

Marianna Jacyna¹, Dawid Turkowski²
 Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

Wybrane aspekty wielokryterialnej oceny doboru środków transportowych w systemach dystrybucji pojazdów

1. WPROWADZENIE

Pojęcie dystrybucji ma swoje zastosowanie w wielu branżach. Jednym z obszarów badań dystrybucji jest dystrybucja pojazdów. Branża samochodowa dzieli się na dwa segmenty: niezależny (Independent Aftermarket – IAM) i koncernów samochodowych (Vehicle Manufacturers – VM). Pierwszy segment tworzą producenci części samochodowych i urządzeń warsztatowych, ich dystrybutorzy oraz niezależne warsztaty, natomiast drugi segment tworzą koncerny samochodowe wraz z firmami powiązаныmi, jak np. dealerzy samochodowi. Problematyka zagadnienia systemu dystrybucji pojazdów opiera się na funkcjonowaniu segmentu drugiego.

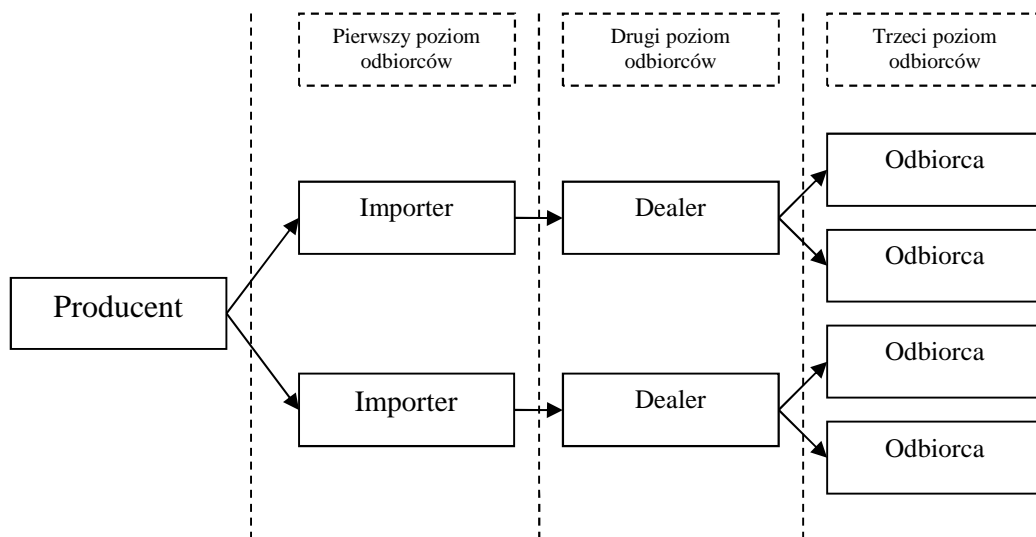
Bez względu na lokalizację zakładów produkcyjnych cechą charakterystyczną branży motoryzacyjnej jest potrzeba dystrybucji i transportu wyprodukowanych pojazdów od producenta do odbiorcy. Realia branży i rynku powodują, iż pomiędzy pierwszym a ostatnim podmiotem muszą istnieć podmioty pośrednie, bez których nie udałoby się prawidłowo wykonać tegoż procesu. Dlatego też podstawowymi ogniwami zidentyfikowanymi w systemie dystrybucji pojazdów są: producent, importer, dealer oraz odbiorca (rys. 1).

Producenci pojazdów – produkują pojazdy o zadanych parametrach technicznych.

Importerzy – przedstawiciele producentów danych marek pojazdów w kraju, w ich imieniu dokonują sprzedaży pojazdów do sieci dealerskiej.

Dealerzy – podmioty, które zaopatrując się od importerów dokonują bezpośredniej sprzedaży do Odbiorców.

Odbiorcy – nabywcy docelowi, użytkownicy pojazdów.



Rys. 1. Struktura systemu dystrybucji pojazdów w relacji producent – odbiorca

Źródło: opracowanie własne.

W systemach dystrybucji pojazdów, bez względu na to, ilu występuje pośredników na drodze przepływu wyrobu gotowego od producenta do finalnego odbiorcy zawsze mamy do czynienia

¹ maja@wt.pw.edu.pl

² d.turkowski@gmail.com

z wielopoziomową strukturą. Nie ma sytuacji, by producent bezpośrednio sprzedawał pojazdy użytkownikom. Mogą zdarzyć się, że niektóre poziomy mogą być pominięte, np. dealerzy. W takiej sytuacji importerzy dokonują sprzedaży bezpośrednio do odbiorców.

2. METODY WIELOKRYTERIALNE WSPOMAGANIA PODEJMOWANIA DECYZJI W LITERATURZE

W rozpatrywanych problemach decyzyjnych w obszarze dystrybucji, w celu podjęcia decyzji, decydenci kierują się nie jednym, ale wieloma kryteriami. Problemy poddawane analizie i rozwiązywaniu, które uwzględniają wiele punktów widzenia, czyli kryteriów oceny, nazywane są problemami wielokryterialnymi.

Formalnie wielokryterialny problem decyzyjny jest sytuacją, w której mając zdefiniowany zbiór działań (decyzji) i spójną rodzinę kryteriów, decydent dąży do określenia podzbioru działań uważanych za najlepsze względem rozważanej rodziny kryteriów (problem wyboru), podziału zbioru działań na podzbiory zgodnie z pewnymi normami (problem sortowania), uszeregowania zbioru działań od najlepszych do najgorszych (problem szeregowania lub rankingu).

Zbiór rozwiązań określa się jako zbiór wariantów (decyzji, kandydatów, czynności), które mają być poddane analizie i ocenie w trakcie procedury decyzyjnej. Zbiory rozwiązań mogą być zdefiniowane w sposób:

- bezpośredni, przez wymienienie wszystkich jego elementów (gdy zbiór jest skończony i dostatecznie mały),
- pośredni, przez określenie właściwości charakteryzujących elementy zbioru lub warunków go ograniczających (gdy jest nieskończony lub skończony ale bardzo liczny).
- Przez rodzinę kryteriów rozumie się taki zbiór kryteriów, który powinien spełniać wymagania:
- wyczerpywalności oceny, polegające na uwzględnieniu wszystkich możliwych aspektów rozważanego problemu,
- spójności oceny, polegające na właściwym kształtowaniu przez każde kryterium globalnych preferencji decydenta,
- nieredundancji kryteriów – niepowtarzalności zakresu znaczeniowych kryteriów.

Metody wielokryterialne, ze względu na wykorzystanie funkcji użyteczności i relacje przewyższania, dzielone są na trzy grupy:

- metody wieloatrybutowej teorii użyteczności, jako metoda syntezy pojedynczego kryterium z pominięciem nieporównywalności,
- metody oparte na relacji przewyższania z uwzględnieniem nieporównywalności,
- metody interaktywne, zwane również dialogowymi ocenami lokalnymi [5].

Metoda *wieloatrybutowej użyteczności* jest sposobem łączenia wielu różnych kryteriów w jedną funkcję użyteczności, którą następnie poddaje się optymalizowaniu. W jednej globalnej funkcji ujętych jest wiele kryteriów. Cechą charakterystyczną metody jest porównywalność wszystkich wariantów danego problemu. Sposób ten jest także nazywany podejściem „od góry do dołu” lub „od ogółu do szczegółu”. Polega on na podziale modelu rozpatrywanego zagadnienia na prostsze części, gdzie z kolei na rozpatrzeniu poszczególnych wariantów decyzji pod kątem pojedynczych atrybutów, jak również agregacji uzyskanej informacji. Metody wieloatrybutowej użyteczności charakteryzuje własność kompensacji, związana z koncepcją kompromisu (możliwość poprawy wyniku wariantu decyzji pogarszającego skutek uzyskania niższej oceny ze względu na określone atrybuty).

Metoda oparta na relacji *przewyższania* charakteryzuje się dopuszczaniem występowania nieporównywalnych wariantów, gdzie nie jest możliwe wskazanie, który z rozpatrywanych wariantów jest lepszy. Buduje się binarną relację na zbiorze wariantów przy określonych założeniach, np. dostępności informacji dotyczących preferencji decydenta czy jakości ocen poszczególnych wariantów, co w konsekwencji daje odpowiedź, że wybrany wariant jest co najmniej tak dobry jak inny, przy jednoczesnym braku argumentów na odrzucenie któregośkolwiek z wariantów.

Metody *dialogowe* polegają na prowadzeniu pewnego rodzaju dialogu z decydem przy przechodzeniu pomiędzy fazami obliczeniowymi a podejmowaniem decyzji. Decydent aktywnie uczestniczy

w poszczególnych etapach, co powoduje klarowne zdefiniowanie jego preferencji, większą elastyczność przy określaniu preferencji oraz wzbudza zaufanie do osiągniętych wyników.

Systemy dystrybucyjne (transportowe) optymalizowane są ze względu na różne kryteria. Kryteriami, dla których najczęściej formułuje i rozwiązuje się takie zadania są kryterium kosztów, kosztów średnich, kosztów krańcowych, czasu, wielkości pracy przewozowej, inne przyjęte przy rozwiązywaniu szczególnego problemu.

M. Jacyna [5] proponuje wielokryterialną metodę oceny rozłożenia potoku ruchu MAJA. Metoda polega na wykorzystaniu szczegółowych ocen wariantów rozłożenia potoku ruchu i uwzględnieniu współczynników względnej ważności kryteriów cząstkowych. Rozwiązanie sprowadza się do obliczenia wskaźników zgodności i niezgodności ocen kryteriów oraz wykorzystania relacji dominacji w celu określenia niezdominowanego wariantu w postawionym zadaniu. Takie postępowanie pozwala na wybór najlepszego wariantu, w tym przypadku rozłożenia potoku ruchu.

T. Ambroziak [1] przy analizowaniu obsługi transportowej rejonu formułuje zadanie optymalizacyjne wyznaczające trasy dostaw ładunków oraz przyporządkowuje trasom środki transportowe realizujące dostawy. W rozpatrywaniu postawionego konkretnego problemu decyzyjnego Autor założył przeszukiwanie przestrzeni rozwiązań. Proponowany algorytm optymalizuje zarówno dobór tras, jak i pojazdów, czyli dobiera pojazdy do projektowanej trasy w ten sposób, by koszt jednostkowej pracy przewozowej był jak najniższy.

Innym przykładem formalnego formułowania zadania optymalizacyjnego jest definiowanie systemu obsługi technicznej dla przedsiębiorstwa transportowego, w którym eksploatowany jest dany zbiór środków technicznych, zaprezentowane przez D. Pyzę i J. Poznańskiego [3]. Celem analizowanego systemu jest realizacja różnych rodzajów obsług dokonywanych na określonym zbiorze typów środków transportowych mających za zadanie utrzymanie środków transportowych w gotowości technicznej do realizacji zadań. Autorzy zaprezentowali propozycję zapisu i rozwiązania zadania optymalizacyjnego spełniającego warunki programowania matematycznego nieliniowego całkowitoliczbowego, do którego zastosowano komercyjne narzędzie obliczeniowe Lingo.

Środki transportowe, dedykowane zarówno do przewozu osób, jak i ładunków, charakteryzują się pewnymi specyfikacjami technicznymi. Dane te są elementami charakteryzującymi środki transportowe, które mają znaczenie dla realizacji transportu oraz bezpośredni wpływ na koszty realizacji przewozu. Wybrane elementy specyfikacji technicznej pojazdów zostaną poddane analizie mającej na celu spojrzenie na środek transportowy z wielu punktów widzenia, tym samym przeanalizowanie wielokryterialną oceną oraz uszeregowanie środków transportowych.

M. Stajniak w [4] zwraca uwagę na problemy, jakie można zidentyfikować w dystrybucji towarów. Szczególną uwagę zwraca na problemy:

- zarządzania,
- odpowiedniego doboru środków transportowych do zadań,
- problemem dysponowania taboru dla potrzeb realizacji zadań przewozowych powierzonych przedsiębiorstwu transportowemu.

J. Żak w [6] rozpatruje problem wyboru nowego taboru, gdzie analizie poddaje specyfikację techniczną środków transportowych jako wielokryterialną ocenę, szeregowanie i ostateczny wybór środka transportowego dedykowanego do obsługi pasażerów na dalekich trasach autobusowych. Przed przystąpieniem do rozważań nad doбором konkretnego środka transportowego zostały sformułowane zestawy wymogów w zakresie wyposażenia oraz parametrów nowych autobusów turystycznych. Znalazły się tu takie elementy jak wymiary środka transportowego, liczba miejsc siedzących, prędkość maksymalna, rodzaj skrzyni biegów i sprzęgła, układ kierowniczy, elementy wyposażenia mające wpływ na komfort pracy kierowcy, jak i pasażerów. Do zbioru kryteriów oceny przyjęto składniki: cena pojazdu, koszty eksploatacyjne, wygoda podróży, bezpieczeństwo podróży, niezawodność pojazdu, trwałość pojazdu, długość gwarancji, dostępność serwisu, dynamika i nowoczesność pojazdu. Metodą ankietową uzyskano zagregowane oceny wagi poszczególnych kryteriów. Autor dokonał przeglądu i oceny dostępnych wielokryterialnych narzędzi wspomaganie decyzji dających wynik uszeregowanych pojazdów. Dokonał stosownych obliczeń korzystając z metody opartej na relacji przewyższania Electre oraz metody opartej na wieloatrybutowej teorii użyteczności (AHP). Autor proponuje nadanie kryteriom wag (zgodnie z adaptacją

procedury AHP) wyrażonych w skali, gdzie każde kryterium zostało sklasyfikowane przez decydenta jako: jednakowo ważne elementy, niewielka przewaga jednego elementu nad drugim, umiarkowana / wyraźna / silna / więcej niż silna / bardzo silna przewaga jednego elementu nad drugim. Kolejnymi krokami obliczeniowymi jest postępowanie zgodnie z procedurami przyjętych metod obliczeniowych w celu uzyskania wyników porządkowania końcowego od najbardziej preferowanego wariantu po warianty, które należy odrzucić. W przeprowadzonej analizie Autor wskazuje na niejednoznaczność uzyskanych wyników wybranymi metodami. Rozwiązania uzyskane przyjętymi metodami nie wykazały tego samego wariantu jako najlepszego. By wyłonić faworyta zdecydowano się na kolejne obliczenie, tj. weryfikację wag przypisanych przez decydentów i przeprowadzenie obliczeń ponownie na mniejszej liczbie wariantów (wybierając kilka najczęściej pojawiających się w pierwszym kroku obliczeniowym). Takie podejście pozwoliło na wybranie ostatecznie najlepszego wariantu.

W przeanalizowanej literaturze przedmiotu można znaleźć różnorodność metod i narzędzi pozwalających rozwiązywać problemy transportowe, głównie przydział czy też dobór pojazdów do zadań transportowych z wykorzystaniem wielokryterialnych metod wspomaganie decyzji. W większości przypadków rozważane zagadnienia odnoszą się do konkretnych sytuacji opisujących konkretne systemy transportowe, a zaproponowane procedury są przydatne w ściśle określonych warunkach. W opracowaniach brakuje analizy problemu doboru środków do zadań z uwzględnieniem opisu cech, jakimi powinny charakteryzować się środki transportowe oraz kryteriów wg jakich powinny być dobierane do realizacji konkretnych zadań.

Problemy decyzyjne, które rozwiązują przedsiębiorcy działający na rynku dystrybucyjnym, są najczęściej złożone i wymagają analizy wielu obszarów, nadając im charakter wielokryterialny. Wśród zastosowań transportowych niewiele jest algorytmów uniwersalnych, które mogą w całości być zastosowane do rozwiązywania zagadnień z dziedziny transportu. Wśród zastosowań transportowych niewiele jest również przypadków rozwiązywania problemów klasy wielokryterialnego szeregowania wariantów.

Danymi wyjściowymi do wielokryterialnej oceny (docelowo budowaniu rankingu) są obiekty i ich cechy, które poddane zostaną ocenie. Cechy te charakteryzują się tym, że nie są w żaden sposób porównywalne, tzn. nie mają tego samego rzędu wielkości czy jednostki, dlatego niezbędne jest przeprowadzenie stosownych zabiegów mających na celu uzyskanie możliwości porównywania. Ważne jest natomiast podzielenie zmiennych diagnostycznych (przyjęte do oceniania) na podzbiory, określane mianem: *stymulanta, destymulanta, nominanta*.

Przy identyfikacji zbioru zmiennych diagnostycznych mogą wystąpić jednocześnie stymulanty, destymulanty oraz nominanty. Jeśli założy się, że dalsze kroki obliczeniowe są realizowane na stymulantach, przy pomocy odpowiednich operacji obliczeniowych destymulanty i nominanty sprowadza się do postaci stymulant poprzez dokonanie przekształcenia ilorazowego. Przytoczono tylko niektóre przekształcenia ilorazowe szerzej opisane w pozycjach literaturze przedmiotu:

- rozstęp zmiennej (unitaryzacja):

$$f(r, k) = \frac{o(r, k)}{\max_{r \in R} \{o(r, k)\} - \min_{r \in R} \{o(r, k)\}}, \quad \max_{r \in R} \{o(r, k)\} > \min_{r \in R} \{o(r, k)\} \quad (1)$$

$$f(r, k) = \frac{o(r, k) - \min_{r \in R} \{o(r, k)\}}{\max_{r \in R} \{o(r, k)\} - \min_{r \in R} \{o(r, k)\}}, \quad \max_{r \in R} \{o(r, k)\} > \min_{r \in R} \{o(r, k)\} \quad (2)$$

gdzie:

$f(r, k)$ – wartości kryteriów oceny r - tego wariantu względem k - tego kryterium;

$o(r, k)$ – ocena r - tego wariantu względem k - tego kryterium.

- maksymalna bądź minimalna wartość zmiennej:

$$f(r, k) = \frac{o(r, k)}{\max_{r \in R} \{o(r, k)\}}, \quad \text{dla } o(r, k) \neq 0 \quad (3)$$

$$f(r, k) = \frac{\min_{r \in R} \{o(r, k)\}}{o(r, k)}, \quad \text{dla } o(r, k) \neq 0 \quad (4)$$

Jednym ze sposobów na porządkowanie obiektów opisanych przez wiele cech jest ogólnie nazywane *porządkowanie liniowe* z uwzględnieniem dwóch podstawowych przekształceń:

- *Unitaryzacji*, wg wzorów (1) oraz (2),
- *Normalizacji* wg wzorów (3) oraz (4).

3. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU BADAWCZEGO

3.1. Założenia ogólne

W badanym obszarze przyjmuje się następujące założenia:

- przepływ pojazdów w systemie dystrybucji następuje dokładnie we wskazanej kolejności: producent – importer – dealer – odbiorca,
- przepływ pojazdów w systemie jest znany i z góry określony,
- znana jest liczba producentów pojazdów a zakłady produkcyjne mogą znajdować się w różnych lokalizacjach (np. krajach lub kontynentach),
- producenci bezpośrednio od importerów otrzymują zamówienia na poszczególne pojazdy, w określonej specyfikacji technicznej,
- odbiorca nie może zamówić pojazdu bezpośrednio u producenta, z pominięciem pozostałych ogniw łańcucha.

Specyfika analizowanego problemu badawczego polega na doborze dla odbiorcy odpowiedniego pojazdu (środka transportowego), który ma realizować określone zadania przewozowe. Odbiorca ma możliwość zamówienia każdego pojazdu będącego w sprzedaży na danym rynku (będącego w ofercie lokalnego importera). Zakupu tego dokonuje u dealera wybranej marki, po określeniu swoich wymagań. Przed dokonaniem wyboru odpowiedniego środka transportowego użytkownik musi dokonać także pewnych założeń:

- określić rodzaj realizowanego zadania przewozowego,
- określić czas, przez który zamierza użytkować pojazd,
- określić stopień zużycia danego pojazdu, tzn. określić średni roczny przebieg pojazdu, który zostanie wykonany w trakcie realizowania zadań przewozowych.

Na potrzeby badań założono również, że odbiorca zgłasza się do dealera, który ma w ofercie środki transportowe wszystkich importerów działających na danym rynku i określa wymogi, jakie w jego ocenie środek transportowy powinien spełniać, by w pełni zaspokoić jego potrzebę przewozową. Użytkownik konfigurując środek transportowy określi parametry techniczno – technologiczne, którymi powinien się charakteryzować, tj.:

- kubaturę przestrzeni ładunkowej,
- ładowność,
- dopuszczalną masę całkowitą,
- rodzaj paliwa zasilającego,
- normę emisji spalin,
- średnie zużycie paliwa na 100 km.

Celem działania systemu dystrybucji pojazdów jest dostarczenie potencjalnym odbiorcom instytucjonalnym lub indywidualnym środków transportu do realizowanych przez nich zadań przewozowych. Niezbędne zatem jest, aby system dystrybucji pojazdów posiadał zdefiniowaną strukturę,

ustalone charakterystyki jej elementów, zadaną wielkość zadań oraz organizację dostarczania pojazdów dla odbiorców.

3.2. Wskaźniki wielokryterialnej oceny

Ważnym aspektem wielokryterialnej oceny doboru środków do zadań w systemach dystrybucji pojazdów jest ustalenie zasadniczych wskaźników prowadzenia takiej oceny. Na potrzeby badań jako cząstkowe wskaźniki oceny zaproponowano:

- wartość niektórych kosztów,
- czas realizacji usługi transportowej,
- maksymalizację średniego dobowego czasu pracy środków transportu,
- maksymalizację wykorzystania środków transportu.

Jeden ze zidentyfikowanych kosztów to amortyzacja jako koszt wynikający z utraty wartości s - tego środka transportowego w czasie $t(s)$ wraz z przebiegiem rocznym $d(s)$ osiąganym w czasie realizacji powierzonych zadań transportowych. Koszt amortyzacji jest liczony zgodnie z zależnością:

$$KTA^s(d(s), t(s)) = \frac{C^z(s) - RV^b(d^b(s), t^b(s)) \cdot RVC(d(s), t(s))}{m^b(s)} \quad (5)$$

gdzie:

- $KTA^s(d(s), t(s))$ – koszt amortyzacji s - tego środka transportowego uwzględniającego roczny przebieg i czas realizacji usługi w *pln/km*,
- $C^z(s)$ – koszt zakupu s - tego środka transportowego,
- $RV^b(d^b(s), t^b(s)) \cdot RVC(d(s), t(s))$ – wartość odsprzedaży środka transportowego po realizacji zadania transportowego,
- $m^b(s)$ – przebieg całkowity s - tego środka transportowego.

Koszt obsługi ogumienia w *pln/km* zapisano wzorem:

$$KTO^s(m(s), t(s)) = \frac{(2sc \cdot \beta_4(tis) + \beta_5(ris) \cdot (\beta_1(tis) + \beta_2(tis)) + 2\beta_3(ris) \cdot ns)}{2m(s)} \quad (6)$$

gdzie:

- $\beta_1(tis)$ – koszt zakupu opony letniej w rozmiarze tis ,
- $\beta_2(tis)$ – koszt zakupu opony zimowej w rozmiarze tis ,
- $\beta_4(tis)$ – koszt wymiany jednej opony w rozmiarze tis ,
- sc – liczba opon obsługiwana jednocześnie w serwisie,
- $\beta_5(ris)$ – liczba zakupywanych opon,
- $\beta_3(ris, s)$ – koszt przechowywania jednego kompletu opon przez jeden sezon,
- ns – ustalona liczba okresów wymiany opon,
- $m(s)$ – przebieg całkowity s - tego środka transportowego.

Wskaźnik średniego dobowego czasu pracy należy analizować razem ze wskaźnikiem wykorzystania środków transportu. Wysoka wartość wskaźnika średniego dobowego czasu pracy może rekompensować straty wynikające z niskiego wskaźnika wykorzystania środków transportu. Wskaźnik zapisano wzorem:

$$t^1(s) = \frac{tg(s)}{dp(s)} \quad (7)$$

gdzie:

$tg(s)$ – czas pracy w godzinach s - tego środka transportowego,

$dp(s)$ – liczba dni pracy s - tego środka transportowego.

Wskaźnik określany jako *maksymalizacja wykorzystania środków transportu* – jest to wskaźnik obliczany jako iloraz dni pracy środków transportu (zaangażowania w realizację zadań przewozowych) oraz dni pozostających w dyspozycji. Wskaźnik zapisano wzorem:

$$t^2(s) = \frac{dp(s)}{30t(s)} \quad (8)$$

gdzie:

$dp(s)$ – liczba dni pracy s - tego środka transportowego,

$t(s)$ – czas posiadania w dyspozycji s - tego środka transportowego w miesiącach.

3.3. Wektor oczekiwań odbiorców pojazdów w systemach dystrybucji

W systemach dystrybucji pojazdów w ocenie środków transportowych przez użytkowników są oczekiwania odbiorców zarówno co do kosztów eksploatacyjnych ponoszonych podczas realizowania usługi transportowej jak również kosztu związanego z utrzymaniem w gotowości technicznej i jakością środków transportowych.

Na potrzeby badań zdefiniowano wektor oczekiwań odbiorcy. Elementami wektora oczekiwań są wcześniej zdefiniowane parametry techniczne pojazdów. Wektor określony przez użytkownika jest postaci:

$$\mathbf{q}(s) = [q1(u, s), t(s), d(s), \mathbf{qts}(s)] \quad (9)$$

gdzie:

$\mathbf{q}(s)$ – wektor oczekiwań odbiorcy co do środków transportowych,

$q1(u, s)$ – interpretowana jako u - tego rodzaju usługa realizowana przez s - ty środek transportowy,

$t(s)$ – zakładany czas realizacji usługi przez s - ty środek transportowy,

$d(s)$ – zakładany roczny przebieg s - tego środka transportowego pokonywany w trakcie realizacji usługi,

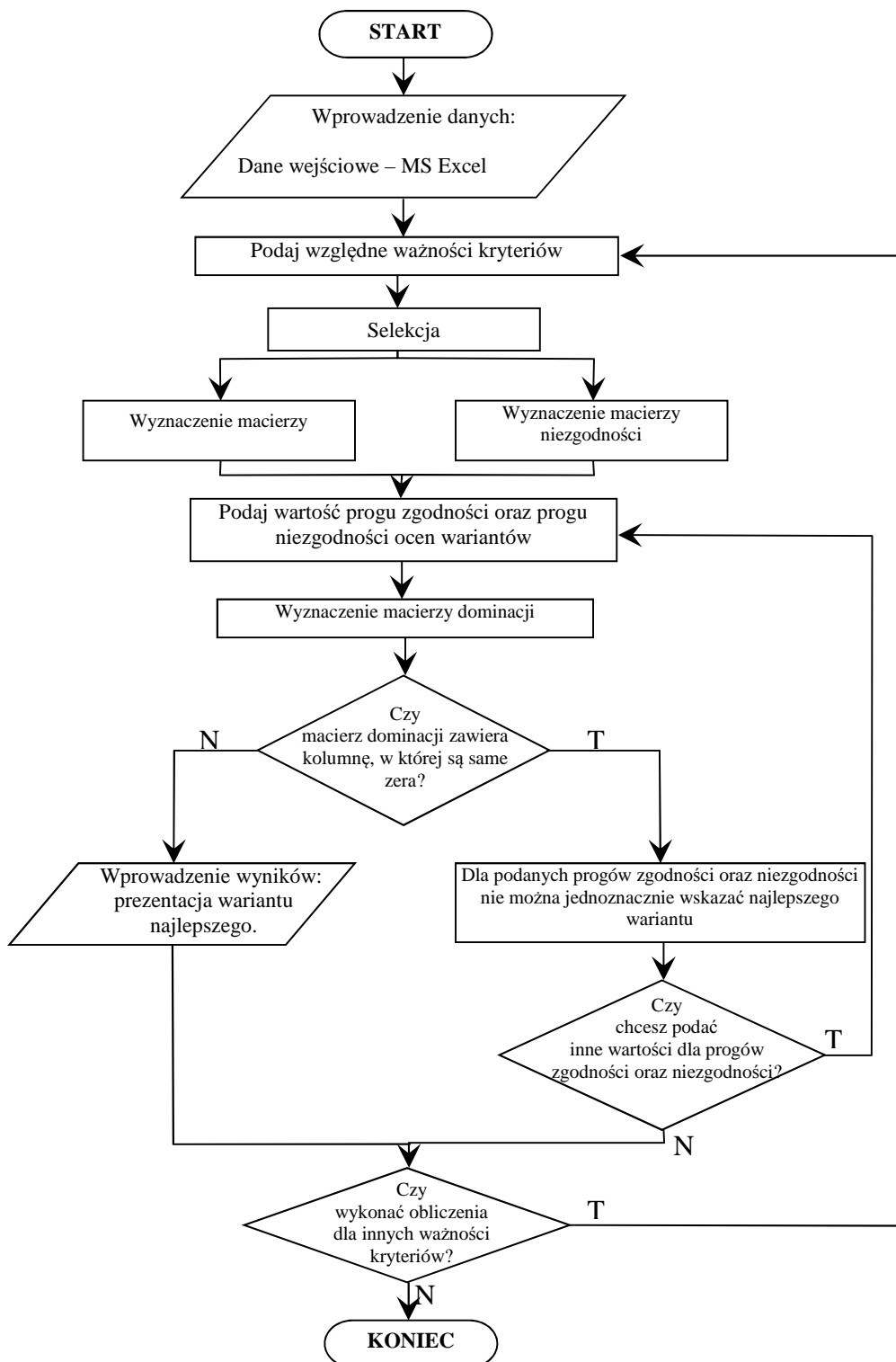
$\mathbf{qts}(s)$ – wektor ts - tych danych technicznych s - tego środka transportowego.

4. ALGORYTM METODY

Numeryczny aspekt proponowanej metody sprowadza się do:

- zdefiniowania struktury systemu dystrybucji pojazdów,
- zdefiniowania potrzeb odbiorców instytucjonalnych i indywidualnych,
- zdefiniowania wektora oczekiwań odbiorców pojazdów,
- zdefiniowania wskaźników oceny poszczególnych wariantów doboru środków do zadań dla ustalonego systemu dystrybucji pojazdów,
- wyznaczenia wartości poszczególnych wskaźników oceny,

- obliczenia tzw. wskaźników zgodności oraz niezgodności ocen wariantów – zapisu odpowiednio macierzy zgodności i niezgodności,
- budowy macierzy oraz grafu dominacji,
- uszeregowanie wariantów doboru wariantów doboru środków do zadań dla ustalonego systemu dystrybucji od najlepszego do najgorszego.



Rys. 2. Algorytm metody wielokryterialnej oceny doboru środków transportowych

Źródło: opracowanie własne.

Algorytm opisanej wielokryterialnej metody oceny doboru środków do zadań w systemie dystrybucji pojazdów w postaci blokowej został przedstawiony na rys. 2. W proponowanym podejściu możliwe jest wykonywanie obliczeń dla różnych ważności kryteriów cząstkowych oraz dla różnych wartości progów zgodności oraz niezgodności ocen.

Przyjęto opracowanie metody na etapie podejmowania decyzji przez odbiorcę co do wyboru środków transportowych. Opracowanie algorytmu i implementacja w postaci aplikacji komputerowej umożliwia zaproponowanie odbiorcy wariantów rozwiązań względem przyjętych kryteriów (wektor oczekiwań odbiorcy).

WNIOSKI

Zaproponowana metoda wielokryterialnej oceny doboru środków transportowych do zadań jest metodą uniwersalną. Wykorzystanie w pełni metody może być realizowane we wszystkich obszarach, gdzie użytkownik (decydent) staje przed dylematem doboru środków do zadań, a gdzie liczba potencjalnych środków jest na tyle duża by dokonać tego wyboru w sposób racjonalny ze względu na swoje oczekiwania.

Metoda jest narzędziem dla decydentów (odbiorców, użytkowników środków transportowych), przedsiębiorstw transportowych, jak i operatorów logistycznych, którzy po określeniu swoich oczekiwań otrzymają propozycje środków, ocenionych zgodnie z zadanymi wymaganiami i określonych estymowanych kosztach realizacji zadania transportowego. Ponadto, zaproponowana metoda, adresowana jest do przedstawicieli doradców sprzedaży środków transportowych, którzy w sposób usystematyzowany, poparty odpowiednimi argumentami liczbowymi będą w stanie doradzić użytkownikom optymalny wybór środka transportowego, uwzględniając przede wszystkim oczekiwania tych użytkowników.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wybrane aspekty wielokryterialnej oceny doboru środków transportowych w systemach dystrybucji pojazdów. Przedstawiono jak zbudowany jest system dystrybucji pojazdów oraz przytoczono niektóre publikacje, zajmujące się problemem dystrybucji. Analiza procesu w systemie dystrybucji to nie tylko analiza samego procesu dystrybucji, kosztów jej realizacji lub optymalizacji procesu ale przede wszystkim możliwości dostarczenia oczekiwanych pojazdów do użytkowników i sama wielokryterialna ocena środków transportowych.

Słowa kluczowe: system dystrybucji, wielokryterialna ocena, środek transportowy.

Some aspects of evaluation multi – criteria selection of vehicles in distribution systems

Abstract

This paper is about some aspects multi-criteria evaluation of the selection of vehicles in distribution systems of vehicles. There is presented system, how it is built vehicle distribution and presented some publications dealing with the problem of distribution. Analysis of the process in the distribution system is not only the analysis of the distribution process, the costs of its implementation or optimization process but most of all opportunities to deliver the expected vehicles to the users and the same multi-criteria evaluation of the vehicles.

Key words: distribution system, multi – criteria evaluation, vehicle distribution

LITERATURA

- [1] Ambroziak T.: Optymalizacja tras dostaw oraz dobór optymalnych środków transportowych. Systemy Logistyczne Teoria i Praktyka, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
- [2] Ambroziak T., Żak J.: Metoda wyznaczania optymalnej liczby środków transportowych dla realizacji określonego zadania transportowego. Politechnika Śląska Zeszyty Naukowe nr 1621, 2004.
- [3] Belton V., Stewart T.: Multiple Criteria Decision Analysis. An Integrated Approach, Kluwer Academic Publishers 2001.
- [4] Ben-Ayed O.: Re-engineering the Inter - facility Process of a Parcel Distribution Company to Improve the Level of Performance. International Journal of Logistics Research and Applications, Vol. 14, 2011, s. 97.

- [5] Jacyna M.: Modelowanie i ocena systemów transportowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
- [6] Nagurney A.: Optimal supply chain network design and redesign at minimal total cost and with demand satisfaction. *International Journal of Production Economics*, Vol. 128, 2010, s. 200.
- [7] Ng B., Ferrin B. G., Pearson J. N.: The role of purchasing / transportation in cycle time reduction. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17 No. 6, 1997.
- [8] Roy B.: Wielokryterialne wspomaganie decyzji WNT, Warszawa 1990.
- [9] Świdorski A.: Modelowanie oceny jakości usług transportowych, *Prace Naukowe*, z. 81, OWPW, Warszawa 2011.
- [10] Stank T. P., Goldsby T. J.: A framework for transportation decision making in an integrated supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 5 No. 2, 2000.