

ROSŁON Jerzy

ZASTOSOWANIE WYBRANYCH METOD KWALIFIKACJI PODCZAS DOBORU WYKONAWCÓW INFRASTRUKTURALNYCH PROJEKTÓW BUDOWLANYCH

Streszczenie

W referacie autor przedstawia potrzebę zastosowania wybranych metod kwalifikacji podczas doboru wykonawców infrastrukturalnych projektów budowlanych i omawia zagadnienia związane z wyborem odpowiedniej metody oceny wykonawców przedsięwzięć. Autor prezentuje, a następnie porównuje, wybrane modele wyboru wykonawców. Referat zakończony jest opracowanymi przez autora algorytmami wyboru wykonawców infrastrukturalnych przedsięwzięć budowlanych.

WSTĘP

Realizacja infrastrukturalnych przedsięwzięć budowlanych ściśle wiąże się z trzema parametrami: czasem, kosztem i jakością. O sukcesie przedsięwzięcia można mówić wówczas, gdy spełnione zostaną przytoczone powyżej parametry – projekt zostanie zakończony na czas, bez przekroczenia kosztów i zgodnie z określonymi wymaganiami (zakresem i jakością). Istotny wpływ na każdy z wymienionych parametrów projektu ma wykonawca (tabela 1) [1]. Niewłaściwy wybór wykonawcy może prowadzić między innymi do niedotrzymania terminów, obniżenia jakości, przekroczenia planowanych kosztów, długotrwałych i kosztownych sporów sądowych, a w skrajnych przypadkach do nieukończenia przedsięwzięcia, lub bankructwa (wykonawcy, ale także zamawiającego) [5]. Dlatego też wybór przedsiębiorstwa realizującego projekt ma ma kluczowe znaczenie dla całego przedsięwzięcia budowlanego.

Tab. 1. Wpływ właściwości wykonawcy na czynniki sukcesu projektu

| Czynniki sukcesu projektu | Właściwości wykonawcy i ich wpływ na czynniki sukcesu projektu | | | | |
|---------------------------|--|----------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | zarząd | poprzednie przedsięwzięcia | porozumienie z bankiem | zarządzanie organizacją | porażki w przeszłości |
| Czas | duży | umiarkowanie duży | umiarkowanie duży | umiarkowanie duży | --- |
| Koszt | --- | --- | mały | --- | umiarkowanie duży |
| Jakość | mały | umiarkowany | --- | mały | mały |

Źródło: [opr. wł.] na podstawie Hatush i Skitmore [1]

1. METODY KWALIFIKACJI WYKONAWCÓW

1.1. Prekwalifikacja i kwalifikacja - wprowadzenie

W celu odpowiedniego doboru wykonawców ich kwalifikację należy poszerzyć o proces przed-przetargowy – kwalifikację wstępną (prekwalifikację). Stosowanie prekwalifikacji pozwala na dopuszczenie do przetargu jedynie firm wykonawczych posiadających odpowiednie środki i możliwości do najlepszej realizacji przedsięwzięcia budowlanego. Jest to procedura zalecana między innymi przez FIDIC [2] (Międzynarodowa Federacja Inżynierów Konsultantów).

Stosując kwalifikację wstępną, inwestor może zaoszczędzić dużo czasu i zbędnej pracy związanej z oceną ofert od niewłaściwych firm wykonawczych. Ma to szczególne znaczenie przy przetargach, w których liczba zainteresowanych wykonawców jest duża.

Prekwalifikacja zmniejsza tak zwany efekt inflacyjny [2], który występuje, gdy liczne przedsiębiorstwa ponoszą nieproduktywne wydatki związane z opracowaniem olbrzymiej liczby ofert pomimo tego, że wiedzą, że większość z nich będzie odrzucona. Dzięki kwalifikacji wstępnej wykonawcy mogą uniknąć sytuacji, w której poświęcają swoje zasoby na przygotowanie oferty do nieodpowiedniego projektu. Korzystanie z listy prekwalifikacyjnej często związane jest z wysłaniem firmom wykonawczym zaproszeń do przystąpienia do przetargu. Dzięki temu inwestor może pozyskać wykonawców, którzy w innych warunkach nie zgłosiliby swoich ofert, np. z powodu braku informacji [11].

Prekwalifikacja jest szczególnie istotna dla inwestorów publicznych, którzy (w świetle polskiego prawa) po zaproszeniu firm wykonawczych do przetargu nie mają prawa do podmiotowej oceny potencjalnych wykonawców. Istotne jest, że kwalifikacja wstępna nie służy ocenie ofert, a jedynie selekcji wykonawców, którzy zostaną dopuszczeni do ich składania.

1.2. Modele kwalifikacji wykonawców

Uwzględnianie wielu właściwości wykonawców i ich wpływu na czynniki sukcesu projektu (czas, koszt, jakość) powodują powstanie potrzeby zastosowania analizy wielokryterialnej [3].

Istnieje wiele metod i modeli matematycznych, które można zastosować podczas prekwalifikacji i ostatecznego wyboru wykonawcy, między innymi: model użyteczności, model oparty na przesłankach rozmytych, model statystyczny, model finansowy, model wykorzystujący systemy eksperckie, model hybrydowy, model wykorzystujący sieci neuronowe, model analizy czynników głównych, metoda ELECTRE, metoda punktu idealnego, metoda entropii [6, 7, 9, 11].

W tym referacie autor zdecydował się na wybór modeli, których zastosowanie w ramach procesu kwalifikacji wstępnej porównał w swojej pracy Nowak i Rosłon [10]:

Model wagowy – Jaselskis, Russell (1991)

Model wagowy zakłada, że określa kryteria i dobiera ich wagi sam zamawiający. Wagi można dobrać np. posługując się teorią relacji i porządkowania pozwalającą stworzyć preferencję kryteriów oceny, przekształcając indywidualne funkcje preferencji kryteriów w grupową funkcję preferencji [4]. Należy zwrócić uwagę na to, że właściwy dobór kryteriów jest równie ważny, jak prawidłowa ocena poziomu ich spełnienia [8]. Kryteriami mogą być np. współczynnik sukcesów w poprzednich przedsięwzięciach, porozumienia z bankami, ale także posiadanie przez wykonawcę i stosowanie odpowiednich certyfikatów ISO [12]. Końcowa ocena to suma iloczynów ocen otrzymanych za dane kryteria i ich wagi.

Model łatwy i prosty w zastosowaniu.

Model wagowy dwustopniowy – Jaselskis, Russell (1991)

Zakłada dwukrotne zastosowanie modelu wagowego, w pierwszym etapie odrzuca się część wykonawców, a pozostali, zakwalifikowani do drugiego etapu ewaluowani są na podstawie bardziej szczegółowych kryteriów.

Model ten może być wyjątkowo przydatny, gdy kwalifikacji wstępnej poddawanych jest wiele przedsiębiorstw budowlanych.

Model wagowy rozszerzony – Jaselskis, Russell (1991)

Wykonawcy są oceniani pod względem pojedynczych kryteriów (w kolejności od najważniejszego do najmniej ważnego), w przypadku gdy nie spełniają któregoś z nich, zostają automatycznie usunięci z procesu prekwalifikacji. Pozostali oceniani są za pomocą modelu wagowego.

Model wagowy rozszerzony umożliwia szybkie odrzucenie wykonawców, jest przez to szczególnie przydatny w przedsięwzięciach o specyficznych wymaganiach, a liczba zainteresowanych wykonawców jest duża.

Model liniowy – Russell (1992)

Model liniowy podobny jest do wagowego, jednak dodatkowo oprócz głównych kryteriów zostają wprowadzone podkryteria.

Model ten umożliwia wprowadzenie podkryteriów, a dzięki temu bardziej szczegółową analizę firm wykonawczych.

Model liniowy wykorzystujący metodę PERT – Hatush, Skitmore (1997)

Zakłada porównanie wykonawców za pomocą metody analizy ryzyka. Rozpatrywane są prawdopodobieństwa przekroczenia zaplanowanego czasu i kosztu oraz obniżenia jakości przez każdą z firm wykonawczych i porównanie tych prawdopodobieństw.

Model liniowy PERT umożliwia przewidzenie wpływu wyboru wykonawcy na poszczególne czynniki sukcesu projektu.

Model wykorzystujący analityczny proces hierarchiczny (AHP) – Al-Harbi (1999)

Model ten polega na porównaniu parami wariantów pod względem wszystkich kryteriów. Do porównań tych wykorzystuje się charakterystyczne dla AHP macierze oceny i drzewa decyzyjne.

Model AHP pozwala na porównanie wykonawców i ważności kryteriów parami.

Model oparty na przesłankach rozmytych – Minasowicz, Kostrzewa (2010)

Model pomaga przełożyć nieprecyzyjne i niejednoznaczne oceny na matematyczny system wyboru firm wykonawczych za pomocą zbiorów rozmytych.

Dzięki temu modelowi można w prosty sposób przełożyć wartości lingwistyczne na matematyczną skalę ocen.

Model wykorzystujący analityczny proces sieciowy (ANP) – Cheng, Li (2004)

Model ANP stanowi rozszerzenie AHP. W metodzie dodano wzajemne oddziaływania między grupami kryteriów, między grupami i podgrupami, a także między celem, a podgrupami. Natomiast drzewo decyzyjne zostało zastąpione siecią decyzyjną. ANP zakłada także wprowadzenie supermacierzy i supermacierzy limitowanej.

Model ten jako rozwinięcie modelu AHP, pozwala tworzyć unikalne powiązania między kryteriami i wykonawcami.

2. PORÓWNANIE MODELI

2.1. Porównanie modeli dla kwalifikacji wstępnej

Nowak i Rosłon [10] porównali powyższe modele (tabela 2)

Tab. 2. Porównanie modeli prekwifikacji

| Model | Mat | T | pK | Sz | sU | Bł | Ob | ZP |
|---------------------|-------------|--|-----|---|--|-------------|--|-----|
| Wagowy | minimalny | mała | NIE | minimalny | NIE | duża | TAK | TAK |
| Wagowy dwustopniowy | minimalny | bardzo mała | NIE | minimalny | TAK/NIE usunięcie części firm po pierwszym etapie | bardzo duża | TAK | TAK |
| Wagowy rozszerzony | minimalny | minimalna | NIE | minimalny | TAK | maksymalna | TAK | TAK |
| Liniiowy | bardzo mały | średnia | TAK | średni | NIE | średnia | TAK | TAK |
| Liniiowy PERT | duży | bardzo duża | NIE | duży | NIE | minimalna | NIE | NIE |
| AHP | bardzo duży | bardzo duża | NIE | bardzo duży | NIE | minimalna | NIE | NIE |
| Przesłanki rozmyte | średni | bardzo duża – bez gotowej bazy reguł mała – z gotową bazą reguł | NIE | minimalny / duży – w zależności od przyjętych przestrzeni i baz reguł | NIE | średnia | TAK/NIE oceny TAK, ale baza reguł NIE | NIE |
| ANP | maksymalny | maksymalna | TAK | maksymalny | NIE | minimalna | NIE | NIE |

Źródło: [10]

Porównanie przeprowadzili korzystając z następujących kryteriów:

- Mat – stopień skomplikowania formuł matematycznych;
- T – ilość czasu, która potrzebna jest na ocenę wykonawców / czas pracy ekspertów biorących udział w procesie prekwalfikacji;
- pK – możliwość zastosowania podkryteriów;
- Sz – stopień szczegółowości oceny;
- sU – możliwość „szybkiego usuwania” firm wykonawczych z procesu w trakcie ich oceniania (możliwość zaoszczędzenia czasu spędzonego na ich dalszą ocenę);
- Bł – podatność na błędy, wpływ pojedynczych błędów w ocenie na cały proces prekwalfikacji;
- Ob – możliwość stosowania kryteriów obiektywnych (to znaczy takich, że wynik ewaluacji będzie taki sam, niezależnie od oceniającego);
- ZP – możliwość zastosowania modelu w zamówieniach publicznych.

Oceniając poszczególne modele odnieśli się do pozostałych (dla każdego kryterium wskazano metody z najwyższą i najniższą oceną lingwistyczną, a pozostałe modele otrzymały oceny pośrednie).

W ocenie posłużyli się dwiema skalami ocen:

- Minimalny; bardzo mały; mały; średni; duży; bardzo duży; maksymalny;
- Nie; Tak/Nie; Tak.

W podobny sposób można porównać wykorzystanie tych samych modeli do ostatecznego wyboru wykonawcy (tabela 3).

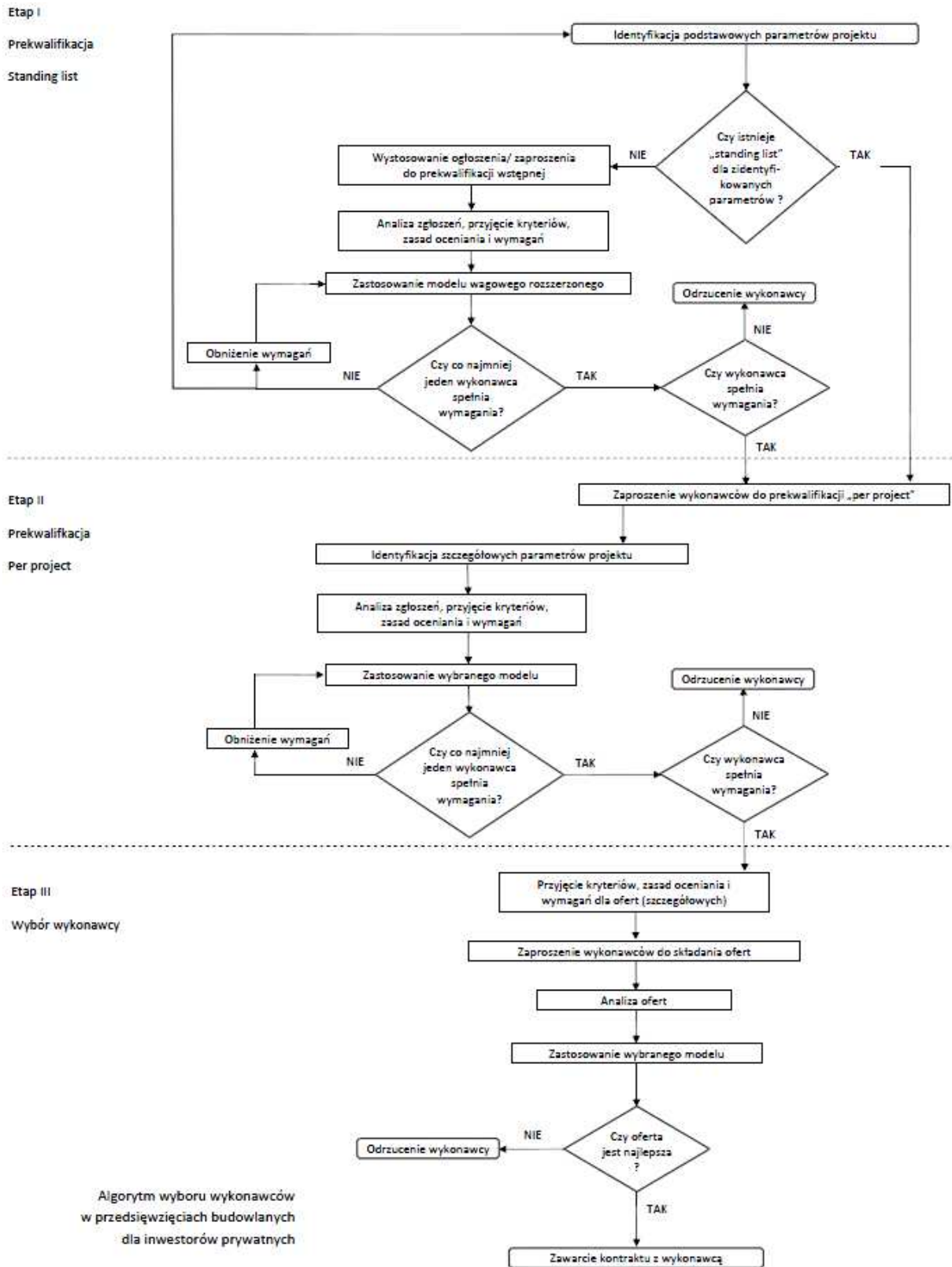
2.2. Algorytmy wyboru wykonawców

Jak wynika z analizy, której efekty przedstawiono w tabelach 2 i 3, nie wszystkie modele mogą zostać zastosowane przez inwestorów z sektora zamówień publicznych (ZP). Z tego powodu autor zaproponował dwa algorytmy wyboru wykonawców w infrastrukturalnych przedsięwzięciach budowlanych. Jeden dla inwestorów prywatnych (rysunek 1) oraz drugi dla inwestorów publicznych (rysunek 2).

Tab. 3. Porównanie modeli wyboru wykonawców

| Model | Mat | T | pK | Sz | Bł | Ob | ZP |
|---------------------|-------------|--|-----|---|-------------|--|-----|
| Wagowy | minimalny | mała | NIE | minimalny | duża | TAK | TAK |
| Wagowy dwustopniowy | minimalny | bardzo mała | NIE | minimalny | bardzo duża | TAK | NIE |
| Wagowy rozszerzony | minimalny | minimalna | NIE | minimalny | maksymalna | TAK | NIE |
| Liniowy | bardzo mały | średnia | TAK | średni | średnia | TAK | NIE |
| Liniowy PERT | duży | bardzo duża | NIE | duży | minimalna | NIE | NIE |
| AHP | bardzo duży | bardzo duża | NIE | bardzo duży | minimalna | NIE | NIE |
| Przesłanki rozmyte | średni | bardzo duża – bez gotowej bazy reguł mała – z gotową bazą reguł | NIE | minimalny / duży – w zależności od przyjętych przesłanki i bazy reguł | średnia | TAK/ NIE oceny TAK, ale baza reguł NIE | NIE |
| ANP | maksymalny | maksymalna | TAK | maksymalny | minimalna | NIE | NIE |

Źródło: [opr. wł.]

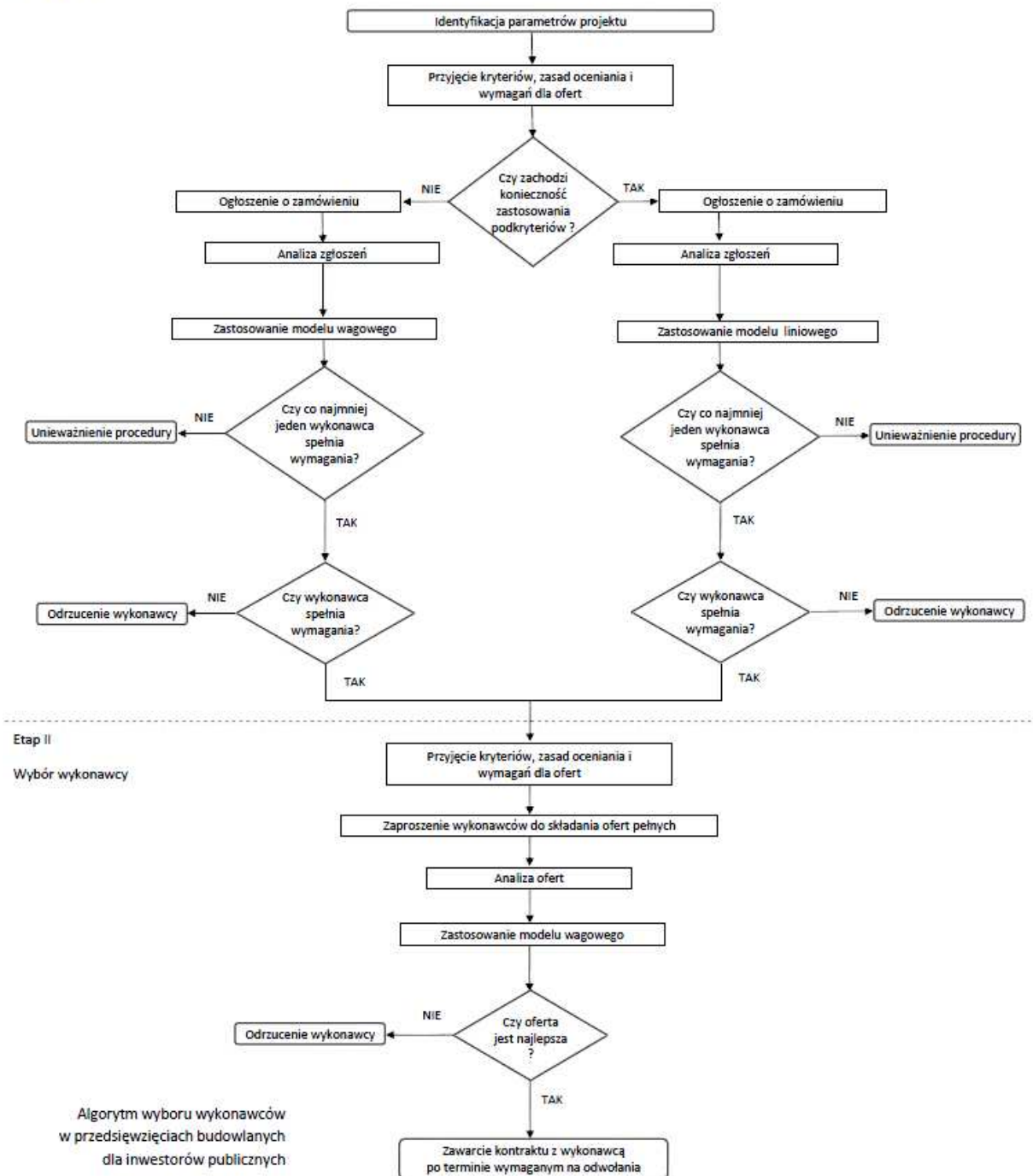


Rys. 1. Algorytm wyboru wykonawców w infrastrukturalnych przedsiębiorstwach budowlanych dla inwestorów prywatnych

Źródło: [opr. wł.]

Etap I

Prekwalifikacja



Rys. 2. Algorytm wyboru wykonawców w infrastrukturalnych przedsięwzięciach budowlanych dla inwestorów publicznych

Źródło: [opr. wł.]

PODSUMOWANIE

Przedsięwzięcia budowlane charakteryzują się dużą różnorodnością oraz indywidualnością zarówno pod względem czasu i kosztu realizacji, jak i wymagań (zakres i jakość). Także wymagania zamawiających często różnią się między sobą. Wszystko to sprawia, że ciężko jest wybrać jeden, uniwersalny model do stosowania podczas procesu kwalifikacji wykonawców do projektów budowlanych (zarówno jeśli chodzi o kwalifikację wstępną, jak i ostateczny wybór oferty). Jednak proces wyboru wykonawcy można znacznie usprawnić stosując zaproponowane przez autora algorytmy. Algorytmy te systematyzują i w prosty sposób pokazują krok po kroku etapy procesu kwalifikacji.

BIBLIOGRAFIA

1. Hatush Z., Skitmore M. R., *Evaluating contractor prequalification data: selection criteria and project success factors*, *Construction Management and Economics*, 15, 1997, 129-147.
2. FIDIC, *Procedura przetargowa*, Wydanie dwujęzyczne COSMOPOLI, 1992.
3. Ibadov N., *Wielokryterialna ocena procesów budowlanych z uwzględnieniem rozmytego modelowania niepewności aspektów technologicznych*, *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe* 2013 Tom R. 14, nr 3.
4. Ibadov, N. Kulejewski, J. Hrishev, L., *Porządkowanie i wartościowanie kryteriów oceny rozwiązań budowlanych*, *Logistyka* 2011, nr 6.
5. Kaczorek K., Książek M., *Rozwiązywanie konfliktów w budownictwie*. *Autobusy, Technika, Eksploatacja* 2013, nr 3.
6. Krzemiński M., Książek M., *Ocena jakości wybranych obiektów budowlanych przy zastosowaniu metody punktu idealnego*. *Inżynieria i Budownictwo* 2007 nr 12.
7. Krzemiński M., Książek M., *Przykład obliczeniowy oceny rozwiązań technologiczno – konstrukcyjnych w centrach logistycznych*. *Logistyka* 2012, nr 3.
8. Książek M., Krzemiński M., *Ocena rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych w centrach logistycznych*. *Logistyka* 2012, nr 3.
9. Książek M., *Wykorzystanie wybranych metod wielokryterialnych do oceny inwestycji w procesie decyzyjnym*. *Logistyka* 2011, nr 3.
10. Nowak P., Rosłon J., *Procedury wstępnego wyboru wykonawców w transportowych projektach infrastrukturalnych*. *Autobusy, Technika, Eksploatacja* 2013, nr 3.
11. Plebankiewicz E., *Podstawowe problemy wstępnej kwalifikacji wykonawców robót budowlanych*, *Konferencja naukowo-techniczna Technologia i zarządzanie w budownictwie*, Wrocław, 2006, str. 139-146.
12. Ustinovichius L. , Zavadskas E., Migilinskas D., Malewska A., Nowak P., Minasowicz A., *Verbal analysis of risk elements in construction contracts*, *Cooperative Design, Visualization, and Engineering*, 295-302.

APPLICATION OF CHOSEN QUALIFICATION METHODS FOR CONTRACTORS SELECTION IN INFRASTRUCTURAL CONSTRUCTION PROJECTS

Abstract

In this paper the author presents the need for application of qualification methods during the process of contractors selection for infrastructural construction projects. Author also discusses issues related to selecting an appropriate method of contractor choice. Author presents and compares some models of contractor selection. The paper contains algorithms developed by the author which can aid investors during contractor qualification process for infrastructure construction projects.

Autorzy:

mgr inż. **Jerzy Rosłon** – Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Budowlanej, Zespół Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie, j.roslon@il.pw.edu.pl