

Wielowymiarowa analiza porównawcza poziomu rozwoju OZE - województwo łódzkie na tle Polski

1. WSTĘP

Energetykę odnawialną charakteryzują rozproszone źródła energii małej mocy, co powoduje, poziom ich wykorzystania jest zróżnicowany przestrzennie w skali kraju. Wobec tego inwestycje z zakresu odnawialnych źródeł energii stały się ważnym czynnikiem rozwoju lokalnego i regionalnego. Dlatego zasadna wydaje się ocena poziomu ich rozwoju właśnie w ujęciu regionalnym.

Celem badania jest zatem analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem pozycji województwa łódzkiego. Narzędziem, które posłuży do realizacji założonego celu są metody wielowymiarowej analizy porównawczej, pozwalające na porządkowanie obiektów ze względu na poziom zjawiska złożonego.

2. METODOLOGIA BADANIA

Poziom rozwoju energetyki odnawialnej jest bez wątpienia zjawiskiem złożonym, które opisywane jest za pomocą wielu cech (zmiennych diagnostycznych). Przeprowadzenie syntetycznego badania porównawczego umożliwia porządkowanie liniowe, które jest szczególnym przypadkiem wielowymiarowej analizy porównawczej (WAP). Metody wielowymiarowej analizy porównawczej stosuje się w celu transformacji wielowymiarowej przestrzeni zmiennych diagnostycznych do jednowymiarowej przestrzeni zmiennej syntetycznej, pozwalającej na uporządkowanie obiektów ze względu na poziom zjawiska złożonego. Przez obiekty należy rozumieć jednostki badania (w przypadku niniejszego badania będą to województwa Polski), cechy diagnostyczne są natomiast właściwościami jednostek badanego zbioru.

Do oceny poziomu rozwoju OZE wykorzystano taksonomiczny miernik rozwoju (metoda wzorca rozwoju Hellwiga).

Kolejne etapy konstrukcji syntetycznego miernika rozwoju są następujące:

1. Dobór zmiennych diagnostycznych w oparciu o kryterium¹:

- a) zmienności – cechy diagnostyczne powinny wykazywać dostateczną zmienność przestrzenną, czyli powinny być nośnikami informacji różnicującej obiekty. W tym celu obliczono współczynnik zmienności dla potencjalnych zmiennych diagnostycznych według wzoru:

$$V(W_j) = \frac{S(W_j)}{\bar{W}_j}, \quad (j = 1, 2, \dots, s),$$

gdzie:

$S(W_j)$ – odchylenie standardowe,

\bar{W}_j - średnia arytmetyczna.

Eliminacji podlegają zmienne, dla których współczynnik zmienności przyjmuje wartości mniejsze od arbitralnie przyjętej liczby dodatniej. Za granicę przyjęto wartość $V(W_j) = 0,1$;

- b) stopnia skorelowania – wybrane zmienne powinny być słabo skorelowane ze sobą, gdyż zbyt silne powiązanie dwóch cech powoduje, że są nośnikami podobnych informacji. W przypadku silnej korelacji pomiędzy zmiennymi wybiera się „reprezentanta”, zazwyczaj kierując się przesłankami merytorycznymi. Za wartość progową współczynnika korelacji przyjęto $r^* = 0,7$;

2. Normalizacja wartości zmiennych diagnostycznych (x_{ij}), przedstawionych w postaci stymulant i destymulant, w oparciu o formułę standaryzacji:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j},$$

gdzie:

x_{ij} – wartość j-tej zmiennej dla i-tego regionu,

\bar{x}_j

- średnia arytmetyczna j-tej zmiennej,

s_j

- odchylenie standardowe j-tej zmiennej.

¹ W. Ostasiewicz (red.), *Statystyczne metody analizy danych*, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław 1998, s. 116; A. Malina, A. Zeliaś, *Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania jakości życia ludności w Polsce w 1994 r.*, [w:] „Ekonometryczne modelowanie danych finansowo-księgowych”, E. Nowak (red.), UMCS, Lublin 1996, s. 85-89.

3. Utworzenie **wzorca** czyli obiektu, który posiada najkorzystniejsze wartości zmiennych diagnostycznych. Wzorcem rozwoju w metodzie Hellwiga jest abstrakcyjny obiekt p_0 o współrzędnych standaryzowanych: $z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0n}$, gdzie:

$z_{0j} = \max \{z_{ij}\}$, gdy X_j jest stymulantą oraz

$z_{0j} = \min \{z_{ij}\}$, gdy X_j jest destymulantą.

Z formuły tej wynika, iż wzorcem rozwoju jest hipotetyczny region o najkorzystniejszych zaobserwowanych wartościach zmiennych. (z_{max} , gdzie z_{ij} – wartości znormalizowane), jakie zostały zaobserwowane w całym zbiorze danych;

4. Wyznaczenie odległości każdego obiektu od wzorca (d_i).

W przypadku niniejszego badania wykorzystano odległość euklidesową obliczaną według wzoru:

$$d_i = \left[\sum_{j=1}^k (z_{ij} - z_{0j})^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

gdzie:

z_{ij} – wartości standaryzowane,

z_{0j} – wzorcowa wartość zmiennej diagnostycznej.

5. Normalizacja miernika według formuły:

$$z_i = 1 - \frac{d_i}{d_0},$$

gdzie:

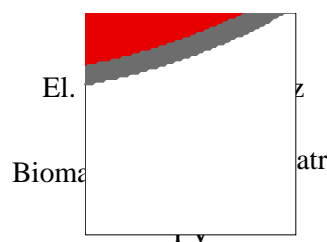
z_i – syntetyczny miernik rozwoju dla i -tego obiektu,

d_0 – norma zapewniająca przyjmowanie przez z_i wartości należące do przedziału od 0 do 1, wyznaczona jako wartość maksymalna z d_i :

Produkcja energii elektrycznej z OZE w województwie łódzkim wynosi 0,042 kW na 1 mieszkańca, co pozwala sklasyfikować je w trzeciej grupie województw pod tym względem. Na przedstawionej mapce poglądowej rysuje się wyraźny podział na Polskę północną z większym wykorzystaniem OZE oraz Polskę zachodnio-centralną z niską produkcją energii elektrycznej z OZE. Najwyższą wartość osiąga województwo zachodniopomorskie. Na rysunku widoczne są również wartości bezwzględne omawianej zmiennej (w MW).

Analizując udział poszczególnych odnawialnych nośników w produkcji energii elektrycznej (rys. 2.), należy stwierdzić, iż największą rolę odgrywają elektrownie wodne. Drugi pod względem wytwarzania energii elektrycznej udział przypada elektrowniom wiatrowym. Przy czym należy zaznaczyć, że te pierwsze koncentrują się głównie w Polsce północnej i centralnej, natomiast te drugie dominują w województwach południowych.

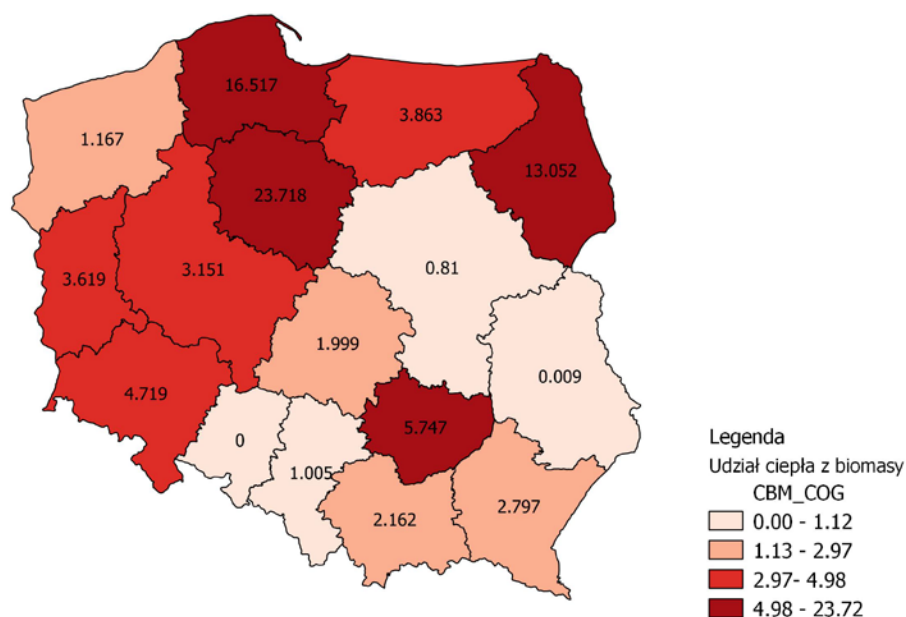
Rys. 2. Struktura produkcji energii elektrycznej z OZE wg województw w 2010 r.



Źródło: Opracowanie własne w programie ArcGis.

W województwie łódzkim około 89 MW na 105 MW energii elektrycznej z OZE pochodzi z elektrowni wiatrowych. Znacznie mniejsze ilości energii osiąga się z elektrowni wodnych (10 MW) i biogazowi (6 MW).

Rys. 3. Udział produkcji ciepła z biomasy w produkcji ciepła ogółem w województwach w 2010 r.



Źródło: Opracowanie własne w programie Quantum Gis.

Głównym źródłem odnawialnym do produkcji energii cieplnej jest biomasa. Najczęściej wykorzystuje się ją we współpalaniu z węglem kamiennym. Wynika to z obowiązku nałożonego na elektrownie, który nakazuje aby część wyprodukowanej energii pochodziła ze źródeł odnawialnych. Ostatnio jednak powstaje coraz więcej samodzielnych kotłowni na biomase, ogrzewających głównie małe osiedla.

Na rysunku 3. pokazany jest udział procentowy produkcji ciepła z biomasy w stosunku do produkcji ciepła ogółem. W województwie łódzkim wartość ta wynosi blisko 2%. Liderem jest natomiast województwo kujawsko-pomorskie, w którym około 24% wyprodukowanego ciepła pochodzi ze spalania biomasy.

Spośród kilkunastu zmiennych diagnostycznych, w oparciu o analizę zmienności i korelacji do badania zakwalifikowało się siedem zmiennych powiązanych z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Objaśnienia poszczególnych wskaźników przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Specyfikacja zmiennych diagnostycznych

Symbol	Objaśnienie wskaźnika
E_OS	produkcja energii elektrycznej z OZE ogółem na jednego mieszkańca w kW

CBM_COG	produkcja ciepła z biomasy w stosunku do produkcji ciepła ogółem w %
NKL_PRZ	nakłady inwestycyjne związane z wytwarzaniem ciepła na 1 przedsiębiorstwo energetyczne w tys. zł
NKLOB_PRZ	obce źródła finansowania poniesionych nakładów na 1 przedsiębiorstwo energetyczne w tys. zł
WEG_PRZ*	ilość węgla zużywana do produkcji ciepła na 1 przedsiębiorstwo energetyczne
PYŁ_km2*	emisja pyłu na 1 km2 powierzchni województwa w tonach
GAZ_km2*	emisja gazów na 1 km2 powierzchni województwa w tonach

Źródło: Opracowanie własne.

Symbolem * oznaczono zmienne występujące w charakterze destymulant.

4. DYSKUSJA WYNIKÓW

W oparciu o wybrane zmienne skonstruowana została miara syntetyczna obrazująca poziom wykorzystania OZE w województwach. Ponadto stworzono ranking województw ze względu na poziom badanego zjawiska. Wyniki przedstawia tabela 2.

Tabela 2. Ranking województw ze względu na wartość taksonomicznego miernika rozwoju

Pozycja	Województwo	Wartość miernika
1	ZACHODNIOPOMORSKIE	0,591
2	POMORSKIE	0,454
3	PODLASKIE	0,387
4	KUJAWSKO-POMORSKIE	0,382
5	DOLNOŚLĄSKIE	0,357
6	PODKARPACKIE	0,297
7	WARMIŃSKO-MAZURSKIE	0,284
8	WIELKOPOLSKIE	0,283
9	MAŁOPOLSKIE	0,278
10	LUBUSKIE	0,262
11	LUBELSKIE	0,259
12	ŚWIĘTOKRZYSKIE	0,258
13	ŁÓDZKIE	0,251
14	MAZOWIECKIE	0,229
15	OPOLSKIE	0,206
16	ŚLĄSKIE	0,000

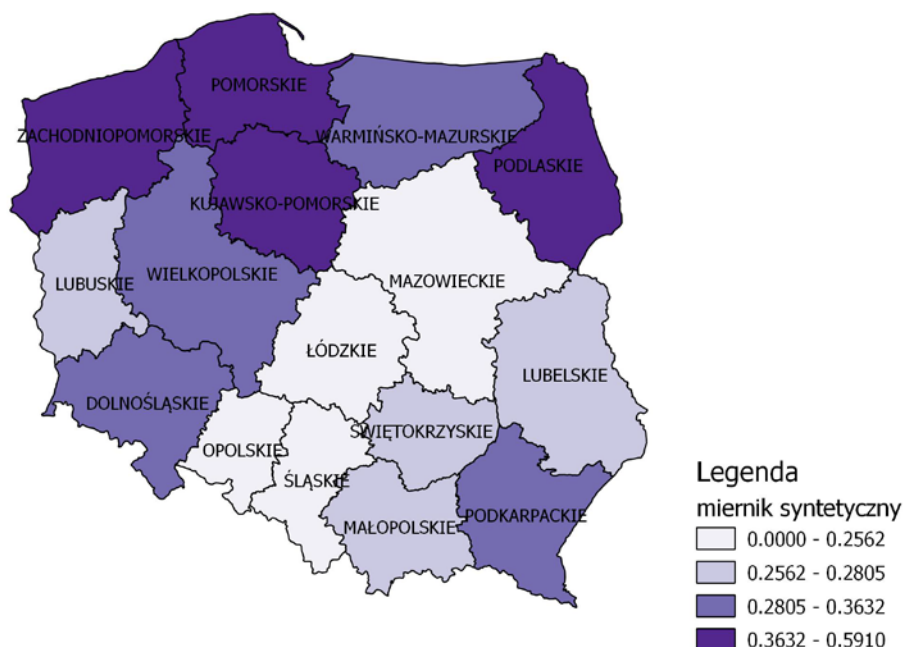
Źródło: Opracowanie własne.

Uzyskane wartości miary syntetycznej pozwalają uplasować województwo łódzkie na dość odległej, trzynastej pozycji z punktu widzenia poziomu rozwoju energetyki odnawialnej.

Zdecydowanym liderem jest tutaj województwo zachodniopomorskie z wartością miernika równą 0,59.

Na podstawie obliczonej miary agregatowej dokonano również podziału województw na cztery grupy typologiczne. W pierwszej, najsilniejszej grupie znalazły się województwa z północnej części kraju tj. zachodniopomorskie, kujawsko-pomorskie, pomorskie i podlaskie. Do drugiej grupy zaliczają się: warmińsko-mazurskie, wielkopolskie, dolnośląskie, podkarpackie. Trzecią, dość słabą grupę tworzą: lubuskie, lubelskie, świętokrzyskie oraz małopolskie. W skład grupy charakteryzującej się najniższym poziomem rozwoju OZE wchodzi: mazowieckie, łódzkie, opolskie, śląskie.

Rys. 4. Poziom rozwoju energetyki odnawialnej w 2010 r.



Źródło: Opracowanie własne w programie Quantum Gis.

Przestrzenne zróżnicowanie poziomu rozwoju energetyki odnawialnej przedstawiono na mapce poglądowej (rys. 4.). Ocena wzrokowa sporządzonej mapy kwantylowej pozwala zauważyć, dominującą pozycję północnej części kraju. Może być to spowodowane dużym udziałem produkcji energii wiatrowej w tych województwach i ciepła ze spalania biomasy.

5. PODSUMOWANIE

Na podstawie wielowymiarowej analizy porównawczej stwierdzono dość silne zróżnicowanie regionalne poziomu rozwoju OZE w Polsce. Otrzymana miara syntetyczna

niestety wskazuje na dość niski poziom rozwoju energetyki odnawialnej w województwie łódzkim w 2010 roku. Pomimo tego rokowania dla omawianego regionu są optymistyczne, o czym świadczy dynamiczny rozwój sektora OZE w województwie. Składają się na to liczne inwestycje, badania naukowe i promocja lokalnych działań na rzecz rozwoju energetyki odnawialnej.

Analizując wyniki badania należy pamiętać, że są one oparte na siedmiu wyselekcjonowanych zmiennych. Te z kolei są wypadkowymi w pewnej mierze subiektywnego wyboru oraz dostępności danych. Przypuszczalnie dodając bądź odejmując jakąś zmienną otrzymano by nieco inne wyniki. Nie ujmuje to jednak wartości tego badania jako oceny poziomu rozwoju energetyki odnawialnej w województwach Polski.