

*Edyta Plebankiewicz, Andrzej Kosecki*

# Nowe modele strategii przetargowej wykonawcy budowlanego

## Wstęp

**W** związku z coraz częstszym uzyskiwaniem robót budowlanych w trybie przetargowym, wykonawca staje przed zadaniem przygotowywania ofert przetargowych. Szczególnie ważne jest właściwe określenie wysokości zysku kalkulacyjnego, czyli pewnej nadwyżki, jaką dodaje się do oszacowanych kosztów przedsięwzięcia. Decyzje tutaj podejmowane mogą rzutować w dużej mierze na ogólną kondycję przedsiębiorstwa. Z drugiej strony, najczęściej są one podejmowane automatycznie, bazując jedynie na intuicji i doświadczeniu podejmującego tę decyzję. To nie wystarczy. Potrzebna jest tu pewna strategia postępowania.

Celem artykułu jest krótkie przedstawienie osiągnięć w zakresie opracowanych w ostatnich latach modeli strategii przetargowej.

Należy zaznaczyć, że istnieją pewne różnice w ujęciu składników ceny kosztorysowej w Polsce i w innych krajach. W literaturze angielskojęzycznej funkcjonuje pojęcie *margin* lub *markup*. Do obu z nich wliczany jest zysk i zazwyczaj pewna część kosztów pośrednich. Chodzi tu głównie o koszty pośrednie zarządu. W niektórych przypadkach wliczane jest tu także ryzyko (u nas uwzględniane w zysku kalkulacyjnym). W polskiej kalkulacji kosztorysowej zysk i koszty pośrednie są wyraźnie rozdzielone.

Pojęcie *margin* lub *markup* jest najbardziej zbliżone do pojęcia marży. Według „Małej Encyklopedii Ekonomicznej”, marża jest to „różnica między ceną sprzedaży a ceną zakupu towaru. Marża jest elementem składowym ceny. Wysokość marży powinna wystarczyć na pokrycie kosztów przedsiębiorstwa i dać zysk.”

Mimo że w kalkulacji kosztorysowej w budownictwie pojęcie marży nie funkcjonuje, ze względu na brak precyzyjnego odnośnika tego określenia w j. polskim, w artykule angielskie *margin* lub *markup* zostanie przetłumaczone jako „marża”.

## Strategia przetargowa w „klasycznym” ujęciu

**P**ierwsze próby zbudowania procedury, która byłaby pomocna w określeniu najważniejszej w danej sytuacji marży, pojawiły się już w latach 50. Pionierską pracą w tym zakresie jest model opracowany w 1956 r. przez L. Friedmana [3]. L. Friedman, jako pierwszy, próbował powiązać prawdopodobieństwo wygrania przetargu z wprowadzoną do oferty przetargowej wartością marży. W późniejszych la-

tach powstało bardzo wiele różnych modeli strategii przetargowych. Jednak prawie wszystkie z nich bazowały na podobnych założeniach i posiadały pewne wady, które ograniczały ich praktyczne zastosowanie. Oto podstawowe z nich:

- jedynym uwzględnianym czynnikiem, mającym wpływ na wysokość marży, jest konkurencja (w rzeczywistości istnieje wiele innych czynników),
- zakłada się, że wykonawca dąży jedynie do maksymalizacji swoich zysków (często nie jest to jedyny cel),
- dużą wagę przywiązuje się do danych z poprzednich przetargów (czasami trudno je uzyskać, poza tym konkurenci mogą zmienić swoją strategię),
- zakłada się, że na wygranie przetargu ma wpływ jedynie cena (przetarg nie zawsze wygrywa oferta najniższa).

Pierwszym krokiem do sformułowania modeli strategii przetargowych, bardziej dostosowanych do praktyki, było wyselekcjonowanie czynników mających wpływ na podjęcie decyzji o wysokości marży wprowadzonej do oferty przetargowej. Próbę takiej selekcji podjęli I. Ahmad i I. Minkarah [1]. Przeprowadzili oni wśród wykonawców amerykańskich ankietę, mającą na celu uszeregowanie pod względem ważności czynników branżowych pod uwagę przy podejmowaniu decyzji o wysokości marży. Podobne badania przeprowadził A. Shash [7] w Wielkiej Brytanii. Badania te były pomocne w opracowaniu modeli krótko scharakteryzowanych poniżej.

## Model powstały na podstawie teorii zbiorów rozmytych

**W** roku 1998 ukazała się praca A. Fayek [2], w której autorka podjęła próbę wyeliminowania podstawowych wad występujących w znanych do tej pory modelach. Wykorzystana została teoria zbiorów rozmytych i wspomaganie komputerowe, dzięki czemu powstały model strategii przetargowej dużo bardziej realistycznie ujmujący proces podejmowania decyzji.

A. Fayek zauważa, że wykonawca, startując w przetargu, może stawiać sobie wiele celów do osiągnięcia (wygranie przetargu, maksymalizacja zysków, badanie nowego rynku). Model uwzględnia wiele czynników mających wpływ na decyzję o wysokości marży. Rodzaj czynników branżowych pod uwagę może być różny – w zależności od specyfiki rozważanej sytuacji przetargowej, jak i indywidualnych preferencji przyjętych przez wykonawcę budowlanego. Wykonawca stosując model nie musi, tak jak to było w większości poprzed-

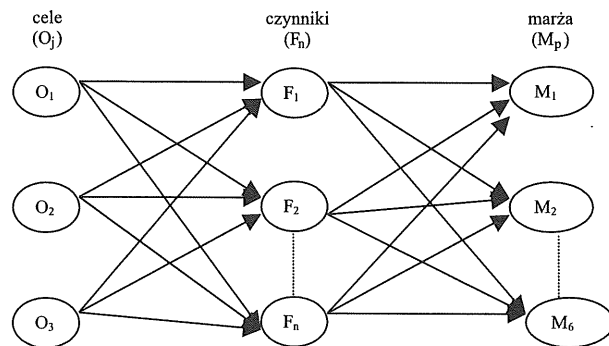
nich modeli, posiadać danych z poprzednich przetargów.

Do analiz w modelu wykorzystano teorię zbiorów rozmytych, która jest szczególnie przydatna do opisywania niejasnych i nieprecyzyjnych pojęć – takich, jakie są właśnie związane z podejmowaniem decyzji o wysokości marży.

Model A. Fayek w założeniu ma łączyć ze sobą trzy elementy: cele uczestnictwa w przetargu, czynniki mające wpływ na decyzję o wysokości zysku kalkulacyjnego i wyznaczone wartości marży. Schematycznie przedstawiono to na rys. 1.

Poszczególnym elementom przypisuje się odpowiednie wagi, a następnie łączy je relacjami rozmytymi, z których są budowane złożenia relacji rozmytych. (Szczegółowy opis modelu można znaleźć w [2], a także wraz z przykładem odnoszącym się do warunków polskich, w [4]).

W wyniku uzyskujemy procentowo określone zalecenia dotyczące wysokości marży wprowadzonej do przygotowanej oferty.



**Rys. 1. Schemat modelu strategii przetargowej A. Fayek**

Źródło: [2].

## Model powstały na podstawie sieci neuronowych

Zazwyczaj w praktyce podejmując decyzje przetargowe bazuje się na doświadczeniu i wiedzy nabytych w poprzednich przetargach, starając się wykorzystać je w nowej sytuacji. Stąd myśl o zastosowaniu do budowy modelu pomagającego w podejmowaniu decyzji przetargowych – sieci neuronowych, będących narzędziem sztucznej inteligencji i w założeniu symulujących pracę ludzkiego mózgu.

Model sztucznej sieci neuronowej opiera się na dwóch podstawowych elementach: neuronach i połączeniach między nimi. Neurony są układane w kolejne warstwy, które są łączone między sobą. Sieć neuronowa zwykle zbudowana jest z kilku warstw neuronów: wejściowej, neuronów ukrytych i wyjściowej. Dotychczas opracowano wiele konstrukcji sieci, różniących się organizacją, a głównie: liczbą warstw i sposobem połączeń. Proces przetwarzania informacji przez sieć odbywa się równolegle i polega na tym, że każdy neuron działa jako mały niezależny automat, który na bieżąco oblicza sumę wag impulsów i generuje na swoim wyjściu odpowiednią wartość, która jest przesyłana do innych neuronów.

Najważniejszym problemem związanym z sieciami neuronowymi jest ich uczenie, które polega na dobieraniu wag połączeń między neuronami w taki sposób, aby sieć potrafiła prawidłowo rozwiązać zadane problemy. Jedną z wartościowych cech sieci neuronowych jest zdolność uogólniania nauczonych pojęć, co pozwala im reagować na nowe sytuacje. Po nauczaniu się na pewnym zbiorze przykładów jakiejś zależności, sieci potrafią prawidłowo rozpoznawać ten związek w nieznanym jej dotąd przypadkach.

Wymienione powyżej cechy sieci neuronowych wykorzystali O. Moselhi i T. Hegazy [5] do budowy modelu wspomagającego decyzję o wysokości marży wprowadzonej do oferty przetargowej.

Autorzy zaproponowali dwa rodzaje modeli opartych na sieciach neuronowych w postaci: sieci pojedynczej i sieci hierarchicznej.

Dane potrzebne do budowy modelu były pozyskane z badań przeprowadzonych przez I. Ahmad i I. Minakarah [1].

Model oparty na pojedynczej sieci neuronowej został zaprezentowany na rys. 2.

W celu uzyskania danych potrzebnych do przetrenowania sieci, przeprowadzono badania ankietowe wśród wykonawców z Kanady i Stanów Zjednoczonych. Dzięki nim otrzymano 65 przykładów treningowych. Po przeprowadzeniu treningu sieci, wywnioskowano, że obydwa modele sieciowe są przydatne do rozwiązywania badanego problemu. Jednak w pojedynczej sieci neuronowej uzyskiwano mniejsze błędy niż w sieci hierarchicznej. Z tego względu tę właśnie sieć wybrano do dalszych badań i nazwano ją *Hand-Crafted Net* (H-C N).

Dalsze próby poprawienia zdolności generowania wyników przez H-C N przeprowadzono wykorzystując technikę algorytmu genetycznego, jako procedury automatycznej optymalizacji sieci. Jako funkcję celu w optymalizacji sieci wprowadzono minimalizację błędów uzyskiwanego we wprowadzonych przykładach. W wyniku zastosowanej procedury uzyskano sieć, którą nazwano *GA-optimized net* (sieć optymalizowana algorytmem genetycznym).

Obydwie sieci neuronowe mają tę samą budowę (rys. 2).

Składają się z:

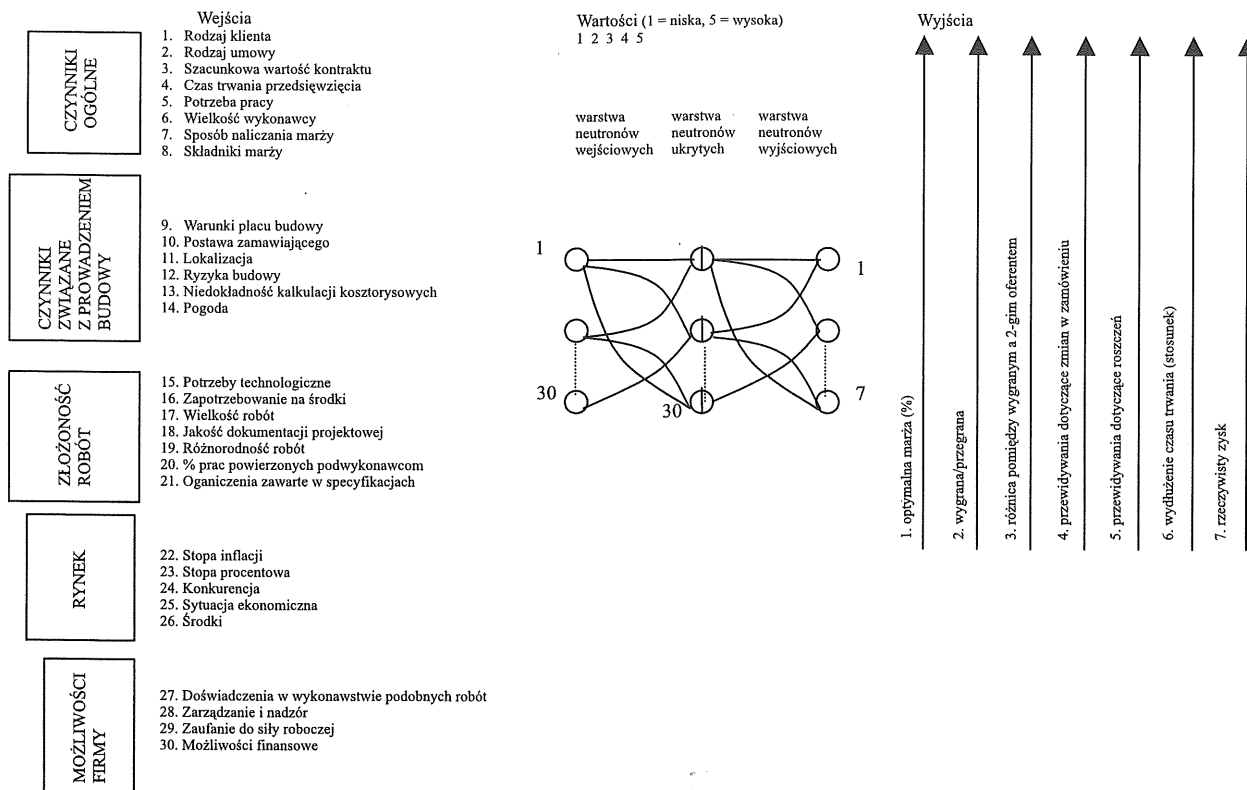
- warstwy neuronów wejściowych – 30 elementów związanych z czynnikami branżowymi pod uwagę w modelu,
- warstwy neuronów ukrytych – 30 elementów,
- warstwy neuronów wyjściowych – 7 elementów związanych z wartościami uzyskiwanymi jako wyjścia.

W modelu wykorzystuje się trzy kategorie danych:

- dane określone jako stałe przez wykonawcę,
- dane odnoszące się do przedsięwzięcia, dla którego wykonawca przygotowuje ofertę przetargową,
- dane odnoszące się do poprzednich przetargów, w których wykonawca brał udział.

Pierwsza grupa, to dane związane z uwarunkowaniami organizacyjnymi. Są one niezmiennie – bez względu na rozpatrywane przedsięwzięcie. Są to m.in.: wielkość firmy, sposób definiowania przez wykonawcę marży itp.

Druga grupa danych to pewne ogólne wymagane informacje na temat podejmowanego przedsięwzięcia,

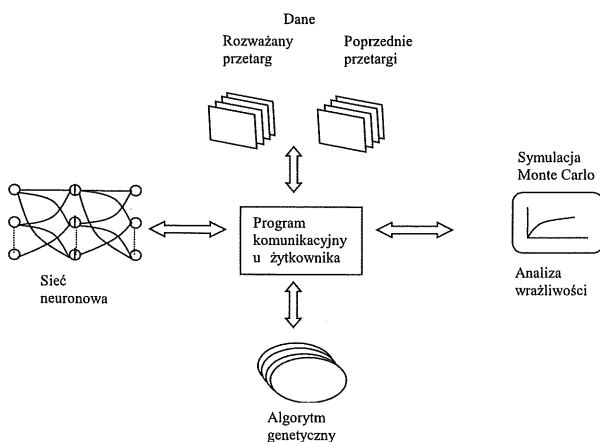


Rys. 2. Model sieci neuronowej

Źródło: [6].

a także czynniki brane pod uwagę przy ustalaniu dla niego wartości marży.

W trzeciej grupie danych wykonawca podaje informacje i oszacowania właściwe dla poprzednich przetargów, w których brał udział. Jest to ten sam rodzaj danych, które odnosiły się do nowych przedsięwzięć. Ponadto wykonawca podaje 7 elementów, które są związane z wynikami poprzednich przetargów. Te 7 elementów, to wartości uzyskiwane jako wynik operacji na modelu. Podane tutaj informacje są wykorzystywane do lepszego adaptowania sieci neuronowej do konkretnego środowiska danego wykonawcy.



Rys. 3. Schemat DBID

Źródło: [6].

Scharakteryzowane wcześniej sieci neuronowe posłużyły do budowy systemu wspomagającego decyzję (ang. DSS) – mającego na celu udzielenie pomocy wykonawcy w opracowaniu oferty przetargowej. Jako narzędzie, które może wykorzystać wykonawca opracowano program komputerowy – DBID.

Schemat DBID pokazano na rys. 3.

W skład DBID wchodzi dwie sieci neuronowe:

- *Hand – Crafted Net*; jest ona wykorzystywana do generowania populacji sieci, optymalizowanych następnie algorytmem genetycznym,
- *GA – optimized net*, która może być dostosowana do specyficznego środowiska przetargowego i jest wykorzystywana do rozwiązywania problemów związanych z nowymi przetargami.

Sieci te są komplementarne i zawarcie ich obu w programie niesie ze sobą wiele korzyści. Z jednej strony, wykonawca nie musi bazować na posiadanych danych z poprzednich przetargów. Z drugiej strony, wykonawca może dostosować model do specyficznego środowiska przetargowego, a także może porównać, jakie wyniki dają obydwie sieci.

Przy wprowadzaniu danych wejściowych do modelu, wykonawca może nie mieć pewności co do własnych oszacowań. Często też może nie mieć możliwości zebrania wszystkich potrzebnych danych. W celu analizy oszacowań wykonawcy zastosowano w programie symulację Monte Carlo. Dzięki niej możemy się dowiedzieć, jakie jest prawdopodobieństwo wygrania przetargu przy danym poziomie zysku kalkulacyjnego.

Jako wynik operacji na modelu otrzymujemy więc oszacowanie 7 elementów dotyczących danego prze-

targu (patrz rys. 1.), a także rezultaty otrzymane w wyniku analizy wrażliwości metodą Monte Carlo.

## Model powstały na podstawie systemu eksperckiego

**S**ystemy eksperckie są to programy komputerowe, które rozwiązują problemy, stosując symboliczną reprezentację wiedzy i proces wnioskowania. Ich skuteczność zależy w dużej mierze od zakodowanej w nich wiedzy o rozwiązywanym problemie. Najprostszy system ekspercki składa się z bazy wiedzy, maszyny wnioskującej i interfejsu użytkownika.

Maszyna wnioskująca jest modulem, który wykorzystuje odpowiednie sposoby wnioskowania w celu znalezienia rozwiązania problemu. Baza wiedzy jest zwykle konstruowana przez inżyniera wiedzy, który informacje eksperta z danej dziedziny zamienia na fakty i reguły. W zależności od sytuacji i charakteru problemu, wiedzę zapisuje się w różny sposób. Jednym z najczęściej stosowanych zapisów są reguły. Podstawowe reguły mają postać:

IF <warunek> THEN <konkluzja>

Baza wiedzy stanowi zatem zbiór faktów i reguł. Fakty są podstawowymi stwierdzeniami, o których wiemy, że są prawdziwe. Reguły są to natomiast zdania logiczne, które definiują pewne implikacje i służą do tworzenia nowych faktów, co w rezultacie prowadzi do znalezienia rozwiązania problemu.

A. Tavakoli i J. Utomo [8] opracowali system ekspercki o nazwie MARKUP (*Bid Markup Assistant*), który ma na celu wspomaganie decyzji przetargowej wykonawcy budowlanego dotyczącej wysokości marży. Do jego budowy wykorzystano regułę if-then. Baza wiedzy powstała na podstawie informacji zebranych z wywiadów z kosztorysantami i ekspertami z tej dziedziny, a także literatury.

Jako dane wejściowe użytkownik wprowadza wiele parametrów, które ujęto w trzy grupy:

- podstawowe parametry przedsięwzięcia:
  - nazwa przedsięwzięcia,
  - nazwisko kosztorysanta,
  - data,
  - sposób zawarcia umowy,
  - rodzaj robót,
- czynniki do ustalenia kosztów pośrednich:
  - oczekiwane roczne koszty pośrednie w dolarach,
  - oczekiwana roczna wielkość robót w dolarach,
- czynniki do ustalenia zysku:
  - oczekiwany zysk:
    - ▲ oczekiwany roczny zysk w dolarach,
  - ranking oczekiwań:
    - ▲ wielkość przedsięwzięcia,
    - ▲ lokalizacja przedsięwzięcia,
    - ▲ relacje z zamawiającym,
    - ▲ rodzaj technologii,
    - ▲ prawdopodobieństwo pozyskania,
    - ▲ uwarunkowania rynku siły roboczej,
    - ▲ uwarunkowania rynku podwykonawców,
    - ▲ jakość dokumentacji projektowej,
    - ▲ wymagana jakość nadzoru,
    - ▲ specjalne ryzyka,
    - ▲ termin ukończenia i kary umowne,

▲ czas na przygotowanie kosztorysu i oferty,

▲ potrzeba pracy,

▲ inne wyjątkowe plusy i minusy.

Wprowadzone informacje są wykorzystywane przez program do wyznaczenia dwóch składników: kosztów pośrednich i zysku.

Koszty pośrednie są wyznaczane wg wzoru:

$$\text{koszty pośrednie} = \frac{\text{oczekiwane roczne koszty pośrednie (\$)}}{\text{oczekiwana roczna wielkość robót (\$)}} \cdot \text{CF1},$$

Gdzie CF1 jest współczynnikiem korekcyjnym, otrzymanym przy uwzględnieniu takich czynników jak: rodzaj wykonawstwa – generalny wykonawca, podwykonawca, sposób zawarcia umowy – przetarg, negocjacje i rodzaj robót – nowe prace, modernizacja.

Zysk jest wyznaczany następująco:

$$\text{zysk} = \frac{\text{oczekiwany roczny zysk (\$)}}{\text{oczekiwana roczna wielkość robót}} \cdot \text{CF2},$$

Gdzie CF2 jest współczynnikiem korekcyjnym wyznaczonym na podstawie ocenę 14 czynników ujętych w grupie „ranking oczekiwań”.

Zalecana marża jest następnie wyznaczana jako suma kosztów pośrednich i zysku.

## Wnioski

**W**artykule przedstawiono najnowsze osiągnięcia w zakresie budowy modeli wspomagających decyzje przetargową wykonawcy budowlanego, dotyczącą wysokości marży wprowadzonej do oferty przetargowej. Krótko scharakteryzowano trzy modele: model zbudowany na podstawie teorii zbiorów rozmytych, model zbudowany na podstawie sieci neuronowych i model zbudowany na podstawie systemu eksperckiego.

Aktualnie prowadzone są prace nad budową i dostosowywaniem do polskich warunków przetargowych modelu powstałego w oparciu o teorię zbiorów rozmytych.

Andrzej Kosecki, Edyta Plebankiewicz

## BIBLIOGRAFIA

- [1] AHMADI, MINKARAH I., *Questionnaire survey on bidding in construction*. „Journal of Management in Engineering Division” 1988, Vol. 4, No 3, s. 229–243.
- [2] FAYEK A., *Competitive bidding strategy model and software system for bid preparation*. „Journal of Construction Engineering and Management” 1998, Vol. 124, No 1, s. 1–10.
- [3] FRIEDMAN L., *A competitive-bidding strategy*. „Operations Research” 1956, Vol. 4, s. 104–112.
- [4] KOSECKIA., PLEBANKIEWICZE., *Wspomaganie przygotowania ofert przetargowych w przedsiębiorstwie budowlanym*. „Przegląd Organizacji” 11/1998, s. 22–25.
- [5] MOSELHI O., HEGAZY T., *Markup estimation using neural network methodology*. „Computing Systems in Engineering”, 1993, Vol. 4, No 2–3, s. 135–145.
- [6] MOSELHI O., HEGAZY T., FAZIO P., *DBID: Analogy-based DSS for bidding in construction*. „Journal of Construction Engineering and Management” 1993, Vol. 119, No 3, s. 466–479.
- [7] SHASH A., *Factors considered in tendering decisions by top UK contractors*. „Construction Management and Economics” 11/1993, s. 111–118.
- [8] TAVAKOLIA., UTOMO J., *Bid markup assistant: an expert system*. „Cost Engineering Journal” 31, 1989, s. 28–33.

Autorzy – dr hab. inż. Andrzej Kosecki, mgr inż. Edyta Plebankiewicz – Instytut Technologii i Organizacji Budownictwa Politechniki Krakowskiej.