

Zastosowanie metody AHP do wyboru przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy partnerskiej

Elżbieta Radziszewska-Zielina

Zakład Technologii i Organizacji Budownictwa, Instytut Zarządzania w Budownictwie i Transporcie, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska, e-mail: eradzisz@izwbit.pk.edu.pl

Streszczenie: Partnerstwo w budownictwie to długoterminowe zobowiązanie między dwoma lub więcej organizacjami mające na celu osiągnięcie konkretnych celów biznesowych poprzez maksymalizację efektywności zasobów każdego z uczestników. Partnerstwo w odróżnieniu od konkurencji charakteryzuje się współpracą a nie rywalizacją, która niekiedy przeradza się w walkę. Partnerzy współpracują, dążąc do realizacji przedsięwzięcia budowlanego, które jest ich wspólnym celem oraz do osiągnięcia obopólnych korzyści. Autorka opracowała model badawczy relacji partnerskich przedsiębiorstw budowlanych. W niniejszym artykule zaprezentowano nietypowe zastosowanie metody wielokryterialnej AHP do wyboru przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy partnerskiej podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych.

Słowa kluczowe: budownictwo, przedsiębiorstwo budowlane, relacje partnerskie, metody wielokryterialne, AHP

1. Wprowadzenie

Construction Industry Institute w raporcie z 1991 roku pt. „W poszukiwaniu doskonałego partnerstwa” zaproponował następującą definicję: partnerstwo to długoterminowe zobowiązanie między dwoma lub więcej organizacjami mające na celu osiągnięcie konkretnych celów biznesowych poprzez maksymalizację efektywności zasobów każdego z uczestników. Relacja ta opiera się na zaufaniu, oddaniu wspólnym celom oraz zrozumieniu wzajemnych, indywidualnych oczekiwań i wartości. Spodziewane korzyści to zwiększona skuteczność, obniżenie kosztów, więcej okazji do innowacji i ciągle polepszanie jakości towarów i usług [1]. Partnerstwo w odróżnieniu od konkurencji charakteryzuje się współpracą a nie rywalizacją, która niekiedy przeradza się w walkę. Partnerzy współpracują, dążąc do realizacji przedsięwzięcia budowlanego, które jest ich wspólnym celem, oraz do osiągnięcia obopólnych korzyści.

Istotny wpływ na działalność przedsiębiorstwa budowlanego mają podwykonawcy i generalni wykonawcy. Z tego względu zdecydowano się na opracowanie algorytmu wybierającego najlepsze przedsiębiorstwo budowlane do współpracy partnerskiej na podstawie analizy jego relacji partnerskich z innymi przedsiębiorstwami. Ten algorytm, dla danego przedsiębiorstwa budowlanego, ma wspomagać jego system decyzyjny w zakresie wyboru innego przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy partnerskiej. Szczegółowy przegląd publikacji na temat badań w zakresie partnerstwa w budownictwie autorka zamieściła w monografii [2].

Jest dużo publikacji dotyczących oceny i wyboru wykonawcy robót budowlanych, jako ważnego elementu organizacji i zarządzania w inżynierii przedsięwzięć budowlanych. Przykładowo artykuł [3] prezentuje metodę rankingu wykonawców, a artykuł [4] badania

wyboru podwykonawców przez wykonawców w ramach międzynarodowych przedsięwzięć. Aktualne aspekty wyboru wykonawców jak i podwykonawców są analizowane również w publikacji [5]. Rozważania we wspomnianych publikacjach są prowadzone głównie z punktu widzenia inwestora oraz nie tylko w kontekście budowania długotrwałych relacji partnerskich, jak to czyni autorka.

W niniejszym artykule zaprezentowano nietypowe zastosowanie metody wielokryterialnej AHP do wyboru przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy partnerskiej podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych.

2. Wybór przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy partnerskiej

Współpraca partnerska na rynku instytucjonalnym (business-to-business) oparta jest na relacjach partnerskich pomiędzy przedsiębiorstwami. Pojęcie relacji partnerskich nie jest precyzyjnie zdefiniowane i nie jest opisane liczbowo. Podstawowe 3 cechy charakterystyczne dla relacji partnerskich silnie akcentowane we wszelkich opracowaniach z zakresu partnerstwa to:

- długofalowość relacji,
- wspólne cele partnerów,
- wzajemne zaufanie.

Autorka zadała sobie pytanie jakie są kryteria świadczące o tym czy dane relacje przedsiębiorstwa budowlanego na rynku instytucjonalnym są partnerskie czy tradycyjne. Na podstawie przeglądu literatury przedmiotu oraz własnych doświadczeń badawczych i przemyśleń w tym zakresie, autorka opracowała zestaw 14 parametrów kwalifikujących relacje przedsiębiorstw budowlanych jako tradycyjne lub partnerskie oraz określiła w sposób jakościowy wartości tych parametrów w obu przypadkach. Autorka założyła, że relacje mogą kształtować się w skali pięciostopniowej od 1 relacje tradycyjne do 5 relacje partnerskie. Opis skrajnych punktów skali znajduje się w tabeli 1. Badania własne na temat relacji partnerskich przedsiębiorstw budowlanych oraz szczegółowy opis modelu badawczego autorka opublikowała m.in. w [2].

Czternaście parametrów określających relacje partnerskie potraktowano jako kryteria oceny. Wynika stąd, że problem wyboru optymalnego przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy jest problemem wielokryterialnym. Jest dyskretnym zadaniem wielokryterialnego podejmowania decyzji. W celu rozwiązania problemu, autorka najpierw zastosowała algorytm wybranej metody ELECTRE III do opracowania metody wyboru przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy partnerskiej [6]. Przykład działania opracowanej metody umieszczony w publikacji [6], autorka aktualnie przeliczyła przy zastosowaniu alternatywnej metody wielokryterialnej AHP. Szczegółowy przegląd literatury co do zastosowania metod wielokryterialnych w budownictwie znajduje się m.in. w [7] dlatego tutaj zostanie pominięty. W prowadzonych przez autorkę badaniach, eksperci z przedsiębiorstw budowlanych oceniali w skali pięciostopniowej relacje z podmiotami mikrootoczenia (podwykonawcą/głównym wykonawcą), podawali oceny od 1 do 5 poszczególnych 14 parametrów. W metodzie AHP odpowiada to od razu wektorowi preferencji wyznaczanemu na podstawie macierzy ocen cząstkowych. Oceny przedsiębiorstw, dane wejściowe dla 7 analizowanych przedsiębiorstw przyjęto takie same jak dla przykładu z zastosowaniem metody ELECTRE III.

W przedstawionej tabeli 2, kolumny odpowiadają przedsiębiorstwom, natomiast wiersze kolejnym kryteriom oceny (14 parametrów). Jak wspomniano wcześniej, przyjęto, że

kolumny odpowiadają wektorom preferencji. W tabeli 2 przedstawiono wektory preferencji (rankingi), które dotyczą stopnia realizacji relacji partnerskich dla 14 parametrów w kontekście poszczególnych przedsiębiorstw budowlanych.

Tabela 1. Charakterystyka parametrów relacji przedsiębiorstwa budowlanego w podejściu tradycyjnym i partnerskim

Oznaczenie	Nazwa parametru	Relacje tradycyjne	Relacje partnerskie
f_1	Podstawa składania zamówienia	Wybór ze względu na najniższą cenę	Cena nie jest najważniejsza. Podejście całościowe i wybór partnera m.in. ze względu na wysoką jakość usług i relacji, umiejętność rozwiązywania problemów, jego wiarygodność, lojalność i pozytywny wizerunek
f_2	Liczba dostawców (towarów i usług)	Duża, konkurują oni ze sobą	Ograniczona do najlepszych partnerów
f_3	Podejście do kontroli jakości usług	Każdorazowo inspekcja przez nabywcę przy odbiorze	Kontrola jakości przez dostawcę. Nabywca ma zaufanie do sprawdzonego partnera
f_4	Podział kosztów	Nabywca przejmuje oszczędności kosztów więc dostawca je ukrywa. Strategia win-lose	Wspólne precyzyjne określenie udziału w kosztach, zysku i ryzyku związanym z realizacją kontraktu Strategia win-win
f_5	Adaptacja do zmian rynkowych	Nabywca sam określa reakcje na zmieniające się warunki rynkowe	Nabywca i dostawca wspólnie planują działania i wspólnie opracowują plan adaptacji do zmian rynkowych
f_6	Uczestnictwo w nowej ofercie przedsiębiorstwa	Brak	Aktywne, wspólne dążenie do ciągłego udoskonalania usług
f_7	Wzajemne relacje	Czysto formalne, handlowe, oparte na umowach. Widoczna sztywność w zachowaniu. Anonimowość	Często nieformalne, oparte na zaufaniu, nieanonimowe, bliskie, zindywidualizowane i wielopłaszczyznowe. Partnerska współpraca
f_8	Sposób komunikowania się	Komunikacja minimalna ograniczona do zamówień i reklamacji, wymuszona procedurami	Komunikacja otwarta, inicjowana obustronnie, spontaniczna, zarówno osobista jak i pisemna (elektroniczna) czy telefoniczna
f_9	Dzielenie się informacją	Ograniczony przepływ informacji	Wymiana informacji oraz doświadczeń. Otwarty, szybki przepływ informacji
f_{10}	Rozwiązywanie konfliktów	Nabywca jednostronnie rozwiązuje konflikty	Wspólne rozwiązywanie konfliktów. Istnieje wspólny mechanizm rozwiązywania konfliktów
f_{11}	Normy, reguły postępowania	Brak wspólnych reguł postępowania Rozbieżne cele.	Wspólne wartości i cele. Dopasowanie się partnerów pod względem procedur, norm, zwyczajów, działań organizacyjnych
f_{12}	Częstotliwość kontaktów	Pojedyncze kontakty	Powtarzające się trwale kontakty, ciągłość relacji, długotrwałe relacje biznesowe
f_{13}	Podejście do problemów jakości	Wyłącznie skupienie się na jakości technicznej produktu	Kompleksowe podejście do problemów jakości. Bardzo ważna jakość relacji
f_{14}	Zaufanie	Brak zaufania w biznesie	Widoczne zaufanie

Tabela 2. Ranking realizacji poszczególnych parametrów relacji partnerskich przez poszczególne przedsiębiorstwa budowlane

Parametry	Poziom relacji poszczególnych przedsiębiorstw budowlanych z podwykonawcą/ głównym wykonawcą						
	a^1	a^2	a^3	a^4	a^5	a^6	a^7
f_1	5	5	4	3	3	5	5
f_2	4	5	3	3	4	5	5
f_3	5	3	4	3	4	1	4
f_4	4	2	3	3	3	5	5
f_5	5	3	5	3	5	1	4
f_6	5	2	5	3	2	5	2
F_7	1	1	5	1	4	5	1
f_8	2	1	5	2	5	5	3
f_9	5	2	5	3	3	5	5
f_{10}	2	2	4	3	4	5	5
f_{11}	4	3	4	3	4	5	5
f_{12}	3	3	5	3	4	5	5
f_{13}	4	2	4	4	3	5	5
f_{14}	5	3	5	3	4	3	5

Wyznaczenie wariantów decyzji wymaga stochastycznej postaci lewej macierzy głównej. Wynika stąd konieczność normalizowania kolumn macierzy surowej tak aby ich sumy były jednostkowe. Na tym etapie można przeprowadzić ważenie wpływu poszczególnych kategorii atrybutów na cel analizy. Przeprowadzono ważenie wpływu poszczególnych grup atrybutów (przedsiębiorstwa i kryteria oceny-parametry). W tym celu poszczególne kolumny macierzy surowej podzielono przez sumę elementów kolumny według wzoru (1).

$$s_{ik} = \frac{sl_{ik}}{\sum_{j=1}^{n_f+n_k} sl_{jk}} \quad \text{dla } k, i = 1, \dots, n_f+n_k \quad (1)$$

gdzie:

s_{ik} – elementy macierzy głównej ważonej S ,

sl_{ik} – elementy macierzy surowej SL ,

n_f – liczba przedsiębiorstw,

n_k – liczba kryteriów.

W otrzymanej w ten sposób macierzy głównej ważonej S (2) sumy poszczególnych kolumn są jednostkowe. Przyjęto jednakowy wpływ poszczególnych atrybutów na cel analizy. W kolejnym etapie wyznaczono macierz graniczną S_{lim} (3). Przyjęto dokładność obliczeń = 1E-10. Stabilizację wyników obliczeń (wyznaczenie kolejnych potęg macierzy głównej S) uzyskano w piątej iteracji.

Ranking przedsiębiorstw (4) odczytano z siedmiu ostatnich wierszy macierzy granicznej.

$$P_p = \begin{bmatrix} 0,1487 \\ 0,1019 \\ 0,1680 \\ 0,1101 \\ 0,1432 \\ 0,1652 \\ 0,125 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Ranking wpływu kryteriów na realizację celu analizy (5) odczytano na podstawie czternastu pierwszych wierszy macierzy granicznej.

$$P_k = \begin{bmatrix} 0,0826 \\ 0,0798 \\ 0,0661 \\ 0,0688 \\ 0,0716 \\ 0,0661 \\ 0,0495 \\ 0,0633 \\ 0,0771 \\ 0,0688 \\ 0,0771 \\ 0,0771 \\ 0,0740 \\ 0,0771 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Macierze P_p i P_k znormalizowano uzyskując rankingi końcowe P_p' i P_k' .

$$P_p' = \begin{bmatrix} 0,8852 \\ 0,6065 \\ 1,0000 \\ 0,6557 \\ 0,8524 \\ 0,9836 \\ 0,9672 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Najlepszym przedsiębiorstwem do współpracy partnerskiej podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych spośród 7 analizowanych okazało się przedsiębiorstwo numer 3 (ma najwyższy współczynnik preferencji równy 1). Prawie taki sam współczynnik ma przedsiębiorstwo numer 7 (jego wartość liczbową to 0,9672). Uzyskano taki sam wynik końcowy, jak w przypadku analizy przeprowadzonej dla tych samych przedsiębiorstw przy zastosowaniu metody ELECTRE III. Te same przedsiębiorstwa okazały się najlepsze.

Znormalizowany ranking kryteriów (7).

$$P_k' = \begin{bmatrix} 1,0000 \\ 0,9666 \\ 0,8000 \\ 0,8333 \\ 0,8666 \\ 0,8000 \\ 0,6000 \\ 0,7666 \\ 0,9333 \\ 0,8333 \\ 0,9333 \\ 0,9333 \\ 0,9000 \\ 0,9333 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Ze znormalizowanego rankingu kryteriów można odczytać, że największy wpływ na realizację celu analizy miał parametr pierwszy (podstawa składania zamówienia). Najmniejszy wpływ miał parametr szósty (uczestnictwo w nowej ofercie przedsiębiorstwa). Ponieważ współczynniki preferencji różnią się od siebie nieznacznie, wynika z tego, iż wpływ poszczególnych kryteriów na realizację celu analizy jest zrównoważony.

3. Podsumowanie

We wcześniejszych publikacjach autorka zaprezentowała zastosowanie metody ELECTRE III do wyboru przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy partnerskiej podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych. W niniejszym artykule zaprezentowano nietypowe zastosowanie metody wielokryterialnej AHP do wyboru przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy partnerskiej podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych. Najlepszym przedsiębiorstwem do współpracy partnerskiej podczas realizacji przedsięwzięć budowlanych spośród 7 analizowanych, okazało się przedsiębiorstwo numer 3 (ma najwyższy współczynnik preferencji równy 1). Prawie taki sam współczynnik ma przedsiębiorstwo numer 7. Uzyskano taki sam wynik końcowy, jak w przypadku analizy przeprowadzonej dla tych samych przedsiębiorstw przy zastosowaniu metody ELECTRE III. Te same przedsiębiorstwa okazały się najlepsze. W przypadku niewielkich różnic rankingów nie stanowią one pewnej podstawy wyboru najlepszego przedsiębiorstwa do współpracy. Opracowane metody wspomagają jedynie system decyzyjny przedsiębiorstwa budowlanego co do wyboru podwykonawcy czyli innego przedsiębiorstwa budowlanego do współpracy partnerskiej. Ostateczną decyzję zawsze musi podjąć decydent samodzielnie.

W prowadzonych przez autorkę badaniach, eksperci z przedsiębiorstw budowlanych oceniali w skali pięciostopniowej relacje z podmiotami mikrootoczenia, podawali oceny od 1 do 5 poszczególnych 14 parametrów. W metodzie AHP odpowiada to od razu wektorowi preferencji wyznaczanemu na podstawie macierzy ocen cząstkowych. Zatem można powiedzieć, że w tym konkretnym przypadku ze względu na przyjęty model badawczy autorki, nie jest to typowe kompleksowe zastosowanie metody AHP, a jedynie od pewnego momentu jej algorytmu.

Literatura

- 1 Construction Industry Institute (CII), In Search of Partnering Excellence, Special Publication, Report by the Partnering Task Force of CII, Austin, Texas, USA, 1991, IV.
- 2 Radziszewska-Zielina E., Studies of the Partner Relations of Construction Companies. LAP LAMBERT Academic Publishing, monograph, 2013.
- 3 Turskis Z., Multi-attribute contractors ranking method by applying ordering of feasible alternatives of solutions in terms of preferability technique. Technological and Economic Development of Economy 14/ 2 (2008) 224–239.
- 4 Ulubeyli S., Manisali E., Kazas A. Subcontractor Selection Practices in International Construction Projects. Journal of Civil Engineering and Management 16/1 (2010) 47-56.
- 5 Plebankiewicz E., Construction Contractor Prequalification from Polish Clients' Perspective. Journal of Civil Engineering and Management 16/1 (2010) 57-64.
- 6 Radziszewska-Zielina E., Methods for selecting the best partner construction enterprise in terms of partnering relations. Journal of Civil Engineering and Management 16/4 (2010) 510-520.
- 7 Dytczak, M. Wybrane metody rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych w budownictwie. Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, 2010.

The application of method AHP to choose a construction enterprise for partnering cooperation

Elżbieta Radziszewska-Zielina

*Department of Construction Technology and Organisation, Faculty of Civil Engineering,
Cracow University of Technology, e-mail: eradzisz@izwbit.pk.edu.pl*

Abstract: In construction industry partnering is a long-term commitment between two or more organizations aimed at achieving particular business objectives by maximizing the effectiveness of each participant's resources. As opposed to competition, partnering is characterized by cooperation rather than rivalry which may transform into fighting. Partners cooperate, striving for the implementation of a construction project, which is their common objective, and for mutual benefits. The present author has developed a research model of the partnering relations of construction enterprises. This paper presents a non-standard application of AHP multi-criteria method in choosing a construction enterprise for partnering cooperation during the construction project implementation.

Keywords: construction industry, construction enterprise, partnering relations, multi-criteria methods, AHP.