

KSIAŻEK Mariola¹
KRZEMIŃSKI Michał²

Ocena rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych w centrach logistycznych

obiekt przemysłowy,
rozwiązania technologiczno-konstrukcyjne,
kryterium, decydent, badania ankietowe

Streszczenie

W opracowaniu zaprezentowano wybrane zagadnienia dotyczące oceny rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych na przykładzie centrów logistycznych. W ramach przeprowadzonych badań ankietowych wyselekcjonowano i uszeregowano w odpowiednie grupy znaczeniowe zbiór kryteriów głównych i dopełniających do oceny rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych dla obiektów przemysłowych. Celem było również przyporządkowanie kryteriom odpowiednich stopni ważności. Zdaniem autorów, zaproponowane kryteria są najbardziej adekwatne z punktu widzenia rozpatrywanej problematyki.

ASSESSMENT OF CONSTRUCTION ENGINEERING SOLUTIONS FOR LOGISTIC CENTRES

Abstract

This paper presents the chosen aspects of assessment of the construction engineering solutions for logistic centres. Questionnaires' feedback has been used to select and classify sets of main and additional criteria need for assessment. Important part of a research was to assign an importance to selected criteria. In authors opinion selected criteria are the most suitable for presented issues.

1. WPROWADZENIE

Problem wyboru optymalnego rozwiązania spośród możliwych wariantów jest często spotykany w praktyce inżynierskiej. Rozwiązywanie problemów decyzyjnych w budownictwie 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. Trudność tego zagadnienia polega m.in. na właściwym określeniu cech budowlanego obiektu przemysłowego ocenianych ilościowo lub jakościowo. Do oceny różnego typu budowlanych obiektów przemysłowych z reguły przyjmuje się innego typu kryteria oceny, co wynika przede wszystkim z ich przeznaczenia i charakteru.

Przykładowo, porównując rozwiązanie projektowe obiektu halowego z przeznaczeniem do produkcji prefabrykatów i z przeznaczeniem na centrum logistyczne można stwierdzić m.in., że określone, nawet takie same kryteria, będą przez ekspertów odrębnie postrzegane. W odniesieniu do kryterium „Lokalizacja” – cecha ta będzie miała dla centrum logistycznego wyższą wagę, w odniesieniu do np. bliskości dużego miasta czy drogi ekspresowej, niż dla obiektu halowego przeznaczonego do produkcji prefabrykatów, ze względu na generowane przez duże miasta utrudnienia w ruchu kołowym w ich obrębie oraz w bliskiej okolicy.

Natomiast dostępność punktów zbytu różnego typu surowców mineralnych będzie korzystniejsza dla obiektu halowego przeznaczanego do produkcji prefabrykatów. Dla centrum logistycznego cenniejsze będzie zachowanie określonej odległości od drogi szybkiego ruchu. Infrastruktura miejska (np. metro, kolejka miejska, tramwaje, autobusy) będzie mniej ważna z punktu widzenia centrum logistycznego, co w przypadku dużej wytwórni prefabrykatów o zróżnicowanym asortymencie produktów (elementy małe i wielkowymiarowe), zatrudniającej dużą ilość pracowników (np. powyżej 250 osób) będzie miało duże znaczenie. Podobnie przedstawia się sprawa dla kryterium „Adaptowalność rozwiązań konstrukcyjnych”.

W przypadku centrum logistycznego, magazynowanie odbywa się w systemie zestandaryzowanym (np. pojemniki typu cargo, palety). Ich wielkość i rozmieszczenie musi spełniać wymagania określone przez odpowiednie normy i wytyczne. Natomiast, dla obiektu halowego przeznaczanego do produkcji prefabrykatów, kwestia adaptowalności rozwiązań konstrukcyjnych będzie dotyczyła przede wszystkim możliwości ich jak najlepszego dostosowania do celów produkcyjnych.

W opinii autorów niniejszego opracowania, zasadniczym miernikiem oceny wariantów technologiczno-konstrukcyjnych w budownictwie przemysłowym jest poziom spełnienia kryteriów określonych przez decydenta. Pojęcie decydenta oznacza w niniejszym opracowaniu inwestora, względnie nabywcę decydującego o lokalizacji inwestycji oraz o ostatecznej postaci i przeznaczeniu obiektu budowlanego, charakteryzującego się określonymi cechami

¹ Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa, E-mail: mariola.ksiazek@il.pw.edu.pl

² Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa, E-mail: m.krzeminski@il.pw.edu.pl

technologiczno-konstrukcyjnymi. Pomimo, iż niektóre z tych cech są trudne do zmierzenia w sposób obiektywny (ilościowy), to istnieje konieczność znalezienia syntetycznego miernika walorów technologiczno-konstrukcyjnych obiektu. Inaczej bowiem, kompleksowa ocena jakości obiektu nie jest możliwa.

Właściwy dobór kryteriów jest równie ważny, jak prawidłowa ocena poziomu ich spełnienia, zarówno dla wspomnianego wcześniej inwestora, jak i potencjalnego właściciela obiektu halowego. Z uwagi na zmienność przedmiotów badania i różnorodność warunków realizacji budowy – nie jest możliwe podanie dla wszystkich obiektów jednolitego zbioru parametrów i kryteriów oceny. Podstawowym kryterium może być na przykład: wytrzymałość danego elementu konstrukcji, najmniej skomplikowana technologia realizacji, najniższa pracochłonność, itp. Grupy parametrów mogą też być różne np.: techniczne, ekonomiczne, ergonomiczne, itp.

Kryteria oceny walorów technologiczno-konstrukcyjnych obiektów przemysłowych powinny być sformułowane i zdefiniowane w sposób jasny i czytelny. Niedokładność w określeniu parametrów pojawia się zazwyczaj wtedy, gdy przedsięwzięcie znajduje się w fazie koncepcji, bądź planowania. W fazie planowania i przygotowania inwestycji często zdarza się, iż wartości pożądane dla niektórych kryteriów mają charakter przybliżony, trudno mierzalny i subiektywny. Eksperti często opisują zjawiska w sposób niedokładny, co wyraża się w m.in. takich stwierdzeniach, jak: „dobry”, „prawie”, „znacznie”, „większość”, itp.

Przykładowo oceniając lokalizację inwestycji decydent może stwierdzić, że: „*lokalizacja jest dobra*” albo porównując inwestycje: „*standard wykończenia obiektu A jest znacznie wyższy od obiektu B*”. Oczywiście, taki stan rzeczy wynika częściowo z faktu, iż oceniający w obawie przed błędną oceną preferują wyrażanie swoich opinii wyłącznie na poziomie jakościowym i często trudno im zachować odpowiednią precyzję. Problematyczne jest też szczegółowe ustalenie, co dla danego specjalisty oznacza „*adaptowalność jest dobra*”, czy „*znacznie wyższy standard wykończenia*”. Ponadto, duże znaczenie przy ocenie ma subiektywny punkt widzenia decydenta.

Zdaniem autorów na zachowania decydentów silnie wpływają opinie i oceny ekspertów, w tym przede wszystkim inżynierów budowlanych. Od ekspertów oczekuje się ocen zgodnych z wiedzą budowlaną, rzetelnych, obiektywnych i uwzględniających specyfikę danej sytuacji decyzyjnej. Trudno jednak jednoznacznie zdefiniować indywidualne preferencje, system wartości i motywy postępowania eksperta.

Opinie ekspertów, 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. Dodatkowo, przy formułowaniu ocen eksperti narażeni są na oddziaływanie różnego typu czynników zniekształcających trafność i obiektywność opinii. Zdarza się, że grupa złożona nawet z kompetentnych i zdolnych ekspertów często jest skłonna zaakceptować nieracjonalne i nierozsądne rozwiązania.

Trudność w podejmowaniu decyzji wynika ze stopnia skomplikowania zadania decyzyjnego, złożoności wariantów i preferencji oceniającego. Preferencje eksperta są w dużej mierze uzależnione również od punktu widzenia decydenta, na którego rzecz jest sporządzana dana opinia lub ocena. Inne bowiem preferencje w zakresie walorów technologiczno-konstrukcyjnych obiektu przemysłowego będzie przyjmował inwestor, nabywca, czy projektant.

W opinii autorów niniejszego opracowania, aparat teoretyczny obejmujący między innymi analizę decyzyjną i różnorodne metody oceny wielokryterialnej, przyczynia się do usprawnienia procesu decyzyjnego i pozwala uniknąć określonych błędów zniekształcających jakość i rzetelność podejmowanej decyzji. W praktyce poszczególne z tych narzędzi są stosowane selektywnie, co niejednokrotnie zniekształca wyniki oceny.

W opracowaniu przyjęto założenie, że dla obiektywizacji oceny należy narzędzia te wykorzystywać jednocześnie, w celu sformułowania oceny zagregowanej.

2. PRZYJĘTE KRYTERIA OCENY

W opinii R. Kolmana [2] przez *Kryterium* rozumie się cechy (właściwości, własności) wyrobów, planów i działań. Według J. Szwabowskiego [4] 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. Takie oznaczanie charakteru kryteriów odnosi się dla określonej sytuacji decyzyjnej i konkretnego decydenta. To samo kryterium może bowiem stanowić stymulantę w jednej sytuacji decyzyjnej, a destymulantę – w innej. Zagadnienie właściwego doboru kryteriów stanowi jeden z najistotniejszych i najtrudniejszych etapów analizy jakościowej (R. Kolman [2]).

Kryteria jakości obiektu z reguły wynikają z jego przeznaczenia, wymagań techniczno-użytkowych [1], względów finansowych i estetyki. W ujęciu ogólnym kryteria dzieli się na: zasadnicze (podstawowe), szczegółowe (zwyyczajne), dopełniające [2]. Natomiast według J. Szwabowskiego [4] kryteria dzieli się na: nieidentyfikowane, identyfikowane, identyfikowane i oceniane, identyfikowane, oceniane i sterowalne.

Zdaniem różnych autorów [2], [3], [4] w ocenach wielokryterialnych uwzględnia się następujące kryteria: mierzalne, którym można przyporządkować pewną wartość liczbową w ramach przyjętej skali ocen, trudno mierzalne, podlegające pewnemu porządkowaniu wartościującemu, klasyfikowane dwustanowo, gdzie stwierdza się ich występowanie lub brak (stan 0, 1).

W ramach systemu budownictwa kryteria mogą przykładowo odnosić się do: rozwiązań technologicznych, rozwiązań organizacyjnych, rozwiązań projektowych, rozwiązań transportowych, czasu wykonania poszczególnych robót, kosztów realizacji inwestycji. Z przedstawionego powyżej zróżnicowania kryteriów wynika, iż istnieje w literaturze przedmiotu pewna zgodność w szacowaniu ich typów.

Dla przeprowadzenia badań ankietowych przyjęto do oceny budowlanych obiektów przemysłowych trzy kryteria głównych i dwa kryteria dodatkowe. Zdaniem autorów zaproponowane w ankiecie kryteria są komunikatywne dla respondenta oraz w pełni zasadne w odniesieniu do podlegających ocenie wariantów decyzyjnych. Ponadto kryteria te w dużej mierze odzwierciedlają preferencje, jakimi kierują się potencjalni decydenci. Ponieważ oczekiwania każdego respondenta są subiektywnie skonkretyzowane, to - według autorów - na ostateczne rozstrzygnięcie decydenta mogą wpłynąć nie ujęte w ankiecie czynniki, wynikające z powszechnej praktyki użytkowania mieszkań. Kryteria oceny obiektów przemysłowych posegregowano w grupy znaczeniowe zaprezentowane poniżej.

KRYTERIA PODSTAWOWE

KRYTERIUM A. TECHNOLOGIA WYKONANIA ELEMENTÓW OBIEKTU

- czas wykonania
- koszt wykonania
- trwałość
- stopień skomplikowania technologicznego przy wykonywaniu prac
- ekologiczność zastosowanego rozwiązania

KRYTERIUM B. ADAPTOWALNOŚĆ W ASPEKCIE ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

- wysokość użytkowa
- przestrzeń między elementami konstrukcyjnymi (ściany, słupy)
- technologia i konstrukcja wykonania ścian osłonowych

KRYTERIUM C. FUNKCJONALNOŚĆ I WALORY UŻYTKOWE OBIEKTU

- stopień spełnienia wymagań jakości
- stopień spełnienia wymagań bezpieczeństwa
- możliwość powtórnego zastosowania

KRYTERIA DODATKOWE

KRYTERIUM D. LOKALIZACJA OBIEKTU PRZEMYSŁOWEGO

- bliskość kolejki miejskiej
- bliskość tramwajów i autobusów
- bliskość drogi szybkiego ruchu
- sąsiedztwo zakładu wytwórczego (np. wytwórni kruszywa)

KRYTERIUM E. STANDARD WYKOŃCZENIA OBIEKTU

- ściany zewnętrzne
- ściany wewnętrzne
- pomieszczenia administracyjne
- pomieszczenia socjalne

3. OPIS PRZYJĘTYCH KRYTERIÓW

Jako podstawowy miernik oceny wariantów przyjęto poziom spełnienia zbioru kryteriów określonych przez oceniającego. Właściwy dobór kryterium podstawowego i pozostałych dodatkowych cech jest równie ważny, jak i prawidłowa ocena poziomu ich spełnienia. Podstawowym kryterium może być na przykład: technologia wykonania elementów obiektu, adaptowalność w aspekcie rozwiązań konstrukcyjnych, funkcjonalność i walory użytkowe obiektu.

Grupy parametrów mogą też być różne na przykład: techniczne, ekonomiczne, ergonomiczne itp. Pomimo, iż niektóre cechy są trudne do zmierzenia w sposób obiektywny, to istnieje konieczność znalezienia wspólnego mianownika – inaczej bowiem kompleksowa ocena obiektu nie jest możliwa. Z uwagi na zmienność przedmiotów badania, (nawet jeśli wznoszone obiekty przemysłowe są powtarzalne) – nie jest możliwe podanie zbioru *uniwersalnych* parametrów i kryteriów, które powinny być wzięte pod uwagę.

Do oceny każdego typu przemysłowych obiektów budowlanych z reguły przyjmuje się różnego typu kryteria oceny, co wynika przede wszystkim z ich przeznaczenia i charakteru.

W ramach badań – jak już wcześniej wspomniano - opracowano ankietę oceny rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych obiektów przemysłowych. Zaproponowana w ankiecie grupa trzech kryteriów głównych (od A do C) i dwóch kryteriów dodatkowych (D, E), wraz z określonymi kryteriami przedstawia się następująco:

Kryterium A *Technologia wykonania elementów obiektu* – w jej skład wchodzi takie czynniki, jak: czas wykonania, koszt wykonania, trwałość elementów konstrukcji, stopień skomplikowania technologicznego wykonywanych prac oraz ekologiczność zastosowanego rozwiązania.

Zdaniem autorów kryterium *czasowe* i *kosztowe* ma na celu wybór wariantu o najkrótszym czasie realizacji robót i najniższym koszcie ich wykonania. W zależności od wybranego rozwiązania konstrukcyjno-technologicznego, możliwe jest wybudowanie obiektu przemysłowego o zróżnicowanej jakości. Dlatego też kryterium *trwałość* odnosi się do problemu wyboru rozwiązania, umożliwiającego wzniesienie obiektu przemysłowego, jak najbardziej efektywnego

kosztowo na długi okres użytkowania. *Stopień skomplikowania technologicznego przy wykonywaniu prac* ma charakter destymulacyjny. Ma on duże znaczenie przy doborze odpowiedniego wykonawcy.

W chwili obecnej coraz większą uwagę zwraca się na kwestię możliwości ponownego wykorzystania lub poddania recyklingowi zastosowanych budowy obiektu produktów i materiałów. Zarówno kryterium *trwałość*, jak i *stopień skomplikowania technologicznego* będą oceniane w zdefiniowanej w opracowaniu skali 5-cio punktowej. Natomiast kryterium *czas* i *koszt wykonania* oceniane będą na podstawie, przyjętych dla danego rozwiązania, jednostek czasowych i monetarnych.

Kryterium B *Adaptowalność w aspekcie rozwiązań konstrukcyjnych* – w ramach tego kryterium rozpatrzono następujące elementy składowe: wysokość użytkowa, przestrzeń między elementami konstrukcyjnymi, technologia i konstrukcja wykonania ścian osłonowych.

W trakcie trwania cyklu życia budowlanego obiektu przemysłowego, niejednokrotnie – z różnych przyczyn ekonomiczno-społecznych - konieczna jest zmiana jego przeznaczenia. *Wysokość użytkowa* stanowi ważne kryterium oceny tego typu obiektów. Im wyższa wysokość, tym większa możliwość zastosowania zróżnicowanego sprzętu produkcyjnego. To samo odnosi się do kwestii *przestrzeni między elementami konstrukcyjnymi*.

Natomiast kryterium *technologia i konstrukcja wykonania ścian osłonowych* jest istotne przede wszystkim z uwagi na możliwość wykonywania np. dodatkowych bram wjazdowych do hali, drzwi wejściowych i okien, jak również na poprawę estetycznego wyglądu całego obiektu w różnych okresach jego użytkowania.

Kryterium C *Funkcjonalność i walory użytkowe obiektu* – w ramach tego kryterium rozpatrzono następujące elementy składowe: stopień spełnienia wymagań jakości, stopień spełnienia wymagań bezpieczeństwa, możliwość powtórnego wykorzystania. Warunkiem koniecznym do dopuszczenia obiektu budowlanego do użytku jest spełnienie podstawowych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i jakości. Istnieje jednak możliwość zwiększania obowiązujących standardów, zarówno w odniesieniu do *stopnia wykończenia* jak i *standardów bezpieczeństwa*, jakie powinien spełniać obiekt przemysłowy.

Kolejnym ważnym elementem oceny budowlanego obiektu przemysłowego jest również określenie, czy zastosowane do jego wzniesienia materiały (lub ich części), będą mogły zostać powtórnie wykorzystane, bądź poddane recyklingowi. Kwestia ta jest ściśle powiązana z obowiązującą i niezwykle ważną ideą zrównoważonego rozwoju.

Kryterium D *Lokalizacja obiektu przemysłowego* – w ramach tego kryterium rozpatrzono następujące elementy składowe: bliskość kolejki miejskiej, dostępność tramwajów i autobusów, sąsiedztwo drogi szybkiego ruchu i zakładu wytwórczego. W obiektach przemysłowych, zależnie od wielkości zatrudnienia, istotny problem może stanowić dostępność transportu publicznego.

W przypadku budynków przemysłowych, dla których ważny kwestię stanowią dostawy, bądź odbiór materiałów, nie bez znaczenia jest stosunkowo bliskie sąsiedztwo drogi szybkiego ruchu. Natomiast, jeżeli przeznaczeniem planowanego obiektu przemysłowego będzie istnienie, jako jeden z elementów łańcucha produkcyjnego, to sąsiedztwo innych wytwórni również może okazać się korzystne. Oczywiście nie powinno się uznawać tego kryterium za kluczowe, ponieważ nierzadko następuje zmiana w wykorzystaniu takiego obiektu przemysłowego i wtedy to, co wcześniej było bardzo ważne może okazać się już mało istotne.

Kryterium E *Standard wykończenia obiektu* – w ramach tego kryterium rozpatrzono następujące elementy składowe: ściany zewnętrzne, ściany wewnętrzne, pomieszczenia administracyjne, pomieszczenia socjalne. Kryterium to opisuje główne czynniki, które w stopniu szczególnym określają komfort pracy, jak również estetykę wyglądu obiektu budowlanego. Zdaniem autorów, nie powinno się „z góry” przyjmować założenia, iż obiekt budowlany przeznaczony do zastosowania przemysłowego „musi” być brzydki, bądź mało komfortowy.

4. PODSUMOWANIE BADAŃ ANKIETOWYCH

Po przeprowadzeniu badań ankietowych wykonano analizę wyników której efektem było przyporządkowanie następujących wag poszczególnym kryteriom oceny. Przyporządkowane wagi zaprezentowane zostały w tablicy 1. znajdującej się poniżej.

Tab. 1. Kryteria oceny wraz z przyporządkowanymi wagami

NAZWA KRYTERIUM	WAGA
KRYTERIA PODSTAWOWE	0,89
KRYTERIUM A. TECHNOLOGIA WYKONANIA ELEMENTÓW OBIEKTU	0,31
– czas wykonania	0,10
– koszt wykonania	0,10
– trwałość	0,03
– stopień skomplikowania technologicznego przy wykonywaniu prac	0,07
– ekologiczność zastosowanego rozwiązania	0,01
KRYTERIUM B. ADAPTOWALNOŚĆ W ASPEKCIE ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH	0,36
– wysokość użytkowa	0,12
– przestrzeń między elementami konstrukcyjnymi (ściany, słupy)	0,18
– technologia i konstrukcja wykonania ścian osłonowych	0,06
KRYTERIUM C. FUNKCJONALNOŚĆ I WALORY UŻYTKOWE OBIEKTU	0,22
– stopień spełnienia wymagań jakości	0,11
– stopień spełnienia wymagań bezpieczeństwa	0,06
– możliwość powtórnego zastosowania	0,05
KRYTERIA DODATKOWE	0,11
KRYTERIUM D. LOKALIZACJA OBIEKTU PRZEMYSŁOWEGO	0,07
– bliskość kolejki miejskiej	0,04
– bliskość tramwajów i autobusów	0,01
– bliskość drogi szybkiego ruchu	0,01
– sąsiedztwo zakładu wytwórczego (np. wytwórni kruszywa)	0,01
KRYTERIUM E. STANDARD WYKOŃCZENIA OBIEKTU	0,04
– ściany zewnętrzne	0,01
– ściany wewnętrzne	0,01
– pomieszczenia administracyjne	0,01
– pomieszczenia socjalne	0,01

5. PODSUMOWANIE

Artykuł przedstawia posegregowany w grupy znaczeniowe spójny zbiór kryteriów do oceny rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych obiektów budownictwa przemysłowego.

Przeprowadzono badania ankietowe. Ankietyzacji poddano stu czynnych i zawodowo respondentów o specjalizacji adekwatnej do rozpatrywanego zagadnienia. Badania ankietowe miały na celu wyselekcjonowanie i uszeregowanie

opracowanego zbioru kryteriów do oceny rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych dla obiektów przemysłowych oraz przyporządkowanie im odpowiednich stopni ważności.

Istnieje możliwość przeprowadzenia koniecznych obliczeń dla zaprezentowanego w niniejszym rozdziale zagadnienia przy zastosowaniu programu ESORD, opracowanego w ramach prac. Ponadto program ma zaimplementowaną znacznie bardziej rozbudowaną listę możliwych do zastosowania metod oceny wielokryterialnej takich, jak metoda AHP, ELECTRE oraz metoda oparta na teorii zbiorów rozmytych. W dalszym etapie badań konieczne będzie dokonanie nieznacznych zmian i uzupełnień w interfejsie programu.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Hoła J., Hoła B., Sawicki M., Drużyński P.: *Remonty i modernizacje balkonów i loggii w budynkach mieszkalnych*, Wydawnictwo COIB, 2006.
- [2] Kolman R.: „Ilościowe określanie jakości” Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1973.
- [3] Sosnowski A.: *Kryteria oceny w projektowaniu*, II Konferencja „Problemy Metodologii w Projektowaniu”, Warszawa 1974.
- [4] Szwabowski J., Deszcz J.: *Metody wielokryterialnej analizy porównawczej. Podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań w budownictwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001