

Dorota GAWROŃSKA<sup>1</sup>  
Politechnika Śląska

## Ocena dostawców sektora TSL w ramach CSR w warunkach niepewności

### WSTĘP

Proces wyboru dostawcy jest jednym z najważniejszych aspektów prawidłowego i sprawnego działania przedsiębiorstwa i jego współpracy z potencjalnymi dostawcami w łańcuchu dostaw. Istotnym elementem współpracy między przedsiębiorstwem i dostawcą jest społeczna odpowiedzialność biznesu (CSR – Corporate Social Responsibility). W literaturze przedmiotu można spotkać się z wieloma definicjami społecznej odpowiedzialności biznesu ze względu na szeroko obejmowane przez nią zagadnienia związane z zarządzaniem przedsiębiorstwem. Prekursorem definicji CSR jest H. Bowen, wskazujący na obowiązek realizacji polityki społecznej obok działań finansowych [3]. Kolejne pojawiające się definicje (McGuire 1963, Johnson 1971, Davis 1973, Sethi 1975, Frederick 1978, Carroll 1979, Wood 1991, Maingnann, Ferrell, Hult 1999, in.) zmieniały się ze względu na różne aspekty zarządzania przedsiębiorstwem. Społeczna odpowiedzialność jest podejściem do zarządzania przedsiębiorstwem zorientowanym na pomnażanie zysku z uwzględnieniem aspektów społecznych związanych z partnerami biznesowymi, klientami, pracownikami, jak też z uwzględnieniem aspektów ekologicznych. Ma ona istotny wpływ na tak ważne kwestie jak [16, 18, 19]:

- wielkość sprzedaży,
- maksymalizacja zysku,
- lojalność partnerów biznesowych, klientów, pracowników, inwestorów,
- pozyskiwanie i utrzymywanie specjalistów,
- nowe kanały sprzedaży,
- nowe źródła zysku,
- przewaga konkurencyjna,
- utrzymanie wydajności,
- przychylność lokalnej społeczności i lokalnych władz ze względu na zaangażowanie w działania ekologiczne,
- mniejsze ryzyko ewentualnego kryzysu.

### 1. METODY OCENY DOSTAWCÓW

Do oceny dostawców wykorzystuje się różne metody jak: metoda hierarchicznej analizy AHP [12, s. 9–26], analityczny proces sieciowy ANP [13], metoda obwiedni danych DEA [2, s. 477–92], metody z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych ANN, wielocechowej teorii użyteczności MAUT, regresji wielokrotnej MR, analizy skupień CA [5], analizy dyskryminacyjnej DMA, metody punktowej, punktowo-wagowej, graficznej czy wskaźnikowej [4]. Proces oceny dostawców powinien obejmować szeroką analizę wielu szczegółowych kryteriów (czynników jakościowych i ilościowych), z możliwością uwzględnienia ważności poszczególnych kryteriów. Kryteria oceny oraz ich wagi kryteriów powinny być określone na podstawie indywidualnych oczekiwań przedsiębiorstwa. W niniejszej pracy przedstawiono propozycję oceny dostawców na podstawie struktury hierarchicznej. Uwzględnia ona również wartościowanie poszczególnych kryteriów poprzez nadanie

<sup>1</sup> Dr Dorota Gawrońska - Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania, Instytut Ekonomii i Informatyki, e-mail: dorota.gawronska@polsl.pl  
Artykuł recenzowany.

im wag. Ze względu na fakt, że ocena dostawców niejednokrotnie może budzić wątpliwości co do wartości, zaproponowano wykorzystanie teorii zbiorów rozmytych w celu reprezentacji niepewności.

## 2. PRZEDSTAWIENIE HIERARCHICZNEJ STRUKTURY KRYTERIÓW

W przedstawianej metodzie zakłada się, że dokonuje się oceny potencjalnych dostawców ze skończonego zbioru  $P$ :

$$D = \{D_1, D_2, \dots, D_i, \dots, D_P\}, \quad i = 1, \dots, P, \quad (1)$$

Przystępując do oceny dostawców określa się strukturę kryteriów. Przedsiębiorstwo z odpowiedzialnością społeczną to przedsiębiorstwo działające korzystnie w aspekcie społecznym, ekologicznym i ekonomicznym. Ze względu na fakt oceny dostawców pod kątem CSR określono trzy grupy kryteriów  $K_j$  ( $j=1\dots J$ , gdzie  $j$  określa numer kryterium *Poziomu I*): kryterium ekologiczne, społeczne i ekonomiczne. Tworzyć one będą kryteria struktury na *Poziomie I*. W ramach przyjętych grup kryteriów wyodrębnione są kryteria szczegółowe, niepodzielne *Poziomu II* struktury kryteriów  $K_{jl}$  ( $l=1\dots L$ , gdzie  $l$  określa numer kryterium *Poziomu II* dla określonego kryterium wyższego poziomu  $j$ ). Grupy kryteriów agregowane są w globalne kryterium (*Poziom 0* struktury) oceny dostawców.

Poniżej przedstawiono zbiór kryteriów reprezentujących poszczególne aspekty ([6], [9],[10],[15],[17]):

### 1. Kryteria ekologiczne:

- 1.1. przestrzeganie norm środowiskowych,
- 1.2. poziom emisji zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych,
- 1.3. wykorzystywanie energii ze źródeł odnawialnych,
- 1.4. wykorzystywanie substancji toksycznych,
- 1.5. miejsce i sposób pozyskiwanie surowców w sposób niezagrażający środowisku,
- 1.6. posiadanie certyfikatów norm środowiskowych,
- 1.7. poszanowanie bioróżnorodności,
- 1.8. energochłonność,
- 1.9. materiałochłonność,
- 1.10. ekowydajność,
- 1.11. rodzaj transportu,
- 1.12. wykorzystanie ekoinnowacji.

### 2. Kryteria społeczne

- 2.1. przestrzeganie praw człowieka,
- 2.2. niezatrudnianie nieletnich,
- 2.3. godziwe wynagrodzenie,
- 2.4. bezpieczeństwo w miejscu pracy (BHP),
- 2.5. przestrzeganie prawa pracy,
- 2.6. niedopuszczanie do pracy w nadgodzinach,
- 2.7. dopuszczanie wolności stowarzyszeń,
- 2.8. dobre relacje ze społecznością lokalną,
- 2.9. współpraca z partnerem społecznym,
- 2.10. inne (przeciwdziałanie alkoholizmowi, wirusowi HIV, itp.)

### 3. Kryteria ekonomiczne

- 3.1. uczciwa konkurencja,
- 3.2. reputacja dostawcy,
- 3.3. działalność w krajach rozwijających się,
- 3.4. wysoki poziom obrotu firmy z danym dostawcą,
- 3.5. niezawodność dostawcy,
- 3.6. wypłacalność,
- 3.7. terminowość w wywiązywaniu się z kontraktów,

- 3.8. komunikacja w łańcuchu dostaw,
- 3.9. cena za dostawy,
- 3.10. warunki dostawy,
- 3.11. ocena techniczna dostaw,
- 3.12. ocena jakości działania dostawcy.

Zbiór tych kryteriów obejmuje większość podejmowanych aspektów CSR, każde jednak przedsiębiorstwo może uwzględnić inne kryteria, bardziej wymierne i adekwatne do ich subiektywnych oczekiwań.

### 3. LICZBY ROZMYTE

Do reprezentacji niepewności ocen względem poszczególnych kryteriów zastosowano liczby rozmyte typu LR [4]. Pozwalają one określić "nie tylko w pełni możliwe wartości danej i wartości całkiem niemożliwe, ale także wartości możliwe w różnych stopniach" [7]. Liczby te opisywane są przez trzy parametry  $m, \alpha, \beta$ , otrzymując postać liczby rozmytej  $A$  następującej postaci  $A = (m, \alpha, \beta)$ .

Parametr  $m$  jest liczbą rzeczywistą określaną jako wartość najbardziej prawdopodobna ( $\mu_A(m)=1$ ), a  $\alpha, \beta$  są odpowiednio „rozrzutem” lewostronnym i prawostronnym. Parametr  $\alpha$  określa o ile lewa granica opisująca niepewność jest mniejsza od wartości najbardziej prawdopodobnej  $m$ , natomiast  $\beta$  – o ile prawa granica niepewności jest większa od wartości  $m$ . Operacje na liczbach rozmytych typu LR są operacjami na tych trzech parametrach ( $m, \alpha, \beta$ ). Poniżej przedstawione są wzory niezbędne do wykonania podstawowych obliczeń na liczbach rozmytych typu LR [8]:

1. Jeżeli liczby rozmyte  $A_1$  i  $A_2$  przedstawimy w postaci trójek  $A_1 = (m_{A_1}, \alpha_{A_1}, \beta_{A_1})$  i  $A_2 = (m_{A_2}, \alpha_{A_2}, \beta_{A_2})$  to ich sumę w formie trójki:

$$(A_1 + A_2) = (m_{A_1} + m_{A_2}, \alpha_{A_1} + \alpha_{A_2}, \beta_{A_1} + \beta_{A_2}), \quad (2)$$

Między parametrami sumy  $(A_1 + A_2)$  i jej składników  $A_1$  i  $A_2$  zachodzą następujące zależności:

$$m_{A_1+A_2} = m_{A_1} + m_{A_2}, \quad (3)$$

$$\alpha_{A_1+A_2} = \alpha_{A_1} + \alpha_{A_2}, \quad (4)$$

$$\beta_{A_1+A_2} = \beta_{A_1} + \beta_{A_2}, \quad (5)$$

2. Różnicę dwóch liczb rozmytych  $A_1$  i  $A_2$  przedstawimy w postaci trójki:

$$(A_1 - A_2) = (m_{A_1} - m_{A_2}, \alpha_{A_1} + \beta_{A_2}, \alpha_{A_2} + \beta_{A_1}), \quad (6)$$

3. Iloczyn liczby rozmytej  $A_1$  i  $A_2$ :  $(A_1 \cdot A_2)$  przedstawimy następująco:

$$(A_1 \cdot A_2) = (m_{A_1} \cdot m_{A_2}, m_{A_1} \cdot \alpha_{A_2} + m_{A_2} \cdot \alpha_{A_1} - \alpha_{A_1} \cdot \alpha_{A_2}, m_{A_1} \cdot \beta_{A_2} + m_{A_2} \cdot \beta_{A_1} + \beta_{A_1} \cdot \beta_{A_2}) \quad (7)$$

4. Iloraz dwóch liczb rozmytych  $A_1$  i  $A_2$  przedstawimy następująco:

$$(A_1 / A_2) \cong (m_{A_1}, \alpha_{A_1} \cdot \beta_{A_1}) / (m_{A_2}, \alpha_{A_2} \cdot \beta_{A_2}) = \left( \frac{m_{A_1}}{m_{A_2}}, \frac{m_{A_1} \cdot \beta_{A_2} + m_{A_2} \cdot \alpha_{A_1}}{m_{A_2} \cdot (m_{A_2} + \beta_{A_2})}, \frac{m_{A_1} \cdot \alpha_{A_2} + m_{A_2} \cdot \beta_{A_1}}{m_{A_2} \cdot (m_{A_2} - \alpha_{A_2})} \right), \quad (8)$$

gdzie:

$$m_{A_1/A_2} = \frac{m_{A_1}}{m_{A_2}}, \quad (9)$$

$$\alpha_{A1/A2} = \frac{m_{A1}\beta_{A2} + m_{A2}\alpha_{A1}}{m_{A2}(m_{A2} + \beta_{A2})}, \quad m_{A2} \neq 0 \quad (10)$$

$$\beta_{A1/A2} = \frac{m_{A1}\alpha_{A2} + m_{A2}\beta_{A1}}{m_{A2}(m_{A2} - \alpha_{A2})}, \quad m_{A2} - \alpha_{A2} \neq 0, \quad m_{A2} \neq 0 \quad (11)$$

Funkcje  $L$  i  $R$  to funkcje odniesienia, natomiast funkcja przynależności liczby typu  $LR$  określona jest następującym wzorem:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} L\left(\frac{m-x}{\alpha}\right) & \text{dla } x < m \\ 1 & \text{dla } x = m \\ R\left(\frac{x-m}{\beta}\right) & \text{dla } x > m \end{cases} \quad (12)$$

Ze względu na fakt określania ocen dostawców względem kryteriów jako poziom spełnienia w przedziale możliwych wartości wyrażających niepewność ( $[m-\alpha, m]$  oraz  $[m, m+\beta]$ ), w niniejszym artykule przyjęto następującą postać funkcji  $L$  oraz  $R$  [11]:

$$L(x) = R(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < m - \alpha \\ 1 - |x| & \text{dla } m - \alpha \leq x \leq m + \beta \\ 0 & \text{dla } x > m + \beta \end{cases} \quad (13)$$

Dzięki takiej postaci funkcji  $L$  oraz  $R$  otrzymujemy trójkątną funkcję, gdzie dla parametru funkcja przynależności wynosi ona 1, dla wartości  $m-\alpha$  oraz  $m+\beta$  przyjmuje się wartość 0. Dla wartości z przedziału  $[m-\alpha, m+\beta]$  funkcja przynależności wyraża wspomniany stopień spełnienia i należy do przedziału  $(0,1)$ .

Ze względu na różne preferencje przedsiębiorstw sektora TSL metoda zakłada wprowadzenie ocen ważonych kryteriów, uwzględniające kładzenie większego nacisku na pewne kryteria względem innych.

#### 4. MODELOWANIE OCEN DOSTAWCÓW ZA POMOCĄ LICZB ROZMYTYCH LR

Ze względu na fakt uwzględniania ważności kryteriów poszczególnych poziomów, przyjmuje się następujące opisy zmiennych:

1. Ważność kryteriów *Poziomu I* opisana jest za pomocą zmiennej  $W_j$  ( $j$ -kryterium *Poziomu I*). Zakłada się, że ważności kryteriów są określone na przedziale  $[0,1]$ , co związane jest z warunkiem, że suma wag kryteriów musi wynosić 1.

$$\sum_{j=1}^J W_j = 1. \quad (14)$$

2. Ważność kryteriów *Poziomu II* określana jest za pomocą zmiennej  $W_{jl}$  ( $j$ -kryterium *Poziomu I*,  $l$ -kryterium *Poziomu II*). Ważności kryteriów są określone na przedziale  $[0,1]$  i suma wag kryteriów wynosi 1.

$$\sum_{l=1}^L V_{jl} = 1. \quad (15)$$

Oceny dostawców względem poszczególnych kryteriów modelowane są za pomocą zmiennych rozmytych  $LR$ . W przypadku kryteriów jakościowych ocena dostawcy jest oceną punktową, gdzie decydent określa maksymalną liczbę punktów w ramach danego kryterium oraz przypisuje wartość

punktową najbardziej prawdopodobną lub przedział wartości, w przypadku niepewności. W przypadku kryteriów ilościowych oceny mogą być rzeczywistymi wartościami danego kryterium bądź również mogą być określane punktowo. Oceny dostawców względem przyjętych kryteriów określane są następująco:

1. Ocena  $O_{ijl}$  to ocena dostawcy względem kryterium *Poziomu II*, określona charakterystyczną trójką  $(m_{o_{ij}}, \alpha_{o_{ij}}, \beta_{o_{ij}})$ , gdzie  $\alpha_{o_{ij}}, \beta_{o_{ij}} > 0$  to ustalone rozrzuty lewo- i prawostronne (przedział określony przez decydenta  $[o_i^{\min}, o_i^{\max}]$ , wyrażający niepewność co do precyzji tego określenia),  $m_{o_{ij}}$  to ustalona wartość – najbardziej prawdopodobna bądź średnia liczona zgodnie ze wzorem:

$$o_{ijl}^{\text{mod}} = \frac{o_{ijl}^{\min} + o_{ijl}^{\max}}{2}, \quad (16)$$

Funkcje L i R to ustalone funkcje bazowe opisane wzorem (17).

$$L(o_i) = R(o_i) = \begin{cases} 0 & \text{dla } o_i < m_i - \alpha_{o_i} \\ 1 - |o_i| & \text{dla } m_{o_i} + \beta_{o_i} \geq o_i \geq m_{o_i} - \alpha_{o_i}, \\ 0 & \text{dla } o_i > m_{o_i} + \beta_{o_i} \end{cases} \quad (17)$$

Ponieważ wartości ocen dostawców  $o_{ijl}$  traktowane są jako stopień spełnienia przez  $i$ -tego dostawcę pewnego stanu idealnego w świetle danego kryterium należy dokonać normowania wartości tych ocen.

$$\hat{\alpha}_{o_{ij}} = \frac{\alpha_{o_{ij}}}{\max(o_{ijl}^{\max})}, \quad (18)$$

$$\hat{m}_{o_{ij}} = \frac{m_{o_{ij}}}{\max(o_{ijl}^{\max})}, \quad (19)$$

$$\hat{\beta}_{o_{ij}} = \frac{\beta_{o_{ij}}}{\max(o_{ijl}^{\max})}, \quad (20)$$

gdzie  $\max(o_{ijl}^{\max})$  to największa wartość spośród prawych granic wartości ocen dostawców w ramach danego kryterium  $(m_{o_{ij}} + \beta_{o_{ij}})$ . Jeśli wartość oceny względem rozpatrywanego kryterium powinna być minimalizowana, wtedy normowanie należy przeprowadzić zgodnie z następującymi wzorami:

$$\hat{\alpha}_{o_{ij}} = 1 - \frac{\alpha_{o_{ij}}}{\max(o_{ijl}^{\max})}, \quad (21)$$

$$\hat{m}_{o_{ij}} = 1 - \frac{m_{o_{ij}}}{\max(o_{ijl}^{\max})}, \quad (22)$$

$$\hat{\beta}_{o_{ij}} = 1 - \frac{\beta_{o_{ij}}}{\max(o_{ijl}^{\max})}, \quad (23)$$

Po dokonaniu normowania, zmienne  $\hat{\alpha}_{o_{ij}}$ ,  $\hat{m}_{o_{ij}}$  i  $\hat{\beta}_{o_{ij}}$  stają nowymi obowiązującymi zmiennymi  $m_{o_{ij}}$ ,  $\alpha_{o_{ij}}$ ,  $\beta_{o_{ij}}$ . Funkcja przynależności oceny dostawcy  $i$  względem danego kryterium przedstawia się następująco (24):

$$\mu_{o_i}(o_i) = \begin{cases} L\left(\frac{m_{o_i} - o_i}{\alpha_{o_i}}\right) & \text{dla } o_i < m_{o_i} \\ 1 & \text{dla } o_i = m_{o_i} \\ R\left(\frac{o_i - m_{o_i}}{\beta_{o_i}}\right) & \text{dla } o_i > m_{o_i} \end{cases} \quad (24)$$

2. Kiedy określone zostaną unormowane wartości ocen względem kryteriów *Poziomu II* można w dalszej kolejności wyznaczyć oceny dostawców względem kryterium wyższego poziomu (*Poziomu I*)  $O_{ij}$ . Wyznaczamy ją jako sumę ważoną ocen z poszczególnych kryteriów w ramach danej grupy:

$$O_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^L W_{jl} \cdot o_{ijl}}{\sum_{l=1}^L W_{jl}} \quad (25)$$

Następnie dokonujemy normowania tych ocen zgodnie z poniższymi wzorami:

$$\hat{\alpha}_{o_{ij}} = \frac{\alpha_{o_{ij}}}{\max(o_{ij}^{\max})}, \quad (26)$$

$$\hat{m}_{o_{ij}} = \frac{m_{o_{ij}}}{\max(o_{ij}^{\max})}, \quad (27)$$

$$\hat{\beta}_{o_{ij}} = \frac{\beta_{o_{ij}}}{\max(o_{ij}^{\max})}, \quad (28)$$

gdzie  $\max(o_{ij}^{\max})$  to największa wartość spośród prawych granic wartości ocen dostawców w ramach danego kryterium ( $m_{o_{ij}} + \beta_{o_{ij}}$ ).

3. Po unormowaniu ocen kryterium *Poziomu I* określamy ocenę globalną dostawcy  $O_i$  jako ważoną sumę ocen zgodnie ze wzorem:

$$O_i = \frac{\sum_{j=1}^J W_j \cdot o_{ij}}{\sum_{j=1}^J W_j} \quad (29)$$

Na podstawie tak przeprowadzonego algorytmu każdy dostawca zostaje opisany za pomocą liczby rozmytej względem kryterium globalnego. W celu określenia rzeczywistej wartości oceny dostawcy należy przeprowadzić defuzyfikację. Proponowaną metodą jest metoda środka ciężkości, przypisująca funkcji przynależności liczbę rzeczywistą:

$$x_{sc} = \frac{3 \cdot m - \alpha + \beta}{3} \quad (30)$$

Kiedy zostaną określone rzeczywiste oceny poszczególnych dostawców należy dokonać analizy porównawczej otrzymanych wyników ocen wartości rzeczywistych. Kierując się maksymalizacją ocen dostawców poszukujemy wartości największej. Im większa wartość oceny, tym wyższą pozytywną opinię otrzymuje dany dostawca.

### 5. PRZYKŁAD

W celu zobrazowania przedstawionego algorytmu wybrane zostaną niektóre kryteria poszczególnych grup kryteriów *Poziomu I*. Przyjmuje się następujące założenia:

1. Oceny względem kryteriów ilościowych, jak i jakościowych są ocenami punktowymi z przedziału [0,10] (oczywiście w ramach kryterium ilościowych w miejsce wartości punktowych można wprowadzić rzeczywiste wartości liczbowe poszczególnych kryteriów).

2. Osoba oceniająca podaje albo przedział punktowy wyrażający niepewność [*min,max*], albo dokładną wartość wyrażającą pewność co do oceny.

3. Ocenie podlega 4-ech dostawców: A, B, C i D.

W poniższej tabeli (por. tabela 1) przedstawione są oceny punktowe poszczególnych dostawców. Do oceny wybrano po pięć kryteriów (numeracja odpowiada numeracji z listy kryteriów – pkt. 2 pracy) z każdej grupy kryteriów (kryterium ekologiczne, społeczne i ekonomiczne).

Tab. 1. Oceny punktowe wybranych kryteriów

Kryteria	Dostawca A			Dostawca B			Dostawca C			Dostawca D		
	min	max	dokładna wartość	min	max	dokładna wartość	min	max	dokładna wartość	min	max	dokładna wartość
Ekologiczne												
1.1	4	6	-	5	7	-	6	8	-	-	-	5
1.2	4	5	-	3	5	-	5	6	-	4	5	-
1.6	-	-	6	5	6	-	4	6	-	-	-	5
1.10	5	6	-	6	7	-	5	7	-	6	8	-
1.12	3	5	-	-	-	6	4	6	-	7	9	-
Spoleczne												

Na podstawie przedstawionych rzeczywistych ocen punktowych, oceny dostawców opisane zostają jako liczby rozmyte *LR* za pomocą trzech parametrów (*m*,  $\alpha$ ,  $\beta$ ) (tabela 2).

Tab. 2. Oceny dostawców jako liczby LR

Kryteria	Dostawca A			Dostawca B			Dostawca C			Dostawca D		
	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	A	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$
Ekologiczne												
	5	1	1	6	1	1	7	1	1	5	0	0
	4,5	0,5	0,5	4	1	1	5,5	0,5	0,5	4,5	0,5	0,5
	6	0	0	5,5	0,5	0,5	5	1	1	5	0	0
	5,5	0,5	0,5	6,5	0,5	0,5	6	1	1	7	1	1
	4	1	1	6	0	0	5	1	1	8	1	1
Spoleczne												
	6,5	0,5	0,5	7	1	1	7	0	0	5,5	0,5	0,5
	10	0	0	9,5	0,5	0,5	9	0	0	10	0	0
	6	1	1	7	1	1	5,5	0,5	0,5	8	1	1
	8,5	0,5	0,5	10	0	0	8,5	0,5	0,5	9	1	1
	5,5	0,5	0,5	6	1	1	8	1	1	9	0	0
Ekonomiczne												
	6	1	1	5	1	1	6,5	0,5	0,5	8,5	0,5	0,5

	6,5	0,5	0,5	7	1	1	8	1	1	9,5	0,5	0,5
	5,5	0,5	0,5	6,5	0,5	0,5	8,5	0,5	0,5	10	0	0
	4,5	0,5	0,5	6	1	1	7,5	0,5	0,5	8,5	0,5	0,5
	4	1	1	5	1	1	6,5	0,5	0,5	7	1	1

W dalszej kolejności następuje normowanie ocen zgodnie ze wzorami (18), (19), (20). Wyniki przedstawia tabela (tabela 3).

**Tab. 3.** Unormowane oceny dostawców względem kryteriów Poziomu II

Kryteria	Dostawca A			Dostawca B			Dostawca C			Dostawca D		
	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$
Ekologiczne												
	0,714	1,000	1,000	0,857	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,714	0,000	0,000
	0,818	0,500	0,500	0,727	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,818	0,500	0,500
	1,000	0,000	0,000	0,917	0,500	0,500	0,833	1,000	1,000	0,833	0,000	0,000
	0,786	0,500	0,500	0,929	0,500	0,500	0,857	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	0,500	1,000	1,000	0,750	0,000	0,000	0,625	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Społeczne												
	0,929	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,786	0,500	0,500
	1,000	0,000	0,000	0,950	1,000	1,000	0,900	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
	0,750	1,000	1,000	0,875	1,000	1,000	0,688	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000
	0,850	0,500	0,500	1,000	0,000	0,000	0,850	0,500	0,500	0,900	1,000	1,000
	0,611	0,500	0,500	0,667	1,000	1,000	0,889	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000
Ekonomiczne												
	0,706	1,000	1,000	0,588	1,000	1,000	0,765	0,500	0,500	1,000	0,500	0,500
	0,684	0,500	0,500	0,737	1,000	1,000	0,842	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500
	0,550	1,000	1,000	0,650	1,000	1,000	0,850	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000
	0,529	0,500	0,500	0,706	1,000	1,000	0,882	0,500	0,500	1,000	0,500	0,500
	0,571	1,000	1,000	0,714	1,000	1,000	0,929	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000

W dalszej kolejności następuje określenie ocen łącznych względem kryteriów *Poziomu II* (tabela 4). W pierwszej kolumnie przedstawiono przyjęte ważności poszczególnych kryteriów *Poziomu II*.

**Tab. 4.** Poszczególne czynniki oceny łącznej

Ważności kryteriów	Kryteria	Dostawca A			Dostawca B			Dostawca C			Dostawca D		
		m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$
	Ekologiczne												
0,1	1.1	0,071	0,100	0,100	0,086	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,071	0,000	0,000
0,2	1.2	0,164	0,100	0,100	0,145	0,200	0,200	0,200	0,100	0,100	0,164	0,100	0,100
0,3	1.6	0,300	0,000	0,000	0,275	0,150	0,150	0,250	0,300	0,300	0,250	0,000	0,000
0,25	1.10	0,196	0,125	0,125	0,232	0,125	0,125	0,214	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
0,15	1.12	0,075	0,150	0,150	0,113	0,000	0,000	0,094	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
	Społeczne												
0,15	2.1	0,139	0,075	0,075	0,150	0,150	0,150	0,150	0,000	0,000	0,118	0,075	0,075
0,2	2.2	0,200	0,000	0,000	0,190	0,200	0,200	0,180	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000
0,25	2.4	0,188	0,250	0,250	0,219	0,250	0,250	0,172	0,125	0,125	0,250	0,250	0,250
0,2	2.5	0,170	0,100	0,100	0,200	0,000	0,000	0,170	0,100	0,100	0,180	0,200	0,200
0,2	2.9	0,122	0,100	0,100	0,133	0,200	0,200	0,178	0,200	0,200	0,200	0,000	0,000
	Ekonomiczne												
0,2	3.1	0,141	0,200	0,200	0,118	0,200	0,200	0,153	0,100	0,100	0,200	0,100	0,100
0,15	3.4	0,103	0,075	0,075	0,111	0,150	0,150	0,126	0,150	0,150	0,150	0,075	0,075



0,15	3.7	0,083	0,150	0,150	0,098	0,150	0,150	0,128	0,150	0,150	0,150	0,000	0,000
0,3	3.8	0,159	0,150	0,150	0,212	0,300	0,300	0,265	0,150	0,150	0,300	0,150	0,150
0,2	3.9	0,114	0,200	0,200	0,143	0,200	0,200	0,186	0,100	0,100	0,200	0,200	0,200

Na podstawie przedstawionych powyżej składników oceny łącznej następuje określenie ostatecznej oceny łącznej (25).

**Tab. 5. Oceny łączne Poziomu I**

Kryteria	Dostawca A			Dostawca B			Dostawca C			Dostawca D		
	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$
Ekologiczne	0,806	0,475	0,475	0,851	0,575	0,575	0,858	0,900	0,900	0,885	0,500	0,500
Społeczne	0,819	0,525	0,525	0,892	0,800	0,800	0,850	0,425	0,425	0,948	0,525	0,525
Ekonomiczne	0,599	0,775	0,775	0,680	1,000	1,000	0,857	0,650	0,650	1,000	0,525	0,525

Zgodnie z algorytmem w dalszej kolejności następuje normowanie tych ocen zgodnie ze wzorami (26), (27) i (28).

**Tab. 6. Unormowane oceny łączne Poziomu I**

Kryteria	Dostawca A			Dostawca B			Dostawca C			Dostawca D		
	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$
Ekologiczne	0,911	0,528	0,528	0,961	0,639	0,639	0,969	1,000	1,000	1,000	0,556	0,556
Społeczne	0,864	0,656	0,656	0,941	1,000	1,000	0,896	0,531	0,531	1,000	0,656	0,656
Ekonomiczne	0,599	0,775	0,775	0,680	1,000	1,000	0,857	0,650	0,650	1,000	0,525	0,525

Uwzględniając ważności kryteriów *Poziomu I* (pierwsza kolumna) określone zostają oceny łączne względem kryterium globalnego (tabela 7).

**Tab. 7. Poszczególne czynniki oceny łącznej kryterium globalnego**

Ważności kryteriów	Kryteria	Dostawca A			Dostawca B			Dostawca C			Dostawca D		
		m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$
0,3	Ekologiczne	0,273	0,158	0,158	0,288	0,192	0,192	0,291	0,300	0,300	0,300	0,167	0,167
0,4	Społeczne	0,346	0,263	0,263	0,376	0,400	0,400	0,359	0,213	0,213	0,400	0,263	0,263
0,3	Ekonomiczne	0,180	0,233	0,233	0,204	0,300	0,300	0,257	0,195	0,195	0,300	0,158	0,158

Poniżej przedstawione są oceny łączne kryterium globalnego (tabela 8).

**Tab. 8. Oceny łączne względem kryterium globalnego**

	Dostawca A			Dostawca B			Dostawca C			Dostawca D		
	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$
Ocena łączna	0,799	0,653	0,653	0,869	0,892	0,892	0,907	0,708	0,708	1,000	0,587	0,587

W dalszej kolejności następuje unormowanie ocen łącznych oraz określenie wartości rzeczywistych ocen (30). Wyniki przedstawione są w tabeli poniżej (tabela 9).

**Tab. 9. Unormowane i rzeczywiste oceny łączne względem kryterium globalnego**

	Dostawca A			Dostawca B			Dostawca C			Dostawca D		
	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$	m	$\alpha$	$\beta$
Unormowana ocena łączna	0,799	0,733	0,733	0,869	1,000	1,000	0,907	0,793	0,793	1,000	0,658	0,658
Wartość rzeczywista	0,799			0,869			0,907			1,000		

Analizując otrzymane wyniki, w celu określenia dostawcy, który w najwyższym stopniu spełnił oczekiwania, maksymalizujemy wartość rzeczywistą oceny. Na podstawie otrzymanych wyników można wysunąć wnioski, że dostawcą w najwyższym stopniu spełniającym warunki określone przez wybrane kryteria jest dostawca D. Najniższą ocenę otrzymał dostawca A.

## WNIOSKI

W niniejszym artykule przedstawiono algorytm oceny dostawców sektora TSL ze względu na kryteria określone w CSR. Przedstawiono strukturę hierarchiczną kryteriów oraz propozycję reprezentacji ocen względem poszczególnych kryteriów z uwzględnieniem niepewności. Zaprezentowany przykład, przedstawiający praktyczne zastosowanie opisanego modelu, umożliwia ocenę oraz określenie rankingu potencjalnych dostawców. Algorytm ten może wspomagać podejmowanie decyzji w kwestii wyboru dostawców, będących potencjalnymi partnerami.

### Streszczenie

*W niniejszej pracy zaproponowano metodę oceny dostawców sektora TSL ze względu na poziom spełnienia kryteriów w ramach CSR. Przedstawiona metoda zakłada ocenę ze względu na kryteria ilościowe oraz jakościowe z możliwością uwzględnienia niepewności co wystawianych ocen oraz ważności poszczególnych kryteriów. Metoda ta oparta jest na metodzie AHP w połączeniu z teorią zbiorów rozmytych. Metoda AHP wykorzystywana jest w celu reprezentacji hierarchicznej struktury kryteriów spełnienia aspektów CSR, natomiast liczby rozmyte zastosowano w celu reprezentacji niepewności ocen kryteriów ilościowych i jakościowych. Na podstawie procesu oceny dostawców można w dalszej kolejności dokonać wyboru właściwych dostawców, spełniających w najwyższym stopniu oczekiwania według określonych kryteriów doboru. W celu prezentacji algorytmu przedstawiono przykład oceny potencjalnych dostawców w ramach wybranych kryteriów.*

## Evaluation of suppliers TSL sector as part of CSR under uncertainty

### Abstract

*In this paper proposes a method for evaluating suppliers TSL sector due to the level of fulfillment of the criteria in the context of CSR. The presented method involves assessment due to the quantitative and qualitative criteria with the ability to take into account the uncertainty of assessments issued and the validity of the criteria. This method is based on the method of AHP in conjunction with the theory of fuzzy sets. AHP method is used to represent the hierarchical structure of criteria fulfillment aspects of CSR, and the fuzzy numbers used to represent the uncertainty ratings quantitative and qualitative criteria. On the basis of the evaluation of suppliers can subsequently choose the right suppliers that provide the highest degree of expectations according to specific selection criteria. In order to present the algorithm shows an example of the evaluation of potential suppliers within the selected criteria.*

## BIBLIOGRAFIA

1. Bartkowiak A., Bartkowiak B. (red.), Społeczne i ekologiczne uwarunkowania funkcjonowania organizacji. Wyd. Uczelni Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Kaliszu, Kalisz 2010.
2. Basso A., Funari S., A data envelopment analysis approach to measure the mutual fund performance, European Journal of Operational Research, 135, 2001.
3. Bowen H., Social Responsibilities of the Businessman. Harper&Row, New York 1953.
4. Dubois D., Prade H., Fuzzy set and systems—theory and applications, Academic Press, New York 1980.
5. Everitt B. S., Landau S., Leese M., Cluster Analysis, London: Arnold, New York: Oxford University Press 2001.
6. Kawalec P., Błachut A. (red.), Odpowiedzialność społeczna w innowacyjnej gospodarce. KUL, Lublin 2011.

7. Łachwa A., Rozmyty świat zbiorów, liczb relacji, faktów, reguł i decyzji, AOW Exit, Warszawa 2001.
8. Piegat A., Modelowanie i sterowanie rozmyte. Exit, Warszawa 1999.
9. Rudnicka A., CSR - doskonalenie relacji społecznych w firmie. Wolters Kluwer, Warszawa 2012.
10. Rudnicka A., Odpowiedzialność społeczna w globalnym łańcuchu dostaw na przykładzie certyfikacji Fairtrade. Acta Universitatis Lodzianis, Folia Oeconomica 256, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego Łódź, 2011.
11. Rutkowski L., Metody i techniki sztucznej inteligencji, PWN, Warszawa 2009.
12. Saaty T. L., How to make a decision. The analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research, Volume 48. 1, 1990.
13. Saaty T. L., The Analytic Network Process: Decision making with dependence and feedback, 2<sup>nd</sup> ed.. RWS Publications, Pitsburg 2001.
14. Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z., Logistyka w przedsiębiorstwie. Wydanie III zmienione, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003.
15. Szota - Gabryś T., Koncepcja rachunku kosztów i korzyści w rachunkowości odpowiedzialności społecznej przedsiębiorstwa. Difin, Warszawa 2013.
16. Urbanek G., Pomiar kapitału intelektualnego i aktywów niematerialnych przedsiębiorstwa. Uniwersytet Łódzki, Łódź 2007.
17. [www.logistyka.net.pl](http://www.logistyka.net.pl)
18. [www.ipo.pl/public\\_relations/artykuly/zyski\\_z\\_CSR\\_592527](http://www.ipo.pl/public_relations/artykuly/zyski_z_CSR_592527)
19. [www.csr.szczecin.pl/baza\\_wiedzy/czym-jest-csr](http://www.csr.szczecin.pl/baza_wiedzy/czym-jest-csr)