

Mariola KSIĄŻEK, Michał KRZEMIŃSKI

WIELOKRYTERIALNA OCENA WARIANTÓW ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNO- KONSTRUKCYJNYCH W CENTRACH LOGISTYCZNYCH PRZY WYKORZYSTANIU METODY PUNKTU IDEALNEGO

Streszczenie

W artykule zaprezentowano wielokryterialną ocenę wybranych rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych dla obiektów przemysłowych przy zastosowaniu metody punktu idealnego. Zaproponowana metoda umożliwia uporządkowanie analizowanych wariantów oraz wybór optymalnego rozwiązania, dzięki wykorzystaniu koncepcji agregacji z pojedynczym kryterium syntetycznym, usuwającej całą nieporównywalność według logiki niekompensacyjnej. Autorzy przeprowadzili badania ankietowe, w wyniku których wyselekcjonowano podstawową grupę kryteriów oceny oraz określono ich stopień ważności w odniesieniu do rozpatrywanych wariantów rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych dla obiektów przemysłowych. Model analizy zaprezentowano na przykładzie oceny pięciu wybranych centrów logistycznych zlokalizowanych na terenie dużych miast w Polsce.

WSTĘP

Oddziaływanie procesu budowlanego na otoczenie – w ujęciu ogólnym – rozpoczyna się już w chwili pobrania zasobów, niezbędnych do produkcji wyrobów i elementów budowlanych, a kończy się w momencie rozbiórki obiektu oraz utylizacji tego, co po nim pozostało. Rozwiązywanie problemów decyzyjnych w praktyce inżynierskiej obejmuje wybór różnych wariantów np.: ofert, rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych i organizacyjnych, opisanych przez wskaźniki techniczno-ekonomiczne i wyrażone w określonych jednostkach. Ocena rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych w budownictwie przemysłowym ze względu na ich złożoność nie jest łatwa, co wynika przede wszystkim z ich charakteru i specyfiki. Trudność tego zagadnienia polega m.in. na właściwym określeniu cech budowlanego obiektu przemysłowego ocenianych ilościowo lub jakościowo. Zdaniem autorów, z uwagi na fakt, iż do oceny różnego typu budowlanych obiektów przemysłowych z reguły przyjmuje się innego typu kryteria oceny, to ocena rozpatrywanej inwestycji budowlanej (np. centrum logistycznego) powinna być wieloaspektowa, uwzględniająca jej indywidualny charakter i przeznaczenie.

Zaproponowano analizę wielokryterialną wybranych obiektów przemysłowych przy zastosowaniu metody punktu idealnego.

1. OGÓLNE UWAGI DOTYCZĄCE METOD I TECHNIK POZYSKIWANIA DANYCH BADAWCZYCH

W socjologii istnieje wiele technik badań (określanych jako sposób zbierania danych) oraz metod badań, stanowiących niezawodną i powtarzalną procedurę rozwiązania ogólnego problemu badawczego, spośród których badający może wybrać sposób najbardziej przydatny do oceny rozpatrywanego problemu [7]. Zasadę tę wykorzystano do badania obiektów budowlanych (wiaduktów) G. Łagoda [9]. Syntetyczny podział technik pozyskiwania danych badawczych zaproponowany przez jednego z czołowych polskich metodologów empirycznych badań socjologicznych J. Lutyńskiego [1], [2], [8] zaprezentowano poniżej w tabeli 1.

Tab. 1. Podział technik otrzymywania materiałów badawczych [5]

	Techniki obserwacyjne	Techniki oparte na wzajemnym komunikowaniu się	
		bezpośrednim	pośrednim
Techniki nie standaryzowane	Techniki obserwacji nie kontrolowanej	Techniki wywiadu swobodnego (wolnego)	Techniki otrzymywania wypowiedzi pisemnych nie standaryzowanych
Techniki standaryzowane	Techniki obserwacji kontrolowanej	Techniki wywiadu standaryzowanego (kwestionariuszowego)	Techniki ankiety

Źródło [1], [2], [7], [8], [9]

Natomiast do grupy najbardziej istotnych z punktu widzenia socjologii metod badań zalicza się odpowiednio:

- metodę badań terenowych (tzw. monograficzną) – „polegającą na traktowaniu układu społecznego jako pewnej całości i dążącej do zanalizowania układu relacji między częściami tej całości, zasad jej funkcjonowania i dynamiki” [1], [2], [7], [8], [9].
- metodę reprezentacyjną (tzw. sondażową lub ankietową) – umożliwiającą pozyskanie wiedzy o danej zbiorowości poprzez przebadanie jej reprezentacji [1], [2], [7], [8], [9].
- metodę eksperymentalną – polegającą na przeprowadzeniu określonych działań, pozwalających badającemu na sformułowanie zależności (praw) przyczynowych pomiędzy dwoma zjawiskami [1], [2], [7], [8], [9].
- metodę opartą na materiałach historycznych – czyli badania pełniące rolę zasadniczą lub pomocniczą (wykorzystują tzw. źródła zastane) [1], [2], [7], [8], [9].
- metodę socjometryczną – polegającą na opisanu społecznych (oddziaływań) układów pomiędzy członkami określonej zbiorowości [1], [2], [7], [8], [9].

Zagadnieniem ważnym jest spełnienie warunku reprezentatywności próby. Wielkość tzw. populacji próbnej dobiera się zależnie od wymaganej (w danej sytuacji) dokładności wniosków lub w zależności od opłacalnej i możliwej do osiągnięcia dokładności wyników w odniesieniu do danego problemu. W socjologii powszechnie akceptowany jest pogląd, iż „jeżeli spełnione są warunki dla szczególnego statystycznego przypadku, rezultaty z prób zawierających od około 200 do około 2000 elementów mogą spokojnie konkurować z pomiarami, które w życiu codziennym uważane są za rzetelne i wiążące. Ponadto podstawę badań ankietowych stanowi socjologiczno-statystyczna zasada reprezentatywności, która polega na zestawieniu równomiernie zmniejszonego modelu badanej populacji, odpowiadającego swoim składem całej grupie respondentów” [9]. W związku z powyższym, uwzględniając możliwości finansowe autorów przeprowadzono badania ankietowe, których wyniki zaprezentowano w dalszej części opracowania.

2. PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA BADAWCZE

Zasadniczym miernikiem oceny wariantów technologiczno-konstrukcyjnych w budownictwie przemysłowym jest stopień spełnienia kryteriów określonych przez decydenta (w niniejszym opracowaniu oznaczającego inwestora, względnie nabywcę obiektu przemysłowego, decydującego o jego lokalizacji, ostatecznej postaci i przeznaczeniu). Kwestia doboru kryteriów jest niezwykle ważna podobnie, jak i właściwa ocena poziomu ich spełnienia. Kryteria oceny walorów każdego rozpatrywanego rozwiązania powinny być sformułowane i zdefiniowane w sposób jasny i czytelny dla decydenta. Według R. Kolmana [4] kryteriami jakości są różnego rodzaju cechy i właściwości przydatne do opisanego stanu, w jakim znajduje się badany przedmiot analizy. Kryteria jakości obiektu z reguły wynikają z jego przeznaczenia, wymagań techniczno-użytkowych [4], względów finansowych i estetyki. Natomiast w opinii J. Szwabowskiego [11] w każdym procesie oceny wielokryterialnej określa się charakter przyjętych kryteriów. Dana cecha analizowanego rozwiązania decyzyjnego może być stymulantą (zaletą, walorem) lub też - destymulantą (wadą, mankamentem). Wyższa wartość stymulanta powoduje korzystniejszą ocenę globalną wariantu. Natomiast wyższa wartość destymulanta pogarsza globalną ocenę danego rozwiązania. Oczywiście takie oznaczanie charakteru kryteriów odnosi się dla określonej sytuacji decyzyjnej i konkretnego decydenta [7].

W fazie planowania i przygotowania inwestycji często zdarza się, iż wartości ocen niektórych kryteriów mają charakter przybliżony, trudno mierzalny i subiektywny, ponieważ oceniający (np.: w obawie przed popełnieniem błędu) preferują wyrażanie swoich opinii wyłącznie na poziomie jakościowym. Na zachowania decydentów niejednokrotnie wpływają opinie i oceny ekspertów (przede wszystkim inżynierów budowlanych). Od ekspertów bowiem oczekuje się ocen zgodnych z wiedzą budowlaną, rzetelnych, obiektywnych i uwzględniających specyfikę danej sytuacji decyzyjnej. Opinie decydentów, formułowane na podstawie ich poziomu wiedzy i doświadczenia, są dodatkowo uzależnione od dostępności informacji o analizowanym problemie decyzyjnym, stanu emocjonalnego danego eksperta, jego poczucia własnej wartości, nastroju, otoczenia środowiskowego i sposobu postrzegania zjawiska. Punkt widzenia eksperta jest w dużej mierze uzależniony również od subiektywnych preferencji decydenta, na którego rzecz sporządzana jest dana opinia lub ocena. Inne bowiem zapytania w odniesieniu do walorów technologiczno-konstrukcyjnych obiektu przemysłowego będzie przyjmował inwestor, a odrębne - nabywca, czy projektant [7]. W opinii autorów, aparat teoretyczny obejmujący między innymi analizę decyzyjną i różnorodne metody oceny wielokryterialnej, przyczynia się do usprawnienia procesu decyzyjnego i pozwala uniknąć błędów zniekształcających jakość i rzetelność podejmowanej decyzji.

Autorzy przeprowadzili badania ankietowe, w wyniku których wyselekcjonowano podstawową grupę kryteriów oceny rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych dla obiektów przemysłowych oraz określono ich stopień ważności. Dla oceny kryteriów przyjęto skalę pięciopunktową, gdzie 1 – oznacza stan nieodpowiedni (niemożliwy do zaakceptowania) i 5 – bardzo dobry (rozwiązanie wzorcowe). Natomiast wagi poszczególnych kryteriów określono w sposób subiektywny (w skali od 0 do 1, gdzie 0 – oznacza najmniej istotny, 1 – najważniejszy), z uwzględnieniem stopnia ważności i znaczenia wybranej cechy w aspekcie samej realizacji i użytkowania obiektu. Szczegółowy opis kryteriów oraz rezultaty badań ankietowych zaprezentowano w pracach [4], [6]. Model analizy wielokryterialnej przy wykorzystaniu metody punktu idealnego [3], [7], [10] przedstawiono na przykładzie oceny pięciu wybranych centrów logistycznych, zlokalizowanych na terenie dużych miast w Polsce. W tabeli 2 zaprezentowano wartości ocen rozpatrywanych wariantów decyzyjnych w odniesieniu do przyjętych kryteriów ich oceny.

Tab. 1. Zestawienie ocen analizowanych wariantów centrów logistycznych

NAZWA KRYTERIUM	WAGA	OCENA POSZCZEGÓLNYCH ROZWIĄZAŃ				
Kryteria podstawowe	0,89	Wariant I	Wariant II	Wariant III	Wariant IV	Wariant V
A. Technologia wykonania elementów obiektu	0,31	0,92	0,83	0,81	0,89	0,80
– czas wykonania	0,1	0,77	0,92	1,00	0,81	0,95
– koszt wykonania	0,1	1,00	0,80	0,70	0,90	0,70
– trwałość	0,03	1,00	0,75	1,00	1,00	1,00
– stopień skomplikowania technologicznego przy wykonywaniu prac	0,07	1,00	0,80	0,60	1,00	0,60
– ekologiczność zastosowanego rozwiązania	0,01	0,80	0,60	1,00	0,60	1,00
B. Adaptowalność w aspekcie rozwiązań konstrukcyjnych	0,36	0,80	0,87	0,68	0,62	0,85
– wysokość użytkowa	0,12	1,00	0,80	0,80	1,00	0,80
– przestrzeń między elementami konstrukcyjnymi	0,18	1,00	1,00	0,50	0,50	0,90
– technologia i konstrukcja wykonania ścian osłonowych	0,06	0,40	0,80	1,00	0,20	0,80
C. Funkcjonalność i walory użytkowe obiektu	0,22	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90
– stopień spełnienia wymagań jakości	0,11	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
– stopień spełnienia wymagań bezpieczeństwa	0,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
– możliwość powtórnego zastosowania	0,05	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
Kryteria dodatkowe	0,11	Wariant I	Wariant II	Wariant III	Wariant IV	Wariant V
D. Lokalizacja obiektu	0,07	0,83	0,86	0,93	0,94	0,79
– bliskość kolejki miejskiej	0,04	0,80	0,80	1,00	1,00	0,75
– bliskość tramwajów i autobusów	0,01	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
– bliskość drogi szybkiego ruchu	0,01	0,60	0,80	1,00	0,60	0,80
– sąsiedztwo zakładu wytwórczego (np. wytwórni kruszywa)	0,01	1,00	1,00	0,50	1,00	0,80
E. Standard wykończenia obiektu	0,04	0,79	0,90	0,94	0,95	0,83
– ściany zewnętrzne	0,01	0,75	1,00	0,75	1,00	0,80
– ściany wewnętrzne	0,01	0,80	0,80	1,00	0,80	1,00
– pomieszczenia administracyjne	0,01	0,80	0,80	1,00	1,00	0,60
– pomieszczenia socjalne	0,01	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00

Źródło [6]

Dane wejściowe do przeprowadzanej analizy odnoszą się do najważniejszych, z punktu widzenia oceny jakościowej, cech centrum logistycznego w warunkach polskiej

rzeczywistości rynkowej. Ocenę rozpatrywanych obiektów wykonali doświadczeni i kompetentni decydenci. Otrzymałą opinię przyjęto za najbardziej miarodajną o wysokim poziomie zaufania.

3. OCENA WYBRANYCH CENTRÓW LOGISTYCZNYCH PRZY WYKORZYSTANIU METODY PUNKTU IDEALNEGO

3.1. Wprowadzenie do metody punktu idealnego

Metoda punktu idealnego została rozwinięta i po raz pierwszy zastosowana przez K. Yoon i C. L. Hwanga. Należy do grupy metod optymalizacji wielokryterialnej. Wykorzystuje koncepcję agregacji z pojedynczym kryterium syntetycznym, usuwającą całą nieporównywalność według logiki niekompensacyjnej. Pozwala na uporządkowanie analizowanych rozwiązań na podstawie ustalenia najmniejszej odległości od rozwiązania idealnego i największej od wariantu antyidealnego [3], [7], [10]. Metoda punktu idealnego wymaga podania dodatkowych informacji o cechach opisujących poszczególne kryteria. Ma ona charakter wieloetapowy i może być stosowana do porządkowania i klasyfikacji zbiorów tego samego typu wariantów [7]. Procedurę postępowania przy zastosowaniu metody punktu idealnego zaprezentowano poniżej.

3.2. Etapy obliczeń w metodzie punktu idealnego

ETAP I – normalizacja wejściowej macierzy rozwiązań P , której poszczególne wyrazy stanowią oceny końcowe wariantów w odniesieniu do poszczególnych kryteriów. Pozwala to sformułować tablicę pokazaną jako tabela 3.

Tab. 3. Wejściowa macierz rozwiązań

KRYTERIUM WARIANT	Kryterium I	Kryterium II	Kryterium III	Kryterium IV	Kryterium V
	OCENA STOPNIA SPEŁNIENIA KRYTERIÓW				
Wariant I	0,90	0,80	1,00	0,83	0,79
Wariant II	0,83	0,87	1,00	0,86	0,90
Wariant III	0,81	0,68	1,00	0,93	0,94
Wariant IV	0,89	0,62	1,00	0,94	0,95
Wariant V	0,80	0,85	0,90	0,79	0,83

Źródło opracowanie własne

Wyrazy znormalizowanej macierzy \bar{P} oblicza się według wzoru [3], [7], [10]:

$$\bar{p}_{ij} = \frac{p_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m p_{ij}^2}} \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n} \quad (1)$$

gdzie: m – liczba wariantów, n – liczba kryteriów.

Znormalizowana macierz \bar{P} przedstawia się następująco:

$$[\bar{P}] = \begin{bmatrix} 0,475 & 0,465 & 0,456 & 0,426 & 0,400 \\ 0,438 & 0,505 & 0,456 & 0,441 & 0,455 \\ 0,428 & 0,395 & 0,456 & 0,477 & 0,475 \\ 0,470 & 0,360 & 0,456 & 0,482 & 0,480 \\ 0,422 & 0,494 & 0,410 & 0,405 & 0,420 \end{bmatrix}$$

ETAP II – określenie znormalizowanej macierzy rozwiązań V z uwzględnieniem ważności (znaczenia) poszczególnych kryteriów.

Wyraży znormalizowanej macierzy V oblicza się według wzoru [3], [7], [10]:

$$V_{ij} = \overline{p_{ij}} \cdot q_j \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n} \quad (2)$$

Wektor wag poszczególnych kryteriów Q opisano poniżej [3], [7], [10]:

$$Q = [q_j] \quad \sum_{j=1}^n q_j = 1 \quad (3)$$

Wagi kryteriów podano w postaci znormalizowanej tzn. przyjmują wartości z przedziału (0, 1). Wektor wag Q dla rozpatrywanych kryteriów przedstawiono poniżej:

$$[Q] = \begin{bmatrix} 0,31 \\ 0,36 \\ 0,22 \\ 0,07 \\ 0,04 \end{bmatrix}$$

Jeśli wszystkie kryteria są jednakowo ważne, bądź nie występuje wektor wag, to:

$$[V] = [P] \quad (4)$$

Po podstawieniu macierz V przyjmuje postać:

$$[V] = \begin{bmatrix} 0,475 & 0,465 & 0,456 & 0,426 & 0,400 \\ 0,438 & 0,505 & 0,456 & 0,441 & 0,455 \\ 0,428 & 0,395 & 0,456 & 0,477 & 0,475 \\ 0,470 & 0,360 & 0,456 & 0,482 & 0,480 \\ 0,422 & 0,494 & 0,410 & 0,405 & 0,420 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,31 \\ 0,36 \\ 0,22 \\ 0,07 \\ 0,04 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,147 & 0,144 & 0,141 & 0,132 & 0,124 \\ 0,158 & 0,182 & 0,164 & 0,159 & 0,164 \\ 0,094 & 0,087 & 0,100 & 0,105 & 0,105 \\ 0,033 & 0,025 & 0,032 & 0,034 & 0,034 \\ 0,117 & 0,020 & 0,016 & 0,016 & 0,117 \end{bmatrix}$$

ETAP III – określenie rozwiązania idealnego i antyidealnego [3], [7], [10].

Poszczególne wyrazy rozwiązania idealnego $A^+ = [a_i^+]$, oblicza się według wzoru:

$$a_i^+ = \left\{ \left(\max_j V_{ij/j} \in J \right), \left(\max_j V_{ij/i} \in J' \right), i = \overline{1, m} \right\} = \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_n^*\}, j = \overline{1, n} \quad (5)$$

Natomiast wyrazy rozwiązania antyidealnego $A^- = [a_i^-]$ dla rozwiązania idealnego A^+ , oblicza się zgodnie ze wzorem:

$$a_i^- = \left\{ \left(\min_j V_{ij/j} \in J \right), \left(\min_j V_{ij/i} \in J' \right), i = \overline{1, m} \right\} = \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_n^*\}, j = \overline{1, n} \quad (6)$$

gdzie:

J – kryteria, dla których największa wartość jest najlepsza (kryteria typu „zysk”)

J' – kryteria, dla których najmniejsza wartość jest najlepsza (kryteria typu „koszt”)

Rozwiązanie idealne – dla rozpatrywanego przykładu – przyjmuje postać:

$$A^+ = [0,158; 0,182; 0,164; 0,159; 0,164]$$

Rozwiązanie negatywne przedstawia się następująco:

$$A^- = [0,017; 0,020; 0,016; 0,016; 0,017]$$

ETAP IV – określenie miary odległości rozpatrywanych wariantów od rozwiązania idealnego i antyidealnego [3], [7], [10].

Odległość od rozwiązania idealnego obliczamy na podstawie wzoru:

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad i = \overline{1, m} \quad (7)$$

gdzie: i – oznacza kolejne rozwiązanie.

Odległości poszczególnych wariantów od w rozwiązania idealnego są następujące:

$$L_1^+ = 0,066 \quad L_2^+ = 0,000 \quad L_3^+ = 0,154 \quad L_4^+ = 0,300 \quad L_5^+ = 0,332$$

Odległość od rozwiązania antyidealnego obliczamy na podstawie wzoru:

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad i = \overline{1, m} \quad (8)$$

Odległości poszczególnych wariantów od w rozwiązania negatywnego przyjmują odpowiednio wartości:

$$L_1^- = 0,270 \quad L_2^- = 0,332 \quad L_3^- = 0,182 \quad L_4^- = 0,033 \quad L_5^- = 0,000$$

ETAP V – obliczenie względnej odległości poszczególnych rozwiązań w odniesieniu do rozwiązania idealnego ze wzoru [3], [7], [10]:

$$K_i = \frac{L_i^-}{(L_i^+ + L_i^-)} \quad 0 < K_i < 1, \quad i = \overline{1, m} \quad (9)$$

Im wartość K_i (ocena danego rozwiązania) większa, tym dane rozwiązanie jest lepsze.

W szczególnym przypadku: $K_i = 1$, gdy $A_i = A_i^+$ i $K_i = 0$, gdy $A_i = A_i^-$.

Wartości ocen K_i dla poszczególnych wariantów przedstawiają się następująco:

$$K_1 = 0,803, \quad K_2 = 1,000, \quad K_3 = 0,542$$

$$K_4 = 0,100, \quad K_5 = 0,000$$

Wartości K_i stanowią podstawę do utworzenia szeregu preferencyjnego, w którym wyższą pozycję zajmują rozwiązania o większych wartościach K_i [3], [7], [10].

W rozpatrywanym przypadku szereg optymalnych wariantów przedstawia się następująco:

$$K_2 \Rightarrow K_1 \Rightarrow K_3 \Rightarrow K_4 \Rightarrow K_5$$

Obliczenia wykonano przy zastosowaniu programu MS Excel w opracowanym – do metody punktu idealnego – arkuszu kalkulacyjnym.

PODSUMOWANIE

Z przytoczonej analizy wynika, iż:

- w świetle przyjętych kryteriów oceny obiekt drugi jest najlepszy i najbardziej preferowany,
- metoda punktu idealnego umożliwia porównanie skończonej liczby wariantów jedynie tego samego typu obiektów budowlanych,
- zaproponowana metoda oceny jakościowej może być pomocna w procesie podejmowania decyzji, ponieważ umożliwia uporządkowanie zbioru kryteriów oraz wyłonienie optymalnego wariantu.

BIBLIOGRAFIA

1. Choynowski M.: *Elementy teorii testów psychologicznych*. Przegląd Psychologiczny 1959, nr 3.
2. Holm K., Hübner P.: *Wprowadzenie do metod socjologii empirycznej*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1985.
3. Kapliński O. red.: *Informatyka stosowana w inżynierii produkcji budowlanej*. Praca zbiorowa, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1996.
4. Kolman R.: *Ilościowe określanie jakości*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1973.
5. Krzemiński M., Książek M.: *Przykład obliczeniowy oceny rozwiązań technologiczno – konstrukcyjnych w centrach logistycznych*. Logistyka 2012, nr 6.

6. Książek M., Krzemiński M.: *Ocena rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych w centrach logistycznych*. Logistyka 2012, nr 6.
7. Książek M.: *Wielokryterialna ocena rozwiązań projektowych budynków*. Rozprawa doktorska, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010.
8. Kuczyńska A. red.: *Sztuka a społeczeństwo*. Praca zbiorowa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1976.
9. Łagoda G.: *Wiadukty nad autostradami. Wybrane zagadnienia kształtowania konstrukcyjnego i estetycznego*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej z. 137, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.
10. Słowiński R.: *Modelowanie preferencji w wielokryterialnych problemach decyzyjnych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Automatyka Z. 67, Gliwice 1983.
11. Szwabowski J., Deszcz J.: *Metody wielokryterialnej analizy porównawczej. Podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań w budownictwie*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.

MULTICRITERIA ASSESSMENT OF LOGISTIC CENTRES' STRUCTURE WITH USE OF IDEAL POINT METHOD

Abstract

Paper presents multicriteria assessment of logistic centres' structure with use of ideal point method. Authors have used questionnaire to select a basic criteria group for assessment to define an importance rank of industrial buildings structure variants. The analysis model illustrates an example of assessment of logistic centres based in five main Polish cities.

Autorzy:

dr inż. Mariola KSIĄŻEK – Politechnika Warszawska

dr inż. Michał KRZEMIŃSKI – Politechnika Warszawska