

Aleksandra Łuczak

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

OCENA CZYNNIKÓW STRATEGICZNYCH GMINY WIEJSKIEJ Z ZASTOSOWANIEM METODY FAHP

THE APPLICATION OF FAHP METHOD TO EVALUATE A RURAL COUNTY STRATEGIC FACTORS

Słowa kluczowe: czynniki strategiczne, gmina, rozmyty analityczny proces hierarchiczny (FAHP)

Key words: strategic factor, county, fuzzy analytic hierarchy process (FAHP)

Abstrakt. Celem pracy było przedstawienie możliwości zastosowania metody rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego (FAHP) do oceny czynników strategicznych (celów strategicznych i zadań) w gminie wiejskiej. Proponowane podejście zilustrowano przykładem dla gminy wiejskiej Kleszczewo w województwie wielkopolskim. W badaniach wykorzystano dane z badań ankietowych przeprowadzonych wśród radnych gminy Kleszczewo w 2012 r. Zaproponowane podejście może być wykorzystane w procesie tworzenia strategii rozwojowych jednostek administracyjnych.

Wstęp

Procesy zachodzące w lokalnej gospodarce są złożone, a kierowanie rozwojem jednostki administracyjnej takiej jak gmina, wymaga zastosowania przez władze lokalne strategicznego podejścia. Wiele gmin ma opracowane i okresowo uaktualniane strategie rozwoju. Zawierają one często diagnozę stanu gminy, analizę możliwości rozwojowych, misję, cele strategiczne i zadania realizacyjne, a także alokację środków finansowych. Wielokrotnie brak jest jednak kwantyfikacji ważności zidentyfikowanych czynników strategicznych (celów i zadań). W pracy do oceny ważności czynników strategicznych zaproponowano rozmyty analityczny proces hierarchiczny. Proponowane podejście zilustrowano przykładem dla gminy Kleszczewo w województwie wielkopolskim. Za podstawę źródłową badań przyjęto dane uzyskane z badań ankietowych nt. stanu i możliwości rozwojowych gminy Kleszczewo przeprowadzonych wśród 15 radnych tej gminy w 2012 r.

Metodyka badań

Procedura oceny czynników strategicznych opiera się na rozmytym analitycznym procesie hierarchicznym [Chang 1996, Wang i in. 2008, Łuczak, Wysocki 2011a,b], który jest metodą stosowaną do rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych i przebiega według kilku etapów.

Etap I. Konstrukcja hierarchicznego schematu decyzyjnego. W procesie tym konstruowany jest schemat hierarchiczny składający się z celu głównego, celów podrzędnych oraz zadań. Cel główny umieszczany jest na szczycie hierarchii i wytycza ogólne zamierzenie, które winno być osiągnięte w przyszłości (poziom I hierarchii). Cel podrzędny stanowi uszczegółowienie celu głównego (poziom II). Kolejny poziom (III) schematu decyzyjnego tworzą zadania, których realizacja jest niezbędna do osiągnięcia celów podrzędnych. Zadania również mogą zostać rozłożone na podrzędne działania. Liczba poziomów w hierarchii zależy od stopnia ogólności, jaki pragnie się utrzymać w rozważaniach.

Etap II. Porównanie parami zadań w ramach celu podrzędnego. Na każdym poziomie hierarchii porównuje się parami ważność czynników strategicznych wykorzystując do tego celu rozmytą dziesięciostopniową skalę (tab. 1). Porównania analizowane są pod względem wagi ważności w procesie decyzyjnym. Za pomocą skali¹ dokonuje się porównań ważności celów podrzędnych w odniesieniu do celu głównego oraz zadań w obrębie każdego celu podrzędnego.

¹ Porównań parami ważność czynników na każdym poziomie hierarchii dokonują eksperci bezpośrednio związani z rozważanym procesem decyzyjnym.

Wyniki porównań zestawia się w postaci rozmytych macierzy porównań parami \tilde{A}_j :

$$\tilde{A}_j = [\tilde{a}_{jkg}] = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (l_{j21}, m_{j21}, u_{j21}) & \dots & (l_{j1p_j}, m_{j1p_j}, u_{j1p_j}) \\ (l_{j21}, m_{j21}, u_{j21}) & (1, 1, 1) & \dots & (l_{j2p_j}, m_{j2p_j}, u_{j2p_j}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (l_{jp_1}, m_{jp_1}, u_{jp_1}) & (l_{jp_2}, m_{jp_2}, u_{jp_2}) & \dots & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

gdzie:

$$\tilde{a}_{jkg} = (l_{jkg}, m_{jkg}, u_{jkg}) \text{ i } \tilde{a}_{jgk} = \tilde{a}_{jkg}^{-1} = (1/u_{jkg}, 1/m_{jkg}, 1/l_{jkg}), j = 1, 2, \dots, n; k, g = 1, 2, \dots, p_j, \text{ oraz}$$

$k \neq g$, \tilde{a}_{jkg} są ocenami porównań parami ważności zadań w ramach j -tego celu podrzędnego określonymi przez ekspertów lub średnimi geometrycznymi z ocen grupy ekspertów.

Tabela 1. Dziewięciostopniowa skala oceny ważności elementów parami
Table 1. The nine-point scale for measuring the importance of a pair of elements

Wyszczególnie/Specification	Wagi ważności (a)/Intensity of importance
Równoważność/Equal importance	$\tilde{1} = (1, 1, 1)$
Słaba lub umiarkowana/Moderate importance	$\tilde{3} = (1, 3, 5)$
Istotna, zasadnicza, mocna/Strong importance	$\tilde{5} = (3, 5, 7)$
Zdecydowana lub bardzo mocna/Very strong or demonstrated importance	$\tilde{7} = (5, 7, 9)$
Absolutna/Extreme importance	$\tilde{9} = (7, 9, 9)$
Dla porównań kompromisowych pomiędzy powyższymi wartościami/ For compromise comparison between above values	$\tilde{2} = (1, 2, 4); \tilde{4} = (2, 4, 6);$ $\tilde{6} = (4, 6, 8); \tilde{8} = (6, 8, 9)$
Przechodność ocen/If activity i is assigned one of the above nonzero numbers when compared with activity j , then j has the reciprocal value when compared with i	Odwrotności powyższych wartości/Reciprocals of above

Źródło: opracowanie własne na podstawie Satty [1980], Wang i in. [2009]
 Source: own study based on Satty [1980], Wang et al. [2009]

Etap III. Wyznaczenie sumy wartości elementów każdego rozmytej macierzy porównań parami \tilde{A}_j ($j = 1, 2, \dots, n$) i normalizacja sum wierszowych za pomocą operacji na liczbach rozmytych:

$$\tilde{Q}_{jk} = (l_{jk}, m_{jk}, u_{jk}) = \sum_{g=1}^{p_j} (l_{jkg}, m_{jkg}, u_{jkg}) \otimes \left[\sum_{k=1}^{p_j} \sum_{g=1}^{p_j} (l_{jkg}, m_{jkg}, u_{jkg}) \right]^{-1}, j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, p_j$$

Etap IV. Obliczenie stopnia możliwości, że liczba rozmyta \tilde{Q}_{jk} jest większa bądź równa liczbie \tilde{Q}_{jg} , czyli że $\tilde{Q}_{jk} \geq \tilde{Q}_{jg}$ za pomocą następującego równania:

$$V(\tilde{Q}_{jk} \geq \tilde{Q}_{jg}) = \begin{cases} 1, & \text{dla } m_{jk} \geq m_{jg} \\ 0, & \text{dla } l_{jg} \geq u_{jk} \\ \frac{l_{jg} - u_{jk}}{(m_{jk} - u_{jk}) - (m_{jg} - l_{jg})} & \text{w innych przypadkach} \end{cases}$$

gdzie: $\tilde{Q}_{jk} = (l_{jk}, m_{jk}, u_{jk})$ i $\tilde{Q}_{jg} = (l_{jg}, m_{jg}, u_{jg})$ są dwiema liczbami rozmytymi.

Etap V. Wyznaczenie najmniejszego stopnia możliwości $V(\tilde{Q}_{jk} \geq \tilde{Q}_{jg})$ liczby rozmytej \tilde{Q}_{jk} względem wszystkich pozostałych $(p_j - 1)$ liczb rozmytych jako:

$$V(\tilde{Q}_{jk} \geq \tilde{Q}_{jg} | g = 1, \dots, p_j; k \neq g) = \min_{\substack{g \in \{1, \dots, p_j\} \\ g \neq k}} V(\tilde{Q}_{jk} \geq \tilde{Q}_{jg}); k = 1, 2, \dots, p_j$$

Etap VI. Obliczenie wskaźników udziału:

$$w_{jk}^{(l)} = \frac{V(\tilde{Q}_{jk} \geq \tilde{Q}_{jg} | g = 1, \dots, p_j; k \neq g)}{\sum_{h=1}^{p_j} V(\tilde{Q}_{jh} \geq \tilde{Q}_{jg} | g = 1, \dots, p_j; h \neq g)}; k = 1, 2, \dots, p_j$$

które przyjmowane są jako wagi (priorytety) lokalne² zadań.

² Wagi (priorytety) lokalne określają względną ważność zadań w ramach danego celu podrzędnego. Suma wag lokalnych dla zadań w ramach każdego celu podrzędnego wynosi 1.

Etap VII. Obliczenie wartości priorytetów globalnych³. Oblicza się je mnożąc priorytety lokalne zadań przez priorytety globalne dla celów podrzędnych $w_{jk} = w_{jk}^{(l)} \cdot w_j$. W rezultacie wielkości w_{jk} przyjmuje się jako priorytety globalne dla zadań i przedstawia w postaci wektora $W_j = (w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{jp_j})^T$, przy tym:

$$\sum_{k=1}^{p_j} w_{jk} = w_j, \sum_{j=1}^n w_j = 1, \forall_j w_j \geq 0$$

Analogicznie według etapów II-VI można obliczyć priorytety (wagi) lokalne w_j dla celów podrzędnych, przy czym priorytety lokalne i globalne dla danego celu podrzędnego są identyczne.

Wyniki badań empirycznych – ocena ważności czynników strategicznych w gminie wiejskiej

Opierając się na trendach cywilizacyjnych, które wskazują, aby zachować równowagę w makrosystemie społeczeństwo-gospodarka-środowisko oraz na przesłankach z Planu Rozwoju Lokalnego gminy Kleszczewo na lata 2004-2006 [2004], wyznaczono cel główny i cele podrzędne oraz zadania. Głównym celem strategicznym było zapewnienie zrównoważonego rozwoju gminy, natomiast cele podrzędne dotyczyły: środowiska naturalnego, infrastruktury społecznej, infrastruktury technicznej, gospodarki i jakości życia ludności. Przyjęte cele są dość ogólne i trudne do zrealizowania, jako pojedyncze działanie. Z tych powodów w ramach każdego celu podrzędnego zostały wyróżnione zadania strategiczne:

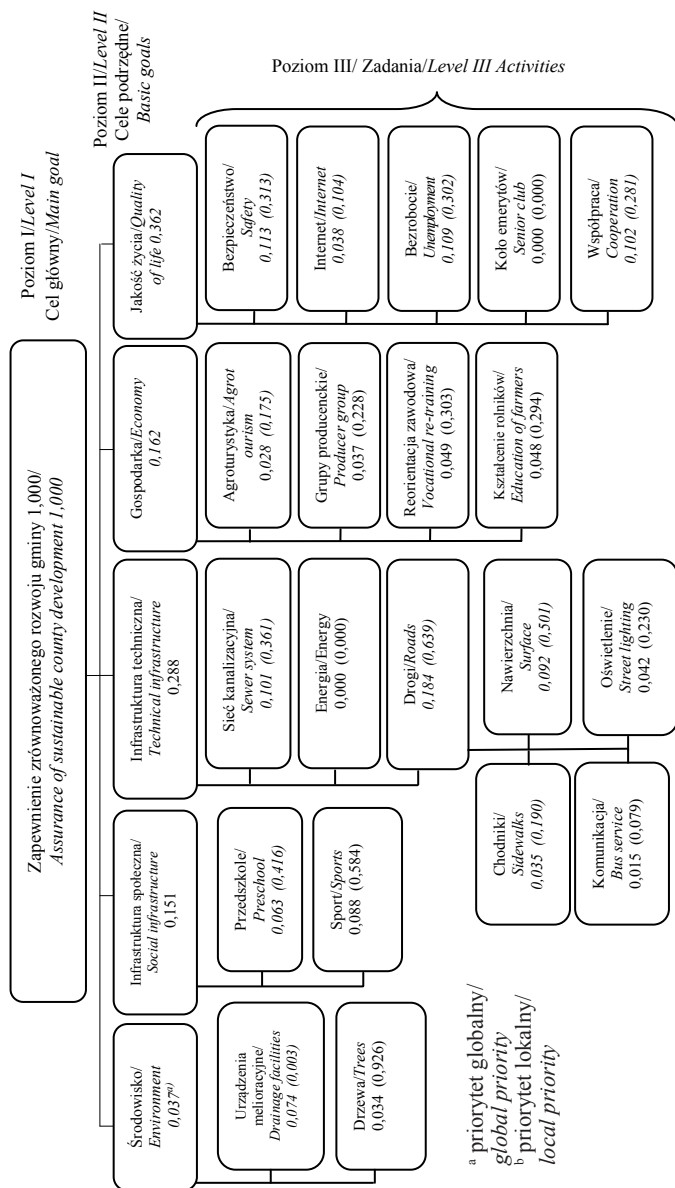
1. Poprawa stanu środowiska naturalnego (środowisko)⁴, zadania:
 - nowe nasadzenia drzew i uzupełnienie zieleni na nowych osiedlach mieszkaniowych (drzewa),
 - konserwacja urządzeń melioracyjnych (urządzenia melioracyjne).
2. Rozbudowa infrastruktury społecznej (infrastruktura społeczna), zadania:
 - utworzenie nowego oddziału przedszkolnego (przedszkole),
 - wybudowanie centrum rekreacji i sportu (sport).
3. Budowa i modernizacja infrastruktury technicznej (infrastruktura techniczna), zadania:
 - rozbudowa sieci kanalizacyjnej (sieć kanalizacyjna),
 - pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych (energia),
 - poprawa infrastruktury drogowej i transportu publicznego (drogi), podzadania:
 - poprawa jakości nawierzchni dróg (nawierzchnia),
 - oświetlenie ulic nowych osiedli (oświetlenie),
 - budowa chodników dla pieszych i ścieżek rowerowych (chodniki),
 - wzrost częstotliwości kursów komunikacji gminnej (komunikacja).
4. Poprawa stanu gospodarki (gospodarka), zadania:
 - wspieranie działań mających na celu rozwój agroturystyki (agroturystyka),
 - wspieranie działań mających na celu powstawanie grup producentów rolnych (grupy producenckie),
 - reorientacja zawodowa osób odchodzących z rolnictwa (reorientacja zawodowa),
 - kształcenie rolników dla potrzeb zmieniającego się rynku (kształcenie rolników).
5. Poprawa warunków i wzrost jakości życia ludności (jakość życia), zadania:
 - zapewnienie bezpieczeństwa mieszkańców poprzez utworzenie posterunku policji lub rewiru dzielnicowych (bezpieczeństwo),
 - tworzenie warunków dostępu do internetu szerokopasmowego (internet),
 - wprowadzenie aktywnych form walki z bezrobociem (bezrobocie),
 - zorganizowanie koła emerytów (koło emerytów),
 - współpraca z gminami partnerskimi (współpraca).

Przyjmując cele i zadania dla gminy Kleszczewo podjęto próbę oceny czynników strategicznych, przy wykorzystaniu metody rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego (FAHP). Pierwszym krokiem rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego była budowa hierarchii elementów wywierających wpływ na rozwój gminy. Konfrontując pięć celi strategicznych z szesnastoma wyróżnionymi zadaniami, utworzono hierarchię działań strategicznych (rys. 1).

Dokonane zostały porównania parami ważności czynników strategicznych przez radnych. Na poziomie II dokonano porównań celów podrzędnych w odniesieniu do celu głównego. Następnie na poziomie III dokonano porównań zadań w odniesieniu do celów podrzędnych (rys. 1). W porównaniach wykorzystano dziewięciostopniową skalę Saaty'ego (tab. 1). Wyniki porównań zostały uśrednione za pomocą średniej geometrycznej. Następnie obliczone zostały priorytety (lokalne i globalne) poszczególnych elementów decyzyjnych (celów i zadań).

³ Wagi globalne zadań reprezentują ich ważność w odniesieniu do celu głównego. Suma wszystkich wag globalnych dla zadań wynosi 1.

⁴ W nawiasach podano hasła, które w dalszej części pracy będą używane do oznaczenia celów i zadań.



Rysunek 1. Struktura hierarchii oraz ocena ważności czynników wywierających wpływ na rozwój gminy Kleszczewo
Figure 1. The hierarchical structure and estimates of important factors exerting influence on the Kleszczewo county development

Źródło: obliczenia własne na podstawie Lesińska 2012
 Source: own study based on Lesińska 2012

Drugim w kolejności ważnym zadaniem było zapewnienie bezpieczeństwa mieszkańców przez utworzenie posterunku policji lub rewiru dzielnicowych. Zadanie to miało w 11,3% wpływ na realizację celu głównego (priorytet globalny 0,113), a na osiągnięcie celu podrzędnego związanego z poprawą jakości życia – 31,3% (priorytet lokalny 0,313).

⁵ Priorytet globalny na poziomie III (dotyczącym zadań) otrzymuje się poprzez pomnożenie priorytetu globalnego dotyczącego celu podrzędnego – infrastruktura techniczna (0,288) przez priorytet lokalny dotyczący zadania – drogi (0,639).

Z rysunku 1 wynika, że dla gminy Kleszczewo największy wpływ na osiągnięcie celu głównego – zapewnienie zrównoważonego rozwoju gminy – miał cel podrzędny związany z poprawą warunków i wzrostem jakości życia ludności (priorytet globalny 0,362), a w następnej kolejności budowa i modernizacja infrastruktury technicznej (0,288). Trzecim w kolejności ważnym celem była poprawa stanu gospodarki (0,162). Mniejsze znaczenie miała rozbudowa infrastruktury społecznej (0,151), natomiast najmniejsze znaczenie, w opinii radnych, miał cel związany z poprawą stanu środowiska naturalnego (0,037) (rys. 1).

W osiąganiu celu głównego najważniejszym zadaniem dla gminy Kleszczewo była poprawa infrastruktury drogowej i transportu publicznego. Priorytet globalny tego zadania wynosił 0,184⁵ i oznacza to, że zadanie to wpływało na osiągnięcie celu głównego w ponad 18%. Natomiast priorytet lokalny tego zadania był najwyższy w ramach celu podrzędnego związanego z infrastrukturą techniczną i wynosił – 0,639. Oznacza to, że zadanie to miało w prawie 64% wpływ na osiągnięcie celu związanego z poprawą, budową i modernizacją infrastruktury technicznej. W ramach zadania związanego z drogami wyróżnione zostały cztery podzadania, z których najważniejszym – według opinii radnych – była poprawa jakości nawierzchni dróg. Priorytet globalny tego podzadania wynosił 0,092, a lokalny – 0,501. Zatem podzadanie to miało wpływ na osiągnięcie celu głównego w ponad 9% i jednocześnie przyczyniło się do realizacji zadania poprawy infrastruktury drogowej i transportu publicznego w ponad 50%.

Na uwagę zasługują jeszcze dwa zadania, które w istotny sposób miały wpływ na osiągnięcie celu głównego. Pierwsze z nich to wprowadzenie aktywnych form walki z bezrobociem, które miało wpływ prawie 11% na osiągnięcie celu głównego (priorytet globalny – 0,109), a w ponad 30% na poprawę jakości życia mieszkańców (priorytet lokalny – 0,302). Drugim zadaniem była współpraca z gminami partnerskimi, która miała wpływ w ponad 10% na osiągnięcie celu głównego (priorytet globalny – 0,102), a w około 28% na poprawę jakości życia mieszkańców (priorytet lokalny – 0,281).

Najmniejszy wpływ na osiągnięcie celu głównego w tej gminie miały zadania związane ze pozyskaniem energii ze źródeł odnawialnych oraz zorganizowanie koła emerytów. Priorytety globalne tych zadań – według opinii radnych gminy – wynosiły zero, co oznacza, że zadania te nie wpływały w istotny sposób na osiągnięcie celu głównego.

Podsumowanie

Do priorytetowych celów w gminie Kleszczewo zaliczyć należy poprawę warunków i wzrost jakości życia ludności, a w następnej kolejności budowę i modernizację infrastruktury technicznej. Trzecim w kolejności ważnym celem była poprawa stanu gospodarki, a nieznacznie mniejsze znaczenie miała rozbudowa infrastruktury społecznej. Natomiast najmniejsze znaczenie w opinii radnych, uzyskał cel związany z poprawą stanu środowiska naturalnego.

Wśród zadań, które w największym stopniu – według radnych – wpływały na osiągnięcie celu głównego należy wskazać poprawę infrastruktury drogowej i transportu publicznego (w tym zakresie szczególnie poprawę jakości nawierzchni dróg), zapewnienie bezpieczeństwa mieszkańców przez utworzenie posterunku policji lub rewiru dzielnicowych, wprowadzenie aktywnych form walki z bezrobociem oraz współpracę z gminami partnerskimi.

Za najmniej istotne zadania dla rozwoju gminy radni uznali działania związane z pozyskiwaniem energii ze źródeł odnawialnych oraz zorganizowanie koła emerytów.

Przeprowadzone badania empiryczne potwierdziły przydatność rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego do oceny ważności czynników strategicznych – celów strategicznych i zadań. Metoda ta pozwoliła na skwantyfikowanie ważności poszczególnych czynników strategicznych.

Zaproponowane w artykule podejście ma wymiar praktyczny i może być wykorzystane przez jednostki administracyjne do tworzenia strategii rozwoju.

Literatura

- Chang D.Y.** 1996: Application of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Lesińska M.** 2012: Kierunki rozwoju społeczno-gospodarczego gminy Kleszczewo. Materiał źródłowy. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań.
- Luczak A., Wysocki F.** 2011a: Programowanie rozwoju w gminie wiejskiej z wykorzystaniem rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego. *Studia Regionalne i Lokalne*, 43(1), 97-117.
- Luczak A., Wysocki F.** 2011b: Porządkowanie liniowe obiektów z wykorzystaniem rozmytych metod AHP i TOPSIS. *Przegląd Statystyczny*, t. 53(1-2), 3-23.
- Plan rozwoju lokalnego gminy Kleszczewo na lata 2004-2006. 2004: Urząd Gminy Kleszczewo.
- Saaty T.L.** 1980: The Analytic Hierarchy Process Planning. Priority Setting. Resource Allocation, MacGraw-Hill, New York International Book Company.
- Wang J.W., Cheng C.H., Kun-Cheng H.** 2009: Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection. *Applied Soft Computing*, 9, 377-386.
- Wang Y.M., Luo Y., Hua Z.** 2008: On the extent analysis method for fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 186, 735-747.

Summary

The paper shows an application of the Fuzzy Analytic Hierarchic Process (FAHP) in programming a rural county development in Wielkopolskie voivodship. The proposed method specifies a hierarchical scheme. The scheme contains general goal, basic goals and county activities. The strategic factors are experts' estimates.

Adres do korespondencji:

dr inż. Luczak Aleksandra
 Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
 ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań
 tel. (61) 846 60 91, e-mail: luczak@up.poznan.pl