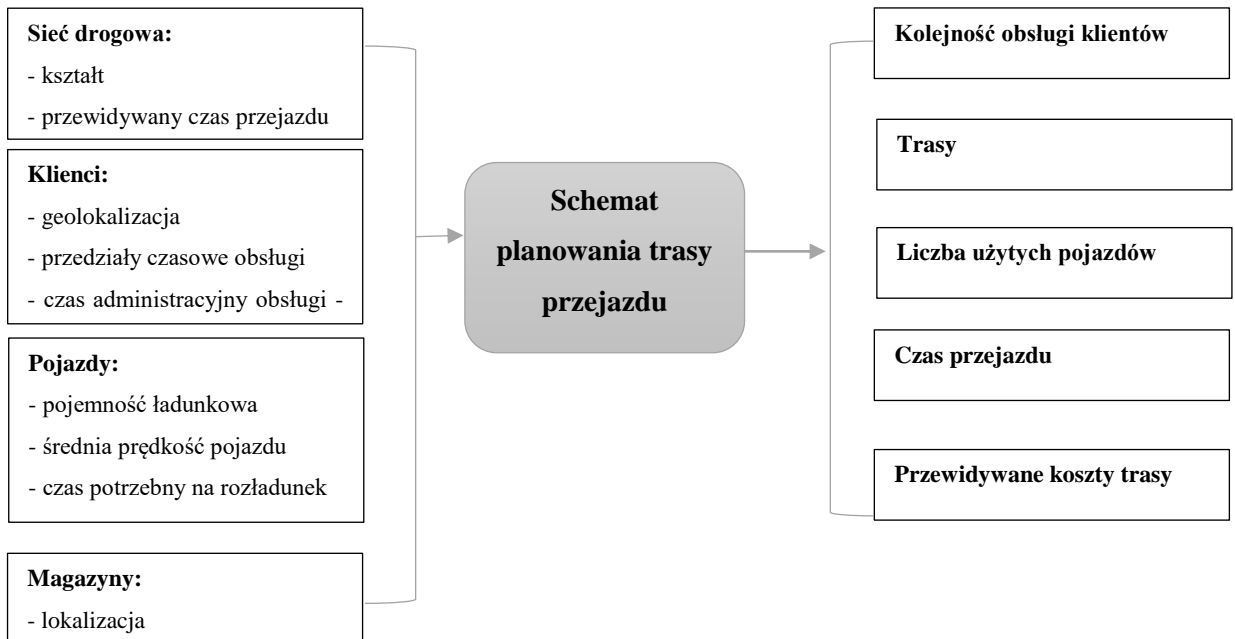


Rys. 1. Wizualizacja klientów na mapie z etykietami w mikroregionie A1

Źródło: system TMS.

Do obsługi mikroregionu *Warszawa A1* przypisano 4 pojazdy (BAK1, BAK2, BAK3 i BAK4).

Do planowania tras posłużono się parametrami, które opisano w schemacie planowania tras i zobrazowano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat planowania trasy przejazdu

Źródło: opracowanie własne na podstawie Szoltysek J., 2005r. Hamada, Planowanie trasy przejazdu pojazdów ciężarowych.

W celu zaplanowania trasy system TMS pobiera dane, które są zapisane w jego bazie lub komponentach zewnętrznych, z których korzysta (np. mapy elektroniczne). Z map elektronicznych czerpie informacje o sieci drogowej, przewidywanym czasie przejazdu (iloczyn liczby przejechanych kilometrów oraz średniej prędkości pojazdu wykorzystanego do realizacji trasy). Następnie z bazy klientów pobiera dane o położeniu klienta (długość i szerokość geograficzna), przedziale czasowym obsługi klienta (okna czasowe dostaw) oraz czasie administracyjnym potrzebnym na realizację dostawy (czas związany z obsługą dokumentów przez kierowcę np. uzyskanie podpisu na fakturze, pozostawienie dokumentu dostawy). Z bazy pojazdów pobiera informacje o pojemności ładunkowej pojazdu (którą definiuje ilość towaru możliwa do załadunku na pojazd, by nie dopuścić do jego przeładowania), średniej prędkości pojazdu i czasie związanym z rozładunkiem, uzależnionym od ilości pozostawionego towaru u klienta. Z informacji o magazynach pobierana jest jego lokalizacja (długość i szerokość geograficzna). Na podstawie tych danych odbywa się optymalizacja, a po jej zakończeniu prezentacja zaplanowanych tras. Zwracane są planiście informacje o kształcie trasy wraz z jej wizualizacją na mapie, kolejności obsługi klientów, ilości użytych do dystrybucji pojazdów, czasie trwania i kosztach trasy.

Dla realizacji scenariusza *S1* system TMS, który optymalizuje trasy, został sparametryzowany w taki sposób, aby nie dopuścić do przekroczenia okien czasowych dostaw (najważniejszy determinant), nie przeładować pojazdu (drugi co do ważności determinant) oraz umożliwić powtórny załadunek pojazdu w magazynie. Determinanty optymalizacji dla scenariusza 1 (*S1*) zostały opisane w tabeli 3.

Tabela 3. Determinanty optymalizacji dla scenariusza – *S1*

Rodzaj parametru	Ważność parametru dla planowania	Ważność parametru dla optymalizacji
Punktualność	Najważniejsza	10
Przeładowania	Nie dopuszczalna	20
Doładunek	Możliwy	0

Źródło: opracowanie własne.

Determinanty optymalizacji dla scenariusza 2 (*S2*) zostały opisane w tabeli 4.

Tabela 4. Determinanty optymalizacji dla scenariusza – *S2*

Rodzaj parametru	Ważność parametru dla planowania	Ważność parametru dla optymalizacji
Punktualność	Nie istotna	0
Przeładowania	Nie dopuszczalna	20
Doładunek	Możliwy	0

Źródło: opracowanie własne.

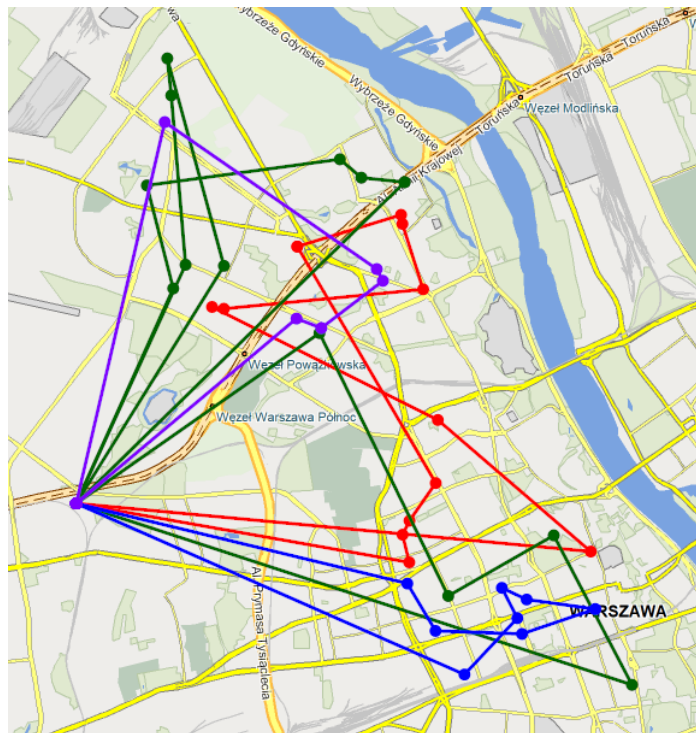
Badania przeprowadzone w zakresie scenariusza 1 (S1) pokazały, że planując 40 zleceń, zgodnie z harmonogramami dostaw do klientów (uwzględnienie okien czasowych) do dystrybucji należy użyć 4 pojazdów, które łącznie przejadą dystans 119 km. Koszt dystrybucji, przyjmując cenniki pojazdów (cenę za przejechany kilometr) to 152,22 zł. Czas potrzebny systemowi TMS na ułożenie planu tras to 00:01:07. Wyniki optymalizacji scenariusza 1 (S1) obrazuje tabela 5 oraz rys. 3.

Tabela 5. Podsumowanie optymalizacji scenariusza 1

Nazwa scenariusza	Przybliżony dystans globalny (km)	Szacunkowy koszt dystrybucji (zł)	Wykorzysta na flota	Horyzont czasowy planowania przez system TMS	Dostawa zgodna z harmonogramem klienta
S1	119 km	152,22	4 pojazdy	00:01:07	Tak

Źródło: opracowanie własne.

Na rys. 3 zaprezentowano na mapie dystrybucję towarów do klientów, wykonywanych przez 4 pojazdy w ramach scenariusza S1. Trasę każdego pojazdu oznaczono innym kolorem: pojazd BAK1 – fioletowy, BAK2 -niebieski, BAK 3-zielony, BAK4 - czerwony.



Rys. 3. Zobrazowanie zaplanowanych tras w scenariuszu S1

Źródło: opracowanie z wykorzystaniem systemu TMS.

Na rys. 4 przedstawiono kolejność klientów na poszczególnych trasach. W trasie czerwonej, pojazd BAK 4 przyjechał do Klienta 121 o 14 minut wcześniej oraz do Klienta 132

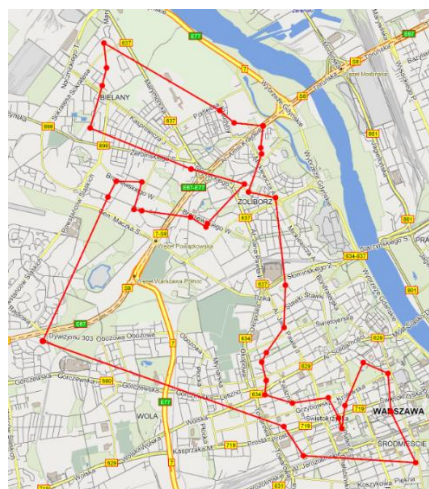
o 3 minuty wcześniej. Oznacza to, że musiał poczekać na przyjęcie dostawy, co było dopuszczalne. Pojazd BAK 3 – trasa zielona przyjechał do Klienta 136 wcześniej – na 10 minut przed rozpoczęciem okna dostawy, co również jest dopuszczalne i nie stanowi błędu.

BAK4			BAK3			BAK2			BAK1		
Lp	Typ	Nazwa	Lp	Typ	Nazwa	Lp	Typ	Nazwa	Lp	Typ	Nazwa
2	załadunek	BAKALAND	2	załadunek	BAKALAND	2	załadunek	BAKALAND	1	wyjazd	BAKALAND
3	rozładunek	KLIENT 114	3	rozładunek	KLIENT 131	3	rozładunek	KLIENT 113	2	załadunek	BAKALAND
4	rozładunek	KLIENT 115	4	rozładunek	KLIENT 139	4	rozładunek	KLIENT 111	3	rozładunek	KLIENT 129
5	rozładunek	KLIENT 116	5	rozładunek	KLIENT 138	5	rozładunek	KLIENT 110	4	rozładunek	KLIENT 140
6	rozładunek	KLIENT 117	6	załadunek	BAKALAND	6	rozładunek	KLIENT 106	5	rozładunek	KLIENT 118
7	rozładunek	KLIENT 128	7	rozładunek	KLIENT 123	7	rozładunek	KLIENT 101	6	rozładunek	KLIENT 120
8	rozładunek	KLIENT 127	8	rozładunek	KLIENT 124	8	rozładunek	KLIENT 104	7	rozładunek	KLIENT 137
9	rozładunek	KLIENT 121	9	rozładunek	KLIENT 126	9	rozładunek	KLIENT 107	8	powrót	BAKALAND
10	rozładunek	KLIENT 122	10	rozładunek	KLIENT 125	10	rozładunek	KLIENT 105			
11	rozładunek	KLIENT 119	11	rozładunek	KLIENT 133	11	powrót	BAKALAND			
12	rozładunek	KLIENT 134	12	rozładunek	BAKALAND						
13	rozładunek	KLIENT 132	13	rozładunek	KLIENT 109						
14	rozładunek	KLIENT 108	14	załadunek	BAKALAND						
15	rozładunek	KLIENT 102	15	rozładunek	KLIENT 103						
16	powrót	BAKALAND	16	rozładunek	KLIENT 112						
			17	rozładunek	KLIENT 130						
			18	rozładunek	KLIENT 130						
			19	powrót	BAKALAND						

Rys. 4. Kolejność klientów na trasie w pojazdach BAK1, BAK2, BAK3 i BAK4 w scenariuszu S1

Źródło: opracowanie z wykorzystaniem systemu TMS.

W przypadku scenariusza 2 (S2) celem przeprowadzenia badania było uzyskanie informacji, jak będzie wyglądał plan transportowy po zdjęciu ograniczenia optymalizacyjnego, jakim są okna czasowe dostaw przy zastosowaniu tych samych 4 pojazdów. Okazało się, że system nie potrzebował aż wszystkich pojazdów do dystrybucji. Zaproponował plan dostaw do 40 klientów zwizualizowany na 0. Wykorzystując 1 samochód od godziny 06:35 do 11:15, czyli w niespełna 5 godzin, kierowca jest w stanie zrealizować dystrybucję pokonując tylko 41 km. Koszt trasy zgodnie z cennikiem pojazdów (ceną za przejechany kilometr) to $41 \text{ km} \times 1,29 = 52,89 \text{ zł}$. Czas optymalizacji potrzebny systemowi TMS na ułożenie planu tras to 00:01:14.



Rys. 5. Zobrazowanie zaplanowanych tras w scenariuszu S2

Źródło: opracowanie z wykorzystaniem systemu TMS.

WNIOSKI

Stosowanie scenariuszy porównawczych przez menagerów odpowiedzialnych za logistykę i jej rozwój nie jest jeszcze powszechnie eksplorowane, choć taka potrzeba jest aktualnie mocno akcentowana. Ten stan rzeczy wynika z braku dostępności do systemów TMS, które wykorzystują w planowaniu zaawansowane algorytmy matematyczne. Z racji konkurencji na rynku przedsiębiorstw ze sobą, optymalizacja kosztów transportowych staje się w dzisiejszych czasach jednym z najważniejszych czynników ekonomicznych, mających wpływ na ostateczny kształt oferty przekazanej klientowi. W tabeli 6 zestawiono porównawczo wyniki badań z scenariuszy S1 i S2.

Tabela 6. Zestawienie wyników badań scenariuszy S1 i S2

Nazwa	Ilość km	Koszt tras (zł)	Liczba pojazdów	Harmonogram dostaw
Scenariusz 1	119	152,22	4	Godzinne okna czasowe
Scenariusz 2	41	52,89	1	06:35-11:15

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzone badanie symulacyjne w dwóch scenariuszach S1 i S2 udowodniło, że systemy informatyczne wspomagają i ułatwiają podejmowanie decyzji oraz poprawiają ich jakość. Badając tylko proces planowania na poziomie operacyjnym widoczne są korzyści podzielone na obszary:

- ergonomia pracy – praca staje się łatwiejsza, krótsza, mniej stresująca, możliwe jest zaplanowanie większej ilości zleceń w krótszym czasie;
- obsługa zmian – wszelkie zmiany z zaistniałym planie są łatwiejsze do przeplanowania; wzrost liczby klientów do obsługi nie jest problematyczny w kontekście układania planów transportowych;
- wizualizacja i praca z mapami – daje możliwość wzrokowej oceny sensowności kształtu skonstruowanego planu z uwzględnieniem wymagań klientów;
- liczenie kosztów on -line i porównywanie wypracowanych scenariuszy, by ostatecznie zdecydować się na najbardziej optymalny, zgodnie z obranymi przez przedsiębiorstwo kryteriami;
- badanie alternatywnych scenariuszy na zasadzie „co by było gdyby”..... zdjąć okna czasowe dostaw, wynająć dodatkowe auta z rynku itd.;

- walory ekologiczne – zmniejszenie emisji CO₂ do środowiska, skrócenie przebiegu pojazdów (mniejsza ilość pokonywanych kilometrów), zmniejszenie zużycia eksploracyjnego pojazdów.

Praktyka biznesowa pokazuje potrzebę korzystania z tego typu narzędzi przez menagerów, którzy podejmują decyzje w zakresie ustalania warunków współpracy z klientami. Pozyskując nowego klienta bardzo łatwo jest wpisać go w plan dystrybucyjny i oszacować godziny dostaw do towarów, biorąc pod uwagę minimalizację kosztów transportu.

Decyzje jakie mogą podejmować zarządzający firmą na podstawie wyników badania mogą być następujące:

- renegocjacje kontraktów z dotychczasowymi klientami w zakresie zmiany warunków dostaw, by globalnie zmniejszyć koszty dystrybucji (cena za dostawę lub poszerzenie okien czasowych dostaw);
- zaproponowanie nowym klientom dostaw w czasie zgodnym z optymalnym planem transportowym;
- decydowanie, w którym momencie należy zwiększyć ilość posiadanej floty, a do kiedy wystarczy obecny tabor, stosując optymalne planowanie z uwzględnieniem powtórnych załadunków.

LITERATURA:

1. Agra A., Christiansen M., Figueiredo R., Hvattum LM., Poss M., Requejo C., The robust vehicle routing problem with time windows. *Computers & Operations Research*, 2013, nr 40, s. 856–866.
2. Głodowska K., Modelowanie procesu decyzyjnego z zastosowaniem wybranych metod analizy wielokryterialnej, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, nr 5, Warszawa, 2016
3. Grzelak M., Zdunek P., Process Optimization of Order Fulfillment, *Systemy Logistyczne Wojsk nr 46/2017*
4. Jacyna M., Modelowanie i ocena systemów transportowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
5. Mitkow Sz.: Wpływ systemu pozyskiwania sprzętu wojskowego na kształtowanie bezpieczeństwa militarnego Polski w XXI wieku. *Rocznik Bezpieczeństwa Morskiego*, Gdynia 2015.
6. Stajniak M., Hajdul M., Krupa A., *Transport i Spedycja*, Wydanie 2, Biblioteka Logistyka, Poznań 2008.

7. Świderski A., Józwiak A, Jachimowski R., Operational quality measures of vehicles applied for the transport services evaluation using artificial neural networks. *Eksplatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 2018; 20 (2):2920299.
8. Świderski A.: Modelowanie oceny jakości usług transportowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. *Prace naukowe – transport*, z. 81, Warszawa 2011.
9. Ślaski, P., Waśniewski, T.R. (2016). Zastosowanie dronów do inwentaryzacji magazynów otwartych wielkopowierzchniowych. *Logistyka w XXI wieku*, Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk.
10. Waśniewski T. R., Ślaski P. Modelowanie procesu automatycznego rozpoznawania i identyfikowania pojazdów w oparciu o technologię RFID, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, nr 5, 2018, PWE.
11. Waśniewski T. R., Ślaski P., Modelowanie procesu identyfikowalności wyrobów za pomocą technologii RFID, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, nr 5, 2018, PWE.
12. Waśniewski T.R., Laskowski, D., „Wirtualne sterowanie magazynami, *Systemy Logistyczne Wojsk* nr 44,2016,WAT
13. Waśniewski T. R.; Ignaciuk P., Osowski, R.,RFID to use customers of service, *Systemy Logistyczne Wojsk* nr 46, 2017, WAT
14. Waśniewski T. R, Krupnik D, Sustainability of urban transportation main developments, *TRANSPORT MEANS* 2017,3 ,2017,KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY