

Dorota GAWROŃSKA
Wydział Organizacji i Zarządzania
Politechnika Śląska

TWORZENIE RANKINGU PROJEKTÓW W PROGRAMIE OPERACYJNYM INNOWACYJNA GOSPODARKA DZIAŁANIE 4.4

Streszczenie. Niniejszy artykuł przedstawia algorytm rankingowania projektów zgłaszanych do Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Projekty, które pozytywnie zaopiniowano, po analizie, ze względu na kryteria merytoryczne (fakultatywne i obligatoryjne), przechodzą do kolejnego etapu oceny – oceny Panelu ekspertów, którzy analizują poszczególne projekty pod kątem innowacyjności i konkurencyjności. Na podstawie przyjętych kryteriów eksperci wyłaniają te projekty, które w najwyższym stopniu spełniają wymagane założenia.

Słowa kluczowe: innowacje, projekty, kryteria oceny Panelu ekspertów, Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka, innowacyjność, konkurencyjność.

CREATING THE RANKING OF PROJECTS IN THE OPERATIONAL PROGRAMME INNOVATIVE ECONOMY OPERATION 4.4

Summary. This article presents the algorithm for ranking projects submitted to the Operational Programme Innovative Economy. Projects that have a positive opinion was the analysis due to the substantive criteria (optional and mandatory), pass to the next stage of the assessment - the assessment panel of experts who analyze individual projects at an angle of innovation and competitiveness. On the basis of the criteria adopted by experts emerge projects that in the highest degree meet the required assumptions.

Keywords: innovation, design, evaluation criteria Panel of experts, the Operational Programme Innovative Economy, innovation, competitiveness.

1. Wstęp

Celem programu Innowacyjna Gospodarka jest wspieranie rozwoju przedsiębiorstw w realizacji innowacyjnych rozwiązań, w rozwoju nowoczesnych technologii, w zwiększaniu ich pozycji o zasięgu krajowym, w rozpowszechnieniu na arenie międzynarodowej, w zwiększeniu zainteresowania zagranicznych inwestorów itp. [5]. Ważnymi argumentami przemawiającymi za osiągnięciem powyższych celów są innowacyjność i konkurencyjność przedsiębiorstw. Poziom i ekspresyjność wdrażania innowacji decydują o przewadze konkurencyjnej przedsiębiorstw na rynku [15], natomiast konkurencyjność decyduje o stałym i trwałym rozwoju firmy, dlatego też każde przedsiębiorstwo powinno prowadzić działania w celu jej osiągnięcia [11].

Działanie 4.4 Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka PO IG nastawione jest na nowe inwestycje o wysokim potencjale innowacyjnym i przeznaczone jest na [16]:

- 1) projekty inwestycyjne, związane z zastosowaniem nowych rozwiązań technologicznych, produktowych, usługowych lub organizacyjnych (rozwiązania technologiczne i organizacyjne stosowane na świecie nie dłużej niż 3 lata),
- 2) projekty szkoleniowe oraz doradcze, niezbędne do realizacji projektów inwestycyjnych,
- 3) tworzenie nowych miejsc pracy, związanych z nowymi inwestycjami.

2. Kryteria oceny projektów

Projekty zgłaszane do Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka w pierwszej kolejności podlegają ocenie ze względu na kryterium merytoryczne (fakultatywne i obligatoryjne). Projekty, które uzyskają najlepsze oceny, na podstawie kryteriów oceny merytorycznej, podlegają w dalszej kolejności ocenie przez Panel ekspertów, w celu wyłonienia projektów najbardziej wartościowych dla polskiej i europejskiej gospodarki, głównie ze względu na wysoki poziom innowacyjności i konkurencyjności na rynku międzynarodowym [16]. Eksperti oceniają punktowo projekty na podstawie następujących kryteriów:

1. Innowacyjność produktu w skali międzynarodowej (maksymalnie 30 pkt.):
 - 1.1. Potencjał produktu do tworzenia możliwości rozwoju danej branży w skali międzynarodowej.
 - 1.2. Stopień użyteczności produktu dla ewentualnych odbiorców.
2. Opłacalność projektu (maksymalnie 30 pkt.):

- 2.1. Wpływ realizacji projektu na rozwój przedsiębiorstwa wnioskodawcy oraz finansowa zdolność wnioskodawcy do realizacji projektu.
- 2.2. Zdolność realizacji projektu do wywołania efektu mnożnikowego, stymulującego rozwój gospodarki europejskiej/krajowej i/lub regionalnej.
3. Konkurencyjność produktu na rynku międzynarodowym (maksymalnie 20 pkt.):
 - 3.1. Przygotowanie wnioskodawcy do wprowadzenia produktu na wybrane rynki oraz do skutecznego konkurowania z produktami innych podmiotów, działających w tej samej branży na rynku międzynarodowym.
 - 3.2. Przewaga konkurencyjna produktu w stosunku do produktów innych podmiotów.
4. Strategia zarządzania realizacją projektu w ujęciu: organizacyjnym, kadrowym, kosztowym i kontrolnym (maksymalnie 10 pkt.):
 - 4.1. Wykonalność harmonogramu realizacji projektu oraz prawidłowość identyfikacji potencjalnego ryzyka i planowanych sposobów ograniczenia jego negatywnego wpływu na przebieg realizacji projektu.
 - 4.2. Doświadczenie wnioskodawcy umożliwiające i ułatwiające realizację projektu, w tym w zakresie posiadania wykwalifikowanej i doświadczonej kadry oraz nagród i wyróżnień w konkursach skierowanych do przedsiębiorców (w tym, w szczególności, w konkursie Polski Produkt Przyszłości).
5. Strategia marketingowa wprowadzenia produktu na rynek (maksymalnie 10 pkt.):
 - 5.1. Przygotowanie wnioskodawcy do zbytu produktu na wybranym rynku określonej grupie docelowych odbiorców – przyjęta koncepcja dystrybucji i promocji produktu.
 - 5.2. Dostosowanie oferty wnioskodawcy do grupy docelowych odbiorców – koncepcja systemu obsługi docelowych odbiorców oraz planowana strategia cenowa.

3. Struktura hierarchiczna kryteriów

W strukturze kryteriów, na podstawie których Panel ekspertów ocenia poszczególne projekty, przedstawione są trzy poziomy kryteriów:

1. Poziom I – kryterium globalne, na poziomie którego otrzymujemy ocenę ostateczną poszczególnych projektów.

2. Poziom II – obejmuje takie kryteria, jak: innowacyjność produktu w skali międzynarodowej, opłacalność projektu, konkurencyjność produktu na rynku międzynarodowym, strategia zarządzania realizacją projektu w ujęciu: organizacyjnym, kadrowym, kosztowym i kontrolnym, strategia marketingowa wprowadzenia produktu na rynek.

3. Poziom III – kryteria szczegółowe, niepodzielne (podkryteria kryteriów Poziomu II), tj. potencjał produktu do tworzenia możliwości rozwoju danej branży w skali międzynarodowej, stopień użyteczności produktu dla ewentualnych odbiorców itd.

W przedstawianym algorytmie, na podstawie pokazanej struktury kryteriów, zakłada się ocenę projektów ze skończonego zbioru P rozważanych projektów:

$$P = \{P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_N\}, \quad i = 1, \dots, N, \quad (1)$$

Ze względu na fakt uwzględniania ważności kryteriów, przyjmuje się następujące oznaczenia:

1. Ważności kryteriów *Poziomu II*, określonych przez Panel ekspertów oceniający projekt, dana jest w postaci zmiennej W_j (j – kryterium *Poziomu 2*, gdzie $j = 1 \dots J$), przy warunku, że suma wag kryteriów musi wynosić 1.

$$\sum_{j=1}^J W_j = 1. \quad (2)$$

2. Ważność kryteriów *Poziomu III* – przyjętą zmienną jest zmienna W_{jk} (j – kryterium *Poziomu II*, k -te kryterium *Poziomu III*, gdzie $k = 1 \dots K$), przy warunku, że suma wag kryteriów musi wynosić 1.

$$\sum_{k=1}^K W_{jk} = 1 \quad (3)$$

Przy ocenie projektów Panel ekspertów dokonuje oceny poszczególnych projektów stosując miarę punktową.

4. Rozmyte oceny projektów względem poszczególnych kryteriów

Przedstawiona struktura kryteriów, uwzględniająca zastosowanie ich ważności i pozwala również na uwzględnienie niepewności przy przydzielaniu punktów, np. ze względu na subiektywne zdanie bądź rozbieżności zdań między ekspertami. W tym celu przedstawiono oceny projektów względem poszczególnych kryteriów jako liczby rozmyte typu LR, które umożliwiają uwzględnienie niepewności [10].

Poszczególne oceny względem wyróżnionych kryteriów modelowane są za pomocą liczby rozmytej typu LR E_i , określonej za pomocą trójki parametrów $(m_{E_i}, \alpha_{E_i}, \beta_{E_i})$ o następującej funkcji przynależności:

$$\mu_{E_i}(e_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{E_i} - e_i}{\alpha_{E_i}}\right) & \text{dla } e_i < m_{E_i} \\ 1 & \text{dla } e_i = m_{E_i} \\ R\left(\frac{e_i - m_{E_i}}{\beta_{E_i}}\right) & \text{dla } e_i > m_{E_i} \end{cases}. \quad (4)$$

Zmienne $\alpha_{E_i}, \beta_{E_i} > 0$ są rozrzutami lewo- i prawostronnymi (przedział określony przez Panel ekspertów, wyrażający jego niepewność ($[e_i^{\min}, e_i^{\max}]$), m_{E_i} , to wartość ustalona przez Panel ekspertów jako najbardziej prawdopodobna bądź obliczana na podstawie wzoru (5):

$$e_i^{\text{mod}} = \frac{e_i^{\min} + e_i^{\max}}{2}. \quad (5)$$

Funkcje L i R to ustalone funkcje odniesienia, opisane wzorem (6).

$$L(e_i) = R(e_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } e_i < m_{E_i} - \alpha_{E_i} \\ 1 - |e_i| & \text{dla } m_{E_i} + \beta_{E_i} \geq e_i \geq m_{E_i} - \alpha_{E_i} \\ 0 & \text{dla } e_i > m_{E_i} + \beta_{E_i} \end{cases} \quad (6)$$

Ponieważ, w świetle tego kryterium, wartości ocen projektów e_i traktowane są jako stopień spełnienia przez i -ty projekt pewnego stanu idealnego, więc należy dokonać normowania wartości tych ocen. Wartość tej oceny powinna zatem mieścić się w przedziale $[0,1]$, czyli $e_i \in [0,1]$.

Normowania parametrów liczby rozmytej, charakteryzującej innowacyjność projektu, dokonuje się na podstawie następujących wzorów:

$$\hat{\alpha}_{E_i} = \frac{\alpha_{E_i}}{\max(e_i^{\max})}, \quad (7)$$

$$\hat{m}_{E_i} = \frac{m_{E_i}}{\max(e_i^{\max})}, \quad (8)$$

$$\hat{\beta}_{E_i} = \frac{\beta_{E_i}}{\max(e_i^{\max})}, \quad (9)$$

gdzie e_i^{\max} to największa wartość spośród ocen tego kryterium. Po dokonaniu normowania zmienne $\hat{m}_{E_i}, \hat{\alpha}_{E_i}, \hat{\beta}_{E_i}$ są nowymi obowiązującymi zmiennymi ($m_{E_i}, \alpha_{E_i}, \beta_{E_i}$), natomiast $\hat{e}_i^{\min}, \hat{e}_i^{\text{mod}}, \hat{e}_i^{\max}$ będą obowiązywały jako nowe zmienne $e_i^{\min}, e_i^{\text{mod}}, e_i^{\max}$, gdzie:

$$e_i^{\min} = m_{E_i} - \alpha_{E_i}, \quad (10)$$

$$e_i^{\text{mod}} = m_{E_i}, \quad (11)$$

$$e_i^{\max} = m_{E_i} + \beta_{E_i}. \quad (12)$$

W tabeli 1 przedstawiono opis zmiennych rozmytych (1), określających oceny projektów względem poszczególnych kryteriów, ich parametry (2), funkcję przynależności (4), rozrzuty lewo- i prawostronne (5) oraz normowanie ocen (6).

Tabela 1

Opis parametrów i funkcji poszczególnych zmiennych rozmytych, które opisują oceny projektów

1	2	3	4	5	6
G_i	m_{G_i} α_{G_i} β_{G_i}	$\mu_{G_i}(g_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{G_i} - g_i}{\alpha_{G_i}}\right) & \text{dla } g_i < m_{G_i} \\ 1 & \text{dla } g_i = m_{G_i} \\ R\left(\frac{g_i - m_{G_i}}{\beta_{G_i}}\right) & \text{dla } g_i > m_{G_i} \end{cases}$	$g_i^{\text{mod}} = \frac{g_i^{\min} + g_i^{\max}}{2}$	$L(g_i) = R(g_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } g_i < m_{G_i} - \alpha_{G_i} \\ 1 - g_i & \text{dla } m_{G_i} + \beta_{G_i} \geq g_i \geq m_{G_i} - \alpha_{G_i} \\ 0 & \text{dla } g_i > m_{G_i} + \beta_{G_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{G_i} = \frac{\alpha_{G_i}}{\max(g_i^{\max})}$ $\hat{m}_{G_i} = \frac{m_{G_i}}{\max(g_i^{\max})}$ $\hat{\beta}_{G_i} = \frac{\beta_{G_i}}{\max(g_i^{\max})}$
I_i	m_{I_i} α_{I_i} β_{I_i}	$\mu_{I_i}(i_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{I_i} - i_i}{\alpha_{I_i}}\right) & \text{dla } i_i < m_{I_i} \\ 1 & \text{dla } i_i = m_{I_i} \\ R\left(\frac{i_i - m_{I_i}}{\beta_{I_i}}\right) & \text{dla } i_i > m_{I_i} \end{cases}$	$i_i^{\text{mod}} = \frac{i_i^{\min} + i_i^{\max}}{2}$	$L(i_i) = R(i_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } i_i < m_{I_i} - \alpha_{I_i} \\ 1 - i_i & \text{dla } m_{I_i} + \beta_{I_i} \geq i_i \geq m_{I_i} - \alpha_{I_i} \\ 0 & \text{dla } i_i > m_{I_i} + \beta_{I_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{I_i} = \frac{\alpha_{I_i}}{\max(i_i^{\max})}$ $\hat{m}_{I_i} = \frac{m_{I_i}}{\max(i_i^{\max})}$ $\hat{\beta}_{I_i} = \frac{\beta_{I_i}}{\max(i_i^{\max})}$
P_i	m_{P_i} α_{P_i} β_{P_i}	$\mu_{P_i}(p_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{P_i} - p_i}{\alpha_{P_i}}\right) & \text{dla } p_i < m_{P_i} \\ 1 & \text{dla } p_i = m_{P_i} \\ R\left(\frac{p_i - m_{P_i}}{\beta_{P_i}}\right) & \text{dla } p_i > m_{P_i} \end{cases}$	$p_i^{\text{mod}} = \frac{p_i^{\min} + p_i^{\max}}{2}$	$L(p_i) = R(p_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } p_i < m_{P_i} - \alpha_{P_i} \\ 1 - p_i & \text{dla } m_{P_i} + \beta_{P_i} \geq p_i \geq m_{P_i} - \alpha_{P_i} \\ 0 & \text{dla } p_i > m_{P_i} + \beta_{P_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{P_i} = \frac{\alpha_{P_i}}{\max(p_i^{\max})}$ $\hat{m}_{P_i} = \frac{m_{P_i}}{\max(p_i^{\max})}$ $\hat{\beta}_{P_i} = \frac{\beta_{P_i}}{\max(p_i^{\max})}$

cd. tabeli 1

U_i	m_{U_i} α_{U_i} β_{U_i}	$\mu_{U_i}(u_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{U_i} - u_i}{\alpha_{U_i}}\right) & \text{dla } u_i < m_{U_i} \\ 1 & \text{dla } u_i = m_{U_i} \\ R\left(\frac{u_i - m_{U_i}}{\beta_{U_i}}\right) & \text{dla } u_i > m_{U_i} \end{cases}$	$u_i^{\text{mod}} = \frac{u_i^{\min} + u_i^{\max}}{2}$	$L(u_i) = R(u_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } u_i < m_{U_i} - \alpha_{U_i} \\ 1 - u_i & \text{dla } m_{U_i} + \beta_{U_i} \geq u_i \geq m_{U_i} - \alpha_{U_i} \\ 0 & \text{dla } u_i > m_{U_i} + \beta_{U_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{U_i} = \frac{\alpha_{U_i}}{\max(u_i^{\max})}$ $\hat{m}_{U_i} = \frac{m_{U_i}}{\max(u_i^{\max})}$ $\hat{\beta}_{U_i} = \frac{\beta_{U_i}}{\max(u_i^{\max})}$
O_i	m_{O_i} α_{O_i} β_{O_i}	$\mu_{O_i}(o_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{O_i} - o_i}{\alpha_{O_i}}\right) & \text{dla } o_i < m_{O_i} \\ 1 & \text{dla } o_i = m_{O_i} \\ R\left(\frac{o_i - m_{O_i}}{\beta_{O_i}}\right) & \text{dla } o_i > m_{O_i} \end{cases}$	$o_i^{\text{mod}} = \frac{o_i^{\min} + o_i^{\max}}{2}$	$L(o_i) = R(o_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } o_i < m_{O_i} - \alpha_{O_i} \\ 1 - o_i & \text{dla } m_{O_i} + \beta_{O_i} \geq o_i \geq m_{O_i} - \alpha_{O_i} \\ 0 & \text{dla } o_i > m_{O_i} + \beta_{O_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{O_i} = \frac{\alpha_{O_i}}{\max(o_i^{\max})}$ $\hat{m}_{O_i} = \frac{m_{O_i}}{\max(o_i^{\max})}$ $\hat{\beta}_{O_i} = \frac{\beta_{O_i}}{\max(o_i^{\max})}$
R_i	m_{R_i} α_{R_i} β_{R_i}	$\mu_{R_i}(r_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{R_i} - r_i}{\alpha_{R_i}}\right) & \text{dla } r_i < m_{R_i} \\ 1 & \text{dla } r_i = m_{R_i} \\ R\left(\frac{r_i - m_{R_i}}{\beta_{R_i}}\right) & \text{dla } r_i > m_{R_i} \end{cases}$	$r_i^{\text{mod}} = \frac{r_i^{\min} + r_i^{\max}}{2}$	$L(r_i) = R(r_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } r_i < m_{R_i} - \alpha_{R_i} \\ 1 - r_i & \text{dla } m_{R_i} + \beta_{R_i} \geq r_i \geq m_{R_i} - \alpha_{R_i} \\ 0 & \text{dla } r_i > m_{R_i} + \beta_{R_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{R_i} = \frac{\alpha_{R_i}}{\max(w_i^{\max})}$ $\hat{m}_{R_i} = \frac{m_{R_i}}{\max(w_i^{\max})}$ $\hat{\beta}_{R_i} = \frac{\beta_{R_i}}{\max(w_i^{\max})}$

cd. tabeli 1

z_i	m_{z_i} α_{z_i} β_{z_i}	$\mu_{z_i}(z_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{z_i} - z_i}{\alpha_{z_i}}\right) & \text{dla } z_i < m_{z_i} \\ 1 & \text{dla } z_i = m_{z_i} \\ R\left(\frac{z_i - m_{z_i}}{\beta_{z_i}}\right) & \text{dla } z_i > m_{z_i} \end{cases}$	$z_i^{\text{mod}} = \frac{z_i^{\min} + z_i^{\max}}{2}$	$L(z_i) = R(z_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } z_i < m_{z_i} - \alpha_{z_i} \\ 1 - z_i & \text{dla } m_{z_i} + \beta_{z_i} \geq z_i \geq m_{z_i} - \alpha_{z_i} \\ 0 & \text{dla } z_i > m_{z_i} + \beta_{z_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{z_i} = \frac{\alpha_{z_i}}{\max(z_i^{\max})}$ $\hat{m}_{z_i} = \frac{m_{z_i}}{\max(z_i^{\max})}$ $\hat{\beta}_{z_i} = \frac{\beta_{z_i}}{\max(z_i^{\max})}$
k_i	m_{k_i} α_{k_i} β_{k_i}	$\mu_{k_i}(k_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{k_i} - k_i}{\alpha_{k_i}}\right) & \text{dla } k_i < m_{k_i} \\ 1 & \text{dla } k_i = m_{k_i} \\ R\left(\frac{k_i - m_{k_i}}{\beta_{k_i}}\right) & \text{dla } k_i > m_{k_i} \end{cases}$	$k_i^{\text{mod}} = \frac{k_i^{\min} + k_i^{\max}}{2}$	$L(k_i) = R(k_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } k_i < m_{k_i} - \alpha_{k_i} \\ 1 - k_i & \text{dla } m_{k_i} + \beta_{k_i} \geq k_i \geq m_{k_i} - \alpha_{k_i} \\ 0 & \text{dla } k_i > m_{k_i} + \beta_{k_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{k_i} = \frac{\alpha_{k_i}}{\max(k_i^{\max})}$ $\hat{m}_{k_i} = \frac{m_{k_i}}{\max(k_i^{\max})}$ $\hat{\beta}_{k_i} = \frac{\beta_{k_i}}{\max(k_i^{\max})}$
wp_i	m_{wp_i} α_{wp_i} β_{wp_i}	$\mu_{wp_i}(wp_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{wp_i} - wp_i}{\alpha_{wp_i}}\right) & \text{dla } wp_i \\ 1 & \text{dla } wp_i = m_{wp_i} \\ R\left(\frac{wp_i - m_{wp_i}}{\beta_{wp_i}}\right) & \text{dla } wp_i \end{cases}$	$wp_i^{\text{mod}} = \frac{wp_i^{\min} + wp_i^{\max}}{2}$	$L(wp_i) = R(wp_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } wp_i < m_{wp_i} - \alpha_{wp_i} \\ 1 - wp_i & \text{dla } m_{wp_i} + \beta_{wp_i} \geq wp_i \geq m_{wp_i} - \alpha_{wp_i} \\ 0 & \text{dla } wp_i > m_{wp_i} + \beta_{wp_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{wp_i} = \frac{\alpha_{wp_i}}{\max(wp_i^{\max})}$ $\hat{m}_{wp_i} = \frac{m_{wp_i}}{\max(wp_i^{\max})}$ $\hat{\beta}_{wp_i} = \frac{\beta_{wp_i}}{\max(wp_i^{\max})}$

cd. tabeli 1

PK_i	m_{PK_i} α_{PK_i} β_{PK_i}	$\mu_{PK_i}(pk_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{PK_i} - pk_i}{\alpha_{PK_i}}\right) & \text{dla } pk_i < m_{PK_i} \\ 1 & \text{dla } pk_i = m_{PK_i} \\ R\left(\frac{pk_i - m_{PK_i}}{\beta_{PK_i}}\right) & \text{dla } pk_i > m_{PK_i} \end{cases}$	$pk_i^{\text{mod}} = \frac{pk_i^{\text{min}} + pk_i^{\text{max}}}{2}$	$L(pk_i) = R(pk_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } pk_i < m_{PK_i} - \alpha_{PK_i} \\ 1 - pk_i - m_{PK_i} / \alpha_{PK_i} & \text{dla } m_{PK_i} - \beta_{PK_i} \leq pk_i \leq m_{PK_i} + \alpha_{PK_i} \\ 0 & \text{dla } pk_i > m_{PK_i} + \beta_{PK_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{PK_i} = \frac{\alpha_{PK_i}}{\max(pk_i^{\text{max}})}$ $\hat{m}_{PK_i} = \frac{m_{PK_i}}{\max(pk_i^{\text{max}})}$ $\hat{\beta}_{PK_i} = \frac{\beta_{PK_i}}{\max(pk_i^{\text{max}})}$
SZ_i	m_{SZ_i} α_{SZ_i} β_{SZ_i}	$\mu_{SZ_i}(sz_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{SZ_i} - sz_i}{\alpha_{SZ_i}}\right) & \text{dla } sz_i < m_{SZ_i} \\ 1 & \text{dla } sz_i = m_{SZ_i} \\ R\left(\frac{sz_i - m_{SZ_i}}{\beta_{SZ_i}}\right) & \text{dla } sz_i > m_{SZ_i} \end{cases}$	$sz_i^{\text{mod}} = \frac{sz_i^{\text{min}} + sz_i^{\text{max}}}{2}$	$L(sz_i) = R(sz_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } sz_i < m_{SZ_i} - \alpha_{SZ_i} \\ 1 - sz_i - m_{SZ_i} / \alpha_{SZ_i} & \text{dla } m_{SZ_i} - \beta_{SZ_i} \leq sz_i \leq m_{SZ_i} + \alpha_{SZ_i} \\ 0 & \text{dla } sz_i > m_{SZ_i} + \beta_{SZ_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{SZ_i} = \frac{\alpha_{SZ_i}}{\max(sz_i^{\text{max}})}$ $\hat{m}_{SZ_i} = \frac{m_{SZ_i}}{\max(sz_i^{\text{max}})}$ $\hat{\beta}_{SZ_i} = \frac{\beta_{SZ_i}}{\max(sz_i^{\text{max}})}$
WH_i	m_{WH_i} α_{WH_i} β_{WH_i}	$\mu_{WH_i}(wh_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{WH_i} - wh_i}{\alpha_{WH_i}}\right) & \text{dla } wh_i < m_{WH_i} \\ 1 & \text{dla } wh_i = m_{WH_i} \\ R\left(\frac{wh_i - m_{WH_i}}{\beta_{WH_i}}\right) & \text{dla } wh_i > m_{WH_i} \end{cases}$	$wh_i^{\text{mod}} = \frac{wh_i^{\text{min}} + wh_i^{\text{max}}}{2}$	$L(wh_i) = R(wh_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } wh_i < m_{WH_i} - \alpha_{WH_i} \\ 1 - wh_i - m_{WH_i} / \alpha_{WH_i} & \text{dla } m_{WH_i} - \beta_{WH_i} \leq wh_i \leq m_{WH_i} + \alpha_{WH_i} \\ 0 & \text{dla } wh_i > m_{WH_i} + \beta_{WH_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{WH_i} = \frac{\alpha_{WH_i}}{\max(wh_i^{\text{max}})}$ $\hat{m}_{WH_i} = \frac{m_{WH_i}}{\max(wh_i^{\text{max}})}$ $\hat{\beta}_{WH_i} = \frac{\beta_{WH_i}}{\max(wh_i^{\text{max}})}$

cd. tabeli 1

D_i	m_{D_i} α_{D_i} β_{D_i}	$\mu_{D_i}(d_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{D_i} - d_i}{\alpha_{D_i}}\right) & \text{dla } d_i < m_{D_i} \\ 1 & \text{dla } d_i = m_{D_i} \\ R\left(\frac{d_i - m_{D_i}}{\beta_{D_i}}\right) & \text{dla } d_i > m_{D_i} \end{cases}$	$d_i^{\text{mod}} = \frac{d_i^{\text{min}} + d_i^{\text{max}}}{2}$	$L(d_i) = R(d_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } d_i < m_{D_i} - \alpha_{D_i} \\ 1 - d_i & \text{dla } m_{D_i} + \beta_{D_i} \geq d_i \geq m_{D_i} - \alpha_{D_i} \\ 0 & \text{dla } d_i > m_{D_i} + \beta_{D_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{D_i} = \frac{\alpha_{D_i}}{\max(d_i^{\text{max}})}$ $\hat{m}_{D_i} = \frac{m_{D_i}}{\max(d_i^{\text{max}})}$ $\hat{\beta}_{D_i} = \frac{\beta_{D_i}}{\max(d_i^{\text{max}})}$
SM_i	m_{SM_i} α_{SM_i} β_{SM_i}	$\mu_{SM_i}(sm_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{SM_i} - sm_i}{\alpha_{SM_i}}\right) & \text{dla } sm_i < m_{SM_i} \\ 1 & \text{dla } sm_i = m_{SM_i} \\ R\left(\frac{sm_i - m_{SM_i}}{\beta_{SM_i}}\right) & \text{dla } sm_i > m_{SM_i} \end{cases}$	$sm_i^{\text{mod}} = \frac{sm_i^{\text{min}} + sm_i^{\text{max}}}{2}$	$L(sm_i) = R(sm_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } sm_i < m_{SM_i} - \alpha_{SM_i} \\ 1 - sm_i & \text{dla } m_{SM_i} + \beta_{SM_i} \geq sm_i \geq m_{SM_i} - \alpha_{SM_i} \\ 0 & \text{dla } sm_i > m_{SM_i} + \beta_{SM_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{SM_i} = \frac{\alpha_{SM_i}}{\max(sm_i^{\text{max}})}$ $\hat{m}_{SM_i} = \frac{m_{SM_i}}{\max(sm_i^{\text{max}})}$ $\hat{\beta}_{SM_i} = \frac{\beta_{SM_i}}{\max(sm_i^{\text{max}})}$
ZP_i	m_{ZP_i} α_{ZP_i} β_{ZP_i}	$\mu_{ZP_i}(zp_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{ZP_i} - zp_i}{\alpha_{ZP_i}}\right) & \text{dla } zp_i < m_{ZP_i} \\ 1 & \text{dla } zp_i = m_{ZP_i} \\ R\left(\frac{zp_i - m_{ZP_i}}{\beta_{ZP_i}}\right) & \text{dla } zp_i > m_{ZP_i} \end{cases}$	$zp_i^{\text{mod}} = \frac{zp_i^{\text{min}} + zp_i^{\text{max}}}{2}$	$L(zp_i) = R(zp_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } zp_i < m_{ZP_i} - \alpha_{ZP_i} \\ 1 - zp_i & \text{dla } m_{ZP_i} + \beta_{ZP_i} \geq zp_i \geq m_{ZP_i} - \alpha_{ZP_i} \\ 0 & \text{dla } zp_i > m_{ZP_i} + \beta_{ZP_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{ZP_i} = \frac{\alpha_{ZP_i}}{\max(zp_i^{\text{max}})}$ $\hat{m}_{ZP_i} = \frac{m_{ZP_i}}{\max(zp_i^{\text{max}})}$ $\hat{\beta}_{ZP_i} = \frac{\beta_{ZP_i}}{\max(zp_i^{\text{max}})}$
DO_i	m_{DO_i} α_{DO_i} β_{DO_i}	$\mu_{DO_i}(do_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{DO_i} - do_i}{\alpha_{DO_i}}\right) & \text{dla } do_i < m_{DO_i} \\ 1 & \text{dla } do_i = m_{DO_i} \\ R\left(\frac{do_i - m_{DO_i}}{\beta_{DO_i}}\right) & \text{dla } do_i > m_{DO_i} \end{cases}$	$do_i^{\text{mod}} = \frac{do_i^{\text{min}} + do_i^{\text{max}}}{2}$	$L(do_i) = R(do_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } do_i < m_{DO_i} - \alpha_{DO_i} \\ 1 - do_i & \text{dla } m_{DO_i} + \beta_{DO_i} \geq do_i \geq m_{DO_i} - \alpha_{DO_i} \\ 0 & \text{dla } do_i > m_{DO_i} + \beta_{DO_i} \end{cases}$	$\hat{\alpha}_{DO_i} = \frac{\alpha_{DO_i}}{\max(do_i^{\text{max}})}$ $\hat{m}_{DO_i} = \frac{m_{DO_i}}{\max(do_i^{\text{max}})}$ $\hat{\beta}_{DO_i} = \frac{\beta_{DO_i}}{\max(do_i^{\text{max}})}$

Poniżej przedstawiony jest opis zmiennych zaprezentowanych w tabeli:

- Ocena względem kryterium globalnego G_i .
- Innowacyjność produktu w skali międzynarodowej I_i (pkt 1).
- Potencjał produktu do tworzenia możliwości rozwoju danej branży ... P_i (pkt 1.1).
- Stopień użyteczności produktu dla ewentualnych odbiorców U_i (pkt 1.2).
- Opłacalność projektu O_i (pkt 2).
- Wpływ realizacji projektu na rozwój przedsiębiorstwa wnioskodawcy ... R_i (pkt 2.1).
- Zdolność realizacji projektu do wywołania efektu mnożnikowego ... Z_i (pkt 2.2).
- Konkurencyjność produktu na rynku międzynarodowym K_i (pkt 3).
- Przygotowanie wnioskodawcy do wprowadzenia produktu na wybrane rynki WP_i (pkt 3.1).
- Przewagi konkurencyjne produktu w stosunku do produktów innych podmiotów PK_i (pkt 3.2).
- Strategia zarządzania realizacją projektu w ujęciu organizacyjnym, ... SZ_i (pkt 4).
- Wykonalność harmonogramu realizacji projektu ... WH_i (pkt 4.1).
- Doświadczenie wnioskodawcy umożliwiające i ułatwiające realizację projektu ... D_i (pkt 4.2).
- Strategia marketingowa wprowadzenia produktu na rynek SM_i (pkt 5).
- Przygotowanie wnioskodawcy do zbytu produktu na wybranym rynku ... ZP_i (pkt 5.1).
- Dostosowanie oferty wnioskodawcy do grupy docelowych odbiorców ... DO_i (pkt 5.2).

5. Algorytm oceniania projektów

Na podstawie określonych, unormowanych ocen względem kryteriów *Poziomu III* można (w dalszej kolejności) określić oceny projektów względem kryterium *Poziomu II*, jako ważoną sumę ocen z poszczególnych kryteriów w ramach danej grupy kryteriów *Poziomu II*.

Łączna ocena kryteriów *Poziomu II* przedstawia się następująco:

$$\bar{I}_i = \frac{W_{11} \cdot P_i + W_{12} \cdot U_i}{\sum_{k=1}^K W_{1k}} \quad (13)$$

$$O_i = \frac{W_{21} \cdot R_i + W_{22} \cdot Z_i}{\sum_{k=1}^K W_{2k}} \quad (14)$$

$$K_i = \frac{W_{31} \cdot NP_i + W_{32} \cdot PK_i}{\sum_{k=1}^K W_{3k}} \quad (15)$$

$$SZ_i = \frac{W_{41} \cdot WH_i + W_{42} \cdot D_i}{\sum_{k=1}^K W_{4k}} \quad (16)$$

$$SM_i = \frac{W_{51} \cdot ZP_i + W_{52} \cdot DO_i}{\sum_{k=1}^K W_{5k}} \quad (17)$$

Po uzyskaniu powyższych, łącznych ocen należy przeprowadzić normowanie, zgodnie ze wzorami (7-9). Kiedy określone zostaną unormowane wartości ocen względem kryteriów *Poziomu II*, można określić oceny projektów względem kryterium wyższego poziomu (*Poziom I*) jako ważoną sumę ocen z poszczególnych kryteriów *Poziomu II*.

$$G_i = \frac{W_1 \cdot I_i + W_2 \cdot O_i + W_3 \cdot K_i + W_4 \cdot SZ_i + W_5 \cdot SM_i}{\sum_{j=1}^J W_j} \quad (18)$$

Na podstawie przedstawionego algorytmu każdemu projektowi ze zbioru *P* przyporządkowano ocenę rozmytą względem kryterium globalnego G_i . Aby uzyskać ocenę rzeczywistą projektów, należy dokonać defuzyfikacji. Proponowaną metodą jest metoda środka ciężkości, gdzie wartość rzeczywista liczby typu IR określona jest następującym wzorem:

$$x_{\alpha} = \frac{3 \cdot m - \alpha + \beta}{3} \quad (19)$$

Na podstawie określonych ważności kryteriów oraz ocen projektów względem kryterium *Poziomu II* i *Poziomu III* dokonuje się określenia łącznych ocen projektów *Poziomu I*. Ze względu na pozytywne aspekty wszystkich kryteriów, maksymalizuje się oceny poszczególnych kryteriów względem kryterium globalnego-*Poziom I*.

Na podstawie określonych, rzeczywistych ocen rozpatrywanych projektów można (w dalszej kolejności) określić listę rankingową projektów, które uzyskały najlepsze oceny.

6. Podsumowanie

Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka został stworzony w celu wspierania przedsiębiorstw, uwzględniając w głównej mierze ich innowacyjne projekty. Ocenianie ich nie jest proste, ze względu na wielorakość celów czy niepewność, co do samej oceny. Niniejszy artykuł może wspierać etap pracy Panelu ekspertów w wyłonieniu najlepszych projektów pod względem stawianych warunków. W celu zminimalizowania niepewności

przy wystawianiu ocen zaproponowano algorytm wielokryterialnej oceny projektów, z uwzględnieniem niepewności ekspertów w kwestii punktacji przez zastosowanie liczb rozmytych oraz przez uwzględnienie różnych wag kryteriów.

Bibliografia

1. Brzózka L., Pyka J. (red.): Nowoczesność przemysłu i usług w warunkach kryzysu i nowych wyzwań. TNOiK, Katowice 2013.
2. Chojcan J.: Zbiory rozmyte i ich zastosowanie, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.
3. Driankow D., Hellendoorn H., Reinfrank M.: Wprowadzenie do sterowania rozmytego. WNT, Warszawa 1996.
4. Dubois D., Prade H.: Fuzzy set and systems – theory and applications. Academic Press, New York 1980.
5. Falencikowski T. (red.): Zarządzanie współczesnym przedsiębiorstwem. Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku, Gdańsk 2010.
6. Freeman Ch.: The economics of industrial innovation. Pinter London 1982
7. Jasiński A.H., Ciborowski R.: Ekonomia i zarządzanie. Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2012.
8. Kacprzyk J.: Wieloetapowe sterowanie rozmyte. WNT, Warszawa 2001.
9. Kacprzyk J.: Zbiory rozmyte w analizie systemowej. PWN, Warszawa 1986.
10. Łachwa A.: Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji. AOW Exit, Warszawa 2001.
11. Mazurek B.: Regionalne modele komercjalizacji technologii i rozwoju produktu na poziomie organizacji gospodarczych. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2013.
12. Parteka T., Kasprzak P. (red.): Innowacje – co jest co, Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Departament Rozwoju Regionalnego i Przestrzennego, Gdańsk 2006.
13. Piegat A.: Modelowanie i sterowanie rozmyte. AOW Exit, Warszawa 1999.
14. Rutkowski L.: Metody i techniki sztucznej inteligencji. PWN, Warszawa 2009.
15. Stabryła A., Małkus T.Ł. (red.): Strategie rozwoju organizacji. Encyklopedia Zarządzania, Kraków 2012.
16. www.ksu.parp.gov.pl/pl.
17. www.fpe.org.pl/krajowa-siec-innowacji.

Abstract

This article has been developed to support the work of the Panel of experts in the emergence of the best projects in terms of required conditions. In order to minimize uncertainty when issuing ratings algorithm was proposed multi-criteria evaluation of projects, taking into account the uncertainty of experts in terms of scoring by the use of fuzzy numbers.