

Dorota GAWROŃSKA  
Politechnika Śląska  
Wydział Organizacji i Zarządzania  
dorota.gawronska@polsl.pl

## MODEL WIELOKRYTERIALNY OCENY OFERT ZAMÓWIEŃ PUBLICZNYCH DOTYCZĄCYCH ŚRODKÓW TRANSPORTU

**Streszczenie.** Artykuł dotyczy tematyki zamówień publicznych, ich innowacyjności oraz zasad oceny ofert. W pracy przedstawiono strukturę wielokryterialną oceny ofert zamówień publicznych na autobusy niskopodłogowe oraz model oceny ofert w dwóch wariantach: dla rzeczywistych wartości ocen oraz dla ocen ofert wyrażonych z niepewnością przez członków komisji przetargowej, dokonującej oceny ofert.

**Słowa kluczowe:** zamówienie publiczne, innowacyjność, kryteria oceny ofert, liczby rozmyte, niepewność, model wielokryterialny

## MULTICRITERIAL MODEL OF EVALUATION OF OFFERS PUBLIC CONTRACTS CONCERNING MEANS OF TRANSPORT

**Summary.** The article concerns the subject of public procurement, the innovation and the principles of evaluation of tenders. The paper presents the structure of multicriterial evaluation of tenders for public procurement low-floor buses and the model of evaluation of tenders in two variants: the actual value assessments and ratings for tenders expressed with uncertainty by the members of the tender committee, making the evaluation of tenders.

**Keywords:** public procurement, innovation, evaluation criteria, the number of fuzzy, uncertainty, multicriterial model

### 1. Wstęp

W gospodarce coraz większą rolę odgrywają innowacje. Istotną funkcją sektora publicznego jest wspieranie wszelkich działań mających na celu: motywowanie, promowanie, rozwój i implementację innowacyjnych rozwiązań, technologii, produktów czy usług poprzez

wykorzystywanie zamówień publicznych [5]. Innowacyjne zamówienia publiczne określane są jako zamówienia, które mają na celu „wdrożenie nowego lub znacząco udoskonalonego produktu (wyrobu lub usługi) lub procesu, nowej metody marketingowej lub nowej metody organizacyjnej w praktyce gospodarczej organizacji miejsca pracy lub stosunkach z otoczeniem” [4]. Zamówienia publiczne powinny wykazywać znacząco cechę innowacyjności.

Duży wpływ na ocenę zamówienia publicznego ma spełnienie przyjętych kryteriów oceny. Na podstawie ustawy Prawo zamówień publicznych za najkorzystniejszą ofertę uważa się tę, która przedstawia najkorzystniejszy bilans ceny i innych kryteriów odnoszących się do przedmiotu zamówienia publicznego, albo ofertę z najniższą ceną [10]. Na podstawie raportu Komisji Europejskiej [8] 70% wszystkich ogłoszeń o zamówieniu publikowanych w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej przewidziano zastosowanie kryterium ceny oraz innych pozacenowych kryteriów oceny ofert, a nie tylko najniższej ceny. W Polsce niestety zamawiający przeważnie bazują na jednym kryterium, jakim jest najniższa cena usługi [9]. Powodami takiego stanu rzeczy są:

- niedysponowanie przez zamawiających wystarczającą wiedzą, w jaki sposób zgodnie z ustawą Prawo zamówień publicznych wskazać i opisać kryteria, aby udzielić zamówienia w największym stopniu odpowiadającego ich wstępnym założeniom i potrzebom;
- czasochłonność formułowania kryteriów na etapie przygotowania jak i przeprowadzenia postępowania o zamówienie publiczne;
- niedostrzeżenie w znacznym stopniu korzyści płynących ze stosowania pozacenowych kryteriów oceny ofert;
- poczucie niewystarczającej wiedzy o normach prawnych i możliwościach, jakie niosą założenia systemu zamówień i finansów publicznych oraz doświadczenie.

Przy określaniu zasad oceny oferty zamówienia publicznego obowiązują następujące założenia:

- zamawiający samodzielnie określa kryteria oceny ofert oraz ich wagę, co ma na celu położenie nacisku na kryteria, które mają większy udział w ocenie na podstawie przyjętych kryteriów oceny;
- zachowanie uczciwej konkurencji oraz równego traktowania wykonawców (art. 7 ust. 1 Pzp);
- zamawiający musi określić, w jaki sposób będzie weryfikował prawdziwość informacji zawartych w ofercie;
- każde kryterium musi być obiektywnie i precyzyjnie sformułowane, aby wykluczyć wieloznaczne interpretacje oferentów;
- niezmiennosc kryteriów w trakcie całego procesu: przygotowania i przeprowadzania postępowania o zamówienie publiczne [2].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie struktury kryteriów oceny ofert zamówień publicznych na autobusy niskopodłogowe oraz dwóch modeli oceny ofert: w warunkach określenia wartości rzeczywistych ocen oraz z uwzględnieniem niepewności co do ocen członków komisji przetargowej.

## 2. Interpretacja niepewności

W sytuacji, kiedy członkowie komisji przetargowej mają rozbieżne oceny w ramach poszczególnych kryteriów, oceny ich mogą być reprezentowane przez liczby, które uwzględniają niepewność. W artykule przyjęto do reprezentacji niepewności liczby rozmyte [1], które „pozwalają określić nie tylko w pełni możliwe wartości danej i wartości całkiem niemożliwe, ale także wartości możliwe w różnych stopniach” [7]. Liczby te charakteryzowane są przez trzy parametry:  $m$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ . Parametr  $m$  jest liczbą rzeczywistą zwaną wartością średnią  $\mu_A(m) = 1$ , a  $\alpha$ ,  $\beta$  są odpowiednio „rozrzutem”: lewostronnym i prawostronnym i wyrażają niepewność  $[m - \alpha, m]$  oraz  $[m, m + \beta]$ . Funkcja przynależności liczby  $A$  typu LR określona jest następującym wzorem:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} L\left(\frac{m-x}{\alpha}\right) & \text{dla } x < m \\ 1 & \text{dla } x = m \\ R\left(\frac{x-m}{\beta}\right) & \text{dla } x > m \end{cases} \quad (1)$$

Do charakterystyki liczby rozmytej określono funkcje przynależności  $L$  oraz  $R$  [7]:

$$L(x) = R(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < m - \alpha \\ 1 - |x| & \text{dla } m - \alpha \leq x \leq m + \beta \\ 0 & \text{dla } x > m + \beta \end{cases} \quad (2)$$

Operacje na liczbach rozmytych typu  $LR$  określane są jako operacje na trzech parametrach  $(m, \alpha, \beta)$  [6].

Członkowie komisji przetargowej określają oceny punktowo, przypisując wartość punktową najbardziej prawdopodobną  $m$  lub przedział wartości  $[a^{\min}; a^{\max}]$  w przypadku niepewności, gdzie:

$$a^{\min} = m_a - \alpha_a \quad (3)$$

$$a^{\max} = m_a + \beta_a \quad (4)$$

W przypadku określenia przedziału wartości punktowej parametr  $m$  obliczany jest zgodnie ze wzorem:

$$m = \frac{a^{\min} + a^{\max}}{2} \quad (5)$$

Ponieważ wartości ocen członków komisji przetargowej  $a$ , w ramach danego kryterium, traktowane są jako stopień spełnienia pewnego stanu idealnego w świetle tego kryterium, należy dokonać normowania wartości tych ocen zgodnie ze wzorami:

$$\hat{\alpha}_a = \frac{\alpha_a}{\max(a^{\max})} \quad (6)$$

$$\hat{m}_a = \frac{m_a}{\max(a^{\max})} \quad (7)$$

$$\hat{\beta}_a = \frac{\beta_a}{\max(a^{\max})} \quad (8)$$

gdzie  $\max(a^{\max})$  to największa wartość spośród prawych granic wartości ocen członków komisji w ramach danego kryterium.

Na podstawie określonych unormowanych ocen względem kryteriów niższego poziomu w dalszej kolejności określane są oceny łączne względem kryteriów wyższego poziomu jako suma ważona ocen z poszczególnych kryteriów w ramach danej grupy kryteriów. Następnie oceny łączne podlegają procesowi normowania zgodnie z powyższymi wzorami.

### 3. Struktura hierarchiczna kryteriów

W przedstawianym modelu przyjmuje się, że członkowie komisji przetargowej określają  $i$  ofert. Należą one do skończonego zbioru  $O$  rozważanych ofert:

$$O = \{O_1, O_2, \dots, O_i, \dots, O_N\} \quad (9)$$

Do oceny ofert wyboru autobusów niskopodłogowych wyodrębniono trzy grupy kryteriów: cena autobusu, właściwości techniczno-eksploatacyjne oraz warunki gwarancji i serwisu. W ramach dwóch ostatnich kryteriów określono kryteria szczegółowe niższego poziomu, które precyzyjniej określają parametry oferty. Poniżej przedstawiona jest struktura hierarchiczna kryteriów oceny ofert [8]:

1. Cena dostarczanych pojazdów.
2. Ocena właściwości techniczno-eksploatacyjnych.
  - 2.1. Konstrukcja szkieletu nadwozia i poszycie zewnętrzne autobusu
    - 2.1.1. konstrukcja szkieletu nadwozia wykonana ze specjalnej stali konstrukcyjnej o wysokiej wytrzymałości lub żeliwa, zabezpieczona antykorozyjnie metodą kataforezy zanurzeniowej, całopojazdowej, poszycie z blachy obustronnie ocynkowanej;

- 2.1.2. konstrukcja szkieletu i poszycie nadwozia ze stali odpornej na korozję (nierdzewnej wg PN-EN 1008) z aluminium lub tworzyw sztucznych wzmocnianych włóknem szklanym, niewymagających dalszego postępowania.
- 2.1.3. inne, np. włókno węglowe.
- 2.2. Sposób uzyskania normy emisji spalin EURO 5-EEV:
  - 2.2.1. bez dodatków chemicznych i związanych z tym czynności;
  - 2.2.2. z zastosowaniem dodatków chemicznych i związanych z tym czynnościami obsługowymi.
- 2.3. Spełnienie normy EEV:
  - 2.3.1. spełnienie normy EEV;
  - 2.3.2. tylko EURO 5 bez EEV.
- 2.4. Moc silnika (określona w kW):
  - 2.4.1. przedział 200-210,
  - 2.4.2. powyżej 210.
- 2.5. Pojemność skokowa silnika:
  - 2.5.1. poniżej 9 dm<sup>3</sup> (włącznie);
  - 2.5.2. przedział 9-10 dm<sup>3</sup> (włącznie),
  - 2.5.3. przedział 10-11 dm<sup>3</sup> (włącznie),
  - 2.5.4. powyżej 11 dm<sup>3</sup>.
- 2.6. Położenie silnika:
  - 2.6.1. poziome,
  - 2.6.2. pionowe.
- 2.7. System „obróbki spalin”:
  - 2.7.1. SCR,
  - 2.7.2. EGR.
- 2.8. Zawieszenie osi przedniej:
  - 2.8.1. sztywna belka,
  - 2.8.2. zawieszenie niezależne.
- 2.9. Bezobsługowe, niewymagające smarowania zespoły i układy pojazdu:
  - 2.9.1. bezobsługowe (we wszystkich podzespołach),
  - 2.9.2. centralne smarowanie.
- 2.10. Częstotliwość obsług technicznych:
  - 2.10.1. powyżej 50 000 km,
  - 2.10.2. do 50 000 km.
- 2.11. Komfort dla pasażerów: liczba siedzeń pasażerskich z dostępem bezpośrednim z poziomu niskiej podłogi:
  - 2.11.1. 10 i więcej,
  - 2.11.2. od 7 do 9,
  - 2.11.3. mniej niż 7.

- 2.12. Automatyczna skrzynia biegów.
- 2.13. Smarowanie.
  - 2.13.1. zastosowanie zespołów i układów niewymagających smarowania,
  - 2.13.2. centralne smarowanie,
  - 2.13.3. inne.
- 2.14. Hamulce:
  - 2.14.1. tarczowe na obydwu osiach,
  - 2.14.2. tarczowe – oś przednia, bębnowe – oś tylna.
- 2.15. Minimalny zalecany okres międzyobsługowy autobusu w czasie i po upływie okresu gwarancyjnego:
  - 2.15.1. 60 000 km lub więcej,
  - 2.15.2. do 60 000 km.
- 3. Warunki gwarancji i serwisu:
  - 3.1. Okres gwarancji na cały,
  - 3.2. Okres gwarancji na perforację nadwozia i trwałość konstrukcji nośnej pojazdu,
  - 3.3. Okres gwarancji na cały pojazd bez limitu kilometrów,
  - 3.4. Gwarancja na powłoki lakiernicze.
  - 3.5. Czas zaopatrzenia w części zamienne w okresie gwarancji:
    - 3.5.1. do 3 dni roboczych maksymalne punkty,
    - 3.5.2. powyżej 3 dni roboczych.
  - 3.6. Koszty okresowych przeglądów technicznych.

Poniżej w tabeli (tab. 1) podano przyjęte oznaczenia poszczególnych zmiennych rzeczywistych oraz rozmytych odpowiadających kryteriom na poszczególnych poziomach struktury kryteriów.

Tabela 1

Opis zmiennych rzeczywistych, rozmytych i parametrów zmiennych rozmytych charakteryzujących oceny autobusów

Poziom kryterium	Zmienna rzeczywista	Zmienna rozmyta	Parametry zmiennej rozmytej	Poziom kryterium	Zmienna rzeczywista	Zmienna rozmyta	Parametry zmiennej rozmytej
1.	$R - C_i$	$C_i$	$(m_{C_i}, \alpha_{C_i}, \beta_{C_i})$	2.9.1.	$R - WSZ_i$	$WSZ_i$	$(m_{WSZ_i}, \alpha_{WSZ_i}, \beta_{WSZ_i})$
2.	$R - TE_i$	$TE_i$	$(m_{TE_i}, \alpha_{TE_i}, \beta_{TE_i})$	2.9.2.	$R - CS_i$	$CS_i$	$(m_{CS_i}, \alpha_{CS_i}, \beta_{CS_i})$
2.1.	$R - KS_i$	$KS_i$	$(m_{KS_i}, \alpha_{KS_i}, \beta_{KS_i})$	2.10.	$R - OT_i$	$OT_i$	$(m_{OT_i}, \alpha_{OT_i}, \beta_{OT_i})$
2.1.1.	$R - KZ_i$	$KZ_i$	$(m_{KZ_i}, \alpha_{KZ_i}, \beta_{KZ_i})$	2.10.1.	$R - CzPow_i$	$CzPow_i$	$(m_{CzPow_i}, \alpha_{CzPow_i}, \beta_{CzPow_i})$
2.1.2.	$R - SONK_i$	$SONK_i$	$(m_{SONK_i}, \alpha_{SONK_i}, \beta_{SONK_i})$	2.10.2.	$R - CzDo_i$	$CzDo_i$	$(m_{CzDo_i}, \alpha_{CzDo_i}, \beta_{CzDo_i})$
2.1.3.	$R - I_i$	$I_i$	$(m_{I_i}, \alpha_{I_i}, \beta_{I_i})$	2.11.	$R - KPas_i$	$KPas_i$	$(m_{KPas_i}, \alpha_{KPas_i}, \beta_{KPas_i})$
2.2	$R - ES_i$	$ES_i$	$(m_{ES_i}, \alpha_{ES_i}, \beta_{ES_i})$	2.11.1	$R - KPW_i$	$KPW_i$	$(m_{KPW_i}, \alpha_{KPW_i}, \beta_{KPW_i})$
2.2.1.	$R - BDCH_i$	$BDCH_i$	$(m_{BDCH_i}, \alpha_{BDCH_i}, \beta_{BDCH_i})$	2.11.2.	$R - KPP_i$	$KPP_i$	$(m_{KPP_i}, \alpha_{KPP_i}, \beta_{KPP_i})$
2.2.2.	$R - DCH_i$	$DCH_i$	$(m_{DCH_i}, \alpha_{DCH_i}, \beta_{DCH_i})$	2.11.3.	$R - KPM_i$	$KPM_i$	$(m_{KPM_i}, \alpha_{KPM_i}, \beta_{KPM_i})$
2.3.	$R - EEV_i$	$EEV_i$	$(m_{EEV_i}, \alpha_{EEV_i}, \beta_{EEV_i})$	2.12.	$R - ASB_i$	$ASB_i$	$(m_{ASB_i}, \alpha_{ASB_i}, \beta_{ASB_i})$
2.3.1.	$R - SEEV_i$	$SEEV_i$	$(m_{SEEV_i}, \alpha_{SEEV_i}, \beta_{SEEV_i})$	2.13.	$R - SM_i$	$SM_i$	$(m_{SM_i}, \alpha_{SM_i}, \beta_{SM_i})$
2.3.2.	$R - E5_i$	$E5_i$	$(m_{E5_i}, \alpha_{E5_i}, \beta_{E5_i})$	2.13.1.	$R - ZasZ_i$	$ZasZ_i$	$(m_{ZasZ_i}, \alpha_{ZasZ_i}, \beta_{ZasZ_i})$
2.4.	$R - MS_i$	$MS_i$	$(m_{MS_i}, \alpha_{MS_i}, \beta_{MS_i})$	2.13.2.	$R - CSM_i$	$CSM_i$	$(m_{CSM_i}, \alpha_{CSM_i}, \beta_{CSM_i})$
2.4.1.	$R - P_i$	$P_i$	$(m_{P_i}, \alpha_{P_i}, \beta_{P_i})$	2.13.3.	$R - SI_i$	$SI_i$	$(m_{SI_i}, \alpha_{SI_i}, \beta_{SI_i})$

2.4.2.	$R-POW_i$	$POW_i$	$(m_{POW_i}, \alpha_{POW_i}, \beta_{POW_i})$	2.14.	$R-H_i$	$H_i$	$(m_{H_i}, \alpha_{H_i}, \beta_{H_i})$
2.5.	$R-PojS_i$	$PojS_i$	$(m_{PojS_i}, \alpha_{PojS_i}, \beta_{PojS_i})$	2.14.1.	$R-Tar_i$	$Tar_i$	$(m_{Tar_i}, \alpha_{Tar_i}, \beta_{Tar_i})$
2.5.1.	$R-PON_i$	$PON_i$	$(m_{PON_i}, \alpha_{PON_i}, \beta_{PON_i})$	2.14.2.	$R-TB_i$	$TB_i$	$(m_{TB_i}, \alpha_{TB_i}, \beta_{TB_i})$
2.5.2.	$R-PPojS_i$	$PPojS_i$	$(m_{PPojS_i}, \alpha_{PPojS_i}, \beta_{PPojS_i})$	2.15.	$R-OM_i$	$OM_i$	$(m_{OM_i}, \alpha_{OM_i}, \beta_{OM_i})$
2.5.3.	$R-PPojS2_i$	$PPojS2_i$	$(m_{PPojS2_i}, \alpha_{PPojS2_i}, \beta_{PPojS2_i})$	2.15.1.	$R-OMW_i$	$OMW_i$	$(m_{OMW_i}, \alpha_{OMW_i}, \beta_{OMW_i})$
2.5.4.	$R-PowPS_i$	$PowPS_i$	$(m_{PowPS_i}, \alpha_{PowPS_i}, \beta_{PowPS_i})$	2.15.2.	$R-OMDo_i$	$OMDo_i$	$(m_{OMDo_i}, \alpha_{OMDo_i}, \beta_{OMDo_i})$
2.6.	$R-POLS_i$	$POLS_i$	$(m_{POLS_i}, \alpha_{POLS_i}, \beta_{POLS_i})$	3.	$R-WC_i$	$WC_i$	$(m_{WG_i}, \alpha_{WG_i}, \beta_{WG_i})$
2.6.1.	$R-POZ_i$	$POZ_i$	$(m_{POZ_i}, \alpha_{POZ_i}, \beta_{POZ_i})$	3.1.	$R-OGA_i$	$OGA_i$	$(m_{OGA_i}, \alpha_{OGA_i}, \beta_{OGA_i})$
2.6.2.	$R-PION_i$	$PION_i$	$(m_{PION_i}, \alpha_{PION_i}, \beta_{PION_i})$	3.2.	$R-OGN_i$	$OGN_i$	$(m_{OGN_i}, \alpha_{OGN_i}, \beta_{OGN_i})$
2.7.	$R-ObS_i$	$ObS_i$	$(m_{ObS_i}, \alpha_{ObS_i}, \beta_{ObS_i})$	3.3.	$R-UGL_i$	$UGL_i$	$(m_{UGL_i}, \alpha_{UGL_i}, \beta_{UGL_i})$
2.7.1.	$R-SCR_i$	$SCR_i$	$(m_{SCR_i}, \alpha_{SCR_i}, \beta_{SCR_i})$	3.4.	$R-UGPL_i$	$UGPL_i$	$(m_{UGPL_i}, \alpha_{UGPL_i}, \beta_{UGPL_i})$
2.7.2.	$R-EGR_i$	$EGR_i$	$(m_{EGR_i}, \alpha_{EGR_i}, \beta_{EGR_i})$	3.5.	$R-Z_i$	$Z_i$	$(m_{Z_i}, \alpha_{Z_i}, \beta_{Z_i})$
2.8.	$R-ZAW_i$	$ZAW_i$	$(m_{ZAW_i}, \alpha_{ZAW_i}, \beta_{ZAW_i})$	3.5.1.	$R-ZDo_i$	$ZDo_i$	$(m_{ZDo_i}, \alpha_{ZDo_i}, \beta_{ZDo_i})$
2.8.1.	$R-SZ_i$	$SZ_i$	$(m_{SZ_i}, \alpha_{SZ_i}, \beta_{SZ_i})$	3.5.2.	$R-ZPOW_i$	$ZPOW_i$	$(m_{ZPOW_i}, \alpha_{ZPOW_i}, \beta_{ZPOW_i})$
2.8.2.	$R-ZN_i$	$ZN_i$	$(m_{ZN_i}, \alpha_{ZN_i}, \beta_{ZN_i})$	3.6.	$R-KOP_i$	$KOP_i$	$(m_{KOP_i}, \alpha_{KOP_i}, \beta_{KOP_i})$
2.9.	$R-BO_i$	$BO_i$	$(m_{BO_i}, \alpha_{BO_i}, \beta_{BO_i})$				

Źródło: Opracowanie własne.

#### 4. Określenie ważności poszczególnych kryteriów

Ważność grup kryteriów: cena dostarczanych pojazdów, ocena właściwości techniczno-eksploatacyjnych oraz warunki gwarancji i serwisu, określona jest zmienną  $W_j$  (gdzie  $g$  określa numer kryterium). Zakłada się, że ważności kryteriów są określone w przedziale  $[0,1]$ , co związane jest z warunkiem, że suma wag kryteriów musi wynosić 1.

$$\sum_{j=1}^3 W_j = 1 \quad (10)$$

Ważność kryteriów drugiego poziomu (2.1....2.16, 3.1....3.6) określona jest zmienną  $W_{jk}$  ( $j$  – kryterium dla pierwszego poziomu,  $k$  – kryterium poziomu 2). Ważności kryteriów są określone w przedziale  $[0,1]$  i suma wag kryteriów musi wynosić 1.

$$\sum_{k=1}^K W_{jk} = 1 \quad (11)$$

Ważność kryteriów na poziomie 3 (np. 2.2.1) dana jest w postaci zmiennej  $W_{jkl}$  ( $j$  – kryterium pierwszego poziomu,  $k$  – kryterium drugiego poziomu,  $l$  – kryterium trzeciego poziomu). Podobnie jak w przypadku kryteriów pierwszego i drugiego poziomu, ważności kryteriów są określone na przedziale  $[0,1]$  i suma wag kryteriów wynosić 1.

$$\sum_{l=1}^L W_{jkl} = 1 \quad (12)$$

#### 5. Model wielokryterialny oceny ofert na podstawie wartości rzeczywistych

Na podstawie kryteriów określonych w punkcie 3 pracy oraz ocen członków komisji z uwzględnieniem ważności poszczególnych kryteriów można w dalszej kolejności określić oceny łączne na poszczególnych poziomach struktury kryteriów.

1. Cena dostarczanych pojazdów. Ocena z najwyższą wartością brutto uzyskuje 100 punktów.

Pozostałym ofertom przydzielane są punkty zgodnie ze wzorem:

$$R - C_i = \frac{\min(R - C_i)}{R - C_i} \cdot 100 \quad (13)$$

gdzie  $\min(R - C_i)$  to najmniejsza cena spośród wszystkich ofert.

## 2. Ocena właściwości techniczno-eksploatacyjnych:

$$\begin{aligned}
R - TE_i = & \frac{W_{21} \cdot R - KS_i + W_{22} \cdot R - ES_i + W_{23} \cdot R - EEV_i + W_{24} \cdot R - MS_i + W_{25} \cdot R - PojS_i}{\sum_{k=1}^{16} W_{2k}} + \\
& + \frac{W_{26} \cdot R - POLS_i + W_{27} \cdot R - ObS_i + W_{28} \cdot R - ZAW_i + W_{29} \cdot R - BO_i + W_{210} \cdot R - OT_i}{\sum_{k=1}^{16} W_{2k}} + \\
& + \frac{W_{211} \cdot R - KPas_i + W_{212} \cdot R - ASB_i + W_{213} \cdot R - SM_i + W_{214} \cdot R - H_i + W_{215} \cdot R - OM_i}{\sum_{k=1}^{16} W_{2k}}.
\end{aligned} \tag{14}$$

gdzie poszczególne czynniki określone są na podstawie poniższych wzorów:

$$R - KS_i = \frac{W_{211} \cdot R - KZ_i + W_{212} \cdot R - SONK_i + W_{213} \cdot R - I_i}{\sum_{l=1}^3 W_{j1l}} \tag{15}$$

gdzie  $R - KS_i$  to liczba punktów przyznanych w ramach kryterium konstrukcji szkieletu nadwozia i poszycia zewnętrznego autobusu.

$$R - ES_i = \frac{W_{221} \cdot R - BDCH_i + W_{222} \cdot R - DCH}{\sum_{l=1}^2 W_{j2l}} \tag{16}$$

gdzie  $R - ES_i$  to punkty przydzielone na podstawie kryterium sposobu uzyskania normy emisji spalin EURO 5 – EEV:

$$R - EEV_i = \frac{W_{231} \cdot R - SEEV_i + W_{232} \cdot R - E5_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j3l}} \tag{17}$$

gdzie  $R - EEV_i$  to liczba punktów przyznanych uwzględniając kryterium spełnienia normy EEV.

$$R - MS_i = \frac{W_{241} \cdot R - SEEV_i + W_{242} \cdot R - POW_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j4l}} \tag{18}$$

gdzie  $R - MS_i$  to punkty przyznane w ramach kryterium mocy silnika (określona w kW).

$$R - PojS_i = \frac{W_{251} \cdot R - PON_i + W_{252} \cdot R - PPojS_i + W_{253} \cdot R - PPojS2_i + W_{254} \cdot R - POWPS_i}{\sum_{l=1}^4 W_{j5l}} \tag{19}$$

gdzie  $R - PojS_i$  to liczba punktów za pojemność skokową silnika.

$$R - POLS_i = \frac{W_{261} \cdot R - POZ_i + W_{262} \cdot R - PION_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j6l}} \tag{20}$$

gdzie  $R - POLS_i$  to liczba punktów przydzielona za położenie silnika.

$$R - Obs_i = \frac{W_{271} \cdot R - SCR_i + W_{272} \cdot R - EGR_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j7l}} \quad (21)$$

gdzie  $R - Obs_i$  to liczba punktów w ramach kryterium systemu „obróbki spalin”.

$$R - ZAW_i = \frac{W_{281} \cdot R - SZ_i + W_{282} \cdot R - ZN_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j8l}} \quad (22)$$

gdzie  $R - ZAW_i$  to punkty za zawieszenie osi przedniej.

$$R - BO_i = \frac{W_{291} \cdot R - WSZ_i + W_{292} \cdot R - CS_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j9l}} \quad (23)$$

gdzie  $R - BO_i$  to liczba punktów przyznanych w ramach kryterium: bezobsługowe, niewymagające smarowania zespoły i układy pojazdu.

$$R - OT_i = \frac{W_{2101} \cdot R - CzPow_i + W_{2102} \cdot R - CzDo_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j10l}} \quad (24)$$

gdzie  $R - OT_i$  to punkty przydzielone za częstotliwość obsług technicznych.

$$R - KPas_i = \frac{W_{2111} \cdot R - KPW_i + W_{2112} \cdot R - KPP_i + W_{2112} \cdot R - KPM}{\sum_{l=1}^3 W_{j11l}} \quad (25)$$

gdzie  $R - KPas_i$  to liczba punktów przydzielonych w ramach kryterium komfort dla pasażerów: liczba siedzeń pasażerskich z dostępem bezpośrednim z poziomu niskiej podłogi.

$$R - SM_i = \frac{W_{2121} \cdot R - ZasZ_i + W_{2122} \cdot R - CSH_i + W_{2122} \cdot R - SI}{\sum_{l=1}^3 W_{j12l}} \quad (26)$$

gdzie  $R - SM_i$  to punkty za smarowanie.

$$R - H_i = \frac{W_{2131} \cdot R - TAR_i + W_{2132} \cdot R - TB_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j13l}} \quad (27)$$

gdzie  $R - H_i$  to liczba punktów ze względu na hamulce.

$$R - OM_i = \frac{W_{2151} \cdot R - OMW_i + W_{2152} \cdot R - OMD_o_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j15l}} \quad (28)$$

gdzie  $R - OM_i$  to liczba punktów przyznanych w ramach kryterium minimalnego zalecanego okresu międzyobsługowego autobusu w czasie i po upływie okresu gwarancyjnego.

3. Warunki gwarancji i serwisu  $R - WG_i$  :

$$R - WG_i = \frac{W_{31} \cdot R - OGA_i + W_{32} \cdot R - OGN_i + W_{33} \cdot OGL_i + W_{34} \cdot R - OGPL_i + W_{35} \cdot R - Z_i + W_{36} \cdot KOP_i}{\sum_{k=1}^{16} W_{2k}} \quad (29)$$

gdzie poszczególne czynniki określone są następującymi wzorami:

$$R - OGA_i = \frac{\min(R - OGA_i)}{R - OGA_i} \cdot 100 \quad (30)$$

gdzie  $R - OGA_i$  to liczba punktów w ze względu na kryterium okresu gwarancji na cały autobus, a  $\min(R - OGA_i)$  to najkrótszy okres gwarancji na cały autobus spośród wszystkich ofert. Oferta o najdłuższym okresie gwarancji otrzyma najwięcej punktów. Oferta z okresem gwarancji poniżej 24 miesięcy otrzyma 0 punktów. Pozostałe oferty otrzymają punkty według uznania bądź zgodnie ze wzorem (30).

$$R - OGN_i = \frac{\min(R - OGN_i)}{R - OGN_i} \cdot 100 \quad (31)$$

gdzie  $R - OGN_i$  to okres gwarancji na perforację nadwozia i trwałość konstrukcji nośnej pojazdu, a  $\min(R - OGN_i)$  to najkrótszy okres gwarancji na cały autobus spośród wszystkich ofert. Oferta o najwyższym okresie gwarancji lub powyżej 12 lat otrzyma najwięcej punktów, a pozostałe uzyskują punkty według uznania bądź proporcjonalnie mniej zgodnie ze wzorem (31).

$$R - OGL_i = \frac{\min(R - OGL_i)}{R - OGL_i} \cdot 100 \quad (32)$$

gdzie  $R - OGL_i$  to okres gwarancji na cały pojazd bez limitu kilometrów, a  $\min(R - OGL_i)$  to najkrótszy okres gwarancji na cały autobus bez limitu kilometrów spośród wszystkich ofert. Oferta o najdłuższym okresie gwarancji otrzyma najwięcej punktów. Pozostałe oferty otrzymają punkty według uznania bądź zgodnie ze wzorem (32).

$$R - OGPL_i = \frac{\min(R - OGPL_i)}{R - OGPL_i} \cdot 100 \quad (33)$$

gdzie  $R - OGPL_i$  to okres gwarancji na powłoki lakiernicze, a  $\min(R - OGL_i)$  to najkrótszy okres gwarancji na powłoki lakiernicze spośród wszystkich ofert. Oferta o najdłuższym okresie gwarancji otrzyma najwięcej punktów. Pozostałe oferty otrzymają punkty według uznania bądź zgodnie ze wzorem (33).

$$R - Z_i = \frac{W_{351} \cdot R - ZDo_i + W_{352} \cdot R - ZPOWL_i}{\sum_{l=1}^2 W_{35l}} \quad (34)$$

gdzie  $R - Z_i$  to czas zaopatrzenia w części zamienne w okresie gwarancji.

Ostateczna ocena łączna uwzględniająca wszystkie kryteria opisana jest wzorem:

$$R - O_i = \frac{W_1 \cdot R - C_i + W_2 \cdot R - TE_i + W_2 \cdot R - WG}{\sum_{j=1}^3 W_j} \quad (35)$$

Oferta, której zmienna  $R - O_i$  osiągnie najwyższą wartość, będzie ofertą najwyższej ocenioną na podstawie przedstawionej struktury kryteriów, przyjętych wartości ważności kryteriów oraz ocen członków komisji przetargowej.

## 6. Rozmyty model wielokryterialny oceny ofert

Na podstawie przedstawionej struktury kryteriów członkowie komisji przetargowej dokonują oceny ofert, uwzględniając ważności poszczególnych kryteriów. Poniższy model oceny ofert zakłada uwzględnienie niepewności członków komisji co do liczby przyznawanych punktów. Członkowie przedstawiają swoje propozycje ocen w formie przedziałów wartości, wyrażających ich niepewność. Jeśli członkowie dokonują oceny oferty i nie mają wątpliwości co do liczby przyznawanych punktów, ich ocena przedstawiona będzie również jako liczba rozmyta typu  $LR$ , z tym że parametry  $\alpha$  oraz  $\beta$  przyjmują wartość 0, natomiast parametr  $m$  będzie wartością oceny członków komisji. Na podstawie ocen kryteriów najniższego poziomu, po unormowaniu ocen w ramach każdego kryterium osobno, na podstawie wzoru (6)-(8) można w dalszej kolejności określić oceny łączne na poszczególnych wyższych poziomach struktury kryteriów. Przed określeniem oceny łącznej względem kryteriów: ceny, właściwości techniczno-eksploatacyjnych oraz gwarancji i serwisu, należy ponownie dokonać normowania ocen w poszczególnych podrzędnych kryteriach wspomnianych.

1. Cena dostarczanych pojazdów. Ocena z najwyższą wartością brutto uzyskuje 100 punktów.

Pozostałym ofertom przydzielane są punkty zgodnie ze wzorem:

$$C_{pi} = \frac{\min C}{C_i} \cdot 100 \quad (36)$$

2. Ocena właściwości techniczno-eksploatacyjnych

$$TE_i = \frac{W_{21} \cdot KS_i + W_{22} \cdot ES_i + W_{23} \cdot EEV_i + W_{24} \cdot MS_i + W_{25} \cdot PojS_i + W_{26} \cdot POLS_i + W_{27} \cdot Obs_i + \sum_{k=1}^{16} W_{2k}}{\sum_{k=1}^{16} W_{2k}} + \frac{W_{28} \cdot ZAW_i + W_{29} \cdot BO_i + W_{210} \cdot OT_i + W_{211} \cdot KPAs_i + W_{212} \cdot ASB_i + W_{213} \cdot SM_i + W_{214} \cdot H_i + W_{215} \cdot OM_i}{\sum_{k=1}^{16} W_{2k}} \quad (37)$$

Czynniki występujące w powyższym wzorze są ocenami rozmytymi (liczbami typu  $L-R$ ), gdzie poszczególne składniki podlegają normowaniu zgodnie ze wzorami (6)-(8) i określone są następująco:

$$KS_i = \frac{W_{211} \cdot KZ_i + W_{212} \cdot SONK_i + W_{213} \cdot I_i}{\sum_{l=1}^3 W_{j1l}} \quad (38)$$

gdzie  $KS_i$  to ocena rozmyta określająca punktację w ramach konstrukcji szkieletu nadwozia i poszycia zewnętrznego autobusu.

$$ES_i = \frac{W_{221} \cdot BDCH_i + W_{222} \cdot DCH}{\sum_{l=1}^2 W_{j2l}} \quad (39)$$

gdzie  $ES_i$  to ocena rozmyta liczby punktów ze względu na sposób uzyskania normy emisji spalin EURO 5-EEV.

$$EEV_i = \frac{W_{231} \cdot SEEV_i + W_{232} \cdot E5_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j3l}} \quad (40)$$

gdzie  $EEV_i$  to ocena rozmyta punktów przydzielonych za spełnienia normy EEV.

$$MS_i = \frac{W_{241} \cdot SEEV_i + W_{242} \cdot POW_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j4l}} \quad (41)$$

gdzie  $MS_i$  to ocena rozmyta punktacji za moc silnika (określona w kW).

$$PojS_i = \frac{W_{251} \cdot PON_i + W_{252} \cdot PPojS_i + W_{253} \cdot PPojS2_i + W_{254} \cdot POWPS_i}{\sum_{l=1}^4 W_{j5l}} \quad (42)$$

gdzie  $PojS_i$  to ocena rozmyta liczby punktów w ramach kryterium pojemności skokowej silnika.

$$POLS_i = \frac{W_{261} \cdot POZ_i + W_{262} \cdot PION_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j6l}} \quad (43)$$

gdzie  $POLS_i$  to ocena rozmyta punktacji za położenia silnika.

$$ObS_i = \frac{W_{271} \cdot SCR_i + W_{272} \cdot EGR_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j7l}} \quad (44)$$

gdzie  $ObS_i$  to ocena rozmyta liczby punktów w ramach kryterium systemu „obróbki spalin”.

$$ZAW_i = \frac{W_{281} \cdot SZ_i + W_{282} \cdot ZN_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j8l}} \quad (45)$$

gdzie  $ZAW_i$  to ocena rozmyta punktacji za zawieszenia osi przedniej.

$$R-BO_i = \frac{W_{291} \cdot R-WSZ_i + W_{292} \cdot R-CS_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j9l}} \quad (46)$$

gdzie  $R - BO_i$  to ocena rozmyta liczby punktów w ramach kryterium bezobsługowe, niewymagające smarowania zespoły i układy pojazdu.

$$R - OT_i = \frac{W_{2101} \cdot R - CzPow_i + W_{2102} \cdot R - CzDo_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j10l}} \quad (47)$$

gdzie  $R - OT_i$  to ocena rozmyta punktacji za częstotliwość obsług technicznych.

$$KPas_i = \frac{W_{2111} \cdot KPW_i + W_{2112} \cdot KPP_i + W_{2112} \cdot KPM_i}{\sum_{l=1}^3 W_{j11l}} \quad (48)$$

gdzie  $KPas_i$  to ocena rozmyta liczby punktów za komfort dla pasażerów.

$$SM_i = \frac{W_{2121} \cdot ZasZ_i + W_{2122} \cdot CSH_i + W_{2123} \cdot SI_i}{\sum_{l=1}^3 W_{j12l}} \quad (49)$$

gdzie  $SM_i$  to ocena rozmyta punktacji za smarowanie.

$$H_i = \frac{W_{2131} \cdot TAR_i + W_{2132} \cdot TB_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j13l}} \quad (50)$$

gdzie  $H_i$  to ocena rozmyta liczby punktów za hamulce.

$$OM_i = \frac{W_{2151} \cdot OMW_i + W_{2152} \cdot OMDo_i}{\sum_{l=1}^2 W_{j15l}} \quad (51)$$

gdzie  $OM_i$  to ocena rozmyta punktacji za minimalny zalecany okres międzyobsługowy autobusu w czasie i po upływie okresu gwarancyjnego.

3. Warunki gwarancji i serwisu  $WG_i$ :

$$WG_i = \frac{W_{31} \cdot OGA_i + W_{32} \cdot OGN_i + W_{33} \cdot OGL_i + W_{34} \cdot OGPL_i + W_{35} \cdot Z_i + W_{36} \cdot KOP_i}{\sum_{k=1}^{16} W_{2k}} \quad (52)$$

Poszczególne czynniki powyższego wzoru są ocenami rozmytymi, które przed uwzględnieniem we wzorze (53) podlegają normowaniu zgodnie ze wzorami (6)-(8). Czynniki te opisane są następującymi wzorami:

$$OGA_i = \frac{\min(OGA_i)}{OGA_i} \cdot 100 \quad (53)$$

gdzie  $OGA_i$  to ocena rozmyta liczby punktów za okres gwarancji na cały autobus, a  $\min(OGA_i)$  to najkrótszy okres gwarancji na cały autobus spośród wszystkich ofert. Oferta o najdłuższym okresie gwarancji otrzyma najwięcej punktów, a pozostałe według uznania bądź proporcjonalnie mniej (54). Oferta z okresem gwarancji poniżej 24 miesięcy otrzyma 0 punktów.

$$OGN_i = \frac{\min(OGN_i)}{OGN_i} \cdot 100 \quad (54)$$

gdzie  $OGN_i$  to ocena rozmyta okresu gwarancji na perforację nadwozia i trwałość konstrukcji nośnej pojazdu, a  $\min(OGN_i)$  to najkrótszy okres gwarancji na cały autobus spośród wszystkich ofert. Oferta o najwyższym okresie gwarancji lub powyżej 12 lat otrzyma najwięcej punktów, a pozostałe według uznania bądź proporcjonalnie mniej (55).

$$OGL_i = \frac{\min(OGL_i)}{OGL_i} \cdot 100 \quad (55)$$

gdzie  $OGL_i$  to ocena rozmyta okresu gwarancji na cały pojazd bez limitu kilometrów, a  $\min(OGL_i)$  to najkrótszy okres gwarancji na cały autobus bez limitu kilometrów spośród wszystkich ofert. Oferta o najdłuższym okresie gwarancji otrzyma najwięcej punktów. Pozostałe oferty otrzymają punkty według uznania bądź zgodnie ze wzorem (56).

$$OGPL_i = \frac{\min(OGPL_i)}{OGPL_i} \cdot 100 \quad (56)$$

gdzie  $OGPL_i$  to ocena rozmyta okresu gwarancji na powłoki lakiernicze, a  $\min(OGPL_i)$  to najkrótszy okres gwarancji na powłoki lakiernicze spośród wszystkich ofert. Oferta o najdłuższym okresie gwarancji otrzyma najwięcej punktów. Pozostałe oferty otrzymają punkty według uznania bądź zgodnie ze wzorem (57).

$$Z_i = \frac{W_{351} \cdot ZDO_i + W_{352} \cdot ZPOWL_i}{\sum_{l=1}^2 W_{35l}} \quad (57)$$

gdzie  $Z_i$  to ocena rozmyta czasu zaopatrzenia w części zamienne w okresie gwarancji.

Przed przystąpieniem do określenia ostatecznej oceny łącznej ofert, oceny ofert względem kryteriów: ceny  $C_{pi}$ , właściwości techniczno-eksploatacyjnych  $TE_i$  oraz gwarancji i serwisu  $WG_i$  należy poddać normowaniu zgodnie ze wzorami (6)-(8). Po unormowaniu tych wartości można następnie określić ocenę ostateczną oferty, która przy uwzględnieniu ważności kryteriów opisana jest następującym wzorem:

$$O_i = \frac{W_1 \cdot C_{pi} + W_2 \cdot TE_i + W_2 \cdot WG_i}{\sum_{j=1}^3 W_j} \quad (58)$$

Wartość oceny  $O_i$  jest oceną rozmytą typu  $L-R$  charakteryzowaną przez trzy parametry  $(m_{O_i}, \alpha_{O_i}, \beta_{O_i})$ . Na podstawie przedstawionego modelu dla każdej oferty określono ocenę rozmytą  $O_i$ . W przypadku bazowania na rozmytych łącznych ocenach ofert należy dokonać ich defuzyfikacji (wyostrzenia). Poniżej przedstawiony jest wzór przypisujący wartość rzeczywistą zmiennej rozmytej (metoda środka ciężkości). Przy stosowaniu liczb rozmytych

typu  $L-R$  można posłużyć się wzorem na określenie wartości rzeczywistej jako środka ciężkości:

$$O(i) = \frac{3 \cdot m_{o_i} - \alpha_{o_i} + \beta_{o_i}}{3}. \quad (59)$$

Na podstawie określonych rzeczywistych wartości ocen rozpatrywanych ofert można dokonać analizy porównawczej otrzymanych wyników. Oferta, której zmienna  $O(i)$  osiągnie najwyższą wartość, będzie ofertą najwyżej ocenioną na podstawie przedstawionej struktury kryteriów, przyjętych wartości ważności kryteriów oraz ocen członków komisji przetargowej.

## 7. Podsumowanie

Założeniem niniejszej pracy było określenie struktury kryteriów, z uwzględnieniem kryteriów szczegółowych, na podstawie których precyzyjniej można ocenić rozpatrywane oferty, czyli bazowanie nie tylko na cenie oferty jako jedynym kryterium. Na ocenę zamówienia publicznego duży wpływ ma spełnienie przyjętych kryteriów oceny. Istotną kwestią jest również przyjęcie ważności poszczególnych kryteriów. Ponieważ oceny ofert mogą budzić wątpliwości wśród członków komisji przetargowej, w pracy zaproponowano dwa modele. W pierwszym modelu zakłada się, że członkowie komisji nie mają żadnych wątpliwości co do liczby przyznawanych punktów w ramach poszczególnych kryteriów. W drugim modelu członkowie komisji mogą określać przedziały wartości ocen, jeśli mają wątpliwość co do oceny bądź ich zdania są rozbieżne. Zakłada się w nim jednocześnie uwzględnianie pewnych niebudzących wątpliwości wartości. Na podstawie przedstawionych modeli komisja przetargowa może określić, które oferty spełniają w najwyższym stopniu założone kryteria i oczekiwania.

## Bibliografia

1. Dubois D., Prade H.: Fuzzy set and systems – theory and applications, Academic Press, New York 1980
2. Lemke M., Piasta D.: Analiza Orzecznictwa Europejskiego Trybunału Sprawiedliwości dotyczącego zamówień publicznych w okresie od 1999 do 2005 r., UZP, Warszawa 2006
3. Łachwa A.: Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji. AOW Exit, Warszawa 2001
4. OECD, Eurostat: Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji, Ministerstwo nauki i szkolnictwa Wyższego, Departament Strategii i Rozwoju Nauki, Warszawa 2008

5. Panusiak A., Kłoda Z.: *Zamówienia publiczne przyjazne innowacjom*, PART, Warszawa 2010
6. Piegat A.: *modelowanie i techniki sztucznej inteligencji*. PWN, Warszawa 1999
7. Rutkowski L.: *Metody i techniki sztucznej inteligencji*. PWN, Warszawa 2009
8. Sadowy J. (red.): *Kryteria oceny ofert w postępowaniach o udzielenie zamówienia publicznego – przykłady i zastosowanie*. UZP, Warszawa 2011
9. *Sprawozdanie Prezesa Urzędu Zamówień Publicznych o funkcjonowaniu systemu zamówień publicznych w 2010 roku*, Urząd Zamówień Publicznych, [www.uzp.gov.pl](http://www.uzp.gov.pl)
10. *Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. – Prawo zamówień publicznych*, Dz. U. z 2010 r. nr 113, poz. 759

### **Abstract**

The assessment of public procurement is highly influenced by the fulfillment of the adopted evaluation criteria. The article presents the evaluation criteria, which in addition to the price of the bus also take account of other criteria relevant to the present offer, as the characteristics of technical-operational and warranty and service. It was assumed option to determine the validity of the individual criteria. Since the evaluation of bids may raise doubts among the members of the tender committee, the paper proposes two models of multi-criteria assessment of the tender: the first model assumes that the committee members do not have any doubt as to the amount of credits granted under each criteria and the second model, the members of the committee may specify value ranges ratings, if they have doubts about the assessment or their sentences are divergent. It is assumed in the same time taking into account certain values, not questionable. Based on the models, the jury can determine which offers comply with the highest degree of established criteria and expectations.