

## WYKORZYSTANIE ANALIZY WIELOKRYTERIALNEJ DO BADANIA POTENCJAŁU GOSPODARCZEGO WOJEWÓDZTWA PODKARPACKIEGO

**Michał Kościółek**

Katedra Ekonomii

Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

e-mail: mkos@prz.edu.pl

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wykorzystanie metod analizy wielokryterialnej za pomocą których został zbadany potencjał gospodarczy województwa podkarpackiego. Z wielu czynników wpływających na rozwój oraz utrzymanie potencjału gospodarczego wyodrębniono 5 cech. Wyodrębnienia dokonano za pomocą metody AHP. Na podstawie wybranych cech dokonano badania metodą unitaryzacji zerowanej oraz metodą Czekanowskiego. Badanie wykazało, że wybór metody do analizy wielokryterialnej ma niewielki wpływ na grupowanie poszczególnych powiatów w województwie podkarpackim.

**Słowa kluczowe:** analiza wielokryterialna, metoda AHP, metoda unitaryzacji zerowanej, metoda Czekanowskiego, potencjał gospodarczy, województwo podkarpackie, klasyfikacja

### WSTĘP

Potencjał gospodarczy jest określany poprzez umiejętność danego kraju – postrzeganego jako jednostka gospodarcza jak i polityczna- do długookresowego tworzenia wartości dodanej[Stern i in. 2000]<sup>1</sup>.

Do badania potencjału gospodarczego danego podmiotu można wykorzystać wiele metod analizy wielokryterialnej. Dobór metod jest kluczowy, ponieważ nie wszystkie metody pozwalają na ich porównanie. Celem opracowania jest próba

---

<sup>1</sup> Stern S., Porter M.E., Furman J.L., (2000), *The Determinants of National Innovative Capacity*, "Working Paper" No 7876, National Bureau of Economic Research, Cambridge, s. 1.

określenia potencjału województwa podkarpackiego za pomocą metod analizy wielokryterialnej. Dla tak określonego celu pracy zostanie zweryfikowana następująca hipoteza: potencjał gospodarczy województwa podkarpackiego kształtuje się w taki sam sposób niezależnie od zastosowanej metody badawczej.

## OPIS PORÓWNYWANYCH METOD

W opracowaniu zostały zastosowane trzy metody analizy wielokryterialnej:

- metoda AHP (Analytic Hierarchy Process),
- metoda unitaryzacji zerowanej,
- Diagram Czekanowskiego.

Metoda AHP jest jedna z najbardziej popularnych i najszybciej rozwijających się metod matematycznych, pozwalającej rozwiązywać problemy wielokryterialne. Wspomaga ona rozwiązanie złożonych problemów, poprzez rozłożenie ich na czynniki. Może być też pomocna w przypadku porównywania dwóch lub większej ilości obiektów, w celu wyboru optymalnego rozwiązania.

Metoda ta obejmuje podejście wielokryterialne oparte na preferencjach. Każdy oceniający ocenia badane warianty według własnej, subiektywnej oceny. Ważnym założeniem jest porównywalność badanych wariantów.

Metoda AHP uwzględnia specyfikę procesów wartościowania, które mają charakter hierarchiczny. Jej zastosowanie jest szczególnie widoczne w podejmowaniu decyzji o charakterze ekonomicznym czy technicznym w przypadku występowania jedynie kryteriów jakościowych. Oceniający badane warianty powinien być osobą mającą doświadczenie w danym obszarze [Downarowicz i in. 2000]<sup>2</sup>.

Etapami w przeprowadzaniu analizy metodą AHP są [Saaty 2004]<sup>3</sup>:

- tworzenie hierarchicznej struktury procesu decyzyjnego,
- dobór osób oceniających (ekspertów) oraz obliczenie ocen dla elementów hierarchii,
- tworzenie macierzy preferencji,
- tworzenie rankingu finalnego.

Pierwszy etap ma charakter analityczny. Od jakości analizy i doboru wariantów (obiektów) zależy jej wynik końcowy. Niezmiernie ważne w tym etapie jest, aby osoba zajmująca się dekompozycją problemu zajmowała się badanym tematem i miała doświadczenie w tym obszarze.

---

<sup>2</sup> Downarowicz O., Krause J., Sikorski M., Stachowski W. (2000), *Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego*, Politechnika Gdańska, Gdańsk, str. 7-9.

<sup>3</sup> Saaty T. L. (2004), *Decision Making – The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP)*. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, Tsinghua University, Beijing, Vol. 13, No. 1, str. 1-11.

Kolejnym etapem jest dobór grona eksperckiego. Osoby te będą porównywać parami czynniki (cele) według skali Saaty'ego. Na tym etapie obliczane są również oceny dla poszczególnych elementów hierarchii. W tabeli 1 została zaprezentowana skala preferencji pomiędzy porównywanymi elementami, której używa się do badania metodą AHP.

Tabela 1. Skala preferencji między porównywanymi elementami według Saaty'ego

Przewaga ważności elementów decyzyjnych	Opisowe wyrażenie ważności elementów decyzyjnych	Przyporządkowane wartości
Równoważność	X ma takie samo znaczenie jak Y (oba elementy przyczyniają się w równym stopniu do osiągnięcia celu)	1
Słaba lub umiarkowana	X ma trochę większe znaczenie niż Y (nieprzekonujące znaczenie lub słaba preferencja jednego elementu nad drugim)	3
Istotna, zasadnicza, mocna	X ma wyraźnie większe znaczenie niż Y (zasadnicze lub mocne znaczenie lub mocna preferencja jednego elementu nad innym)	5
Zdecydowana lub bardzo mocna	X ma bezwzględnie większe znaczenie niż Y (zdecydowane znaczenie lub bardzo mocna preferencja jednego elementu nad innym)	7
Absolutna	X ma absolutnie większe znaczenie niż Y (absolutne znaczenie lub absolutna preferencja jednego elementu nad innym)	9

Źródło: Winnicki K., Jurek A., Landowski M., *Zastosowanie metody analizy hierarchicznej problemu*, str. 156, <http://p-e.up.krakow.pl/article/viewFile/682/554>

Dwa ostatnie etapy to tworzenie i badanie spójności macierzy preferencji i na jej podstawie tworzenie rankingu końcowego. Ranking końcowy ma na celu pomoc w wyborze najlepszego rozwiązania.

Zaletą przedstawionej metody jest jej prosty sposób obliczania. Do przeprowadzenia obliczeń wystarczy jedynie arkusz kalkulacyjny. Metoda AHP ma na celu ułatwienie wyboru optymalnego wariantu (scenariusza).

Drugą z zastosowanych metod jest metoda unitaryzacji zerowanej. Metoda ta opiera się na porównywaniu wybranych elementów pod względem wielu kryteriów, które niekiedy obrazują odmienne od siebie zmienne. Zmienne często wyrażone są poprzez różne od siebie wielkości. Metoda ta ma na celu uprządkowanie i unormowanie tych cech. Obejmuje ona zarówno elementy ujemne

(destymulanty) jak i dodatnie (stymulanty) [Kukuła 2012]<sup>4</sup>. Normowanie cech odbywa się za pomocą wzorów [Miszczyńska]<sup>5</sup>:

$$z_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, r; j = 1, 2, \dots, s) \quad (1)$$

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, r; j = 1, 2, \dots, s) \quad (2)$$

Wzór (1) odnosi się do destymulant, natomiast wzór (2) do stymulant. Dzięki tym wzorom tworzona jest macierz zawierająca wybrane wskaźniki. Stworzenie macierzy pozwala w późniejszym etapie na stworzenie rankingu obiektów i określenia grup podobnych do siebie.

Metoda unitaryzacji zerowanej ma na celu przedstawienie wielu kryteriów za pomocą jednej unormowanej zmiennej.

Ostatnią zastosowaną metodą jest metoda Czekanowskiego, zwana również diagramem Czekanowskiego. Metoda ta jest najstarszą metodą taksonomiczną i jest to również uniwersalna metoda klasyfikacji statystycznej.

Diagram Czekanowskiego pozwala na określenie powiązań między obiektami (jednostkami) oraz unaocznic związek i podobieństwa między nimi. Dzięki tej metodzie można stworzyć grupy obiektów charakteryzujące się podobnymi cechami [Wójcik 2012]<sup>6</sup>.

Przy stosowaniu tej metody trzeba trzymać się określonych etapów i wykonywać je sumiennie aby uzyskany wynik był miarodajny. Przy przygotowaniu diagramu Czekanowskiego, należy postępować według następującej procedury [Heffner i in. 2007]<sup>7</sup>:

1. zdefiniowanie macierzy danych,
2. doprowadzenie danych do porównywalności poprzez zastosowanie standaryzacji lub unitaryzacji zmiennych,
3. wybór miary podobieństwa,

<sup>4</sup> Kukuła K. (2012), Propozycja budowy rankingu obiektów z wykorzystaniem cech ilościowych oraz jakościowych, *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, tom XIII/1, str. 6-13.

<sup>5</sup> Miszczyńska D., Metoda unitaryzacji zerowanej, [http://www.kbo.uni.lodz.pl/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&Itemid=33&gid=1017](http://www.kbo.uni.lodz.pl/index.php?option=com_docman&task=doc_download&Itemid=33&gid=1017) [dostęp: 20.08.2014]

<sup>6</sup> Wójcik A. (2013), Zastosowanie diagramu Czekanowskiego do badania podobieństw krajów Unii Europejskiej pod względem pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, [http://zif.wzr.pl/pim/2013\\_4\\_4\\_25.pdf](http://zif.wzr.pl/pim/2013_4_4_25.pdf) [dostęp: 20.08.2014]

<sup>7</sup> Heffner K., Gibas P. (2007), *Analiza ekonomiczno-przestrzenna*, WUE, Katowice, str.55.

4. obliczenie macierzy odległości taksonomicznych,
5. wyszukanie w macierzy odległości taksonomicznych wartości minimalnej i maksymalnej,
6. wyznaczenie przedziałów klasowych dla wartości odległości taksonomicznych na podstawie wyznaczonego empirycznego obszaru zmienności,
7. opracowanie nieuporządkowanego diagramu Czekanowskiego,
8. uzyskanie uporządkowanego diagramu Czekanowskiego,
9. interpretacja uzyskanych wyników.

Ostatnim etapem jest interpretacja wyników, może ona zostać przedstawiona w postaci uporządkowanego diagramu Czekanowskiego wraz z opisem, lub w postaci rankingu końcowego grupującego obiekty (jednostki) podobne. Metoda ta pozwala wyodrębnić najlepsze obszary.

#### ANALIZA WYBRANYMI METODAMI BADAWCZYMI

Pierwszym etapem analizy było wyodrębnienie z dziesięciu wskaźników pięciu najważniejszych określających potencjał gospodarczy. Do tego wykorzystano metodę AHP. Grupa ekspertów (grupa składająca się z pięciu osób) porównywała pary wskaźników określając przewagę jednego elementu nad drugim wykorzystując skalę preferencji według Saaty'ego. Z dziesięciu wskaźników wyodrębniono pięć najważniejszych. Są to wskaźniki:

- podmioty wpisane do rejestru REGON na 10 tys. ludności,
- przeciętne wynagrodzenie miesięczne brutto,
- stopa bezrobocia rejestrowanego,
- nakłady inwestycyjne przedsiębiorstw w przeliczeniu na jednego mieszkańca,
- migracje – zameldowania na pobyt stały.

Gdy zostały wyodrębnione wskaźniki określające w najlepszy sposób potencjał gospodarczy zaczęto analizę metodą unitaryzacji zerowanej i metodą (diagramem) Czekanowskiego. W początkowej fazie analizy metodą unitaryzacji zerowanej należało określić czy dany wskaźnik jest stymulantą czy destymulantą, i tak:

- podmioty wpisane do rejestru REGON na 10 tys. ludności - stymulanta,
- przeciętne wynagrodzenie miesięczne brutto - stymulanta,
- stopa bezrobocia rejestrowanego - destymulanta,
- nakłady inwestycyjne przedsiębiorstw w przeliczeniu na jednego mieszkańca - stymulanta,
- migracje – zameldowania na pobyt stały - stymulanta.

Po tym etapie tworzona jest macierz zawierająca wszystkie wyżej wymienione wskaźniki unormowana przy pomocą wzoru 1 i 2. Wyniki tej analizy zostały przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Macierz określająca potencjał gospodarczy województwa podkarpackiego za pomocą metody unitaryzacji zerowanej

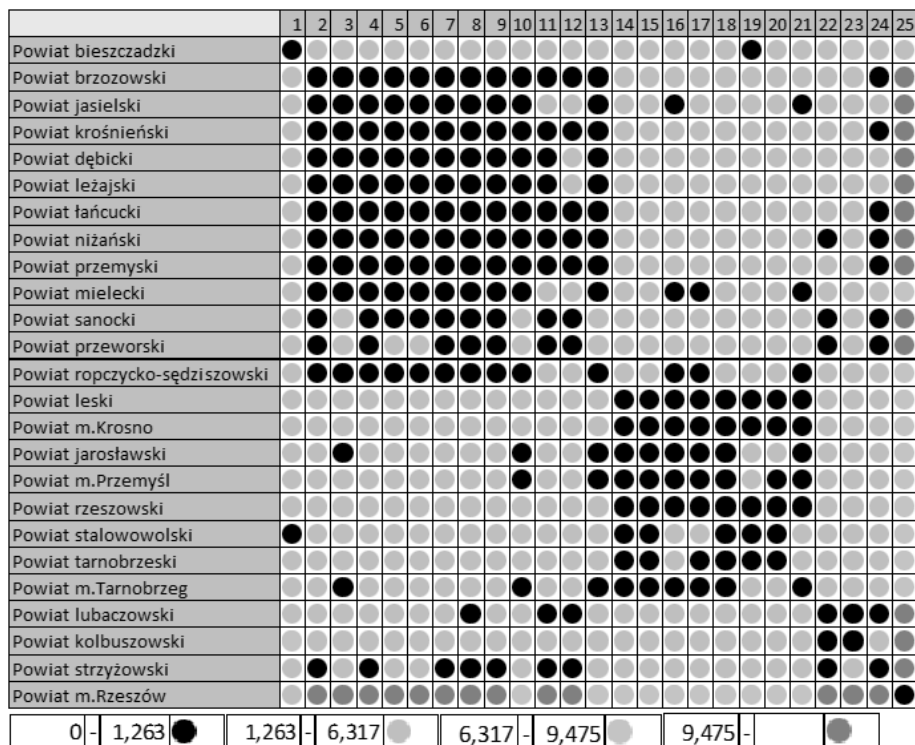
Jednostki terytorialne	x1	x2	x3	x4	x5	Q
Powiat m. Rzeszów	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	<b>0,95</b>
Powiat m. Krosno	0,91	0,08	0,98	1,00	0,13	<b>0,62</b>
Powiat stalowowolski	0,40	0,56	0,60	0,70	0,17	<b>0,48</b>
Powiat tarnobrzeski	0,16	0,47	0,56	0,99	0,10	<b>0,46</b>
Powiat rzeszowski	0,19	0,23	0,63	0,38	0,68	<b>0,42</b>
Powiat m. Tarnobrzeg	0,71	0,35	0,56	0,22	0,09	<b>0,39</b>
Powiat mielecki	0,30	0,48	0,69	0,33	0,11	<b>0,38</b>
Powiat dębicki	0,18	0,31	0,68	0,49	0,11	<b>0,35</b>
Powiat bieszczadzki	0,64	0,40	0,06	0,60	0,00	<b>0,34</b>
Powiat m. Przemyśl	0,59	0,53	0,41	0,01	0,12	<b>0,33</b>
Powiat sanocki	0,28	0,21	0,70	0,28	0,09	<b>0,31</b>
Powiat jarosławski	0,22	0,44	0,34	0,32	0,14	<b>0,29</b>
Powiat leski	0,70	0,41	0,13	0,13	0,00	<b>0,28</b>
Powiat jasielski	0,22	0,29	0,37	0,23	0,12	<b>0,25</b>
Powiat łańcucki	0,25	0,11	0,37	0,26	0,11	<b>0,22</b>
Powiat leżajski	0,09	0,40	0,34	0,20	0,05	<b>0,22</b>
Powiat krośnieński	0,18	0,09	0,34	0,20	0,25	<b>0,21</b>
Powiat ropczycko-sędziszowski	0,16	0,33	0,20	0,24	0,07	<b>0,20</b>
Powiat przemyski	0,00	0,27	0,27	0,11	0,21	<b>0,17</b>
Powiat lubaczowski	0,04	0,18	0,42	0,15	0,02	<b>0,16</b>
Powiat przeworski	0,05	0,15	0,33	0,08	0,11	<b>0,14</b>
Powiat kolbuszowski	0,04	0,04	0,48	0,08	0,02	<b>0,13</b>
Powiat brzozowski	0,06	0,20	0,05	0,00	0,08	<b>0,08</b>
Powiat strzyżowski	0,08	0,00	0,12	0,06	0,08	<b>0,07</b>
Powiat niżański	0,10	0,09	0,00	0,00	0,10	<b>0,06</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS

Wartość Q w tabeli 2 odzwierciedla potencjał każdego z powiatów w województwie podkarpackim w odniesieniu do wszystkich pięciu wskaźników. W analizie wyróżnić można powiat miasto Rzeszów, który swoim wynikiem odbiega od reszty powiatów.

Kolejnym etapem analizy było wykreślenie diagramu Czekanowskiego, który miał za zadanie określenie podobieństw w potencjale gospodarczym w województwie podkarpackim. Diagram został stworzony w programie Microsoft Excel 2007.

Rysunek 1. Diagram Czekanowskiego określający potencjał poszczególnych powiatów w województwie podkarpackim



Źródło: opracowanie własne

Diagram Czekanowskiego zaprezentowany na rysunku 1, przedstawia grupy powiatów o podobnym potencjale gospodarczym na terenie województwa podkarpackiego. Skala zastosowana na rysunku pozwala na wskazanie regionów o podobnym potencjale gospodarczym. Im wartość wyższa tym powiat ma większy potencjał gospodarczy. Wyodrębnić można trzy grupy powiatów które posiadają podobny potencjał gospodarczy. Jedynie powiat miasto Rzeszów odbiega pozytywnie od reszty powiatów, ponieważ posiada wyższy potencjał gospodarczy natomiast powiat bieszczadzki prezentuje się w tym zestawieniu najgorzej.

## PODSUMOWANIE

Badanie potencjału gospodarczego w województwie podkarpackim wykazało, że niezależnie od zastosowanej metody powiat miasto Rzeszów wyróżniało się w pozytywny sposób. Rozwój tego powiatu odbiegał od reszty i jest on wzorem do naśladowania przez inne powiaty.

Tabela 3. Porównanie wyników uzyskanych obiema metodami badawczymi

L.p	Powiat	Grupa wg MUZ	Grupa wg DC
1	Powiat m. Rzeszów	I	I
2	Powiat m. Krosno	II	III
3	Powiat stalowowolski	III	III
4	Powiat tarnobrzegi	III	III
5	Powiat rzeszowski	III	III
6	Powiat m. Tarnobrzeg	III	III
7	Powiat mielecki	III	II
8	Powiat dębicki	III	II
9	Powiat bieszczadzki	IV	V
10	Powiat m. Przemyśl	IV	III
11	Powiat sanocki	IV	II
12	Powiat jarosławski	IV	III
13	Powiat leski	IV	III
14	Powiat jasielski	IV	II
15	Powiat łańcucki	IV	II
16	Powiat leżajski	IV	II
17	Powiat krośnieński	IV	II
18	Powiat ropczycko-sędziszowski	IV	II
19	Powiat przemyski	V	II
20	Powiat lubaczowski	V	IV
21	Powiat przeworski	V	II
22	Powiat kolbuszowski	V	IV
23	Powiat brzozowski	V	II
24	Powiat strzyżowski	V	IV
25	Powiat niżański	V	II

Źródło: opracowanie własne

W przypadku większości powiatów zauważyć można, że niezależnie od zastosowanej metody zostały one sklasyfikowane w tej samej grupie lub najbliższej (tabela 3). Brak identycznej grupy może być uwarunkowany tym, iż w przypadku tworzenia grup w obu przypadkach przedziały zostały stworzone niezależnie.

Przyjęta hipoteza została potwierdzona. Niezależnie od wyboru metody badawczej rozkład potencjału gospodarczego w województwie podkarpackim przedstawiał się identycznie.



## BIBLIOGRAFIA

- Downarowicz O., Krause J., Sikorski M., Stachowski W. (2000), Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego, Politechnika Gdańska, Gdańsk, str. 7-9.
- Heffmer K. (2007), Gibas P., Analiza ekonomiczno-przestrzenna, WUE, Katowice, str.55.
- Kukuła K. (2012), Propozycja budowy rankingu obiektów z wykorzystaniem cech ilościowych oraz jakościowych, Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych, tom XIII/1, str. 6-13.
- Miszczyńska D., Metoda unitaryzacji zerowanej,  
[http://www.kbo.uni.lodz.pl/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&Itemid=33&gid=1017](http://www.kbo.uni.lodz.pl/index.php?option=com_docman&task=doc_download&Itemid=33&gid=1017) [dostęp: 20.08.2014].
- Saaty T. L. (2004), Decision Making – The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). Journal of Systems Science and Systems Engineering, Tsinghua University, Beijing, Vol. 13, No. 1, str. 1-11.
- Stern S., Porter M.E., Furman J.L., (2000), The Determinants of National Innovative Capacity, “Working Paper” No 7876, National Bureau of Economic Research, Cambridge, s. 1.
- Winnicki K., Jurek A., Landowski M., Zastosowanie metody analizy hierarchicznej problemu, str. 156, <http://p-e.up.krakow.pl/article/viewFile/682/554>.
- Wójcik A. (2013), Zastosowanie diagramu Czekanowskiego do badania podobieństw krajów Unii Europejskiej pod względem pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, [http://zif.wzr.pl/pim/2013\\_4\\_4\\_25.pdf](http://zif.wzr.pl/pim/2013_4_4_25.pdf) [dostęp: 20.08.2014].

### APPLICATION OF MULTI-CRITERIA ANALYSIS IN RESEARCH ON ECONOMIC POTENTIAL OF PODKARPACKIE PROVINCE

**Abstract:** The article will outline the application of multi-criteria analysis by the use of which the economic potential of Podkarpackie Province will be examined. From numerous factors influencing the development and maintenance of economic potential, 5 features were distinguished. It was done with the aid of selection in the use of AHP method. On the basis of distinguished features the examination was made by the use of zero unitarization method as well as Czekanowski's method. The examination showed that the choice of method for multi-criteria analysis has little effect on grouping of particular communes in Podkarpackie Province.

**Keywords:** multi-criteria analysis, AHP method, zero unitarization method, Czekanowski's method, economic potential, Podkarpackie Province, classification