

Zarządzanie procesami logistycznymi w przestrzeni 3D

Management logistic processes in 3D space

W pracy przedstawiono autorski model zarządzania procesami logistycznymi w trójwymiarowej przestrzeni biznesowej obejmującej przepływy materiałowe i dwuwymiarową czasoprzestrzeń logistyczną. We wstępie zaprezentowano podstawowe parametry procesów logistycznych. W dalszej kolejności omówiono modelowe problemy zarządzania przepływami fizycznymi, czasem logistycznym i przestrzenią logistyczną. Przy opisie każdego z trzech wymiarów przestrzeni logistycznej wykorzystano analityczne formuły i elementy rachunku operatorowego.

Słowa kluczowe:

czas, materiały, procesy, przepływy, przestrzeń.

The paper presents an original model of management of logistics processes in three-dimensional space of the business including material flows and two-dimensional space-time logistics. In the introduction are the basic parameters of the logistic processes. Subsequently, the model discussed problems of managing inflows of physical, sometimes logistics and logistics space. In the description of each of the three dimensions of space used logistic analytical formulas and elements of the bill of operator.

Key words:

time, materials, processes, flows, space.

Wprowadzenie

W ogólności zarządzanie oznacza optymalne wykorzystanie dostępnych zasobów do realizacji założonych celów (Griffin, 2000, s. 38) i jest odnoszone do procesu podejmowania adekwatnych do potrzeb decyzji menedżerskich (Gościński, 1968, s. 111) z reguły w strukturze pewnej organizacji, np. biznesowej. Zarządzanie procesami logistycznymi, w skrócie zarządzanie logistyczne, zdaniem Z. Sarjusza-Wolskiego (1998, s. 18) to *...ciąg czynności towarzyszący zaopatrzeniu materiałowemu oraz wytwarzaniu i dystrybucji wyrobów*. Na gruncie logistyki szczególnie ważne jest zarządzanie operacjami, które za C. Bozarthem i R.B. Handfieldem (2007, s. 33) można zdefiniować jako: *...planowanie, ustalanie, harmonogramowanie i kontrolowanie czynności pozwalających przekształcić nakłady w gotowe produkty i usługi*. Zarządzanie logistyczne, jako metodologicznie i prakseologicznie zorganizowana działalność kierownicza polega na optymalnym dysponowaniu dostępnymi zasobami logistycznymi i jest realizowane za pomocą odpowiednio skoordynowanych w czasie i przestrzeni procesów logistycznych (Sołtysik, 2000). Dotyczą one operacji czasoprzestrzennych wykonywanych

bezpośrednio na strumieniach i przepływach fizycznych oraz na związanych z nimi czynnościami pomocniczymi. Realizowane są według kardynalnej zasady logistycznej — *Just in Time*, sprowadzanej niekiedy do tzw. reguły „6W” — właściwy towar, właściwy czas, właściwe miejsce, właściwa ilość, właściwa jakość i właściwa cena. Procesy logistyczne obejmują zarówno fizyczne procesy (przepływy) rzeczowe, jak też niematerialne strumienie informacyjne oraz pewne elementy strumieni finansowych, a ich realizacja zawsze pociąga za sobą określone nakłady i koszty działań logistycznych (Skowronek, Sariusz-Wolski, 1995).

Głównym paradygmatem działalności logistycznej jest postulat efektywnego pokonania czasoprzestrzeni logistycznej ($T \times G$) — czasu (T) i przestrzeni (G) przez dobra materialne (towary), będące obiektem zarządzania logistycznego. Ekonomiczny postulat minimalizacji czasoprzestrzeni logistycznej wymusza najczęściej minimalizację czasu dostawy i/lub minimalizację wektora odległości łączącego dostawcę i odbiorcę (Ficoń, 2004). Postulat ten w wymiarze biznesowym sprowadza się głównie do minimalizacji kosztów, albowiem wszelkie działania absorbujące określone zasoby (kadrowe, asortymentowe, czaso-

we, przestrzenne, ilościowe, jakościowe) implikują nakłady i związane z nimi koszty finansowe.

Zasadniczym celem pracy jest zaprezentowanie autorskiego podejścia do matematycznego modelowania procesów logistycznych zobrazowanych w trójwymiarowej przestrzeni biznesowej. Procedurę modelowania przeprowadzono na bazie prostych formuł rachunku operatorowego z elementami optymalizacji dyskretnej.

Procesy logistyczne

Procesy logistyczne należą do ogólnej kategorii procesów, które w literaturze definiowane są na wiele sposobów. Według ujęcia encyklopedycznego procesem jest ...splot, albo pasmo zdarzeń permutacyjnych przebiegające w czasie ujmowane jako całość ze względu na jakieś wyróżnione cechy (Pszczolowski, 1978, s. 185). Inna definicja słownikowa proces określa jako: ...zbiór czynności posiadający strukturę i podlegający zarządzaniu, którego celem jest wytworzenie określonego produktu (Słownik, 2007, s. 41). Zdaniem C. Bozarth'a i R.B. Handfield'a (2007, s. 80) proces to ...zestaw logicznie powiązanych zadań lub czynności wykonywanych w celu osiągnięcia określonego wyniku biznesowego.

Fizyczne przepływy materiałowe inicjują procesy logistyczne (PR), które polegają na pokonaniu czasoprzestrzeni logistycznej ($T \times G$) przez odpowiednio skwantyfikowane (opakowane) — najczęściej spakowane lub skonteneryzowane ładunki na środkach transportowych lub zapasy w systemach magazynowych (Krawczyk, 1996). W tym sensie działalność logistyczna polega na realizacji odpowiednio skorelowanego w czasie (T) i przestrzeni (G) ciągu dynamicznych procesów logistycznych (PR):

$$PR = \langle PR_i; PR_i \rangle PR_{i+1}; i = \overline{1, T} \rangle \quad (1)$$

Każdy proces $PR_i \in PR$ można opisać za pomocą następującej trójki uporządkowanej:

$$PR_i = \langle M_i, T_j, G_k \rangle; i = \overline{1, T}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K} \quad (2)$$

gdzie:

M_i — i -ta kategoria materiałowa, będąca przedmiotem działalności logistycznej,

T_j — j -ty interwał czasowy realizacji procesu logistycznego,

G_k — k -ty odcinek pokonywanej przestrzeni logistycznej.

Operatorową postać procesu logistycznego (PR) można zapisać jako:

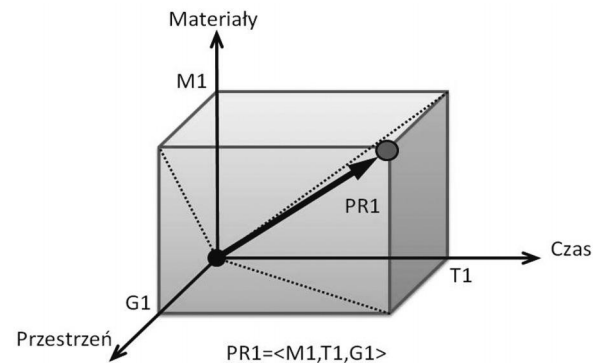
$$PR: M_i \times T_j \times G_k \rightarrow PR_i; i = \overline{1, T}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K} \quad (3)$$

Jak wynika ze wzoru (3) iloczyn kartezjański ($M_i \times T_j \times G_k$) determinuje fizyczną realizowalność

procesów logistycznych odnoszonych do dostaw materiałowych $M_i \in M$ przebiegających w określonej czasoprzestrzeni logistycznej ($T \times G$). Zgodnie z rynkową misją logistyki, której symbolem są dynamiczne przepływy materiałowe (M) ich fizycznym środowiskiem jest wymiar czasowy (T) i określona przestrzeń topologiczna (G) (rys. 1).

Rysunek 1

Trójwymiarowa kostka logistyczna ($M \times T \times G$)



Źródło: opracowanie własne.

Jeśli dodatkowo uwzględnimy zbiór i strukturę podmiotów gospodarczych (PG) uczestniczących w rynkowej działalności logistycznej, to pewną całościową sekwencję zadań można ująć w strukturze, tzw. łańcucha dostaw (LD), który w aspekcie kryteriów prakseologicznych musi charakteryzować się określoną celowością (C) oraz skutecznością (Q) i efektywnością działania (E):

$$LD: PR \times PG \rightarrow C(Q, E) \quad (4)$$

Wobec tego łańcuch dostaw (LD) jest pojęciem szerszym od działalności logistycznej (DL), a celowościowo realizowane procesy logistyczne stanowią jego zasadniczą technologię:

$$LD \subseteq DL = \langle PR_i; i = \overline{1, T} \rangle \quad (5)$$

Ze względu na konieczność pokonania czasoprzestrzeni logistycznej ($T \times G$) przez dobra fizyczne głównymi procesami logistycznymi są przede wszystkim dynamiczne procesy transportowe $PR_T(t)$ i statyczne procesy magazynowe $PR_M(\cdot)$ i jeszcze inne:

$$PR: \{PR_T(t), PR_M(\cdot) \dots\} \quad (6)$$

W procesach transportowych uczestniczą różne kategorie materiałowe, natomiast procesy magazynowe odnoszone są głównie do zapasów, jako zatrzymanych w czasie strumieni fizycznych. Biorąc pod uwagę grafową strukturę sieci logistycznej składają-

cej się z punktowych węzłów i odcinkowych gałęzi nietrudno zauważyć, że węzły symbolizują pokonanie przez materiały czasu, a gałęzie przestrzeni (Radzikowski, Sarjusz-Wolski, 1994).

Zarządzanie przepływami materiałowymi

Pojęcie materiału, będącego podstawowym medium logistycznym, decydującym o czasoprzestrzennej dynamice procesów logistycznych ma w logistyce bardzo szerokie znaczenie i obejmuje takie kategorie jak: surowce, elementy, detale, części, półprodukty, produkty, wyroby gotowe, towary itp. Szczególną kategorią materiałową w logistyce są statyczne zapasy jako zatrzymane w czasie przepływu materiałowe. Status kategorii materiałowej zależy albo od miejsca pozyskania, albo od miejsca wytworzenia, czy zużycia, lub trybu obsługi (Skowronek, Sarjusz-Wolski, 1995). W ogólności zbiór materiałów może zawierać rozmaite rodzaje materiałów (M), klasyfikowane na wiele sposobów:

$$M = \{M_{ijk(\cdot)}; i = \overline{1, T}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K} \dots\} \quad (7)$$

Każdą fizyczną kategorię materiałową ($M_{ijk(\cdot)} \in M$) można scharakteryzować za pomocą trzech zasadniczych wielkości (parametrów): asortymentu (A), ilości (B) i jakości (C):

$$M_i = \langle A_i, B_i, C_i \rangle \in M; i = \overline{1, T} \quad (8)$$

Według notacji operatorowej zbiorów materiałów M możemy zapisać jako:

$$M: A_i \times B_i \times C_i \rightarrow M_i; i = \overline{1, T} \quad (9)$$

Celem zarządzania logistycznego w zakresie dostaw materiałowych jest zagwarantowanie dostępności wymaganych kategorii materiałowych ($M_i \in M$) na wszystkich etapach działalności gospodarczej, wszystkim jej uczestnikom w pożądanej ilości i jakości (Sołtysik, 2000). Istotą zarządzania logistycznego jest planowanie, organizowanie i koordynowanie przepływów fizycznych dóbr materialnych w całym łańcuchu dostaw, począwszy od pierwotnych źródeł pozyskania surowców, poprzez pośrednie etapy zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji, aż do końcowego klienta rynkowego (Krawczyk, 1996).

Logistyczne przepływy materiałów ściśle wiążą się z tzw. konstrukcyjnym rozwinięciem wyrobu (KRW), które stanowi pewnego rodzaju schemat technologiczny wytwarzania określonego wyrobu finalnego, do produkcji którego niezbędne są określone elementy, części, podzespoły i zespoły konstrukcyjne.

$$KRW: M_i \times M_{ij} \times M_{ijk} \times \dots \rightarrow WG_n;$$

$$i = \overline{1, T}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K}, n = \overline{1, N} \quad (10)$$

$$KRW = \{M_{ijk(\cdot)}; i = \overline{1, T}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K}\} \quad (11)$$

przy czym:

$M_i = \langle M_i; i = \overline{1, T} \rangle$ — zespoły konstrukcyjne,

$M_{ij} = \langle M_{ij}; i = \overline{1, T} \rangle$ — podzespoły konstrukcyjne,

$M_{ij} = \langle M_{ijk}; i = \overline{1, T}, j = \overline{1, J} \rangle$ — części składowe,

$M_{ijk} = \langle M_{ijk}; i = \overline{1, T}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K} \rangle$ — elementy montażowe.

Konstrukcyjne rozwinięcie wyrobu (KRW) determinuje jednocześnie strukturę i organizację dostaw poszczególnych asortymentów materiałowych w rynkowych procesach zaopatrzenia materiałowego. Technologia produkcji (KRW) wymaga odpowiedniej sekwencji i priorytetów dostaw materiałowych, składających się na wyrób gotowy (Skowronek, Sarjusz-Wolski, 1995).

Dla każdego wyodrębnionego procesu logistycznego zbiór niezbędnych materiałów (M) można zapisać także w postaci trójwymiarowej macierzy M , jako $M = [M]_{A \times B \times C}$. Poszczególne elementy macierzy $M \in M$ zawierają kompletną specyfikację kategorii asortymentowej (A), wymaganej ilości (B), w danej kategorii oraz oczekiwaną jakość (C). W praktyce elementy tej macierzy są wyrażone w postaci liczbowej dotyczącej, np. indeksów materiałowych, jednostek miary i wyskalowanych jednostek jakości. Elementy macierzy $M \in M$ obrazują liczbowe zapotrzebowanie danego podmiotu na dostawy materiałowe.

Zarządzanie przepływami materiałowymi musi być realizowane w fizycznym kanale dostawca — odbiorca oraz w określonych reżimach czasowych, co wymaga konfigurowania tych przepływów w pewnej czasoprzestrzeni logistycznej ($T \times G$). Czas i przestrzeń determinują, z jednej strony czasoprzestrzeń logistyczną, z drugiej fizyczną sieć logistyczną, jako graficzne zobrazowanie strumienia przepływu materiałów w określonej strukturze topologicznej (Radzikowski, Sarjusz-Wolski, 1994). Najważniejszymi problemami decyzyjnymi na etapie zarządzania materiałowego jest precyzyjna specyfikacja asortymentów materiałowych niezbędnych w działalności logistycznej, ze szczególnym akcentem na ich parametry jakościowo-ilościowe. Zapotrzebowane u dostawców asortymenty materiałowe nie powinny być chybione, a ich wolumen ilościowy nie powinien zwiększać bezpiecznego poziomu zapasów. Jakość kupowanych materiałów powinna być adekwatna do technologii produkcyjnej w danej firmie, gdyż produkowane wyroby muszą spełniać w tym zakresie rynkowe oczekiwania klientów (Skowronek, Sarjusz-Wolski, 1995).

Zarządzanie czasem logistycznym

Czas logistyczny (T) jako parametr czasoprzestrzeni logistycznej ($T \times G$) jest czynnikiem determinującym mobilność procesów logistycznych, ich ruchliwość i dynamikę. W dobie gospodarki globalnej działalność logistyczna prowadzona jest w pełnym wymiarze czasoprzestrzeni logistycznej, a kryterium czasowe jest podstawowym wyznacznikiem konkurencyjności rynkowej podmiotów gospodarczych. Standardy *Just in Time* zaczynają się praktycznie od spełnienia postulatu terminowości i punktualności dostaw (Sołtysik, 2000). We współczesnych łańcuchach dostaw niezawodność czasowa jest warunkiem koniecznym efektywności i sprawności procesów logistycznych. Poprzez pryzmat punktualności i terminowości dostaw ocenia się sprawność procesów logistycznych, ich jakość i całą strategię zarządzania logistycznego (Krawczyk, 1996). W działalności logistycznej, na etapie dostaw materiałowych czynnik czasu jest rozpatrywany jako dwuwymiarowy wektor charakteryzowany za pomocą takich parametrów jak: termin rozpoczęcia (T_{Ri}) i termin zakończenia (T_{Zi}) lub czas trwania (T_{Ti}) i -tej czynności ($i = \overline{1, I}$):

$$T = \{ \langle T_{Ri}, T_{Zi} \rangle; i = \overline{1, I} \} \text{ lub}$$

$$T = \{ \langle T_{Ri}, T_{Ti} \rangle; i = \overline{1, I} \} \quad (12)$$

przy czym czas trwania danej czynności jest różnicą:

$$T_{Ti} = |T_{Zi} - T_{Ri}|; i = \overline{1, I} \quad (13)$$

Czas logistyczny (T) możemy zapisać również jako operator:

$$T: T_{Ri} \times T_{Zi} \rightarrow T_i; i = \overline{1, I} \text{ lub}$$

$$T: T_{Ri} \times T_{Ti} \rightarrow T_i; i = \overline{1, I} \quad (14)$$

Z punktu widzenia dostawcy materiału krytycznym parametrem czasu logistycznego jest termin rozpoczęcia dostawy (T_{Ri}), który zobowiązuje nadawcę do wymaganej punktualności na początku tego procesu logistycznego. Przesyłka zakwalifikowana do kategorii „materiały w drodze” jest dowodem formalnego wywiązania się dostawcy z rygorów terminowych. Zmiana tego terminu zarówno *in plus*, jak *in minus* może skutkować różnymi konsekwencjami tak dla nadawcy, jak też dla odbiorcy.

Natomiast z punktu widzenia odbiorcy (adresata) krytycznym terminem jest rzeczywisty czas zakończenia dostawy (T_{Zi}), gdyż najczęściej warunkuje on rozpoczęcie procesów technologicznych, które zostały wcześniej odpowiednio synchronizowane właśnie z terminem dostawy, dającym realną dostępność odbiorcy do konkretnego materiału.

Czas logistyczny, w szczególności terminy rozpoczęcia (T_R) i zakończenia (T_Z) dostawy oraz czas jej trwania (T_T) są podstawą budowania harmonogramu

mów dostaw (H), które dla każdego rodzaju materiału (M_i) będącego przedmiotem dostawy zawierają takie parametry jak:

$$H: M_i \times T_{Ri} \times T_{Zi} \rightarrow H_i; i = \overline{1, I} \quad (15)$$

$$H: M_i \times T_{Ri} \times T_{Ti} \rightarrow H_i \text{ lub}$$

$$H: M_i \times T_{Zi} \times T_{Ti} \rightarrow H_i \quad (16)$$

Ogólny harmonogram dostaw (H) jest więc zbiorem szczegółowych harmonogramów dostaw wszystkich kategorii materiałowych zapotrzebowanych przez dane przedsiębiorstwo.

$$H = \{H_i; i = \overline{1, I}\} \quad (17)$$

przy czym:

$$H = f(M, N(T_R), O(T_Z)) \quad (18)$$

gdzie:

$N(T_R)$ — nadawca materiału odpowiedzialny za termin rozpoczęcia dostawy,

$O(T_Z)$ — odbiorca materiału zainteresowany terminem zakończenia dostawy.

Czas logistyczny (T) możemy określić jako funkcję następujących zmiennych:

$$T = f(PR, M, G, V) \quad (19)$$

gdzie:

PR — rozpatrywany proces logistyczny (zadanie, czynność),

M — materiał będący przedmiotem dostawy, określający proces logistyczny,

G — przestrzeń fizyczna, którą należy pokonać w procesie dostawy,

V — prędkość eksploatacyjna środka transportowego.

W notacji operatorowej czas logistyczny (T) zapiszemy jako:

$$T: PR_i \times M_i \times G_i \times V_i \xrightarrow{\min} T_i; i = \overline{1, I} \quad (20)$$

Logistyczny czas dostawy (20) oprócz podstawowego kryterium minimalizacji czasu trwania, powinien spełniać szereg dodatkowych warunków takich, jak np.: punktualność, niezawodność i bezpieczeństwo dostaw, a także elastyczność czasową dostawy wynikającą z dodatkowych, najczęściej losowych zdarzeń mających miejsce w działalności biznesowej (Radzikowski, Sarjusz-Wolski, 1994). Szczególny wpływ na czas trwania dostawy ma oddalenie fizyczne dostawcy i odbiorcy oraz prędkość podróży środków transportowych wykorzystywanych w danym procesie logistycznym.

Menedżerskie zarządzanie czasem dostawy polega na precyzyjnym opracowaniu harmonogramu dostaw i rygorystycznej realizacji w codziennej działalności

biznesowej. Dlatego bardzo ważne są realnie skalkulowane czasy trwania dostawy uwzględniające różne czynniki fizyczne — oddalenie przestrzenne i prędkości podróży, jak też warunki losowe, np. pora roku, warunki pogodowe, zatory na szlakach komunikacyjnych itp. Harmonogram dostaw (15) powinien być tak skonstruowany, aby minimalizować wielkość zapasów zgromadzonych w przedsiębiorstwie, co wymaga pełnej synchronizacji z dostawcą i z możliwościami systemu transportowego. Jednocześnie partnerskie relacje z dostawcami pomimo precyzyjnych harmonogramów powinny sprzyjać elastyczności dostaw w przypadkach losowych i koniecznych (Sarjusz-Wolski, 1997).

Zarządzanie przestrzeni logistycznej

Drugi wymiar (G) czasoprzestrzeni logistycznej ($T \times G$) dotyczy fizycznej przestrzeni topologicznej odnoszonej z reguły do sieci transportowej (komunikacyjnej) rozmieszczonej na pewnym obszarze lądowym, wodnym lub powietrznym (Kubiccki, Kuriata, 2000). Głównymi składnikami przestrzeni logistycznej są: elementy liniowe (szlaki komunikacyjne) (GL) i elementy punktowe (węzły komunikacyjne) (GP). Biorąc pod uwagę względy logistyczne do tej przestrzeni włącza się niekiedy również środki transportowe (GS):

$$G = \{GL, GP, GS\} \subseteq T \times G \quad (21)$$

Dla racjonalności działań logistycznych szczególnie istotne są elementy liniowe przestrzeni logistycznej, obrazujące drogi i szlaki komunikacyjne, po których przemieszczają się ładunki, materiały i towary. Jednocześnie elementy liniowe utożsamiane są z odległością topologiczną dwóch skrajnych punktów — nadania (GP^D) i odbioru (GP^O) ładunku. Wielkość modułu współrzędnych, np. geograficznych tych punktów wyznacza fizyczną odległość nadawcy (dostawcy) i odbiorcy:

$$D = |GP^D - GP^O| \quad (22)$$

przy czym:

$$GP^D = \langle X_D, Y_D \rangle \text{ i } GP^O = \langle X_O, Y_O \rangle \quad (23)$$

gdzie:

$\langle X_D, Y_D \rangle$ — współrzędne geograficzne dostawcy (nadawcy),

$\langle X_O, Y_O \rangle$ — współrzędne geograficzne odbiorcy.

Wybór dostawcy w określonej przestrzeni logistycznej, w szczególności znajomość jego współrzędnych geograficznych $\langle X_D, Y_D \rangle$, a także znajomość współrzędnych odbiorcy $\langle X_O, Y_O \rangle$ są podstawą opracowania planu dostaw materiałowych DM dla poszczególnych kategorii asortymentowych ($M_i \in M$;

$i = \overline{1, T}$), którego naczelnym kryterium jest minimalizacja oddalenia dostawcy, przy spełnieniu innych warunków brzegowych:

$$DM: M_i \times G_i^D \times G_i^O \xrightarrow{\min} DM_i; \quad i = \overline{1, T} \quad (24)$$

Przestrzenne kryterium minimalnego oddalenia dostawcy od odbiorcy $D_O^N = \searrow \min$ jest tylko jedną z wielu zmiennych wielokryterialnej funkcji wyboru dostawcy obejmującej:

$$D|O = f(DO_i; \quad i = \overline{1, T}) \quad (25)$$

gdzie:

DO_1 — geograficzne oddalenie dostawcy,

DO_2 — cena materiałów, będących przedmiotem dostawy,

DO_3 — warunki negocjacji i elastyczność dostaw,

DO_4 — terminowość i niezawodność dostaw,

DO_5 — jakość dostarczanych materiałów,

DO_6 — koszty transportu dostawy.

Fizyczną odległość nadawcy $\langle X_D, Y_D \rangle$ i odbiorcy $\langle X_O, Y_O \rangle$ wyznacza się na podstawie współrzędnych geograficznych według wzoru:

$$D_O^D = | \langle X_D, Y_D \rangle - \langle X_O, Y_O \rangle | \searrow \min \quad (26)$$

W praktyce biznesowej fizyczna odległość dostawcy i odbiorcy (D_O^D) jest zobrazowana za pomocą liniowego odcinka drogowego łączącego te dwa punkty, np. na mapie samochodowej — kartograficznej lub elektronicznej. Podstawą topologicznej orientacji tych punktów w przestrzeni logistycznej (G) są najczęściej współrzędne geograficzne (φ, λ).

Zarządzanie przestrzenią logistyczną (G) polega formalnie na minimalizacji odległości (24) między poszczególnymi dostawcami, a docelowym odbiorcą materiałów będących przedmiotem dostawy (Krawczyk, 1996). Ze względu na koszty transportu, które w ogólnym przypadku są proporcjonalne do odległości dzielącej dostawcę od odbiorcy dąży się do wyboru najkrótszych w sensie topologicznym tras dostawy. Dodatkowo najbliższy topologicznie dostawca musi spełniać szereg kryteriów, stanowiących warunek dostateczny wyboru dostawcy z szerokiej palety, jaką oferują konkurencyjna gospodarka rynkowa (Kubiccki, Kuriata, 2000).

Pokonanie fizycznego wymiaru czasoprzestrzeni logistycznej ($T \times G$) przez poszczególne kategorie materiałowe odbywa się za pomocą różnych środków transportowych, ($GS_i \in GS$) które charakteryzują się określonymi parametrami techniczno-użytkowymi:

$$GS = \{GS_i^j; \quad i = \overline{1, T}, \quad j = \overline{1, J}\} \quad (27)$$

gdzie:

GS_i^1 — ładowność i -tego środka transportowego,

GS_i^2 — uniwersalność/specjalizacja i -tego środka transportowego,

- GS_i^3 — wyposażenie dodatkowe i -tego środka transportowego, np. rampy, dźwigi,
- GS_i^4 — prędkość podróżna (ekonomiczna) i -tego środka transportowego,
- GS_i^5 — ekonomiczność i koszty użytkowej eksploatacji i -tego środka transportowego,
- GS_i^6 — podatność i -tego środka transportowego na nowe technologie transportowe,
- GS_i^7 — uwarunkowania techniczno-konstrukcyjne i -tego środka transportowego.

Niezmiernie ważnym kryterium użytkowania środków transportowych ($GS_i \in GS$) w określonej przestrzeni logistycznej ($T \times G$) jest efektywne w sensie ekonomicznym wykorzystanie środków transportowych w zakresie takich wymagań jak: ładunki całopojazdowe i minimalizacja pustych przebiegów. Względy biznesowe wymagają, aby przestrzeń ładunkowa środka transportowego była możliwie efektywnie wykorzystana, a wahadło transportowe powinno być obciążone w obu kierunkach ruchu (Sarjusz-Wolski, 1997). Powyższe kwestie należą do sfery zarządzania transportem, ściśle związanej z zarządzaniem przestrzenią logistyczną oraz zarządzaniem logistycznym na każdym szczeblu menedżerskim.

Bibliografia

- Bozarth, C., Handfield, R.B. (2007), *Wprowadzenie do zarządzania operacjami i łańcuchem dostaw*. Gliwice: Helion.
- Ficoń, K. (2004). *Logistyka operacyjna. Na przykładzie sektora Obrony Narodowej*. Warszawa: BEL Studio.
- Ficoń, K. (2006). *Badania operacyjne stosowane. Modele i aplikacje*. Warszawa: BEL Studio.
- Ficoń, K. (2008). *Logistyka ekonomiczna. Procesy logistyczne*. Warszawa: BEL Studio.
- Gościński, J. (1968). *Elementy cybernetyki w zarządzaniu*. Warszawa: PWE.
- Griffin, R.W. (2000). *Podstawy zarządzania organizacjami*. Warszawa: WN PWN.
- Krawczyk, S. (2000). *Logistyka w zarządzaniu marketingiem*. Wrocław: Wyd. AE.
- Krawczyk, S. (1996). *Badania operacyjne dla menedżerów*. Wrocław: Wyd. AE.
- Kubicki, J., Kuriata A. (2000). *Problemy logistyczne w modelowaniu systemów transportowych*. Warszawa: WKiŁ.
- Pszczółowski, T. (1978). *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*. Wrocław, Warszawa, Kraków: Zakład Narodowy im. Ossolińskich PAN.
- Radzikowski, W., Sarjusz-Wolski, Z. (1994). *Metody optymalizacji decyzji logistycznych*. Toruń: Wyd. TSZ.
- Sarjusz-Wolski, Z. (1997). *Ilościowe metody zarządzania logistycznego w przedsiębiorstwie*. Toruń: Wyd. TSZ.
- Sarjusz-Wolski, Z. (1998). *Strategia zarządzania zaopatrzeniem*. Warszawa: A. Wyd. Placet.
- Skowronek, Cz., Sarjusz-Wolski, Z. (1995). *Logistyka w przedsiębiorstwie*. Warszawa: PWE.
- Słownik pojęć ekonomicznych* (T. 10). (2007). Warszawa: WN PWN.
- Sołtysik, M. (2000). *Zarządzanie logistyczne*. Katowice: Wyd. AE Katowice.

Podsumowanie

1. Na podstawie przeprowadzonych analiz konceptualnych i dokonanych uogólnień modelowych można potwierdzić zasadność i celowość wykorzystania rachunku operatorowego do badania procesów logistycznych w specyficznych warunkach trójwymiarowej przestrzeni biznesowej, obejmującej zarządzanie procesami dostaw materiałowych, czasem logistycznym i topologiczną przestrzenią logistyczną.
2. Zaproponowane podejście analityczne może być wykorzystane do budowy bardziej zaawansowanych modeli logistycznych, uwzględniających szerokie spektrum procesów logistycznych, które docelowo mogą być podstawą budowy użytkowych aplikacji informatycznych.
3. Uniwersalność zastosowanego aparatu matematycznego pozwala na dowolną modyfikację modelu i dostatecznie szerokie jego rozwijanie, także do logistycznych przestrzeni N-wymiarowych — stosownie do realnych potrzeb badawczych.
4. Logistyka, jako prakseologiczna dyscyplina wiedzy stosowanej i praktyczna sztuka zarządzania przepływami fizycznymi w dużym stopniu bazuje na metodach i technikach ilościowych, i dlatego rozmaite koncepcje zarządzania procesami logistycznymi są szczególnie podatne na modelowanie matematyczne i komputerową implementację.

Zapraszamy na naszą stronę internetową

www.gmil.pl

