

## PLANOWANIE OPTYMALNEJ TRASY PRZEJAZDU TRANSPORTU SAMOCHODOWEGO Z WYKORZYSTANIEM MIĘKKICH METOD OBLICZENIOWYCH

*Transport wiąże się z przemieszczaniem osób, ładunków w przestrzeni przy wykorzystaniu odpowiednich środków transportu. Potrzeby te należą do grupy potrzeb wtórnych człowieka i są związane z faktem różnego rozmieszczenia przestrzennego zasobów, skupisk ludzkich i miejsc pracy. Transport towarzyszył ludzkości od samych początków rozwoju cywilizacji. Jest to, obok łączności, dział gospodarki, które zwiększają użyteczność dóbr poprzez ich przemieszczanie w przestrzeni. Transport jest ściśle powiązany z pozostałymi działami gospodarki. Jego rozwój warunkuje ich rozwój i odwrotnie – gorszy rozwój gospodarki lub transportu wiąże się z pogorszeniem sytuacji odpowiednio w transporcie i gospodarce. W połączeniu z logistyką oraz spedycją, transport wchodzi w skład branży TSL (transport-spedycja-logistyka). Planowanie transportu wiąże z wielowymiarową oceną warunków towarzyszących problemom transportowym. W tym celu został zastosowany model rozmyty uwzględniający niepełną i nieprecyzyjną ocenę stanu transportowego.*

### WSTĘP

Przedsiębiorstwa transportowe mają świadomość, że dobrze zorganizowana logistyka to pole nie tylko dla dużych oszczędności ale również narzędzie wpływające na wzrost sprzedaży. Równoległe z tym trendem rozwijają się firmy specjalizujące się w dostarczaniu usług logistycznych. Coraz lepsza ich organizacja, rosną konkurencja, rosnące wymagania klientów powodują poszukiwanie niezawodnych rozwiązań informatycznych wspomagających ewidencję i rozliczanie zdarzeń transportowych i magazynowych. Skuteczna informatyzacja oznacza szybki dostęp do informacji dla pracowników i klientów oraz łatwiejsze prognozowanie. Finalnie oznacza to lepszą pozycję konkurencyjną, czyli szybszy rozwój.

Planowanie transportu jest usługą logistyczną, które w ostatnich latach stała się kierunkiem rozwoju wielu przedsiębiorstw. Wzrost zainteresowania tym kierunkiem rozwoju spowodował, że przedsiębiorcy działający na rynku postanowili usprawnić przepływ materiałów, surowców oraz gotowych produktów. Głównym celem usług logistycznych jest minimalizacja kosztów transportu przy jednoczesnej maksymalizacji jego efektywności. Dobre usługi logistyczne powodują nie tylko zatrzymanie kapitału w przedsiębiorstwie, ale również dają możliwości wzrostu konkurencyjności danej firmy.

Na proces transportowy składają się czynności związane z załadunkiem, przewozem i wyładunkiem. W momencie wpłynięcia zlecenia od zleciłodawcy przedsiębiorstwo transportowe musi zaplanować swoje działania tak, aby cały proces przebiegł w sposób płynny i bez dużych opóźnień. Elementem koniecznym jest odpowiednie zaplanowanie najbardziej optymalnej trasy. W celu sprawnego zaplanowania transportu niezbędna jest podstawowa wiedza przedsiębiorcy na temat planowania. W poniższej przedstawionej

pracy zostaje scharakteryzowana istota planowania, metodologia, systemy i rodzaje planowania transportu.

Niniejsza praca porusza problematykę planowania transportu, poprzez wyjaśnienie samego pojęcia i metod planowania.

Autor wyjaśniając istotę planowania, następnie przedstawiając metody planowania w transporcie, systemy wspomagające planowanie stara się udowodnić, iż właściwie skonstruowany system planowania w omawianej branży i umiejętne posługiwanie się metodami dostępnymi na rynku jest czynnikiem, który decyduje o konkurencyjności i rentowności przedsiębiorstwa transportowego.

W celu dogłębnej analizy poruszonego tematu przestudiowano bogaty materiał bibliograficzny, w skład którego wchodziła literatura nawiązująca do problematyki omawianego pojęcia metodologii prognozowania.

### 1. ISTOTA PLANOWANIA

Planowanie jest postępowaniem, którego ukierunkowaniem jest działalność rozwojowa, która prowadzi do osiągnięcia założonych celów, sprowadzających się zazwyczaj do jak najwyższych zysków. Podstawowym zadaniem planowania jest wyszukiwanie okazji prowadzących do realizacji określonych celów oraz prowadzenie analizy, dokonywanie oceny i wyboru różnorodnych propozycji wprowadzenia na rynek własnej produkcji lub świadczonych usług.

Planowanie gospodarcze skupia się na określeniu przyszłych celów i zadań ekonomicznych, a także środków, służących do ich zrealizowania. Brak procesu planowania zazwyczaj skutkuje ryzykownymi doraźnymi decyzjami dla przedsiębiorstwa, a procesy wewnątrzorganizacyjne nie są ze sobą powiązane. Wejściem procesu planowania są informacje, a wyjściem – plany. Tabela nr 1 obrazuje fazy wejścia i wyjścia.

**Tab. 1** Proces planowania w przedsiębiorstwie.

WEJŚCIE	PROCES PLANOWANIA	WYJŚCIE
<p>Informacje wykorzystywane przez uczestników procesu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– hipotezy,</li> <li>– analiza przemysłowa,</li> <li>– analiza konkurentów,</li> <li>– istniejąca strategia.</li> </ul> <p>Wartości preferencji kierownictwa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– profesjonalne,</li> <li>– intuicyjne.</li> </ul> <p>Zdolności i kwalifikacje uczestników:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zdolność percepcji,</li> <li>– kreatywność,</li> <li>– zdolności analityczne.</li> </ul> <p>Kultura organizacyjna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– metody podejmowania decyzji,</li> <li>– preferencje,</li> <li>– obowiązujące normy i wartości.</li> </ul>	<p>Formalna koncepcja procesu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– określenie uczestników,</li> <li>– określenie ram czasowych,</li> <li>– sprecyzowanie dokumentów, raportów,</li> <li>– określenie hipotez.</li> </ul> <p>Styl kierowania:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– planowanie jednoosobowe,</li> <li>– partycypacja kadr.</li> </ul> <p>Sytuacja organizacyjna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aspekty polityczne procesu planowania,</li> <li>– konflikty.</li> </ul>	<p>Hierarchia planów strategicznych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– całościowy, korporacyjny,</li> <li>– plany taktyczne,</li> <li>– projekty.</li> </ul> <p>Programowanie działalności – plany:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– roczne,</li> <li>– marketingowe,</li> <li>– badań,</li> <li>– produkcji,</li> <li>– personalne,</li> <li>– finansowe.</li> </ul> <p>Budżet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– roczny,</li> <li>– kwartalny.</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne

## 2. STRATEGICZNE PODEJŚCIE DO ZARZĄDZANIA

Nowoczesny sposób postrzegania i analizowania struktur organizacyjnych, charakterystyczny dla orientacji globalnej, opierający się na systemie wartości, zasadach i instrumentach zarządzania, które umożliwiają skuteczne dostosowywanie się podmiotom gospodarczym do zmiennych wymogów rynkowych, jest wyzwaniem epokowym również dla kadr kierowniczych w polskich przedsiębiorstwach transportowych. Zmiany, jakie zachodzą w sferze transportu i spedycji, dynamiczny rozwój usług logistycznych, stwarzają nowe warunki funkcjonowania dla przedsiębiorstw działających w tym sektorze. Jako sektor usługowy, transport bezpośrednio i pośrednio wpływa na wzrost gospodarczy, efektywność gospodarowania, sprawność wymiany towarów i usług, przez co kształtuje poziom konkurencyjności przedsiębiorstw, regionów, krajów w systemie globalnym. Także skutek ogólnego rozwoju cywilizacyjnego rośnie ranga społecznych funkcji transportu. W sytuacji rosnącej konkurencji na rynku transportowym sukces odniosą te przedsiębiorstwa, które potrafią lepiej niż inni przewoźnicy i spedycytorzy rozwiązywać problemy dotyczące bieżącego zarządzania działalnością transportową, poprawnie prognozować przyszłość rynkową i potrafią opracować i wdrożyć skutecznie strategię konkurencyjności. Zachodzi konieczność odejścia od dotychczasowych formuł zarządzania, odpowiednich dla innych jakościowo warunków. Każdy przewoźnik,

spedycytor, jeśli chce przetrwać na rynku, musi kreować własny rozwój oraz własną tożsamość.

### 2.1. Analiza strategiczna

Pierwszy etap w procesie zarządzania strategicznego powinien sprowadzać się do czynności umożliwiających zdiagnozowanie firmy oraz rozpoznanie charakterystyk rynku transportowego, na którym prowadzona będzie sprzedaż usług. Prawidłowo przeprowadzona analiza strategiczna powinna obejmować wszystkie sfery przedsiębiorstwa i jego otoczenia, badać przeszłość, teraźniejszość i przygotować informacje do sporządzenia scenariuszy przyszłości. Sukces i niepowodzenie rodzą się zawsze w otoczeniu przedsiębiorstwa transportowego. Decydują o nich zachowanie się usługobiorców, konkurentów, dostawców, banków, czasem rządu czy związków zawodowych. Kadra kierownicza powinna stale obserwować rynek transportowy, zachodzące na nim zmiany, reakcje konkurentów w zależności od stanu popytu na usługi, oraz umiejętnie interpretować te zdarzenia. Ważna jest filozofia myślenia konsumenta usług oraz jego reakcja na zmiany w sferze popytu i podaży. Oznacza to, że kierownictwo przedsiębiorstwa nie może planować bieżącej działalności ani sporządzać planów przyszłościowych, bez brania pod uwagę sytuacji na rynku transportowym.

### 2.2. Planowanie strategiczne

Sztuka planowania strategicznego w dużej mierze polega na prawidłowym ustaleniu kolejności podejmowania decyzji strategicznych i koordynacji ustaleń w różnych obszarach i na różnych poziomach zarządzania w przedsiębiorstwie. Określenie strategii rozwoju dla firmy określa kierunek, tempo i sposób rozwoju całej firmy oraz rozstrzyga, w jakich sektorach rynku transportowego będzie działała firma w najbliższych latach, jakie będą poniesione nakłady na wejście do nowego sektora lub rozszerzenie działalności, określa w jakich sektorach działalność firmy będzie ograniczana lub likwidowana.

Obok planowania bardzo ważne jest sformułowanie celów przedsiębiorstwa, które powinny precyzyjnie określać pozycję przedsiębiorstwa.

### 2.3. Realizacja strategii

Skuteczne rozwiązywanie problemów decyzyjnych, określenie wizji przyszłości oraz wytyczanie planów wymaga posiadania aktualnych, przydatnych i dokładnych informacji, a takie informacje może zapewnić tylko dobrze zorganizowany system informacji, rozumiany jako zintegrowany zespół ludzi, środków i metod (programów) zbierania, kodowania, przechowywania, przetwarzania, aktualizacji i użytkowania danych potrzebnych do podejmowania decyzji i kierowania. Nowoczesne systemy coraz częściej wykorzystują teleinformatykę.

Każde przedsiębiorstwo powinno mieć do dyspozycji skomputeryzowany system informacyjny, który powinien dobrze opisywać czynniki określające stan rynku transportowego. Istotnym źródłem informacji są: analiza lokalnych rynków i ocena popytu na usługi transportowe, stan konkurencji na tych rynkach, zyskowość ze świadczenia usług, mobilność na rynku pracy oraz ograniczenia stawiane przez ustawodawstwo i rząd. Posiadania informacji o kształtowaniu istotnych uwarunkowań pozwala wnioskować i przewidywać oraz minimalizować poziom ryzyka w procesach decyzyjnych.

Skuteczne zarządzania przedsiębiorstwem działającym w sektorze usługowym znakomicie ułatwiają systemy wczesnego ostrzegania (rozpoznawania zagrożeń i szans). Są to specjalne systemy informacyjne, które pozwalają z odpowiednim wyprzedzeniem rozpoznać zbliżające się zagrożenia oraz pojawiające się szansę, aby uniknąć zaskoczeń i dostosować się do nowych oczekiwań rynku.

## 3. METODOLOGIA PLANOWANIA

### 3.1. Ogólna charakterystyka

W ramach różnych etapów planowania dokonywane są różnorodne procesy planowania. Na poziomie planów strategicznych ustala się zazwyczaj terminale i należące do nich rejonów przewozowych. Planowanie taktyczne sprowadza się do ustalenia wielkości systemu transportowego, opracowując wyodrębnioną jego część w przedsiębiorstwie transportowym, jest to tzw. blok terminalny, czyli kilka regionów przewozowych, które posiadają kilka dalekobieźnych przewozów liniowych i można je skoordynować. Dane wyjściowe do opracowywania uzyskuje się poprzez pozyskanie:

- danych historycznych dotyczących przepływu towarów, pochodzących z centralnej bazy danych przedsiębiorstw transportowych,
- usunięcie z materiałów informacyjnych danych, które mogą zniekształcić obraz (np. przesyłki jednorazowe),
- uwzględnienie w informacjach poważniejszych zmian rynkowych, gospodarczych.

### 3.2. Planowanie w przewozach dalekobieźnych

Planowanie transportu składa się na dwa stopnie. Pierwszy z nich odnosi się do bazowej zdolności przewozowej, czyli wielkości zdolności przewozowej i przebiegu linii dla opartej na rozkładzie jazdy komunikacji liniowej. Średnia dzienna wartość strumienia towarów z i do zaplanowanego bloku terminalowego określa wielkość zdolności przewozowej i przebieg linii dla przewozów dalekobieźnych z i do danego regionu do i z pozostałych rejonów przewozowych. Główną zasadą w planowaniu jest fakt, że przewozy liniowe muszą się głównie odbywać między dwoma Regionami wchodzącymi w skład większego bloku terminalowego. Z kolei druga zasada uzupełniająca, która jest rzadziej stosowana oznacza, iż wprowadzane jest ograniczona ilość dni z przejazdami między regionami lub blokami. Wynikiem planowania są plany liniowe dla wszystkich rejonów przewozowych wchodzących w skład planowanego bloku terminalowego. Plany te precyzują dni rozładunku i ilość zestawów transportowych.

Drugi stopień planowania odwołuje się do dodatkowej zdolności przewozowej dla zatorów w przepływie towarów. Podstawę kalkulacji stanowią codzienne wahania strumienia towarów przemieszczającego się do i z planowanego bloku transportowego ze znaną bazową zdolnością przewozową. Przy dużych wahaniami strumienia stosuje się niską bazową zdolność, a przy stabilnym strumieniu – wyższą dodatkową zdolność przewozową w danym bloku terminalowym. Rezultatem planowania drugiego stopnia jest plan obrazujący wielkość dodatkowej zdolności przewozowej, czyli ilość dodatkowych pojazdów, jakimi przedsiębiorstwo ma dysponować w sytuacji zatorów.<sup>1</sup>

### 3.3. Planowanie transportu lokalnego i okrężnego

Planowanie tego rodzaju transportu to obliczenie wielkości zdolności przewozowej dla przewozów okrężnych i lokalnych oraz zasięgu linii okrężnej. Pierwszy stopień planowania dotyczy lokalnych połączeń liniowych i ustala się średnią dzienną wartość strumienia towarów na, do i z obszaru miejscowości - zazwyczaj oblicza się ilość pojazdów. W drugim stopniu określa się średnią wartość strumienia towarów do, z i w granicach rejonu przewozowego, wyznacza się wielkość oraz zasięg trasy w wyniku czego powstają plany tras dla przewoźników lokalnych i okrężnych w ramach każdego regionu. Z kolei w trzecim stopniu planowania określa się

dodatkową zdolność przewozową, a podstawę do obliczeń stanowią dane statystyczne wahań dziennych strumieni towarów płynących do, z i w granicach rejonu przewozowego.<sup>2</sup>

## 4. MIĘKKIE METODY PLANOWANIA TRANSPORTU

### 4.1. Wprowadzenie do miękkich metod planowania transportu

Patrzmy na dany problem transportowy jak na wędrownego sprzedawcę, który musi odwiedzić daną liczbę miejsc w możliwie jak najkrótszym czasie. W języku logistycznym proces będzie się nazywał marszrutą. Póki co, nie udało się znaleźć optymalnego rozwiązania problemu, które usatysfakcjonowało by wszystkich i pasowałoby do każdego problemu. Możemy jedynie sprawdzać kolejno wybrane trasy- marszruty i tak doszukiwać się najlepszego rozwiązania. Stworzono kilka rozwiązań, m. In. Algorytmy genetyczne, ewolucyjne, jednakże został odnaleziony algorytm, w którym można prawie idealnie a przynajmniej w miarę szybko wyznaczyć optymalną trasę dla przejazdu, jest to algorytm przeszukiwania lokalnego. Algorytm ten polega na usunięciu niektórych odcinków na trasie przejazdu w taki sposób aby za każdym razem otrzymać rozwiązanie przybliżające nas do optimum. Taka metoda ciągłej wymiany odcinków marszruty może być stosowana do każdego typu tras.

### 4.2. Charakterystyka miękkich metod obliczeniowych

**Programowanie dynamiczne** – Polega na budowaniu tablicy przechowującej najkrótsze trasy dla ograniczonych miast. Rozpoczynając od pustego zbioru

**Metody optymalizacji dyskretnej** - w tym przypadku przestrzeń rozwiązań przedstawiana jest jako  $m$ -wymiarowa hiperkostka, gdzie  $m$  to liczba krawędzi. Każdy wierzchołek w takiej kostce odpowiada pewnej trasie w grafie. Poprzez nakładanie liniowych ograniczeń na te przestrzeń można w znaczącym stopniu skrócić czas poszukiwania optymalnego rozwiązania.

**Algorytm genetyczny** - Każdą czynność można przedstawić w postaci zadania, z kolei jego rozwiązanie można rozumieć jako szukania możliwie „najlepszego” rozwiązania w danej przestrzeni. W zależności od wielkości przestrzeni używa się różnych metod rozwiązania danego problemu. W przypadku małych przestrzeni klasyczne metody takie jak: zwykle wystarczają. Większe przestrzenie wymagają zastosowania specjalistycznych metod sztucznej inteligencji, wśród których wyróżnić można algorytmy genetyczne.

**Algorytmy heurystyczne** – W informatyce metoda znajdowania rozwiązań, dla której nie ma gwarancji znalezienia rozwiązania optymalnego, a często nawet prawidłowego. Rozwiązań tych używa się np. wtedy, gdy pełny algorytm jest z przyczyn technicznych zbyt kosztowny lub gdy jest nieznany (np. przy przewidywaniu pogody lub przy wykrywaniu niektórych zagrożeń komputerowych, takich jak wirusy lub robaki).

## 5. SYSTEMY PLANOWANIA

Celem systemów planowania w firmach prowadzących działalność transportową jest optymalizacja działań, aby przewieźć jak najwięcej jak najmniejszą ilością zaangażowanych pojazdów, przy czym należy uwzględnić takie kryteria jak wymagania klientów, terminy itp.

Przedsiębiorstwa transportowe zarządzające większą ilością pojazdów zazwyczaj rezygnują z ręcznego planowania transportu i

<sup>1</sup> J. Tarkowski, B. Irestahl, K. Lumsden, Transport – Logistyka, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania w Poznaniu, Poznań 1995, s. 246 - 247.

<sup>2</sup> J. Tarkowski, B. Irestahl, K. Lumsden, Transport – Logistyka, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania w Poznaniu, Poznań 1995, s. 250 -251.

skupiają się na różnego rodzaju skomputeryzowanych systemach umożliwiających precyzyjne zaplanowanie transportu. Posługując się ręczną metodą planowani w firmach posiadających swoje oddziały w różnych regionach, planowanie operacyjne odbywa się w biurach regionalnych. Poszczególne oddziały przygotowują plany dla określonej ilości pojazdów w granicach określonych obszarów. Konieczne jest rozpisanie dostaw na odpowiednią ilość pojazdów, wskazanie właściwej kolejności odwiedzania poszczególnych adresatów oraz wyboru optymalnych tras przejazdów.

W planowaniu zadań transportowych mamy za zadanie rozpoznawanie sekwencji, która będzie traktowana, jako pewien proces dynamiczny. Obiekt w  $k$ -tym taktcie znajduje się w stanie  $Y_k$ , który należy do ilościowego przedziału  $y_k \in R_+$ . Stan obiektu  $Y_k$  nie podlega bezpośredniemu pomiarowi. Jest on wynikiem obserwacji aktualnego stanu systemu transportowego, a dokładniej pewnej trajektorii wcześniejszych pomiarów  $Y_{k-1}, Y_{k-2}, \dots, Y_{k-l}$ . Niech  $x_k \in X$  będzie  $d$ -wymiarowym wektorem zmiennych (cech), jakie zostały zmierzone w poprzednich taktach. Zmienne te podlegają rozmywaniu  $\tilde{T}_i$  zbiorami rozmytymi, gdzie [15-37]:

$$\tilde{T}_i = \{\tilde{T}_1, \tilde{T}_2, \tilde{T}_3, \dots, \tilde{T}_d\} \quad (1)$$

Zbiorem rozmytym  $T$  w pewnej (niepustej) przestrzeni  $X$ , co zapisujemy jako  $T \subseteq X$ , nazywamy zbiór par:

$$\tilde{T} = \{(x, \mu_{\tilde{T}}(x)); x \in X\} \quad (2)$$

gdzie:  $\mu_{\tilde{T}} : X \rightarrow [0,1]$  jest funkcją przynależności zbioru rozmytego  $\tilde{T}$ .

Funkcja ta każdemu elementowi  $x \in X$  przypisuje jego stopień przynależności do zbioru rozmytego  $\tilde{T}$ , przy czym można wyróżnić 3 przypadki:

- $\mu_{\tilde{T}}(x) = 1$  oznacza pełną przynależność do zbioru rozmytego  $\tilde{T}$ , tzn.  $x \in \tilde{T}$ ,
- $\mu_{\tilde{T}}(x) = 0$  oznacza brak przynależności elementu  $x$  do zbioru rozmytego  $\tilde{T}$ , tzn.  $x \notin \tilde{T}$ ,
- $0 < \mu_{\tilde{T}}(x) < 1$  oznacza częściową przynależność elementu  $x$  o

zbioru rozmytego  $\tilde{T}$ . W dalszych rozważaniach  $n$  oznaczać będzie  $n$ -tą regułę rozmytą:  $n = \{1, 2, \dots, N\}$

W analizowanym przypadku aktualny stan obiektu jest zależny od poprzednich stanów, czyli zastosowanego sterowania transportem.

Łączenie aktualnej obserwacji cech obiektu z poprzednim stanem jest pewnym uproszczeniem. Można oczywiście analizować wszystkie dotychczasowe stany obiektu, ale taka interpretacja może być trudna do uwzględnienia.

Podjęcie decyzji o planowanym stanie transportu (np. położenie środka transportu w momencie  $k+1$  jest uzależnione od pomiaru cech jego opisujących oraz wiedzy o związkach między kolejno występującymi pomiarami i cech transportu. Wiedza ta jest magazynowana w zbiorze uczącym  $S$ , który składa się z zestawu ciągów uczących:

$$S = \{S_1, S_2, S_3, \dots, S_L\} \quad (3)$$

Pojedynczy ciąg uczący można zapisać następująco:

$$S_k = (x_1, x_2, \dots, x_d, \bar{Y}), \quad (4)$$

Gdzie:  $S_k$  - oznacza obserwację stanu transportu w  $k$ -tym taktcie. W przypadku planowania transportu  $S_k$  jest pomiarem cech opisujących wielkość np. czas dostawy, współczynnik obsługi klienta, który można zapisać w szczegółowej formie

$$S_k = (t_k, \beta_k, \dots, \bar{Y}_k), \quad (5)$$

Gdzie:  $t$  - czas dostawy,  $\beta$  - współczynnik obsługi klienta,  $\bar{Y}$  - rzeczywista wartość zużycia zapasów.

Zadanie rozpoznawania sekwencyjnego będzie polegało na tym, że klasyfikator rozmyty w  $k$ -tym taktcie do podjęcia decyzji o prognozie transportu na następny okres wykorzysta informację w postaci poprzednich wielkości transportu, czasów dostawy, współczynników obsługi klienta i innych cech determinujących dostawy. Ostrą wartość parametrów transportu uzyskuje się w bloku wystrzania metodą środka ciężkości (ang. *center of gravity method* lub *center of area method*). Klasyfikator rozmyty ogólnie można zapisać w postaci:

$$\psi_{k+1}((x_k, \bar{Y}_k), (x_{k-1}, \bar{Y}_{k-1}), (x_{k-2}, \bar{Y}_{k-2}), S) = Y_{k+1} + /- \varepsilon \quad (6)$$

gdzie:

$$\varepsilon = \arg \left[ \int_{\bar{Y}_k} \frac{1}{2 \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\bar{Y}_k - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{Y}_i)^2}} \cdot \exp \left\{ \frac{\bar{Y}_k}{\frac{1}{k} \sqrt{\sum_{i=1}^k (\bar{Y}_k - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{Y}_i)^4}} \right\} d\bar{Y}_k \right] \quad (7)$$

jest współczynnikiem dostrajania.

## 6. MONITORING I NAWIGACJA

### 6.1. Monitoring i nawigacja w ujęciu ogólnym

Stosowane przez różnych producentów rozwiązania w zakresie łączności i transmisji informacji są bardzo cennymi narzędziami, ułatwiającymi organizację transportu oraz zwiększającymi jego efektywność i bezpieczeństwo. Jednak ich wykorzystanie na polskim rynku obecnie jest małe. Z pewnością dla niemal wszystkich przewoźników jest istotne monitorowanie parametrów pracy (zużycie paliwa, przebieg, prędkość, stan ładunku) i aktualnego położenia pojazdów. Monitorowanie przyczep i naczep jest na obecnym etapie rozwoju techniki dość drogie, ponieważ układ monitoringu wymaga długotrwałego zasilania. Po odłączeniu przyczepy lub naczepy od ciągnika jest niezbędne niezależne i trwałe źródło zasilania, czyli bateria. Z uwagi na budowę przyczep i naczep, trudne jest również ukrycie takiego modułu przed niepowołaną ingerencją i zabezpieczenie przed kradzieżą. Niezależny monitoring naczep jest obecnie wykorzystywany w dużych firmach transportowych, gdzie są często zamieniane ciągniki w zestawy, oraz przez wypożyczalnie naczep. Rozwiązania z wykorzystaniem systemów monitoringu ułatwiają prace dyspozytorów i spedytorów. Przykładowo, dzięki zamontowanemu w pojeździe urządzeniu monitorującemu z odbiornikiem GPS. Podstawowymi elementami systemu nawigacji są: odbiorniki sygnałów nadawanych przez satelity GPS oraz cyfrowa mapa terenu. Odbiornik GPS może w każdym punkcie na Ziemi odbierać sygnały z kilku satelitów. Na ich podstawie procesor systemu nawigacji oblicza współrzędne miejsca, w którym znajduje się odbiornik, czyli także pojazd. Im jest więcej satelitów w zasięgu odbioru, tym dokładniej można określić położenie pojazdu. Odbiornik GPS wyłącznie odbiera dane z satelitów i nie wysyła do nich żadnych informacji. Wykorzystując obliczone współrzędne, procesor

systemu nawigacji wyznacza na mapie w jego pamięci najbardziej prawdopodobne miejsce, w którym znajduje się pojazd. Początkowe położenie pojazdu jest zwykle wprowadzane do systemu przez kierowcę. Podaje on także kierunek jazdy.

## 6.2. Systemy nawigacji

GPS to system sieci satelitarnych, które umieszczone są w dokładnie wyznaczonych miejscach. Każda z satelitów wysyła sygnały, które mogą być odczytywane przez wszystkie odbiorniki GPS. Dzięki sygnałom tym możliwe jest odczytanie różnego rodzaju danych geograficznych za pomocą, których każdy użytkownik monitoringu GPS (monitoring GPS) może wyznaczyć swoją dokładną pozycję i określić ewentualną prędkość.<sup>3</sup>

Za początek nawigacji satelitarnej uważa się odkrycie w 1957 r. na Uniwersytecie Baltimore możliwości wykorzystywania sygnałów radiowych z satelity od precyzyjnego określenia położenia obiektów na Ziemi. Pierwszy działający system nawigacyjny powstał w 1964 r i nosił nazwę Transit-SATNAV i był wykorzystywany na potrzeby marynarki USA. Pomagały one ustalać pozycję okrętów.

GPS (Global Positioning System) jest tłumaczony jako Globalny System Pozycyjny, Globalny System Lokalizacyjny lub Globalny System Pozycjonowania. Jego podstawową funkcją jest zapewnienie możliwości wyznaczania położenia obiektów (nazywane niekiedy pozycjonowaniem) na całej powierzchni Ziemi i w jej bliskim otoczeniu.

System GPS jest własnością rządu USA. Ogólny nadzór nad GPS sprawuje Narodowy Komitet Wykonawczy i Biuro Koordynacyjne Kosmicznych Systemów Pozycjonowania, Nawigacji i Czasu. System ten został zbudowany i uruchomiony jako pierwszy, z przeznaczeniem dla celów wojskowych. Zapewniono dużą odporność nadawanego z satelitów sygnału na zagłuszenie i celowe zniekształcenia. Użytkownik systemu korzysta z odbiornika emitowanego przez satelity sygnałom, na podstawie których wyznaczane są: pozycja, prędkość i aktualny czas. Odbiornik nie nadaje żadnych własnych sygnałów radiowych [3].

## WNIOSKI

Przedstawiona praca dotyczy problematyki planowania transportu. Transport jest niezwykle ważną branżą, dotyczącą niemal wszystkich dziedzin działalności gospodarczej. W czasach gospodarki opartej na wiedzy i komputeryzacji sprawne i stosunkowo szybkie planowanie transportu jest możliwe jedynie przy wykorzystaniu szeroko rozbudowanych systemów informatycznych. Odpowiednie opracowanie i dostosowanie do specyfiki przedsiębiorstwa transportowego do wymagań rynku warunkuje skrócenie czasu transportu. Możliwość monitoringu i nawigacji ładunku na każdym etapie przewozu oraz zapewnienie bezpieczeństwa – są to czynniki, dzięki którym dane przedsiębiorstwo jest w stanie osiągnąć pozycję konkurencyjną, a jakość obsługi potencjalnego klienta jest na wysokim poziomie. Poprzez systemy służące do planowania można zniwelować, zminimalizować ewentualne przestoje, poprzez co towar może zostać dostarczony na czas. Firmy transportowe poprzez świadomy dobór oprogramowania i metod planowania transportu mogą wybrać najbardziej optymalne trasy przewozu.

## BIBLIOGRAFIA

1. Dorosiewicz S., *Koniunktura w transporcie. Badania i analiza wyników*, Wydawnictwo Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa 2006,
2. Mendyk E., *Ekonomika transportu*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Logistyki, Poznań 2009,
3. Narkiewicz J., *GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2007, s.20-21
4. Obłój K., *Strategia sukcesu firmy*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 1994,
5. Perenc J., *Podstawy myślenia i działania marketingowego w transporcie*, Wydawnictwo Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1995,
6. Pierścionek Z., *Źródła rynkowej przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw*, Przegląd Organizacji 2005, nr 10,
7. Popławska – Mszyca J., *Transport w gospodarce opartej na wiedzy*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2009,
8. Prochowski L., Żuchowski A., *Pojazdy samochodowe Technika transportu ładunków*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności Warszawa,
9. Romanowska M., *Strategia rozwoju i konkurencji*, Wydawnictwo Centrum Informacji Menedżera, Warszawa 1998,
10. Rydzikowski W., Wojewódzka-Król K., *Transport*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009,
11. Stajniak M., Hajdul M., Foltyński M., Krupa A., *Transport i spedycja*. Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistik, Poznań 2007, s. 94 – 95
12. Schaefer R., *Podstawy genetycznej optymalizacji globalnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2002.
13. Szewczuk A., *O strategiach działania wobec konkurencji na rynku transportowym*. Problemy Ekonomiki Transportu 1993, nr 3,
14. Szewczuk A., *Strategia firmy transportowej warunkiem do skutecznego działania*. W: Kierownik a współczesne problemy zarządzania firmą transportu samochodowego, Wydawnictwo PWE, Szczecin – Świnoujście 1994,
15. Tarkowski J, Irestahl B., Lumsden K., *Transport – Logistyka*, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania w Poznaniu, Poznań 1995,
16. Topolski M., *Komputerowe algorytmy rozpoznawania sekwencyjnego łączące teorię zbiorów rozmytych z teorią Dempstera-Shafera*. Rozprawa doktorska, PRE 01/2008, Politechnika Wroclawska, Wrocław 2008.
17. Borshchev A. Fillipov A.: *From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools* "The 22<sup>nd</sup> International Conference of the System Dynamics Society, 2004
18. Cieślak M., *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*, wydanie czwarte zmienione Wydawnictwo Naukowe PWN 2005
19. Topolska Katarzyna Mariusz Topolski: *Zastosowanie zbiorów rozmytych w planowaniu zapasów w łańcuchu dostaw*. Logistyka i Transport 2009. S. 169
20. Topolska Katarzyna Mariusz Topolski: *Inteligentne systemy wieloagentowe w analizie zagrożeń wypadków komunikacyjnych*. Logistyka Współczesne wyzwania. Wydawnictwo PWSZ. 2011 s. 175
21. Topolska Katarzyna, Mariusz Topolski: *Optymalizacja i niezawodność inteligentnych systemów sterowania ruchem drogowym*. Problemy Eksploatacji Instytut Technologii Eksploatacji. PIB.
22. Topolska Katarzyna, Walkowiak Wojciech W, Topolski Mariusz: *Metoda analizy spójności wyników pomiarów z wykorzystaniem teorii ewidencji matematycznej i analizy skupień*. Journal of KONES. 2007 vol. 14, nr 2, s. 521-528, 2 rys., 3 tab., bibliogr. 6 poz., Summ.

<sup>3</sup> <http://monitoring-gps.autoakcesoria.net/>

23. Topolska Katarzyna, Walkowiak Wojciech W, Topolski Mariusz: The Validation Methods of Durability of Ceramic Coating Under Laboratory Conditions. *Journal of KONES*. 2006 vol. 13, nr 4, s. 413-420, 1 rys., bibliogr. 8 poz., Summ
24. Topolski Mariusz: Dynamiczna kontrola trwałości rozrusznika serca.W: Niekonwencjonalne metody oceny trwałości i niezawodności. XXXIV Zimowa Szkoła Niezawodności, Szczyrk, [8-14 stycznia] 2006. Radom : Wydaw. Instytutu Technologii Eksploatacji, [2006]. s. 342-351, 2 rys., 5 tab., bibliogr. 9 poz
25. Topolska Katarzyna Mariusz Topolski: Inteligentne systemy wieloagentowe w analizie zagrożeń wypadków komunikacyjnych. *Logistyka Współczesne wyzwania*. Wydawnictwo PWSZ. 2011 s. 175
26. Topolska Katarzyna, Walkowiak Wojciech W, Topolski Mariusz: Metoda analizy spójności wyników pomiarów z wykorzystaniem teorii ewidencji matematycznej i analizy skupień. *Journal of KONES*. 2007 vol. 14, nr 2, s. 521-528, 2 rys., 3 tab., bibliogr. 6 poz., Summ.
27. Topolska K, Topolski M., Capabilities for development an ITS system in the city of Wrocław, *Transport System Telematic*, Volume 8, Issue 4, 29-32, November 2015
28. Bujak A., Topolski M., Miller R.K. *Telematics as a tool of efficient supply chain management*. *Transport System Telematic*, Volume 8, Issue 2, 8-12, November 2015
29. Topolska K., Topolski M., Janicki M., Kolanek C., *Using Computer Methods to Identify the Factors Affecting the Management of an Urban Parking Lot*. *Business Challenges in the Changing Economic Landscape – Vol 2. Proceeding of the 14<sup>th</sup> Eurasia Business and Economics Society Conference*, Springer 2016
30. Bujak A., Kobyłt A., Topolska K., Topolski M., *Inteligentne rozwiązanie sterowania ruchem drogowym w logistyce miasta*. *Logistyka* 5/2014
31. Bujak A., Topolska K., Topolski M., *Inteligentne rozwiązanie sterowania ruchem drogowym w logistyce miasta*. *Logistyka* 5/2014
32. Bujak A., Topolski M., *Concept of a Telematics System Model in Crisis Management*. *Tools of Transport Telematics, 15<sup>th</sup> International Conference on Transport Systems Telematics, TSN 2015*, Wrocław, Poland April 15-17, Springer 2016
33. Topolska K., *Ograniczenie gospodarki magazynowej i funkcjonowanie magazynu w przedsiębiorstwie produkcyjnym*, *tts* 12/2015
34. Topolski M., *Komputerowy model rozmytego klasyfikatora Bayesa w ocenie rentowności produkcji*. *Logistyka* 6/2014
35. Topolska K., *Modelowanie cyklu produkcyjnego przyżyciu techniki mapowania procesu*. *Logistyka* 6/2014
36. Topolski M., Topolska K., *Komputerowe algorytmy wspomagające planowanie sprzedaży w przedsiębiorstwach produkcyjnych*, *Logistyka* 6/2014
37. Topolska K., Topolski M., *Ude of mergers and genetic fuzzy classifiers in the task of cotnrollingtraffic light* ., *Logistyka* 6/2014
38. Wooldridge M., *Reasoning about Rational Agents*. The Mit Press, 2000

Autor:

Dr inż. **Mariusz Topolski** – Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu, Instytut Logistyki,

adres e-mail katarzyna.topolska@wsb.wroclaw.pl.