

Damian KOLNY<sup>1</sup>, Jacek POSTROŻNY<sup>2</sup>

Opiekun naukowy: Stanisław PŁONKA<sup>3</sup>

## **METODA OCENY ATRAKCYJNOŚCI SEKTORA PRZEMYSŁU Z ZASTOSOWANIEM MACIERZY WAŻNOŚCI KRYTERIÓW**

**Streszczenie:** W artykule zamieszczono definicje zarządzania strategicznego i omówiono w formie skrótowej metody oceny atrakcyjności sektora przemysłu. Przedstawiono w sposób szczegółowy wielokryterialną metodę oceny atrakcyjności sektora z uwzględnieniem ważności kryteriów. Ważność poszczególnych kryteriów określono za pomocą macierzy Saaty'ego oraz wiedzy ekspertów. Do wyboru najlepszego sektora przemysłu zastosowano kryterium zastępcze będące sumą iloczynów kryteriów cząstkowych i odpowiadających im wag.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie strategiczne, analiza atrakcyjności sektora przemysłu, wielokryterialna metoda oceny z uwzględnieniem ważności kryteriów

## **METHODOLOGY FOR ASSESSING THE ATTRACTIVENESS OF AN INDUSTRIAL SECTOR USING THE CRITERIA WEIGHTING MATRIX**

**Summary:** The article presents the definition of strategic management and discusses in the form of a brief method of assessing the attractiveness of the industrial sector. A multi-criteria method for assessing the attractiveness of the sector, taking into account the validity of the criteria, is presented in detail. The validity of the individual criteria was determined using the Saaty matrix and expert knowledge. To select the best industry sector, a substitute criterion was used, which is the sum of the products of the sub-criteria and the corresponding weights.

**Keywords:** strategic management, analysis of the attractiveness of the industrial sector, multi-criteria method of assessment taking into account the importance of the criteria

---

<sup>1</sup> mgr inż., Uniwersytet Bielsko-Bialski, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Katedra Inżynierii Produkcji, [dkolny@ath.bielsko.pl](mailto:dkolny@ath.bielsko.pl)

<sup>2</sup> dr inż., Małopolska Uczelnia Państwowa im. rotmistrza Witolda Pileckiego w Oświęcimiu, Instytut Nauk Inżynieryjno-Technicznych, [jacek.postrozny@mup.edu.pl](mailto:jacek.postrozny@mup.edu.pl)

<sup>3</sup> prof. dr hab. inż., Uniwersytet Bielsko-Bialski, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, [splonka@ath.bielsko.pl](mailto:splonka@ath.bielsko.pl)

## 1. Wprowadzenie

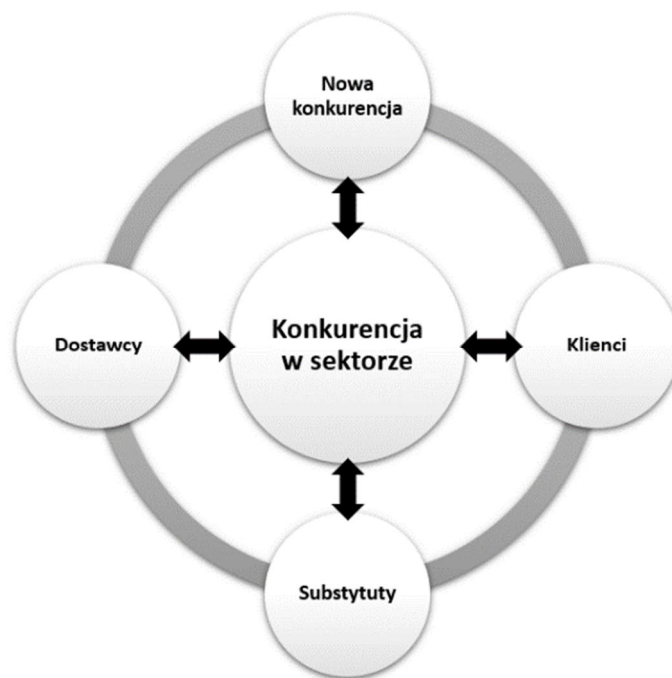
Istnieje wiele definicji pojęcia zarządzania strategicznego. Najbardziej trafną wydaje się definicja podana przez A. Stabryłę: „Zarządzanie strategiczne może być rozumiane jako proces informacyjno-decyzyjny, wspomagany funkcjami planowania, organizacji, motywacji i kontroli, którego celem jest rozstrzygnięcie o kluczowych problemach działalności przedsiębiorstwa, o jego przetrwaniu i rozwoju, ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania otoczenia i węzłowych czynników własnego potencjału wytwórczego” [4, 9].

Zarządzanie strategiczne można przedstawić jako proces złożony z trzech etapów: analizy, planowania i zarządzania, rozumianego jako etap realizacji opracowanej strategii. W sensie czynnościowym analiza strategiczna jest zbiorem działań diagnozujących organizację i jej otoczenie, umożliwiających zbudowanie planu strategicznego i jego realizację. Ważnym etapem analizy strategicznej przedsiębiorstwa jest analiza otoczenia konkurencyjnego przedsiębiorstwa, nazywanego często otoczeniem bliższym, przemysłowym lub sektorowym. Wynika to z faktu, że otoczenie konkurencyjne określa warunki funkcjonowania i rozwoju przedsiębiorstwa w danym sektorze i na danym geograficznie rynku [1, 2]. Przy czym sektor to część przemysłu grupująca przedsiębiorstwa produkujące wyroby lub usługi o podobnym przeznaczeniu i sprzedające je na tym samym geograficznie rynku. Analiza sektora, w którym działa przedsiębiorstwo, dostarcza istotnych informacji na temat szans i zagrożeń związanych z wiekiem i dynamiką sektora, zachowaniem się dostawców i klientów, a w szczególności na temat zachowań istniejących konkurentów i możliwości pojawienia się nowych uczestników sektora. Pozwala oceniać obecną i przyszłą atrakcyjność sektora i ryzyko związane z przebywaniem lub wchodzeniem do sektora.

Analiza sektora powinna być poprzedzona ogólną analizą całego przemysłu i gospodarki narodowej w celu wskazania globalnych, makroekonomicznych i strukturalnych uwarunkowań kondycji danego sektora. W szczególności takich danych dla całego przemysłu, jak rentowność, wielkość i dynamika sprzedaży, wielkość i zmiany zatrudnienia, inwestycje, poziom koncentracji, udział importu, które będą punktem odniesienia przy ocenie stanu i perspektyw konkretnego sektora. Celem analizy sektorowej jest znalezienie odpowiedzi na pytania [1, 2]:

- Jaka jest atrakcyjność badanego sektora dla przedsiębiorstwa lub potencjonalnego inwestora, jakie szanse i zagrożenia dla rozwoju przedsiębiorstwa stwarza funkcjonowanie w określonym sektorze?
- Które sektory dla funkcjonujących w nim przedsiębiorstw dają lepsze, a które gorsze możliwości rozwoju, łączenie jakich sektorów daje efekt synergiczny?
- Jakie nowe atrakcyjne sektory mogłyby w przyszłości stanowić pole działania przedsiębiorstwa i jakie należy ponieść koszty wejścia do tych sektorów?

Do analizy sektora przemysłu Porter [6] proponuje zbadanie pięciu czynników kształtujących jego atrakcyjność dla bieżących i przyszłych inwestorów zwaną metodą „analizy pięcioczynnikowej” lub „analizą pięciu sił” (rys. 1).



Rysunek 1. Czynniki wpływające na atrakcyjność inwestycyjną w sektorze [6]

Czynnikiemami tymi są:

1. siła oddziaływania dostawców i możliwości wywierania przez nich presji na przedsiębiorstwa sektora,
2. siła oddziaływania nabywców i możliwości wywierania przez nich presji na przedsiębiorstwa sektora,
3. natężenie walki konkurencyjnej wewnątrz sektora,
4. groźba pojawienia się nowych produktów,
5. groźba pojawienia się substytutów.

Atrakcyjność sektora przemysłu można oceniać również w oparciu o następujące metody [1]: metodę pod nazwą ekonomiczny profil sektora, metodę oceny punktowej, metodę map grup strategicznych oraz metodę krzywych doświadczeń.

Metodę punktową należy traktować jako drugi etap analizy sektora przemysłu, o większym niż w metodzie Portera stopniu precyzji, ale mniejszym stopniu szczegółowości [1, 2]. W metodzie punktowej oparto się na założeniu, że można określić listę kryteriów, które różnicują sektory i stopień ich atrakcyjności. Mając zbiór kryteriów różnicujących, można – ze względu na każde kryterium – porównać ze sobą dowolną liczbę sektorów. Do porównania wszystkich kryteriów wielu sektorów należy zastosować ocenę punktową. Poszczególne kryteria mają niejednakowe znaczenie dla oceny sektora, w związku z tym należy wprowadzić oceny ważone.

Celem artykułu jest zaproponowanie zmodyfikowanej metody oceny atrakcyjności sektora przemysłu ze względu na wiele kryteriów w postaci subiektywnych ocen punktowych z uwzględnieniem ich ważności. Wagi kryteriów proponuje się

wyznaczać z zastosowaniem macierzy Saaty'ego, której elementy określa się w oparciu o wiedzę ekspertów. Uporządkowanie sektorów przemysłu dokonuje się o kryterium zastępcze będące sumą iloczynów kryteriów cząstkowych i ich ważności.

## 2. Metoda oceny atrakcyjności sektora przemysłu ze względu na wiele kryteriów z uwzględnieniem ich ważności

Przystępując do omówienia modelu matematycznego optymalizacji wielokryterialnej atrakcyjności sektorów przemysłu należy uwzględnić w nim trzy aspekty: określenie zbioru sektorów przemysłu, kryteria oceny i algorytm poszukiwania optymalnego sektora przemysłu. Punktem wyjścia do optymalizacji jest określenie zbioru sektorów przemysłu ocenianych w świetle przyjętych kryteriów.

Danymi wejściowymi w wielokryterialnej metodzie oceny atrakcyjności sektora przemysłu są [5]:

- liczba sektorów przemysłu –  $n$ ,
- liczba kryteriów oceny atrakcyjności sektorów przemysłu –  $m$ ,
- elementy macierzy ważności poszczególnych kryteriów  $\mathbf{B} = [b_{ij}]$ ,
- elementy tablicy  $C = [c_{ij}]$ , będące unormowanymi ocenami punktowymi  $i$ -tego sektora według  $j$ -tego kryterium, podanymi przez  $e$ -tego eksperta (inaczej  $c_{ij}(e)$  – stopień przynależności  $i$ -tego sektora do zbioru, preferowany ze względu na kryterium  $j$ -te, podany przez  $e$ -tego eksperta).

Niech  $A$  oznacza zbiór sektorów przemysłu:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad (1)$$

oraz  $K$  – zbiór subiektywnych kryteriów punktowych:

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}. \quad (2)$$

Utworzono macierz ważności poszczególnych kryteriów  $\mathbf{B}$ :

$$\mathbf{B} = [b_{ij}]. \quad (3)$$

Macierz  $\mathbf{B}$  wyznacza się metodą Saaty'ego [7, 8] polegającą na porównaniu kolejnych par kryteriów. Poszczególne wartości  $b_{ij}$  tej macierzy przyjmuje się następująco [3]:

- $b_{ij} = 1$ ; gdy  $k_i$  i  $k_j$  są jednakowo ważne,
- $b_{ij} = 3$ ; gdy  $k_i$  jest nieco ważniejsze od  $k_j$ ,
- $b_{ij} = 5$ ; gdy  $k_i$  jest dostatecznie ważniejsze od  $k_j$ ,
- $b_{ij} = 7$ ; gdy  $k_i$  jest dużo ważniejsze od  $k_j$ ,
- $b_{ij} = 9$ ; gdy  $k_i$  jest wyraźnie ważniejsze od  $k_j$ ,
- $b_{ij} = 12$ ; gdy  $k_i$  jest absolutnie ważniejsze od  $k_j$ ,

ponadto przyjmuje się, że  $b_{ij} = 1/b_{ji}$  oraz dla  $i = j$  wartość  $b_{ij} = 1$ .

Dla kilku ekspertów tworzenie macierzy ważności kryteriów  $\mathbf{B}$  przebiega następująco:

- każdy z ekspertów tworzy macierz  $\mathbf{B}$  indywidualnie,
- z otrzymanych macierzy, zwanych cząstkowymi, tworzy się jedną zbiorczą macierz ważności kryteriów (dowolny wyraz macierzy nad główną przekątną oblicza się jako średnią arytmetyczną z odpowiednich wyrazów

macierzy cząstkowych, natomiast wyrazy pod główną przekątną stanowią odwrotności odpowiadających im wyrazów znajdujących się nad główną przekątną).

Następnie dla wyznaczonej macierzy zbiorczej ważności kryteriów szuka się wektora własnego  $\mathbf{Y}$ , który spełnia następujące równanie macierzowe:

$$\mathbf{B}\mathbf{Y} = \lambda_{\max}\mathbf{Y}. \quad (4)$$

gdzie:  $\mathbf{B}$  – zbiorcza macierz ważności kryteriów,  $\mathbf{Y}$  – wektor własny, który w powyższym równaniu stanowi macierz kolumnową,  $\lambda_{\max}$  – skalar oznaczający maksymalną wartość własną macierzy  $\mathbf{B}$ .

Maksymalną wartość własną macierzy  $\mathbf{B}$  wyznacza się rozwiązując następujące równanie:

$$\begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mm} - \lambda \end{vmatrix} = 0. \quad (5)$$

A zatem szukany jest taki wektor  $\mathbf{Y}$ , dla którego powyższe równanie (4) jest spełnione dla możliwie największej wartości liczby  $\lambda = \lambda_{\max}$ . Szukany wektor ma tyle współrzędnych, ile jest kryteriów. Współrzędne tego wektora wylicza się na podstawie jednorodnego układu równań:

$$\begin{cases} (a_{11} - \lambda_{\max})y_1 + a_{12}y_2 + \dots + a_{1m}y_m = 0 \\ a_{21}y_1 + (a_{22} - \lambda_{\max})y_2 + \dots + a_{2m}y_m = 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + \dots + (a_{mm} - \lambda_{\max})y_m = 0 \end{cases}. \quad (6)$$

Współrzędne te muszą dodatkowo spełniać warunek, aby ich suma była równa liczbie przyjętych kryteriów:

$$\sum_{j=1}^m y_j = m. \quad (7)$$

Ponieważ macierz ważności kryteriów powstaje w wyniku porównywania kolejnych par kryteriów, wynika stąd, że macierz ta jest macierzą kwadratową o wymiarze równym liczbie przyjętych kryteriów. Macierz ta powinna spełniać, choćby w przybliżeniu, warunek konsystencji [7, 8]:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - m}{m-1} \leq 0,1 \quad (8)$$

gdzie:  $m$  – liczba kryteriów, a zarazem rząd macierzy  $\mathbf{B}$ .

Z metody Saaty'ego wynika, że zadowalające spełnienie warunku konsystencji  $CI \leq 0,1$  zapewnia wystarczającą adekwatność tej metody, w której występują wartości i wektory własne macierzy  $\mathbf{B}$ .

Kolejnym etapem opracowanej metody jest podanie elementów tablicy  $C = [c_{ij}]$  w wersji punktowej, która przebiega następująco:

- ustala się zakres skali punktowej, za pomocą której oceniane zostają (najczęściej przez 3 ekspertów) wszystkie sektory przemysłu w świetle

- przyjętych kryteriów. Zakres skali przyjmowany jest zależnie od subiektywnego odczucia co do możliwości zróżnicowania poszczególnych sektorów, najczęściej oceny są liczbami całkowitymi z przedziału domkniętego  $\langle 0, 10 \rangle$  lub  $\langle 0, 15 \rangle$  (w przypadku większej liczby sektorów),
- oceny punktowe poddaje się normalizacji, tzn. sprowadza się z przyjętego przedziału do przedziału  $\langle 0, 1 \rangle$ , przez co w bezpośredni sposób otrzymuje się poszczególne wartości unormowanych ocen punktowych.

Zakłada się, że  $S_{ij}(e)$ , gdzie:  $i = 1, \dots, n$ ;  $j = 1, \dots, m$ , oznaczają oceny punktowe przypisane poszczególnym  $i$ -tym sektorom przemysłu w świetle każdego z  $j$ -kryteriów przez  $e$ -tego eksperta.

Pierwszy krok normalizowania polega na utworzeniu następujących sum:

$$S_j(e) = \sum_{i=1}^n S_{ij}(e). \quad (9)$$

Z ocen podanych przez  $e$ -tego eksperta tworzonych jest tyle sum, ile jest przyjętych kryteriów. Każda wartość  $S_j(e)$  to suma ocen punktowych przypisanych poszczególnym sektorom względem kryterium  $k_j$  przez  $e$ -tego eksperta.

Drugi krok normalizowania pozwala na bezpośrednie sprowadzenie oceny punktowej  $S_{ij}(e)$  do wartości unormowanej  $c_{ij}(e)$  przez podzielenie danej oceny punktowej przez odpowiednią dla danego kryterium wartość sumy  $S_j(e)$  dla każdego  $j = 1, \dots, m$  ( $m$  – liczba kryteriów) oraz dla każdego  $e = 1, \dots, p$  ( $p$  – liczba ekspertów):

$$c_{ij}(e) = \frac{S_{ij}(e)}{S_j(e)}. \quad (10)$$

Każda otrzymana w ten sposób wartość należy do przedziału domkniętego  $\langle 0, 1 \rangle$ . Suma wszystkich wartości ocen unormowanych związanych z danym kryterium równa jest jedności.

Kolejny krok polega na utworzeniu łącznych ocen unormowanych przez uśrednienie ocen podanych przez poszczególnych ekspertów. Zagadnienie to sprowadza się praktycznie do uśrednienia wszystkich elementów tablicy  $C = [c_{ij}(e)]$  względem wskaźnika „ $e$ ”, oznaczającego numer eksperta, korzystając z następującej zależności:

$$c_{ij} = \frac{1}{p} \sum_{e=1}^p c_{ij}(e). \quad (11)$$

Następnie, korzystając z metody wag, problem optymalizacji wielokryterialnej sprowadza się do optymalizacji jednokryterialnej, na drodze utworzenia kryterium zastępczego o postaci:

$$k(a_i) = \sum_{j=1}^m w_j c_{ij}. \quad (12)$$

gdzie:  $w_j$  – współczynnik wagowy  $j$ -tego kryterium odpowiadający  $j$ -tej współrzędnej wektora własnego  $y_j$ .

W efekcie, mając obliczone wartości kryterium zastępczego dla każdego sektora przemysłu, porządkuje się je od najlepszego (największa wartość kryterium) do najgorszego (najmniejsza wartość).

Na ogół liczba kryteriów oceny atrakcyjności sektora przemysłu wynosi od 8 do 15 [2]. Przykładowy zestaw kryteriów do oceny atrakcyjności sektora przemysłu zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Przykładowy zestaw kryteriów do oceny atrakcyjności sektora, opracowanie własne na podstawie [2]

Lp.	Kryterium oceny sektora	$S_{ij}(e)$	$c_{ij}(e)$	$c_{ij}$	$w_j$	$w_j c_{ij}$
1	Wielkość rynku					
2	Przewidywana stopa wzrostu rynku					
3	Rentowność sektora					
4	Stopień koncentracji sektora					
5	Ostrość walki konkurencyjnej					
6	Wysokość barier wejścia					
7	Wysokość barier wyjścia					
8	Grożba pojawienia się substytutów					
9	Grożba pojawienia się nowych konkurentów					
10	Pewność zaopatrzenia					
11	Stabilność technologiczna					
12	Możliwość różnicowania produktów					
13	Możliwość dywersyfikowania działalności					
14	Sezonowość i cykliczność					
15	Zagrożenia środowiska przyrodniczego					
Łączna ocena atrakcyjności sektora $k(a_i) = \sum_{j=1}^{15} w_j c_{ij}$						

### 3. Podsumowanie

Metoda punktowej oceny atrakcyjności sektora wymaga dogłębnej analizy otoczenia konkurencyjnego. W tym celu niezbędny jest umiejętny dobór ekspertów oraz szeroka ich wiedza z zakresu zarządzania strategicznego. Zastosowanie macierzy Saaty'ego do wyznaczenia wag poszczególnych kryteriów pozwala na ograniczenie subiektywizmu ich oceny, natomiast wymaga odpowiedniej wiedzy matematycznej. Główną zaletą przedstawionej metody jest możliwość precyzyjnej oceny atrakcyjności nieograniczonej liczby sektorów ze względu na wiele kryteriów z uwzględnieniem ich ważności.

**LITERATURA**

1. GIERSZEWSKA G., ROMANOWSKA M.: Analiza strategiczna przedsiębiorstwa, Wyd. II zmienione. PWE, Warszawa 2000.
2. GIERSZEWSKA G., ROMANOWSKA M.: Analiza strategiczna przedsiębiorstwa, PWE, Warszawa 2017.
3. KACPRZYK J.: Zbiory rozmyte w analizie systemowej, PWN, Warszawa 1986.
4. PIERŚCIONEK Z.: Zarządzanie strategiczne w przedsiębiorstwie, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022.
5. PŁONKA S.: Wielokryterialna optymalizacja procesów wytwarzania części maszyn, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2017.
6. PORTER M. E.: Strategia konkurencji. Metody analizy sektorów i konkurentów, PWE, Warszawa 1994.
7. SAATY T.L.: The Analytic Hierarchy Processes, McGraw-Hill, New York 1980.
8. SAATY T.L.: Decisions Making with Dependence and Feedback. The Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh, PA 2001.
9. STABRYŁA A.: Zarządzanie strategiczne w teorii i praktyce firmy, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022.