

ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH METOD WIELOKRYTERIALNYCH OCENY PRZEDSIĘWZIĘĆ INWESTYCYJNYCH

Mariola KSIĄŻEK*

Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa

Streszczenie: Ocena przedsięwzięcia inwestycyjnego jest podejmowana w celu wyboru najkorzystniejszego spośród różnych wariantów rozwiązań technicznych, użytkowych i ekonomicznych. W fazie planowania i przygotowania inwestycji często zdarza się, iż parametry charakteryzujące poszczególne warianty mają charakter przybliżony, trudno mierzalny i subiektywny. Również oceny spełnienia niektórych kryteriów mają charakter przybliżony, trudno mierzalny i subiektywny, co wyraża się w między innymi takich stwierdzeniach, jak: „dobry”, „znacznie lepszy”, itp. W referacie przeprowadzono analizę porównawczą wybranych metod oceny wielokryterialnej. Uzyskane wyniki mogą być przydatne do wyboru metody oceny przedsięwzięcia inwestycyjnego w określonych uwarunkowaniach procesu decyzyjnego.

Słowa kluczowe: kryterium, wariant, metody oceny, analiza porównawcza.

1. Wstęp

Według Kozielskiego (1977) decyzja – to wynik procesu decyzyjnego, który ma miejsce we wszystkich dziedzinach życia ludzkiego, a jego celem jest dokonanie wyboru (podjęcie decyzji). Proces decyzyjny nie zawsze prowadzi do podjęcia decyzji. Stanowi on grupę logicznie powiązanych ze sobą operacji myślowych lub obliczeniowych, prowadzących do rozwiązania problemu decyzyjnego poprzez dokonanie wyboru jednego z możliwych wariantów działania. Podmiotem procesu decyzyjnego jest decydent, wyrażający określone preferencje, oceniający możliwości i wyniki oraz wybierający ostateczny wariant decyzyjny (Kozielski, 1977). Sytuacja decyzyjna określa zaś zbiór wszystkich czynników (zależnych i niezależnych od oceniającego), mających wpływ na podjęcie decyzji przez decydenta w procesie decyzyjnym. Natomiast problem decyzyjny – oznacza sytuację problemową, w której decydent staje przed koniecznością wyboru jednego z co najmniej dwóch możliwych wariantów działania (Kozielski, 1977). Inwestycja – to nakłady finansowe na tworzenie nowych, odtworzenie lub modernizację istniejących środków trwałych, bądź nowo tworzone, odtwarzane lub modernizowane obiekty inżynierskie. Budowlane przedsięwzięcie inwestycyjne – to złożone działanie o określonym czasie rozpoczęcia i zakończenia, prowadzące do zaprojektowania i wykonania inwestycji budowlanej. Natomiast przedsięwzięcie

inwestycyjne – to zaplanowane zadanie inwestycyjne w wymiarze rzeczowo-finansowym znaczeniu całościowym (Płoński i in., 2009).

Zagadnienie wyboru i oceny przedsięwzięć inwestycyjnych ze względu na ich złożoność, niejednokrotnie jest działaniem trudnym i niezwykle żmudnym. Ocena przedsięwzięć inwestycyjnych przeprowadza się między innymi w celu wyboru najlepszego, spośród różnych wariantów rozwiązań, na przykład systemowych, konstrukcyjnych, technologicznych czy organizacyjnych, opisanych poprzez wskaźniki techniczno-ekonomiczne wyrażone w określonych jednostkach (Kaplinski i in., 1996). Trudność tego zagadnienia polega między innymi na właściwym określeniu kryteriów oceny walorów techniczno-użytkowych danej inwestycji, które powinny być sformułowane i zdefiniowane w sposób jasny i czytelny. Niedokładność w określeniu tych parametrów pojawia się zazwyczaj wtedy, gdy przedsięwzięcie inwestycyjne znajduje się w fazie koncepcji, bądź planowania.

W praktyce inżynierskiej pewną pomoc przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych stanowią przykładowo istniejące warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budowlane przedsięwzięcia inwestycyjne i ich usytuowanie oraz normy dotyczące warunków technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych. Znacznie trudniejsza natomiast jest ocena walorów technicznych i użytkowych danej inwestycji,

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: mariola.ksiazek@il.pw.edu.pl

dokonywana przez inwestora, decydującego o jej lokalizacji oraz o kierunku rozwoju prac projektowych, względnie przez nabywcę, podejmującego decyzję o kupnie istniejącego już obiektu inwestycyjnego. Jest to przede wszystkim spowodowane zróżnicowaniem kryteriów oceny walorów obiektów budowlanych o różnym przeznaczeniu oraz oddziaływaniem różnego typu czynników pozatechnicznych, zniekształcających trafność i obiektywność podejmowanych decyzji (Książek i Nowak, 2009).

W ocenie autora, z uwagi na zmienność przedmiotów badania i różnorodność warunków realizacji, nie jest możliwe podanie jednolitego zbioru kryteriów oceny walorów techniczno-użytkowych wszelkich inwestycji budowlanych. Podstawowym kryterium może być na przykład: wytrzymałość danego elementu konstrukcji, najmniej skomplikowana technologia realizacji, najniższa pracochłonność, itp. Grupy parametrów mogą też być różne, przykładowo: techniczne, ekonomiczne, estetyczne, ergonomiczne, itp. Ponadto, opinie ekspertów, formułowane są na podstawie ich poziomu wiedzy i doświadczenia, są również zależne od punktu widzenia decydenta, na którego rzecz jest sporządzana dana opinia lub ocena. Decydenci często skłonni są do zaakceptowania rozwiązań nieuzasadnionych z technicznego punktu widzenia. Dlatego też dla usprawnienia procesu decyzyjnego i uniknięcia błędów zniekształcających jakość i rzetelność podejmowanej decyzji, należy uwzględnić również psychologiczny aspekt podejmowania decyzji i związane z nim uwarunkowania osobowościowe decydenta (Kozielecki, 1977). W opracowaniu przyjęto założenie, iż oceniającemu należy pozostawić swobodę wyboru kryteriów i reguł wartościowania wariantów.

2. Przyjęta metodyka postępowania

2.1. Porównywane metody oceny wielokryterialnej

W pracy (Książek, 2010) przeanalizowano najczęściej stosowane w praktyce metody oceny wariantów decyzyjnych, zarówno w przypadku jednego, jak i wielu kryteriów. Przystudiowano następujące grupy metod oceny wielokryterialnej:

- metody matematyczne (standaryzacja, normowanie, metoda J. von Morgensterna, PATTERN, formuły ocen syntetycznych),
- metody geometryczne (sieci pająkowej, wektora wypadkowego),
- metody taksonomiczne (taksonomiczna miara rozwoju, metoda Czekanowskiego, taksonomii wrocławskiej),
- metody kwantytatywne (indeksowej oceny jakości, globalnego miernika jakości, efektu ekonomicznego, kompleksowego wskaźnika jakości, uśrednionych znamion jakości, ekspertów).

Natomiast spośród zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej szczegółowej analizie poddano metodę ELECTRE, metodę AHP, metodę punktu idealnego, metodę entropii oraz metodę wykorzystującą

elementy logiki rozmytej. Szczegółowe zasady przeprowadzania obliczeń w ramach w/w metod zaprezentowano w pracy (Książek, 2010).

2.2. Analiza porównawcza wybranych metod oceny wielokryterialnej

Analizę porównawczą wybranych metod oceny wielokryterialnej przeprowadzono na przykładzie przedsięwzięcia, obejmującego ocenę w określonym systemie kryteriów decyzyjnych wybranych 10-ciu wariantów budowlanych obiektów mieszkalnych z punktu widzenia potencjalnego użytkownika lokalu mieszkalnego, w celu wyboru najlepszego i najbliższego preferencjom decydenta wariantu. Szczegółowy opis wariantów inwestycyjnych został przedstawiony przez Książek (2010). Zastosowano dwuetapową ocenę porównywanych metod. W etapie pierwszym porównano podstawowe grupy metod. Natomiast w etapie drugim pogłębiono analizę, dokonując szczegółowej oceny metod, należących do najwyższej ocenionej grupy. W pierwszym etapie oceny zastosowano zaprezentowane poniżej kryteria:

DANE WEJŚCIOWE – kryterium to charakteryzuje stopień skomplikowania wprowadzanej do algorytmu danej metody „wejściowej” macierzy rozwiązań, jako stałej dla wszystkich algorytmów analizowanych metod. W niektórych metodach oceny wielokryterialnej przed rozpoczęciem obliczeń konieczne jest dodatkowe przekształcanie wejściowych ocen (na przykład poprzez kodowanie). Oznaczenie „TAK” dotyczy metod, które w swoim algorytmie nie wymagają przekształcenia danych wejściowych. Natomiast etykieta „NIE” oznacza metody, w których w/w czynności są konieczne. Metoda, która otrzyma ocenę TAK uzyska 1 punkt, jeśli zaś NIE – 0 punktów.

LICZBA KRYTERIÓW OCENY – cecha ta określa, czy dana metoda charakteryzuje się właściwą skutecznością obliczeniową przy większej liczbie kryteriów oceny wariantów. Znaczne ograniczenie liczby możliwych do zastosowania kryteriów zmniejsza możliwość szerokiego zastosowania danej grupy metod. Analizowane typy metod oceny wielokryterialnej według kryterium „Liczba kryteriów oceny” będą odpowiednio oceniane na TAK lub NIE. Metoda, dopuszczająca w swoim algorytmie zastosowanie liczby kryteriów oceny wariantów większej, niż 5 (Martinek, 1980) otrzyma ocenę TAK i uzyska 1 punkt. Natomiast ocenę NIE – 0 punktów uzyska metoda, w której możliwość otrzymania wiarygodnych wyników obliczeń uwarunkowana jest przyjęciem do oceny wariantów maksymalnie pięciu kryteriów.

PRACOCHOŃNOŚĆ – kryterium to opisuje w ujęciu ogólnym stopień skomplikowania koniecznych do przeprowadzenia obliczeń przy tej samej liczbie kryteriów w ramach porównywanych typów metod oceny wielokryterialnej. Z uwagi na ich specyfikę i zróżnicowanie algorytmów trudno jednoznacznie je ze sobą porównać. Dlatego też do oceny tych metod według kryterium „Pracochłonność” również zastosowano oceny

TAK i NIE, wynikające z wiedzy teoretycznej oraz subiektywnych odczuć autora. Przyjęto, iż ocenę TAK oraz 1 punkt otrzymają metody, w których realna możliwa liczba operacji w ramach algorytmu obliczeniowego nie będzie większa, niż siedem. Natomiast ocenę NIE i odpowiadające jej 0 punktów uzyskają metody, których schematy postępowania wymagają więcej, niż ośmiu czynności obliczeniowych.

PREZENTACJA WYNIKÓW – cecha ta określa stopień jednoznacznej „czytelności” otrzymanych wyników. Niektóre metody oceny umożliwiają prezentację wyników obliczeń w sposób jasny dla użytkownika. Natomiast niektóre z nich – przykładowo z uwagi na swoją specyfikę prezentacji wyników, bądź ograniczenia związane z optymalną liczbą kryteriów oceny (lub / i wariantów), charakteryzują się brakiem określonego porządku w hierarchizacji wyników, a tym samym przyczyniają się do trudności interpretacyjnych. Rozpatrywane metody według kryterium „Prezentacja wyników” będą odpowiednio oceniane na TAK lub NIE, gdzie TAK oznacza metody, których końcowy wynik obliczeń daje użytkownikowi możliwość uzyskania szeregu wariantów preferencyjnych. Natomiast NIE – dotyczy metod, w których otrzymanie jednoznacznego wyniku oceny z różnych względów nie jest możliwe, bądź trudne do zinterpretowania. Metoda, która otrzyma ocenę TAK uzyska 1 punkt, jeśli zaś NIE – 0 punktów.

Ocenę wybranych typów metod oceny wielokryterialnej wykonano i zaprezentowano w postaci tabelarycznej. W tabeli 1 przedstawiono zestawienie analizowanych metod, natomiast w tabeli 2 zaprezentowano ocenę wybranych metod wyrażoną

w postaci liczbowej. Ocenę wielokryterialną przeprowadzono zgodnie z opisami poszczególnych kryteriów (Książek, 2010).

Analiza porównawcza poszczególnych grup metod szeregowania wariantów nie dała jednoznacznych wyników. Pomimo, iż najwyższą notę – 3 punkty – otrzymały jednocześnie proste metody matematyczne, metody kwantytatywne oraz metody zaawansowane matematycznie, to np. w metodzie standaryzacji możliwe jest otrzymanie ujemnych wartości miar wariantów. W przypadku metody PATTERN uzyskuje się małe zróżnicowanie wartości ocen wariantów. Natomiast zastosowanie metody normowania może spowodować zniekształcenie końcowych wyników analizy. Przeanalizowane w pracy (Książek, 2010) metody kwantytatywne służą głównie do wyznaczania globalnego miernika jakości wyrobu, służącego poprawie jego jakości. Ze względu na prostotę obliczeń oraz wybrane narzędzia do niwelowania niepożądanego subiektywizmu ocen decydenta, możliwe jest wykorzystanie praktycznej jedynie metody ekspertów oraz sumy ważonej. Natomiast metody wielokryterialne zaawansowane matematycznie jednoznacznie szeregują rozpatrywane warianty decyzyjne, czego w efekcie końcowym oczekuje każdy oceniający. Nieco niższą ocenę – 2 punkty uzyskała grupa metod taksonomicznych. Pewną ich wadę stanowi kwestia jednoznaczności końcowej oceny wariantów, co ogranicza ich miarodajność i reprezentatywność. Najniższą notę – 1 punkt – otrzymała grupa metod geometrycznych, których wykorzystanie ograniczone jest do klasyfikacji wariantów przy liczbie kryteriów nie większej, niż 5 (Książek, 2010; Martinek, 1980).

Tab. 1. Zestawienie porównawcze wybranych grup metod oceny wielokryterialnej w ujęciu lingwistycznym (Książek, 2010)

	Metody matematyczne	Metody geometryczne	Metody teksonomiczne	Metody kwantytatywne	Metody zaawansowane matematycznie
Dane wejściowe	NIE	NIE	NIE	TAK	TAK
Liczba kryteriów oceny	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK
Pracochłonność	TAK	TAK	TAK	NIE	NIE
Prezentacja wyników	TAK	NIE	NIE	TAK	TAK

Tab. 2. Zestawienie porównawcze wybranych grup metod oceny wielokryterialnej w ujęciu liczbowym (Książek, 2010)

	Metody matematyczne	Metody geometryczne	Metody teksonomiczne	Metody kwantytatywne	Metody zaawansowane matematycznie
Dane wejściowe	0	0	0	1	1
Liczba kryteriów oceny	1	0	1	1	1
Pracochłonność	1	1	1	0	0
Prezentacja wyników	1	0	0	1	1
SUMA PUNKTÓW	3	1	2	3	3

Kwestia pracochłonności obliczeń została oceniona przez autora jedynie w sensie ogólnym, ponieważ oczywistym jest fakt, iż każda metoda sama w sobie charakteryzuje się mniej lub bardziej skomplikowanym algorytmem postępowania.

W opinii autora ogólna analiza wybranych typów metod oceny wielokryterialnej potwierdza zasadność wykorzystania do oceny rozpatrywanych wariantów inwestycji wybranych, zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej, do których należą: ELECTRE, AHP, punktu idealnego, entropii oraz metoda wykorzystująca elementy logiki rozmytej. Metody te przeanalizowano w drugim etapie postępowania przy wykorzystaniu dodatkowego kryterium STOPIEN KORELACJI WYNIKÓW. Cecha ta uwzględnia stopień bliskości otrzymanych wartości ocen końcowych przykładowych wariantów w ramach danej metody. Sprawdzenie tego kryterium wymagało od autora przeprowadzenia obliczeń dla określonego zbioru rozwiązań przy wykorzystaniu algorytmów obliczeniowych metod wyłonionych w pierwszym etapie oceny. Pracochłonność i kłopotliwość wykonania niezbędnych obliczeń spowodowała konieczność wykorzystania przez autora wspomagającego narzędzia informatycznego ESORD, którego szczegółowy opis zaprezentowano w pracy (Książek, 2010). Na przykładzie wprowadzonych do programu dziesięciu wariantów decyzyjnych w odniesieniu do przyjętych przez autora preferencji potencjalnego decydenta określono między innymi stopień korelacji wyników wybranych metod wielokryterialnych. W celu porównania wyżej wymienionych metod przyjęto następującą skalę ocen:

- 0 punktów – dla metody wykazującej małą korelację wyników z metodami pozostałymi,
- 1 punkt – dla metody wykazującej średnią korelację wyników z metodami pozostałymi,
- 2 punkty – dla metody wykazującej dużą korelację wyników z metodami pozostałymi,
- 3 punkty – dla metody wykazującej wysoką korelację wyników z metodami pozostałymi.

Zestawienie porównawcze wyników oceny rozpatrywanych metod w postaci lingwistycznej zaprezentowano w tabeli 3. Natomiast w tabeli 4 pokazano zestawienie ocen cząstkowych korelacji wyników dla w/w metod w ujęciu liczbowym.

W celu ostatecznej oceny zaawansowanych matematycznie metod wielokryterialnych według kryterium „Stopień korelacji wyników” (tab. 4) przyjęto, iż liczbie punktów 3 i poniżej 3 zostanie przypisana ocena NIE oraz 0 punktów. Natomiast ocena TAK i odpowiadający jej 1 punkt – zostanie przypisana metodzie, której liczba punktów w ocenie cząstkowej wyniesie więcej, niż 3. Na podstawie przeprowadzonej analizy wrażliwości wyżej wymienionych metod stwierdzono, że każda zmiana oceny decydenta powoduje, iż korelacja wyników wyżej wymienionych metod będzie większa lub mniejsza. Nie małe znaczenie na wrażliwość danej metody ma również liczba przyjętych do oceny kryteriów. Dlatego też autor zastrzega sobie, iż zaprezentowana powyżej ocena korelacji wyników odpowiada przedstawionym w pracy (Książek, 2010) przykładowym ocenom potencjalnego decydenta w odniesieniu do poddanych analizie 10 przykładowych wariantów decyzyjnych.

Tab. 3. Ocena korelacji wyników wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej w ujęciu lingwistycznym (Książek, 2010)

	Metoda entropii	Metoda punktu idealnego	Metoda ELECTRE	Logika rozmyta	Metoda AHP
Metoda entropii	X	Średnia	Średnia	Mała	Duża
Metoda punktu idealnego	Średnia	X	Duża	Mała	Mała
Metoda ELECTRE	Średnia	Duża	X	Mała	Duża
Logika rozmyta	Mała	Mała	Mała	X	Mała
Metoda AHP	Duża	Mała	Duża	Mała	X

Tab. 4. Ocena korelacji wyników wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej w ujęciu liczbowym (Książek, 2010)

	Metoda entropii	Metoda punktu idealnego	Metoda ELECTRE	Logika rozmyta	Metoda AHP
Metoda entropii	X	1	1	0	2
Metoda punktu idealnego	1	X	2	0	0
Metoda ELECTRE	1	2	X	0	2
Logika rozmyta	0	0	0	X	0
Metoda AHP	2	0	2	0	X
SUMA	4	3	5	0	4

Ostateczną ocenę wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej przedstawiono w tabelach 5-6. W tabeli 5 pokazano zestawienie analizowanych metod, natomiast w tabeli 6 przedstawiono ocenę tych metod wyrażoną w postaci liczbowej. Ocenę wielokryterialną przeprowadzono zgodnie z opisami poszczególnych kryteriów (Książek, 2010).

Przykładowe wyniki oceny poszczególnych wariantów decyzyjnych z wykorzystaniem porównywanych metod zaprezentowano w tabeli 7.

Na podstawie zaprezentowanego powyżej rankingu przykładowych dziesięciu przedsięwzięć inwestycyjnych (tab. 7) można stwierdzić, iż warianty o numerach: 1, 2, 7,

10 we wszystkich metodach uszeregowane są (w różnej sekwencji) na miejscach od 1 do 5. Przykładowo warianty o numerach: 1 i 2 okazały się być najlepsze dla sześciu rozpatrywanych metodach. Wariant 7 – w pięciu metodach – uplasował się na miejscu trzecim szeregu preferencyjnego. Natomiast wariant 10 – znalazł się odpowiednio na miejscu czwartym, bądź piątym. Jedynie w przypadku metody wykorzystującej elementy logiki rozmytej i metody ELECTRE – wariant 10 otrzymał ocenę najwyższą. W opinii autora żaden z użytkowników systemu nie będzie osobiście sprawdzał wszystkich dziesięciu wygenerowanych przez program wariantów, lecz tylko pierwsze trzy lub cztery, jako te najbliższe jego oczekiwaniom (Książek, 2010).

Tab. 5. Zweryfikowane zestawienie porównawcze wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej w ujęciu lingwistycznym (Książek, 2010)

	Metoda ELECTRE	Metoda punktu idealnego	Metoda entropii	Metoda AHP	Logika rozmyta
Dane wejściowe	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK
Wagi kryteriów	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
Czasochłonność	DUŻA	ŚREDNIA	ŚREDNIA	DUŻA	MAŁĄ
Stopień rozbudowy algorytmu	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK
Korelacja wyników	TAK	NIE	TAK	TAK	NIE

Tab. 6. Zweryfikowane zestawienie porównawcze wybranych zaawansowanych matematycznie metod oceny wielokryterialnej w ujęciu liczbowym (Książek, 2010).

	Metoda ELECTRE	Metoda punktu idealnego	Metoda entropii	Metoda AHP	Logika rozmyta
Dane wejściowe	1	1	1	0	1
Wagi kryteriów	1	1	1	1	1
Czasochłonność	0	1	1	0	2
Stopień rozbudowy algorytmu	1	1	0	0	0
Korelacja wyników	1	0	1	1	0
SUMA PUNKTÓW	4	4	4	2	4

Tab. 7. Klasyfikacja wariantów decyzyjnych w ramach porównywanych metod oceny wielokryterialnej (Książek, 2010)

	Uszeregowanie wariantów otrzymane w ramach poszczególnych z metod oceny
Metoda średniej	$1 * 2 * 7 * 10 * 8 * 6 * 5 * 4 * 3 * 9$
Metoda średniej ważonej	$1 * 2 * 7 * 10 * 6 * 8 * 4 * 5 * 3 * 9$
Metoda ELECTRE	$10 * 2 * 1 * 5 * 7 \cong 8 * 6 * 3 * 4 * 9$
Metoda entropii	$1 * 2 * 7 * 8 * 10 * 6 * 4 * 5 * 3 * 9$
Metoda punktu idealnego	$1 * 2 * 7 * 10 * 4 * 8 * 6 * 3 * 5 * 9$
Metoda AHP	$1 * 2 * 8 * 6 * 10 * 7 * 5 * 4 * 3 * 9$
Logika rozmyta	$10 * 1 * 7 * 8 * 2 * 4 * 6 * 5 * 3 * 9$

Przykładowe wynikiowe uszeregowanie zbiorcze przeanalizowanych wariantów inwestycji budowlanych w kolejności od najlepszego do najgorszego przedstawiono na rysunku 1.

Natomiast na rysunku 2 zaprezentowano przykładową wizualizację ostatecznego uszeregowania poddanych ocenie przedsięwzięć inwestycyjnych.

2.3 Wyniki analizy porównawczej

Z przeprowadzonej analizy w/w metod wielokryterialnych wynika, że najwyższą ocenę – 4 punkty – uzyskała metoda punktu idealnego, entropii, ELECTRE oraz metoda wykorzystująca elementy logiki rozmytej, ze względu na niezbyt dużą czasochłonność procedury obliczeniowej i brak konieczności dodatkowego przekształcania preferencji decydentów. Natomiast metoda AHP otrzymała najniższą ocenę – 2 punkty – w dużej mierze ze względu na konieczność przekształcania wejściowej macierzy danych i dostosowania jej do przyjętej w algorytmie dziewięciostopniowej skali ocen. Ponadto metoda ta charakteryzuje się wysokim stopniem

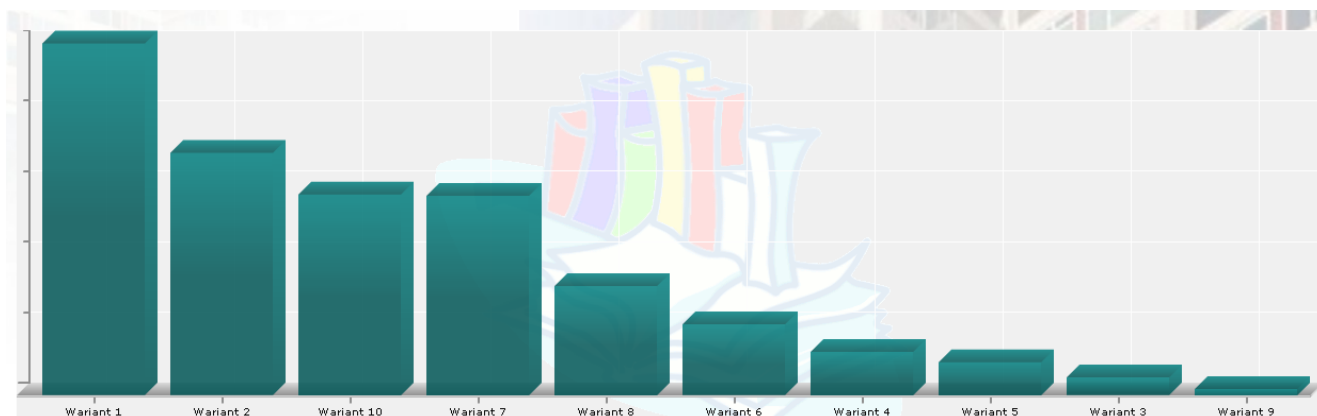
skomplikowania procedury postępowania (przykładowo uwzględnienie w algorytmie obliczeniowym wag dla kryteriów szczegółowych), a co za tym idzie – znaczną czasochłonnością obliczeń. Metoda AHP wykazała duży stopień korelacji wyników z metodą ELECTRE i entropii (Książek, 2010).

Zdaniem autorki, przeanalizowane metody wielokryterialne o najwyższej korelacji wyników można przyjąć za najbardziej miarodajne i reprezentatywne. Ponadto, w opinii autora mogą one stanowić właściwe narzędzie praktyczne do szeregowania rozpatrywanych wariantów przedsięwzięć inwestycyjnych w określonym procesie decyzyjnym, ponieważ:

- umożliwiają przyjęcie do oceny dużej liczby kryteriów;
- jednoznacznie szeregują wybór wariantu najlepszego;
- obiektywizują oceny ekspertów;
- ich algorytmy obliczeniowe nie są trudne do implementacji komputerowej, co szczegółowo zaprezentowano w pracy.

Nazwa	Miasto	Ulica	Cena (pln)	Ocena
Wariant 1	Warszawa	Boremłowska 51	391 645	518
Wariant 2	Warszawa	Kłopotowskiego 7	400 000	409
Wariant 10	Warszawa	Zamieniecka 8	550 000	320
Wariant 7	Warszawa	Polna 7	340 200	286
Wariant 8	Warszawa	Alternatywy 4	526 781	194
Wariant 6	Warszawa	Radiowa 16	600 400	120
Wariant 4	Warszawa	Bernardyńska 8	405 000	71
Wariant 5	Warszawa	Broniewskiego 68	441 100	67
Wariant 3	Warszawa	Grochowska 309	667 000	10
Wariant 9	Warszawa	Wspólna 41	510 000	0

Rys. 1. Zestawienie zbiorcze wariantów preferencyjnych w kolejności od najlepszego (Książek, 2010)



1 > 2 > 10 > 7 > 8 > 6 > 4 > 5 > 3 > 9

Rys. 2. Wizualizacja wynikowego uszeregowania wariantów decyzyjnych (Książek, 2010)

3. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych przez autora badań i analiz stwierdzono, że:

1. trudność w ocenie inwestycji wynika głównie ze stopnia skomplikowania zadania decyzyjnego, złożoności wariantów i preferencji oceniającego.
2. szeregowanie wariantów decyzyjnych dla założonej sytuacji decyzyjnej w ramach przestudiowanych przez autora metod wielokryterialnych różni się głównie na dalszych miejscach szeregu preferencyjnego. Natomiast kolejność pierwszych trzech – czterech wariantów jest właściwie taka sama.
3. skuteczny sposób usprawnienia przebiegu procesu decyzyjnego, umożliwiający otrzymanie zagregowanych ocen analizowanych przedsięwzięć inwestycyjnych stanowi implementacja komputerowa algorytmów obliczeniowych wybranych metod oceny rozwiązań, najbardziej adekwatnych dla danej sytuacji decyzyjnej.

Literatura

- Kozielecki J. (1977). Psychologiczna teoria decyzji. *Państwowe Wydawnictwo Naukowe*, Warszawa.
- Książek M., Nowak P. (2009). Expert methods for design solutions assessment. *LOGISTYKA* Nr 6/2009, *XIII International Conference Computer Systems Aided Science, Industry and Transport „TRANSCOMP 2009”*, Zakopane.
- Książek M. (2010). Wielokryterialna ocena rozwiązań projektowych budynków. Rozprawa doktorska. *Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej*, Warszawa.
- Martinek W. (1980). Metoda oceny systemów budownictwa mieszkaniowego. *Prace Instytutu Technologii I Organizacji produkcji budowlanej Politechniki Warszawskiej*, z. 14. *Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej*, Warszawa.
- Praca zbiorowa (1996). Informatyka stosowana w inżynierii produkcji budowlanej. Oleg Kapliński (red.), *Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej*, Poznań.
- Praca zbiorowa (2009). Kierowanie budowlanym procesem inwestycyjnym. Mieczysław Płoński (red.), *Wydawnictwo SGGW*, Warszawa.

USE OF THE MULTICRITERIA METHODS FOR INVESTIGATION ASSESSMENT IN DECISION-MAKING PROCESS

Abstract: Assessment of different types of investments is particularly difficult due to their complexity. The selection of different variants of solutions is described by the technical-economic units. The relevant characteristics of the investment, defined quantitatively or qualitatively, is very important. During the project planning and preparation stage often happens that the desired values of certain criteria are estimated, difficult to measure and subjective, which is stated as "good", "much better", etc. Selected group of multi-criteria evaluation methods was analysed. These methods may be a useful tool for the evaluation of investment options in a given decision-making process.