

Anna DOBROWOLSKA\*

Jan MIKUŚ\*

## OCENA JAKOŚCI PROCESU LOGISTYCZNEGO PRZEDSIĘBIORSTWA PRZEMYSŁOWEGO METODĄ UOGÓLNIONEGO PARAMETRU CZĘŚĆ I

Prezentowano propozycję zastosowania zmodyfikowanej metody uogólnionego parametru do oceny procesu logistycznego przedsiębiorstwa przemysłowego na podstawie przyjętych kryteriów i mierników jakościowych oceny. Wskazano możliwe aspekty zastosowania metody w przedsiębiorstwach oraz wymieniono jej główne zalety i wady.

Słowa kluczowe: *metoda, proces logistyczny, jakość, zarządzanie*

### 1. Wprowadzenie

Zarządzanie procesami zgodnie z wymaganiami jakościowymi jest dla współczesnych organizacji podstawowym warunkiem sprostania konkurencji. Wymaga ono zdefiniowania procesów w organizacji oraz sformułowania systemu pozwalającego na ich ocenę i doskonalenie, obejmującego kryteria, mierniki i metodę oceny. Niestety, dla większości procesów, szczególnie procesów pomocniczych, brakuje rozwiązań teoretycznych dotyczących zarówno sformułowanych mierników oceny, jak i metod oceny.

W artykule przedstawiono propozycję zastosowania zmodyfikowanej metody uogólnionego parametru do oceny procesu logistycznego przedsiębiorstwa przemysłowego na podstawie przyjętych kryteriów i mierników jakościowych oceny. Oryginalna metoda została opracowana przez T. Galanca, Z. Jaśniewicza oraz J. Mikusia z przeznaczeniem do wyznaczania odwrotnej prognozy punktowej sprawności

---

\* Instytut Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej, ul. Smoluchowskiego 25, 50-372 Wrocław, e-mail: anna.dobrowolska@pwr.wroc.pl

technicznej obiektu opisanego zbiorem parametrów prognostycznych [6], [7]. Pozwala ona wyznaczyć pewną miarę syntetyczną stopnia sprawności technicznej badanego obiektu na podstawie zbioru parametrów prognostycznych obiektu. Istota metody sprowadza się do wyznaczenia wartości syntetycznej tzw. parametru uogólnionego z pewnych stanów obiektów technicznych, która informuje o stopniu sprawności technicznej obiektu w określonym czasie. Metodę tę można stosować nie tylko do oceny obiektów technicznych. Przyjęta w niej formuła pozwala bowiem wyznaczyć wartości syntetyczne z parametrów opisujących obiekty złożone (takie jak np. proces logistyczny) oraz – na ich podstawie – dokonać oceny stanu tych obiektów w określonym czasie. Jednak bezpośrednie zastosowanie metody do oceny jakości procesu logistycznego napotyka na pewną trudność związaną z przeprowadzeniem normalizacji cech uznanych za cechy oceny jakości procesu. Zastosowano więc modyfikację metody, polegającą na zastąpieniu istniejącej formuły standaryzacji formułą unitaryzacji, która jest znaczeniowo zbliżona do formuły standaryzacji w metodzie wzorcowej, nie wymaga jednak przyjęcia założenia ograniczającego zestawu cech jakościowych procesu.

## 2. Jakość procesu logistycznego

Pojęcia procesu logistycznego i jakości procesu logistycznego, choć często stosowane, są słabo zdefiniowane w literaturze. Proces logistyczny definiowany jest najczęściej poprzez zaprezentowanie jego struktury, przeważnie według kryterium funkcyjnego lub rzeczowego. W nielicznych próbach definiowania jest on przeważnie ujmowany jako *działania, które uczestniczą w przestrzenno-czasowej transformacji dóbr*, których *celem jest pokonanie bariery przestrzennej i czasowej* [1, s. 30], bądź jako *działania, które przekształcają stan wejściowy w stan wyjściowy*. Związane są z *przemieszczaniem wyrobu i informacji o przemieszczanym wyrobie (transport, składowanie, wydawanie, przyjmowanie itp.) i mają za zadanie realizację niezbędnych zadań logistycznych* [9, s. 40]. Przytoczone definicje nie uwzględniają jednak innych inherentnych<sup>1</sup> elementów procesu logistycznego – niezbędnych do porównania zmian stanu procesu w czasie i do jego doskonalenia – a mianowicie zasobów logistycznych i struktury logistycznej. Taką definicję uwzględniającą brakujące elementy można podać na podstawie określenia procesu zaproponowanego w normie terminologicznej PN-ISO 8402:1996<sup>2</sup>, według której proces logistyczny jest to *zestaw wzajemnie powiązanych zasobów logistycznych i działań, które przekształ-*

<sup>1</sup> Inherentna właściwość obiektu – cecha właściwa tylko danemu obiektowi [12].

<sup>2</sup> Według Normy PN-ISO 8402:1996 *proces jest to zestaw wzajemnie ze sobą powiązanych zasobów i działań, które przekształcają stan wejściowy w wyjściowy* [10].

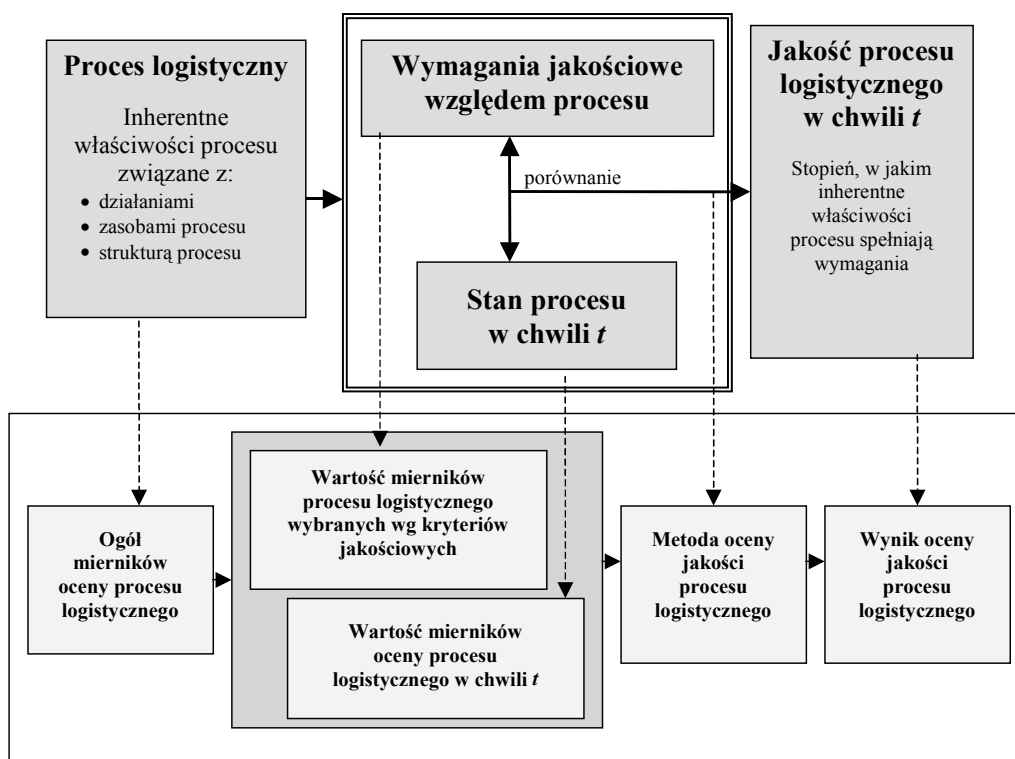
*cają stan wejściowy w wyjściowy. Wejście procesu logistycznego stanowią materiały, informacje napływające do systemu logistycznego; wyjściem procesu logistycznego są produkty materialne (wyroby, odpady i złom), usługi logistyczne, a także informacje.*

Jakość procesu logistycznego jest definiowana najczęściej poprzez wyszczególnienie wybranych warunków, które sprzyjają „dobremu” zarządzaniu podprocesami logistycznymi, zgodnie z wymaganiami kompleksowego zarządzania przez jakość (TQM) (np. [4], [15]) oraz poprzez formułowanie zasad funkcjonowania poszczególnych elementów procesu logistycznego w układzie funkcjonalnym (zaopatrzenie, produkcja, dystrybucja) i rzeczowym (magazynowanie, transport itp.), sprzyjających osiąganiu celów jakościowych. W nielicznych próbach definiowania jakości procesu logistycznego pojęcie to jest traktowane zgodnie z definicją jakości obiektu, zawartą w normie terminologicznej PN-ISO 8402:1996 jako *ogół właściwości procesu logistycznego, które wiążą się z jego zdolnością do zaspokojenia stwierdzonych i przewidywanych potrzeb* [2, s. 35], [3, s. 45], [5, s. 120], [15, s. 160]. Według tej definicji samo posiadanie przez proces cech, które wiążą się z zaspokojeniem potrzeb wyznacza jakość. Posiłkując się przytoczoną definicją, trudno jednak wyznaczyć stopień i kierunek doskonalenia jakości procesu logistycznego. Dlatego też bardziej zasadne jest przyjęcie definicji jakości procesu logistycznego opartej na definicji jakości obiektu i ujętej w normie PN-ISO 9000: 2001 jako: *stopień, w jakim ogół inherentnych właściwości (cech, atrybutów) procesu logistycznego spełnia wymagania* [11].

### 3. Ocena jakości procesu logistycznego

Oceniając jakość procesu logistycznego w dowolnej chwili, należy zdefiniować pojęcie procesu logistycznego, opisanego zbiorem jego inherentnych cech, określić wymagania wobec procesu wyznaczone przez klientów zewnętrznych i wewnętrznych procesu (w zależności od ocenianej fazy procesu), a także określić stan procesu logistycznego w badanym okresie. Dopiero zebranie tych informacji daje podstawę do porównania między istniejącym stanem procesu a wymaganiami jakościowymi i do ustalenia stopnia, w jakim proces ten spełnił te wymagania – czyli wyznaczenia jakości tego procesu w badanym okresie (por. rys. 1).

Zastosowanie oceny w celu doskonalenia procesu wymaga doboru odpowiedniej metody, uwzględniającej złożony charakter procesu logistycznego, opartej na miernikach mierzalnych, która umożliwi wyznaczenie nie tylko jakości procesu w danym czasie, ale także wymiernych zmian procesu w czasie, będących podstawą do podejmowania decyzji usprawniających proces.

Rys. 1. Model oceny jakości procesu logistycznego w chwili  $t$ 

Źródło: opracowanie własne

#### 4. Procedura proponowanej metody

Proponowana metoda będzie realizowana według procedury obejmującej trzynaście faz, w czterech etapach:

##### Etap I. Czynności wstępne

1. Zdefiniowanie obiektu oceny.
2. Podział procesu logistycznego na podprocesy.
3. Określenie zbioru cech opisujących podprocesy.
4. Określenie charakteru cech opisujących podprocesy.
5. Określenie ważności podprocesów i ich cech.

##### Etap II. Budowa macierzy podprocesów oraz normalizacja cech macierzy

6. Określenie wartości cech dla każdego podprocesu i budowa macierzy podprocesów.

7. Analiza macierzy podprocesów.
8. Normalizacja cech opisujących podprocesy.
- Etap III. Obliczenie miernika syntetycznego oceny jakości podprocesów
  9. Obliczenie wartości uogólnionych parametrów obiektów podprocesów logistycznych.
  10. Ustalenie poziomów jakości obiektów w podprocesach logistycznych.
- Etap IV. Obliczenie wartości miernika syntetycznego oceny jakości procesu logistycznego oraz analiza wyników obliczeń.
  11. Obliczenie wartości miernika syntetycznego obiektu dla procesu logistycznego.
  12. Ustalenie poziomu jakości procesów logistycznych obiektów.
  13. Analiza wyników obliczeń poziomu jakości procesu logistycznego (z punktu widzenia dynamiki zmian procesu oraz przyczyn niskiej jakości).

### **Etap I. Czynności wstępne**

#### **Faza pierwsza. Zdefiniowanie obiektu oceny**

W zależności od celu oceny obiektem badań może być proces logistyczny przedsiębiorstwa w określonych  $m$  przedziałach czasowych, albo też procesy logistyczne wyrobów podobnych w  $m$  przedsiębiorstwach (oddziałach, filiach itp.).

W przypadku oceny dynamiki zmiany jakości procesu logistycznego określonego wyrobu w czasie należy określić dokładne przedziały czasowe  $t_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) dokonywania pomiarów, np. co 1 tydzień, 2 tygodnie, 1 miesiąc, 1 kwartał, 1 rok. Przyjęcie jednakowych przedziałów czasowych pozwoli na późniejsze prognozowanie zmian jakości procesu logistycznego w czasie i osiąganie porównywalnych wyników.

W przypadku oceny jakości procesów logistycznych wyrobów podobnych w różnych przedsiębiorstwach należy określić: liczbę badanych obiektów oraz czas (okres) przeprowadzenia badań, aby wyniki pomiaru mogły być porównywalne.

#### **Faza druga. Podział procesu logistycznego na podprocesy**

Podział procesu logistycznego na podprocesy będzie polegał na wskazaniu wszystkich głównych podprocesów logistycznych, które są realizowane w przedsiębiorstwie. Proces logistyczny  $P$  można podzielić na podprocesy ze względu na różne kryteria, np. zadania lub funkcje realizowane przez proces w przedsiębiorstwie. Wyspecyfikowane podprocesy  $P^{(k)}$  będą tworzyły zbiór  $P$  elementów rozłącznych:

$$P = \{P^{(k)}\}, \quad k = 1, 2, \dots, l,$$

gdzie  $l$  – liczba podprocesów.

### Faza trzecia. Określenie cech opisujących podprocesy

W tej fazie, dla każdego podprocesu  $P^{(k)}$  ( $k = 1, 2, \dots, l$ ;  $l$  – liczba podprocesów) należy ustalić cechy jakości  $x_i^{(k)}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  – liczba cech jakości podprocesu  $k$ -tego). Będą one tworzyły zbiór  $X^{(k)}$  cech jakości podprocesu  $k$ -tego:

$$X^{(k)} = \{x_i^{(k)}\},$$

gdzie:  $i$  – numer cechy jakości ( $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  – liczba cech jakości podprocesu  $k$ -tego).

Wybór cech jakości procesu logistycznego zależy od przyjętego celu oceny (proces wyrobu, grupy wyrobów) oraz od warunków funkcjonowania procesu w konkretnym przedsiębiorstwie (np. wielkość przedsiębiorstwa, struktura procesu). Decyzję o uwzględnieniu cechy powinni podejmować eksperci, korzystając np. z metody ekspertów.

Wybrane zbiory cech jakości podprocesów utworzą zbiór  $X^{(k)}$  cech jakości całego procesu logistycznego  $X$ :

$$X = \{X^{(k)}\},$$

gdzie:  $k$  – numer podprocesu ( $k = 1, 2, \dots, l$ ,  $l$  – liczba podprocesów).

### Faza czwarta. Określenie charakteru cech opisujących podprocesy

Wśród cech zbioru  $X^{(k)}$ , utworzonego w poprzedniej fazie, należy wskazać cechy będące stymulantami, destymulantami oraz nominantami<sup>3</sup>. Dla cech będących nominantami należy określić wartości optymalne.

### Faza piąta. Określenie ważności podprocesów i ich cech

Określenie ważności podprocesów i ich cech będzie polegało na nadaniu podprocesom odpowiednich współczynników ważności  $w^{(k)}$ .

Współczynnik  $w^{(k)}$  ważności podprocesu  $P^{(k)}$  to liczba z przedziału  $(0, 1]$  nadawana arbitralnie przez ekspertów. Gdy wszystkie podprocesy będą równoważne z punktu widzenia celu badania, wówczas współczynniki  $w^{(k)}$  będą przyjmować wartość 1. W czasie nadawania zróżnicowanych wartości współczynników należy stosować zasadę, w myśl której suma współczynników  $w^{(k)}$  podprocesu  $P^{(k)}$  równa się 1. Rozpatrując oba przypadki łącznie, mamy zatem

---

<sup>3</sup> Stymulanta jest to cecha, której wysokie wartości są pożądane z punktu widzenia osiągnięcia wysokiego poziomu jakości przez proces logistyczny. Destymulanta stanowi cechę, której wartość z punktu widzenia osiągnięcia wysokiego poziomu jakości przez proces maleje wraz ze wzrostem wartości liczbowej. Nominanta jest cechą, dla której pożądane są określone (optymalne) wartości, natomiast wszelkie odchylenia od określonego poziomu stanowią dla niej zjawisko negatywne [8, s. 10], [14, s. 129].

$$\begin{cases} w^{(k)} = 1 \\ \text{lub} \\ w^{(k)} < 1 \Rightarrow \sum w^{(k)} = 1. \end{cases}$$

W czasie przeprowadzania badania jakości procesów po raz pierwszy należy przyjąć, że z punktu widzenia osiągnięcia pożądanego poziomu jakości przez cały proces logistyczny wszystkie podprocesy są jednakowo ważne i wówczas współczynniki  $w^{(k)}$  jakości podprocesów przyjmą wartość 1. Nadanie zróżnicowanych współczynników będzie miało sens w przypadku badania zmian jakości procesu w pewnym przedziale czasu. Wyższe współczynniki powinny być nadane tym podprocesom, które ze względu na uzyskiwany niezadowolający poziom jakości będą uznane za krytyczne.

Również każdej cesze  $x_i^{(k)}$  podprocesu  $P^{(k)}$  ( $k = 1, 2, \dots, l$ ) nadawane są odpowiednie współczynniki  $w_i^{(k)}$  ważności z przedziału  $(0, 1]$ . Nie jest to przy tym zasada obowiązująca podczas określania współczynników ważności podprocesów  $w^{(k)}$ , że suma wszystkich współczynników jest równa 1.

W większości przypadków dla dowolnego podprocesu  $P^{(k)}$  cechy będą przyjmowały identyczne współczynniki ważności. Trudno bowiem wskazać ważniejszą cechę, ze względu na osiąganie pożądanego poziomu jakości końcowej, a do oceny jakości procesu wybiera się wszystkie cechy, które mogą wpływać na jakość końcową. Przyjęcie zróżnicowanych współczynników  $w_i^{(k)}$  ważności cech jakości, podobnie jak przy określaniu współczynników ważności podprocesów, może mieć uzasadnienie wówczas, gdy ocenie podlegać będzie zmiana jakości obiektu (stopień poprawy jakości) w przedziale czasu. Wyższe współczynniki będą przyjmować te cechy, które zostały uznane za krytyczne z punktu widzenia osiągnięcia pożądanego poziomu (poprawy) jakości obiektu.

## **Etap II. Budowa macierzy podprocesów oraz jej normalizacja**

### **Faza szósta. Określenie wartości cech dla każdego podprocesu oraz budowa macierzy podprocesów**

Dla każdego podprocesu  $P^{(k)}$  ( $k = 1, 2, \dots, l$ ) zbierane są dane o wartościach  $x_{ij}^{(k)}$  zdefiniowanych w fazie trzeciej cech jakości oraz na ich podstawie budowana jest macierz procesów w przestrzeni cech. Wielkość macierzy zależy od celu oceny oraz od liczby cech opisujących podproces  $P^{(k)}$  ( $k = 1, 2, \dots, l$ ). Jeżeli celem badań jest porównanie i ocena procesów logistycznych przedsiębiorstwa w czasie, to wielkość macierzy będzie wyznaczać liczbę przedziałów czasowych branych do badań. Gdy jako cel badań przyjmuje się porównanie i ocenę procesów logistycznych wyrobów podobnych w kilku przedsiębiorstwach, wówczas wielkość macierzy wyznaczy liczbę porównywalnych przedsiębiorstw.

Macierz podprocesów w przestrzeni cech będzie miała postać:

$$P^{(k)} = [x_{ij}^{(k)}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11}^{(k)} & x_{12}^{(k)} & \dots & x_{1m}^{(k)} \\ x_{21}^{(k)} & x_{22}^{(k)} & \dots & x_{2m}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1}^{(k)} & x_{n2}^{(k)} & \dots & x_{nm}^{(k)} \end{bmatrix},$$

gdzie:

$x_{ij}^{(k)}$  – wartość  $i$ -tej cechy  $j$ -tego obiektu w  $k$ -tym podprocesie logistycznym,

$k$  – numer podprocesu  $P^{(k)}$  ( $k = 1, 2, \dots, l$ ,  $l$  – liczba podprocesów),

$i$  – numer cechy jakości podprocesu  $k$ -tego ( $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  – liczba cech jakości podprocesu  $k$ -tego),

$j$  – numer obiektu badania ( $j = 1, 2, \dots, m$ ;  $m$  – liczba obiektów badań).

Wszystkie macierze podprocesów można przedstawić w postaci tabelarycznej (tab.1).

**Tabela 1**

Tabelaryczne ujęcie macierzy podprocesu  $P^{(k)}$  w przestrzeni cech

Podproces $P^{(k)}$ ( $k = 1, 2, \dots, l$ )					
Czas/obiekt Cecha jakości	$t_1/O_1$	$t_2/O_2$	$t_3/O_3$	...	$t_m/O_m$
$x_1^{(k)}$	$x_{11}^{(k)}$	$x_{12}^{(k)}$	$x_{13}^{(k)}$	...	$x_{1m}^{(k)}$
$x_2^{(k)}$	$x_{21}^{(k)}$	$x_{22}^{(k)}$	$x_{23}^{(k)}$	...	$x_{2m}^{(k)}$
...	...	...	...	...	...
$x_n^{(k)}$	$x_{n1}^{(k)}$	$x_{n2}^{(k)}$	$x_{n3}^{(k)}$	...	$x_{nm}^{(k)}$

Źródło: opracowanie własne.

Oznaczenia:  $t_j$  –  $j$ -ty okres badawczy ( $j = 1, 2, \dots, m$ ),

$O_j$  –  $j$ -ty obiekt ( $j = 1, 2, \dots, m$ ).

### Faza siódma. Analiza macierzy procesów

Wszystkie cechy analizuje się następnie pod kątem ich charakteru (stymulanty, destymulanty, nominanty) oraz ustala wartości osiągane przez nominanty w stosunku do przyjętych w pierwszym etapie wartości optymalnych cech. Cechy–nominanty osiągające wartości niższe od optymalnej należy zakwalifikować jako stymulanty, cechy–nominanty osiągające wartości wyższe od optymalnej należy zakwalifikować jako destymulanty. Działania te ułatwią normalizację cech w następnej fazie metody.

**Faza ósma. Normalizacja cech opisujących podprocesy**

Celem normalizacji jest sprowadzenie cech jakości do porównywalności. Polega to na przekształceniu macierzy podprocesu  $P^{(k)}$  w macierz znormalizowaną podprocesów w przestrzeni cech  $Y^{(k)}$ :

$$P^{(k)} \longrightarrow Y^{(k)}, \quad Y_k = [y_{ij}^{(k)}]_{n \times m},$$

gdzie:

$y_{ij}^{(k)}$  – znormalizowana cecha  $x_{ij}^{(k)}$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ ),

$n$  – liczba cech  $k$ -tego podprocesu logistycznego,

$m$  – liczba obiektów logistycznych.

W metodzie jako formułę standaryzacji przyjęto unitaryzację. W zależności od charakteru cech (por. faza czwarta) oraz przyjmowanych wartości formuła unitaryzacji będzie miała inną postać. Dla cech będących stymulantami formuła ta przyjmuje postać (1), dla cech będących destymulantami – postać (2):

$$y_{ij}^{(k)} = \frac{x_{ij}^{(k)} - x_{\min,j}^{(k)}}{x_{\max,j}^{(k)} - x_{\min,j}^{(k)}}, \quad (1)$$

$$y_{ij}^{(k)} = 1 - \frac{x_{ij}^{(k)} - x_{\min,j}^{(k)}}{x_{\max,j}^{(k)} - x_{\min,j}^{(k)}}, \quad (2)$$

gdzie:

$y_{ij}^{(k)}$  – znormalizowana zmienna  $i$ -tej cechy ( $i = 1, \dots, n$ )  $j$ -tego obiektu ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) w  $k$ -tym podprocesie logistycznym,

$x_{ij}^{(k)}$  – wartość  $i$ -tej cechy ( $i = 1, \dots, n$ )  $j$ -tego obiektu ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) w  $k$ -tym podprocesie logistycznym,

$x_{\max,j}^{(k)}$  – wartość maksymalna cech  $j$ -tego obiektu w  $k$ -tym podprocesie logistycznym,

$x_{\min,j}^{(k)}$  – wartość minimalna cech  $j$ -tego obiektu w  $k$ -tym podprocesie logistycznym.

Jeśli nie występują różnice w wartościach cech w poszczególnych obiektach, to należy przyjąć, że wartość cechy znormalizowanej będzie przyjmować wartość 1 dla cech będących stymulantami, 0 natomiast dla cech będących destymulantami.

Znormalizowane cechy  $y_{ij}^{(k)}$  będą przyjmować wartości z przedziału  $<0, 1>$ , przy czym:

$y_{ij}^{(k)} = 0$ , dla cechy przyjmującej wartości niepożądane (gorsze) z punktu widzenia jakości procesu logistycznego,

$y_{ij}^{(k)} = 1$ , dla cechy przyjmującej wartości pożądane (lepsze) z punktu widzenia jakości procesu logistycznego.

Znormalizowane wartości cech będą tworzyły macierz  $Y$  wartości znormalizowanych:

$$Y^{(k)} = [y_{ij}^{(k)}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} y_{11}^{(k)} & y_{12}^{(k)} & \vdots & y_{1m}^{(k)} \\ y_{21}^{(k)} & y_{22}^{(k)} & \vdots & y_{2m}^{(k)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{n1}^{(k)} & y_{n2}^{(k)} & \vdots & y_{nm}^{(k)} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

gdzie:

$y_{ij}^{(k)}$  –  $i$ -ta znormalizowana cecha  $j$ -tego obiektu w  $k$ -tym podprocesie logistycznym,

nym,

$k$  – numer podprocesu  $P^{(k)}$  ( $k = 1, 2, \dots, l$ ;  $l$  – liczba podprocesów),

$i$  – numer cechy jakości podprocesu  $k$ -tego ( $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  – liczba cech jakości podprocesu  $k$ -tego),

$j$  – numer obiektu badania ( $j = 1, 2, \dots, m$ ;  $m$  – liczba obiektów badań).

Wszystkie macierze podprocesów można przedstawić w postaci tabelarycznej (tab.2).

**Tabela 2**

Tabelaryczne ujęcie znormalizowanej macierzy podprocesu  $P^{(k)}$  w przestrzeni cech

Podproces $P^{(k)}$ ( $k = 1, 2, \dots, l$ )					
Czas/obiekt Unormowana cecha jakości	$t_1/O_1$	$t_2/O_2$	$t_3/O_3$	...	$t_m/O_m$
$y_1^{(k)}$	$y_{11}^{(k)}$	$y_{12}^{(k)}$	$y_{13}^{(k)}$	...	$y_{1m}^{(k)}$
$y_2^{(k)}$	$y_{21}^{(k)}$	$y_{22}^{(k)}$	$y_{23}^{(k)}$	...	$y_{2m}^{(k)}$
...	...	...	...	...	...
$y_n^{(k)}$	$y_{n1}^{(k)}$	$y_{n2}^{(k)}$	$y_{n3}^{(k)}$	...	$y_{nm}^{(k)}$

Źródło: opracowanie własne.

Oznaczenia:  $t_j$  –  $j$ -ty okres badawczy ( $j = 1, 2, \dots, m$ ),

$O_j$  –  $j$ -ty obiekt ( $j = 1, 2, \dots, m$ ).

### **Etap III. Obliczenie wartości miernika syntetycznego oceny jakości podprocesów**

#### **Faza dziewiąta. Obliczenie uogólnionych parametrów obiektów podprocesu logistycznego**

Na podstawie standaryzowanej macierzy danych oraz przyjętych w fazie piątej wartości współczynników ważności cech dla każdego podprocesu  $P^{(k)}$  ( $k = 1, 2, \dots, l$ )

wyznaczany jest tzw. uogólniony parametr obiektu, który stanowi sumaryczną wartość stanów jakości dla wszystkich badanych obiektów (procesów w czasie, procesów przedsiębiorstw). Formuła obliczeniowa parametru uogólnionego  $m_j^{(k)}$  dla  $j$ -tego obiektu ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) w  $k$ -tym podprocesie logistycznym jest następująca:

$$m_j^{(k)} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i^{(k)} y_{ij}^{(k)}}{\sum_{i=1}^n w_i^{(k)}}, \quad (4)$$

gdzie:

$y_{ij}^{(k)}$  –  $i$ -ta znormalizowana cecha  $j$ -tego obiektu w  $k$ -tym procesie logistycznym,

$w_i^{(k)}$  – waga  $i$ -tej unormowanej cechy jakości  $k$ -tego podprocesu logistycznego.

Parametr uogólniony przyjmuje wartości z przedziału  $<0, 1>$ . Wartość 0 osiąga, gdy wszystkie unormowane wartości cechy są równe zero; wartość 1 zaś, gdy wszystkie wartości unormowane cech są równe jeden.

Obliczony parametr jest miernikiem syntetycznym jakości podprocesu logistycznego badanego obiektu, na podstawie którego można ustalić poziomy jakości obiektów w każdym podprocesie logistycznym.

#### **Faza dziesiąta. Ustalenie poziomów jakości obiektów w podprocesie logistycznym**

Obliczone w poprzednim etapie wartości  $m_i^{(k)}$  syntetycznych mierników jakości obiektów dla  $k$ -tego podprocesu logistycznego tworzą zbiór  $M^{(k)}$  mierników:

$$M^{(k)} = \{m_i^{(k)}\}, i = 1, 2, \dots, m.$$

Na podstawie tego zbioru można ustalić poziomy jakości obiektów w każdym podprocesie logistycznym. W tym celu zbiór mierników  $M^{(k)}$  trzeba uporządkować rosnąco bądź malejąco. Wyższa wartość miernika jakości procesu będzie wskazywała na to, że ten podproces jest bliższy ideałowi. Następnie należy ustalić  $s$ -przedziałów liczbowych, które będą wskazywać poziomy jakości podprocesów. Przedziały liczbowe można wyznaczać według różnych procedur grupowania obiektów. Najprostszą metodą jest podział całego przedziału liczbowego na równe części. Bardziej skomplikowane procedury to np. zastosowanie metod grupowania wielokryterialnej analizy matematycznej (np. metoda wrocławska (metoda hiperkul), metoda eliminacji wektorów, metoda katowicka, metoda jednakowego natężenia, metoda Czekanowskiego, metoda  $k$ -średnich, metoda  $k$ -centroidów [12], [13]).

#### **Etap IV. Obliczenie wartości miernika syntetycznego procesu logistycznego**

##### **Faza jedenasta. Obliczenie wartości miernika syntetycznego obiektu dla procesu logistycznego**

Wartość miernika syntetycznego całego procesu logistycznego  $M_j$  dla obiektu  $j$ -tego będzie sumą wartości mierników syntetycznych poszczególnych podprocesów  $m_j^{(k)}$  skorygowaną przez współczynniki wagowe  $w^{(k)}$  podprocesu  $k$ -tego ustalone w fazie piątej (etap I):

$$M_j = \frac{\sum_{k=1}^n w^{(k)} m_j^{(k)}}{\sum_{k=1}^l w^{(k)}}, \quad (5)$$

gdzie:

- $M_j$  – wartość miernika syntetycznego całego procesu logistycznego dla  $j$ -tego obiektu,
- $m_j^{(k)}$  – wartość miernika syntetycznego  $j$ -tego obiektu w  $k$ -tym podprocesie logistycznym,
- $w^{(k)}$  – współczynnik ważności  $k$ -tego podprocesu logistycznego ( $k = 1, 2, \dots, l$ ).

Miernik syntetyczny będzie przyjmował wartości z przedziału  $(0, 1)$ . Osiągnięcie przez obiekt wartości niższej będzie oznaczać, że obiekt jest gorszy pod względem zakładanego poziomu jakości. Wyższa wartość miernika jakości obiektu będzie wskazywać na to, że obiekt jest bliższy ideałowi.

##### **Faza dwunasta. Ustalenie poziomów jakości procesów logistycznych obiektów**

W celu ustalenia poziomów jakości procesów logistycznych obiektów należy uporządkować rosnąco obliczone w poprzedniej fazie wartości mierników syntetycznych  $M_j$  dla obiektu  $i$ -tego. Następnie trzeba ustalić  $t$  przedziałów liczbowych, które będą wskazywać na poziomy jakości procesów logistycznego obiektów. Przedziały liczbowe można wyznaczać według różnych procedur grupowania obiektów (por. faza dziesiąta).

##### **Faza trzynasta. Analiza wyników obliczeń poziomu jakości procesów logistycznych**

Obliczona w poprzedniej fazie wartość miernika syntetycznego nie jest wystarczająca do analizy i oceny jakości procesów logistycznych. Aby w pełni móc ocenić tę jakość, należy poddać analizie również wartości  $m_i$  syntetycznych mierników oceny jakości obiektu w procesie logistycznym obliczone w etapie trzecim.

Analiza wyników obliczeń poziomu jakości procesów logistycznych będzie przebiegała z punktu widzenia dynamiki zmian procesu oraz przyczyn niskiej jakości. Należy analizować wartości tych mierników, które mają decydujący wpływ na wyniki

końcowe. Analiza powinna być zakończona wnioskami co do przyczyn niskiej jakości i określeniem możliwości wyeliminowania ich.

## 5. Interpretacja wyników metody

Wartości obliczonych wskaźników jakości wykorzystywane są tylko do porządkowania uzyskanych wyników według klas (stanów) jakości, wskazując na jej poziom w jednolitej skali stanów. Wskaźnik jakości obiektu  $j$ -tego ( $M_j$ ) jest to wielkość przyjmująca wartości z przedziału (0,1). Wyższe wartości wskaźnika wskazują na osiąganie wyższego stanu jakości przez obiekt (proces logistyczny w danym czasie lub proces logistyczny w przedsiębiorstwie). Jednak pełny obraz jakości obiektu (procesu logistycznego) można uzyskać dopiero po zanalizowaniu wyników etapu trzeciego i drugiego (faza dziewiąta i faza ósma).

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że jakość uzyskanych wyników w zakresie jakości obiektu zależy w dużej mierze od:

- jakości doboru cech (ich kompletności, istotności, trafności),
- właściwego określenia współczynników ważności,
- prawidłowego określenia wartości optymalnych cech, które wpływają na wartości znormalizowane,
- przyjętego sposobu (formuły) standaryzacji cech.

## 6. Ocena proponowanej metody

Zaproponowana metoda ma wiele zalet, które pozwalają na bardzo pozytywną ocenę metody. Zaletą tej metody jest niewątpliwie to, że pozwala ona operować dużą liczbą danych opisujących proces logistyczny (mierników oceny jakości procesu logistycznego). Jest przy tym stosunkowo prosta. Obejmuje bowiem tylko trzynaście faz w czterech etapach. Zaproponowane formuły standaryzacji oraz formuła syntetyzacji są również proste zarówno pod względem prowadzenia obliczeń, jak i interpretacji wyników.

Inną bardzo ważną zaletą metody jest to, że umożliwia ona ocenę zarówno poszczególnych podprocesów, jak i całego procesu logistycznego oraz daje podstawę do ekonometrycznej oceny procesów (prognozowania rozwoju procesów). Dzięki tej metodzie można również zdefiniować optymalne parametry prognostyczne (cechy jakości), które mogą być traktowane jako wzorce jakości – jako wartości cech uznawanych przez ekspertów za wyznaczające pożądany poziom jakości procesu. Jest to niezwykle istotne z punktu widzenia definicji jakości obiektu.

Kolejny walor metody to ograniczenie udziału ekspertów w fazie samej oceny do minimum, co pozwala uniknąć błędów szacowania. Do jej pozytywów można zaliczyć również to, że porządkuje informacje o jakości w każdej fazie procesu (w każdym podprocesie logistycznym).

Proponowana metoda operuje cechami (miernikami) mierzalnymi, nie ogranicza przy tym ich liczby, a więc jest metodą uniwersalną. Dobór w niej formuły normalizacji cech pozwala na wskazanie cech, które z punktu widzenia jakości wpływają na uzyskiwanie niekorzystnych wyników procesu, nie ma jednak wbudowanego w formułę wymogu takiej oceny. Metoda pozwala poza tym ocenić tendencję zmian zarówno całego procesu, jak i poszczególnych jego składowych (podprocesów) i umożliwia ustalanie prognozy kształtowania się poziomu jakości procesu. Sposób interpretacji wyników jest bardzo prosty: wyższe wartości uogólnionego parametru wskazują na wyższy poziom jakości procesu logistycznego. Metoda ma duże walory użytkowe – oparta jest na nieskomplikowanej procedurze, na prostych formułach normalizacji cech i agregacji cech.

Mankamentem metody jest to, że nie ma wbudowanej w formułę wymogu uwzględniania wymagań klientów procesu, ale jej procedura pozwala na przyjmowanie dowolnych, mierzalnych cech jakości, również cech zdefiniowanych zgodnie z potrzebami klientów. Metoda ma również wady związane z możliwością występowania błędów wynikających z normowania cech.

Podsumowując można stwierdzić, że zaprezentowana metoda może być skutecznym instrumentem wspomagającym proces decyzyjny, gdyż kompleksowo ujmuje problem oceny jakości, a jej procedura pozwala na zastosowanie w każdej firmie, bez względu na przyjmowany zakres zadań logistyki.

## 7. Możliwe zastosowania metody

Proponowana metoda pozwoli na kompleksową ocenę jakości procesu logistycznego przedsiębiorstwa oraz ocenę procesu logistycznego realizowanego w różnych przedsiębiorstwach (tzw. badanie *benchmarkingowe*). Procedura metody, obejmująca w jednym z etapów obliczenia syntetycznych wskaźników oceny jakości wszystkich podprocesów logistycznych, umożliwia badanie i ocenę jakości również poszczególnych podprocesów logistycznych przedsiębiorstwa w czasie, czy też ocenę podprocesów logistycznych w różnych przedsiębiorstwach. Metodę można również stosować do porządkowania procesów logistycznych zdefiniowanych miernikami według kryterium jakościowego, i na wskazanie procesu najlepszego.

Jest jeszcze jeden wariant zastosowań: przyjmując jeden okres czasowy (np.  $t_0$ ) jako wzorzec jakości, za pomocą metody uogólnionego parametru będzie można badać kształtowanie się procesu logistycznego w poszczególnych okresach badawczych

w porównaniu do przyjętego wzorca jakości i oceniać na tej podstawie kierunki zmian procesu.

Należy zaznaczyć, że przedstawiona metoda parametru uogólnionego jest przeznaczona do oceny jakości procesów opanowanych, czyli takich, które są zdefiniowane i opisane, dla których jasno określono wejścia i wyjścia procesu oraz sformułowano i zmierzono parametry oceny jakości procesu.

### Bibliografia

- [1] ABT S., *Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1998.
- [2] DOBROWOLSKA A., *Ocena jakości procesu logistycznego przedsiębiorstwa przemysłowego*, praca doktorska, Politechnika Wrocławska 2002, Raport serii PRE nr 37.
- [3] DOBROWOLSKA A., *Doskonalenie jakości procesu logistycznego* [w:] *Doskonalenie systemów jakości*, pod red. J. Zymonika i Z. Zymonik, Inżynieria Maszyn, 2000, rok 5, zeszyt 3–4, Agenda Wydawnicza Wrocławskiej Rady FSNT NOT, Wrocław 2000.
- [4] DŁUGOSZ J., *Znaczenie jakości w zarządzaniu łańcuchami logistycznymi*, Materiały kongresowe pozasesyjne. Polski Kongres Logistyczny Logistics 2000. „Wyjść naprzeciw logistycznym wyzwaniom XXI wieku”. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2000.
- [5] DŁUGOSZ J., *Relacyjno-jakościowa koncepcja logistyki w zarządzaniu*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Zeszyty Naukowe – seria II, prace habilitacyjne, zeszyt 160, Poznań 2000.
- [6] GALANC T., JAŚNIEWICZ Z., MIKUŚ J., *O pewnej metodzie prognozowania ilościowego stanów obiektów technicznych*, Prace Naukowe i Prognostyczne Politechniki Wrocławskiej 1989, nr 4 (65).
- [7] GALANC T., JAŚNIEWICZ Z., MIKUŚ J., *Prognoza technicznej sprawności obiektu generowana jego uogólnionym parametrem*, Zagadnienia Eksploatacji Maszyn, 1990, zeszyt 4 (84).
- [8] HELLWIG Z., *Taksonometria ekonomiczna, jej osiągnięcia, zadania i cele* [w:] *Taksonomia – teoria i jej zastosowania*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków 1990.
- [9] KRAWCZYK S., *Logistyka w zarządzaniu marketingiem*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1999.
- [10] Norma PN-ISO 8402. *Zarządzanie jakością i zapewnienie jakości. Terminologia. Teksty norm EN 29000*. Polski Komitet Normalizacyjny PKN, Warszawa 1996.
- [11] Norma PN-ISO 9000:2001. *Zarządzanie i zapewnienie jakości. Podstawy i terminologia*, Polski Komitet Normalizacyjny PKN, Warszawa.
- [12] PLUTA W., *Wielowymiarowa analiza porównawcza w modelowaniu ekonometrycznym*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1986.
- [13] POCIECHA J., PODOLEC B., SOKOŁOWSKI A., ZAJĄC K., *Metody taksonomiczne w badaniach społeczno-ekonomicznych*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1988.
- [14] POCIECHA J., *Statystyczne metody konstruowania syntetycznego miernika jakości*, pod red. T. Wawaka: Społeczna, ekonomiczna i konsumencka ocena jakości (IV sympozjum klubu Polskie Forum ISO 9000), Wydawnictwo EJB, Kraków 1997, s. 127–136.
- [15] POKUSA T., *Jakość i doskonałość logistyczna w zarządzaniu nowoczesną firmą* [w:] Materiały konferencyjne Międzynarodowej Konferencji LOGISTICS'96 III pt. Systemy logistyczne kluczem do rozwoju gospodarczego, Polskie Towarzystwo Logistyczne, Warszawa, 1996.

### **Evaluation of the quality of logistic process of industrial enterprise with modified method of generalized parameter. Part I**

The implementation of process-oriented management is essential challenge for most enterprises in the world. It requires from organization to define processes and establish a system of evaluation of the quality of processes including criterion, measures and method of evaluation. Unfortunately, for most processes, especially auxiliary ones, there is lack of theoretical solution to these issues, especially there is no method for quality evaluation.

In the paper, use of a modified method of generalized parameter for evaluation of the quality of logistic process is proposed. Different aspects of implementation of the method in industrial enterprise was pointed and the main advantages and disadvantages of it was shown.

**Keywords:** *method, logistic process, quality, management*