



KLASYFIKACJA POWIATÓW WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO - STUDIUM PRZYPADKU

*Radosław Jabłoński i Anna Robaszek
Urząd Statystyczny w Łodzi*

Charakterystyka środowiska województwa łódzkiego

Praca zawiera próbę analizy zróżnicowania przestrzennego 23 powiatów województwa łódzkiego pod względem wybranych 10 cech (tablica 1) – w kontekście zagrożenia środowiska. Cechy te są charakterystyczne dla wzajemnego oddziaływania na siebie środowiska i żywego organizmu, jakim jest człowiek, tworząc „lepsze lub gorsze” warunki środowiskowe.

Decydujący wpływ na stan środowiska w województwie mają czynniki naturalne oraz czynniki związane z jego historycznym rozwojem tj.:

- ◆ położenie na obszarze wododziałowym między Odrą a Wisłą,
- ◆ brak dużych rzek spełniających rolę odbiorników ścieków,
- ◆ niedostateczna ilość oczyszczalni ścieków,
- ◆ słabo rozbudowana sieć kanalizacyjna,
- ◆ brak terenów dla nowych składowisk odpadów,
- ◆ brak zintegrowanego systemu zagospodarowania i unieszkodliwiania odpadów komunalnych i przemysłowych,
- ◆ niewłaściwe uciepłowanie starej zabudowy śródmieścia, wyposażonej w paleniska opalane węglem,
- ◆ uciążliwość ciągów komunikacyjnych, mała ilość obwodnic i dróg szybkiego ruchu, odciążających śródmieścia miast i centra osiedli [Praca zbiorowa, 1992r.]

Województwo łódzkie w nowym układzie powstało dnia 1 stycznia 1999. Zajmuje środkową część obszaru Polski. Składa się z 23 powiatów (w tym 3 powiatów grodzkich i 20 powiatów ziemskich) i 177 gmin. Powiaty grodzkie to: Łódź, Piotrków Trybunalski, Skierniewice. Powiaty ziemskie to: powiat bełchatowski, kutnowski, łaski, łęczycki, łowicki, łódzki wschodni, opoczyński, pabianicki, pajęczański, piotrkowski, poddębicki, radomszczański, rawski, sieradzki, skierniewicki, tomaszowski, wieluński, wierszowski, zduńskowolski, zgierski. Zajmuje powierzchnię 18219 km². Liczba ludności wynosi 2668409 osób co stanowi 6,9% ogółu mieszkańców kraju⁸. W stolicy województwa - Łodzi - żyje co trzeci mieszkaniec województwa i prawie co drugi mieszkaniec miast. Wskaźnik urbanizacji (odsetek ludności miejskiej) wynosi 65% co jest wartością zbliżoną do średniej krajowej (62%).

⁸ Dane wg stanu na koniec 1998 roku.



Tablica 1. Charakterystyki warunków środowiskowych powiatów województwa łódzkiego w 1998 r.

Powiat		Gęstość zaludn. (os/km ²)	Udział % użytków rolnych w pow. ogółem	Udział % lasów i gruntów leśnych w pow. ogółem	Udział % rezerwatów, obszarów chronionego krajobrazu i parków krajobr. w pow. ogółem	Odpady przem. uciążliwe dla środow. w ciągu roku w tys. ton/rok na 1000 ludności	Emisja zaniecz. pyłowych ogółem w tonach/rok na 1000 ludności	Emisja zaniecz. gazowych razem w tonach/rok na 1000 ludności	Ścieki komun. i przem. wymag. oczyszczenia nie oczyszczane w dam ³	Ludność obsług. przez oczyszcz. ścieków miejskich i wiejskich - osoby w % ogółu	Nakłady inwest. na ochronę środow. ogółem w tys. zł na 1 mieszkańca
nazwa	identyfikator *										
belchatowski	1	114.6	58.7	28.3	31.3	1.2	0.4	50.8	364732.4	57.3	59.1
kutnowski	2	127.5	85.7	4.8	3.0	0.1	5.2	8.5	1723.4	171.3	53.3
łaski	3	86.1	70.3	20.4	0.0	0.1	29.5	0.0	0.0	1032.8	24.5
łęczycki	4	75.2	86.1	5.0	0.0	0.1	13.9	0.6	136.8	98.4	31.3
łowicki	5	87.9	81.3	9.1	0.6	0.1	22.0	2.4	1119.2	830.5	33.4
łódzki wschodni	6	107.4	70.6	19.8	0.3	0.1	28.5	1.2	349.0	99.9	30.8
opoczyński	7	79.3	62.4	28.6	1.1	0.0	14.5	7.2	1942.2	1177.9	29.1
pabianicki	8	246.9	61.3	26.1	0.2	0.1	15.3	10.5	2704.3	7132.6	0.0
pajęczański	9	70.1	67.2	24.4	0.2	0.0	4.8	23.0	21983.4	204.3	11.8
piotrkowski	10	65.1	67.3	23.3	0.0	0.0	7.7	0.7	61.8	41.6	12.3
poddębicki	11	51.5	73.7	14.6	0.0	0.0	25.2	0.0	0.0	361.6	7.1
radomszczański	12	86.5	59.9	29.6	0.2	0.1	4.5	3.4	1462.2	508.9	32.3
rawski	13	80.3	82.7	10.3	0.1	0.1	20.7	1.4	823.4	77.9	39.0
sieradzki	14	84.8	71.2	18.5	0.1	0.2	25.0	1.3	690.7	351.7	33.7
skierniewicki	15	52.0	72.8	19.9	0.2	0.0	23.3	0.0	0.0	3.7	0.0
tomaszowski	16	123.6	60.0	30.9	0.5	0.0	10.6	6.0	882.7	112.0	55.6
wieluński	17	88.4	67.6	23.5	0.7	0.1	16.8	3.4	700.6	11.5	26.1
wieruszowski	18	75.2	67.1	24.3	0.4	0.2	39.8	8.0	11.2	17.1	19.8
zduńskowolski	19	188.1	70.1	19.6	0.3	0.1	7.3	3.7	1949.9	627.9	58.4
zgierski	20	189.1	66.0	18.6	1.0	0.2	27.1	3.0	2503.0	1144.1	54.7
Łódź	61	2708.4	37.5	7.4	0.4	0.2	6.0	3.1	4347.4	810.2	93.9
Piotrków Tryb.	62	1204.6	51.9	20.8	0.9	0.0	14.1	7.2	2734.0	7.8	91.6
Skierzwice	63	1484.3	57.1	2.9	0.4	0.1	0.1	4.1	2194.8	31.4	81.7

Źródło: Bank Danych Regionalnych i obliczenia własne* - wg Banku Danych Regionalnych

Zróźnicowanie warunków środowiskowych powiatów województwa łódzkiego

Ocenę warunków środowiskowych przeprowadzono w oparciu o zastosowanie metody taksonomicznej. Algorytm metody polegał na [J. Runge, 1992]:

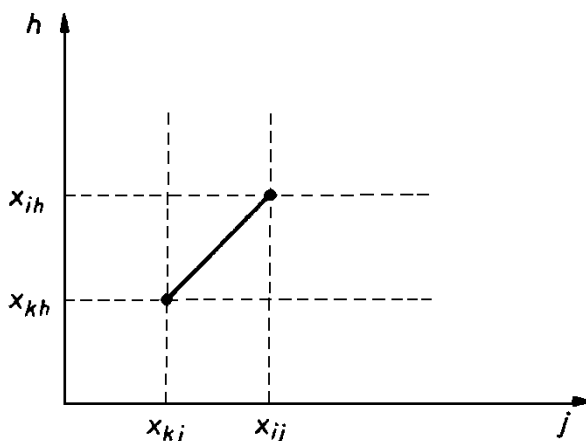
- ♦ zdefiniowaniu macierzy danych,
- ♦ przeprowadzeniu standaryzacji zmiennych (cechy mierzone w różnych jednostkach),
- ♦ wybór miary podobieństwa,
- ♦ obliczenie elementów macierzy odległości taksonomicznych między jednostkami przestrzennymi (powiatami),
- ♦ aglomeracja skupień (wg wybranej zasady wiązania) aż do uzyskania dendrytu,
- ♦ analiza i weryfikacja dendrytu.

Jak już wspomniano celem opracowania jest analiza przestrzenna 23 powiatów województwa łódzkiego po względem cech charakteryzujących warunki środowiskowe. Z uwagi na fakt, iż cechy mierzono w różnych jednostkach pomiarowych, przeprowadzono na wstępie standaryzację zmiennych. Jako taksonomiczną miarę podobieństwa - potrzebną do obliczenia macierzy odległości (tablica 2) między powiatami - wybrano odległość euklidesową:

$$d_{ik} = \left[\sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{kj})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

gdzie: x_{ij} to wartość j -tej cechy dla i -tego obiektu, x_{kj} – wartość j -tej cechy dla k -tego obiektu, d_{ik} – odległość pomiędzy i -tym i k -tym obiektem ($i, k = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, p$).

Miara ta wyznacza rzeczywistą odległość geometryczną między obiektami w przestrzeni - tzn. taką, jaką uzyskuje się przy pomocy linijki (rys. 1).



Rys. 1. Odległość euklidesowa w układzie prostokątnym

Tablica 2. Macierz odległości euklidesowych wybranych cech warunków środowiskowych pomiędzy powiatami województwa łódzkiego.

Identyfikator powiatu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	61	62	63
1	0.0	9.89	10.3	10.5	10.3	10.1	9.66	10.7	9.03	10.1	10.6	9.60	10.3	9.93	10.4	9.63	9.68	9.96	9.60	9.74	10.8	9.82	10.2
2	9.9	0.00	3.6	1.5	2.1	3.4	3.87	6.4	3.61	3.3	3.2	3.94	1.9	3.07	3.6	3.99	3.24	4.61	2.41	3.36	6.3	4.37	3.6
3	10.3	3.64	0.0	2.9	1.9	0.7	2.03	4.8	3.34	2.3	1.2	2.83	2.1	0.87	1.4	2.82	1.51	1.62	2.52	1.37	6.4	3.97	4.9
4	10.5	1.49	2.9	0.0	1.2	2.7	3.73	6.2	3.79	3.0	2.2	3.93	1.0	2.39	2.6	4.10	2.83	3.91	2.63	3.02	6.6	4.73	4.2
5	10.3	2.06	1.9	1.2	0.0	1.8	3.06	5.4	3.53	2.7	1.5	3.57	0.6	1.60	2.1	3.61	2.30	3.02	2.37	2.11	6.4	4.29	4.3
6	10.1	3.38	0.7	2.7	1.8	0.0	2.11	5.4	3.21	2.2	1.3	2.76	1.8	0.54	1.3	2.61	1.26	1.54	2.31	1.33	6.3	3.70	4.7
7	9.7	3.87	2.0	3.7	3.1	2.1	0.00	4.4	2.13	1.6	2.5	1.20	3.1	2.08	2.3	1.37	1.29	2.78	1.97	2.16	6.1	3.39	4.7
8	10.7	6.36	4.8	6.2	5.4	5.4	4.37	0.0	5.15	5.2	5.3	4.97	5.9	5.23	5.3	5.44	5.16	5.58	5.27	4.96	7.7	6.39	7.0
9	9.0	3.61	3.3	3.8	3.5	3.2	2.13	5.2	0.00	2.1	3.2	2.24	3.5	3.10	2.9	2.61	2.29	3.71	2.69	3.48	6.6	4.23	4.8
10	10.1	3.33	2.3	3.0	2.7	2.2	1.57	5.2	2.14	0.0	2.1	1.42	2.7	2.10	1.7	2.09	1.16	3.25	1.97	2.76	6.3	3.92	4.5
11	10.6	3.20	1.2	2.2	1.5	1.3	2.54	5.3	3.21	2.1	0.0	3.13	1.7	1.34	0.8	3.34	1.74	2.28	2.75	2.24	6.7	4.47	4.9
12	9.6	3.94	2.8	3.9	3.6	2.8	1.20	5.0	2.24	1.4	3.1	0.00	3.5	2.62	2.8	1.19	1.61	3.58	1.85	2.79	5.9	3.35	4.4
13	10.3	1.91	2.1	1.0	0.6	1.8	3.12	5.9	3.53	2.7	1.7	3.49	0.0	1.55	2.1	3.47	2.20	3.04	2.22	2.18	6.4	4.17	4.2
14	9.9	3.07	0.9	2.4	1.6	0.5	2.08	5.2	3.10	2.1	1.3	2.62	1.5	0.00	1.5	2.57	1.15	1.83	1.99	1.13	6.1	3.63	4.4
15	10.4	3.56	1.4	2.6	2.1	1.3	2.26	5.3	2.94	1.7	0.8	2.78	2.1	1.46	0.0	3.08	1.42	2.15	2.79	2.45	6.9	4.53	5.1
16	9.6	3.99	2.8	4.1	3.6	2.6	1.37	5.4	2.61	2.1	3.3	1.19	3.5	2.57	3.1	0.00	1.79	3.37	1.79	2.47	5.7	2.67	4.3
17	9.7	3.24	1.5	2.8	2.3	1.3	1.29	5.2	2.29	1.2	1.7	1.61	2.2	1.15	1.4	1.79	0.00	2.27	1.68	1.80	6.1	3.46	4.4
18	10.0	4.61	1.6	3.9	3.0	1.5	2.78	5.6	3.71	3.2	2.3	3.58	3.0	1.83	2.1	3.37	2.27	0.00	3.55	2.15	6.9	4.41	5.7
19	9.6	2.41	2.5	2.6	2.4	2.3	1.97	5.3	2.69	2.0	2.8	1.85	2.2	1.99	2.8	1.79	1.68	3.55	0.00	1.98	5.4	2.80	3.4
20	9.7	3.36	1.4	3.0	2.1	1.3	2.16	5.0	3.48	2.8	2.2	2.79	2.2	1.13	2.5	2.47	1.80	2.15	1.98	0.00	5.6	3.02	4.1
61	10.8	6.29	6.4	6.6	6.4	6.3	6.09	7.7	6.59	6.3	6.7	5.91	6.4	6.14	6.9	5.72	6.10	6.94	5.41	5.59	0.0	3.40	2.9
62	9.8	4.37	4.0	4.7	4.3	3.7	3.39	6.4	4.23	3.9	4.5	3.35	4.2	3.63	4.5	2.67	3.46	4.41	2.80	3.02	3.4	0.00	2.7
63	10.2	3.65	4.9	4.2	4.3	4.7	4.68	7.0	4.85	4.5	4.9	4.42	4.2	4.40	5.1	4.32	4.39	5.72	3.36	4.11	2.9	2.69	0.0

Źródło: Obliczenia własne



Metryka ta ma wiele zalet: jest powszechnie znana, ma wygodną graficzną interpretację oraz proste matematyczne właściwości [J. Brzeziński, 1987].

W pierwszym etapie każdy obiekt (powiat) reprezentuje swoje własne skupienie. W drugim etapie tworzymy nowe skupienia, które powstają z powiązanych obiektów przy użyciu metody wiązania lub aglomeracji. Metody te określają kiedy dwa skupienia są dostatecznie podobne, aby można je było połączyć. W zasadzie wszystkie metody aglomeracji opierają się na jednym ogólnym schemacie postępowania. Można w nim wyróżnić trzy podstawowe kroki:

- ◆ wyszukać w macierzy odległości najbliższą sobie parę obiektów (powiatów),
- ◆ połączyć najbliższe jednoelementowe skupienia w jedno nowe zaglomerowane skupienie,
- ◆ zmienić macierz odległości uwzględniając nowo powstałe skupienie. Prowadząc procedurę należy wykonywać sekwencyjnie pętlę: krok pierwszy, drugi i trzeci, do momentu, w którym w macierzy występować będzie tylko jedna wartość charakteryzująca odległość pomiędzy skupieniami.

Poszczególne metody aglomeracji (min.: *pojedynczego wiązania*, *pełnego wiązania*, *średnich połączeń*, *średnich połączeń ważonych*, *środków ciężkości*, *ważonych środków ciężkości*) różnią się w zasadzie jedynie krokiem trzecim. Decydująca jest tutaj operacja wyznaczająca odległość pomiędzy nowo powstałym skupieniem, a pozostałymi istniejącymi już skupieniami [T. Marek, 1989]. W niniejszym opracowaniu skorzystano z **metody najmniejszej wariancji**. Metoda ta – zwana również metodą Warda - różni się od wszystkich pozostałych ponieważ do oszacowania odległości między skupieniami wykorzystuje podejście analizy wariancji. Ważną cechą tej metody jest (jak sama nazwa wskazuje) zapewnienie minimalizacji wariancji wewnątrz skupienia. Metoda ta zapewnia zatem homogeniczność wewnątrz skupień i heterogeniczność pomiędzy skupieniami. Szczegóły na temat tej i pozostałych metod znajdują się we wspomnianym opracowaniu T. Marka [1989]. W wyniku tego postępowania powstał plan przebiegu aglomeracji (tablica 3). Pierwsza kolumna tabeli wyników zawiera odległości wiązań, na których zostały uformowane odpowiednie skupienia (wskazane w odpowiednich wierszach), a każdy wiersz zawiera nazwy obiektów (powiatów), które formują dane skupienie. Na rysunku 2 przedstawiono graficzną interpretację dowiązywania pojedynczych skupień. Wykorzystano do tego hierarchiczne drzewo skupień – dendryt. Ten sposób odwzorowania bardzo dobrze odzwierciedla wzrokowo strukturę podobieństwa między obiektami. Rozpoczynając od „dołu” wykresu, gdzie każdy obiekt stanowi swoją własną klasę. „Osłabiając” nasze kryterium tego, na ile są one lub nie – wyjątkowe - obniżamy próg stanowiący o decyzji przypisania dwóch lub więcej obiektów (powiatów) do tego samego skupienia.

Tym sposobem wiążemy ze sobą coraz to więcej powiatów i agregujemy je w większe skupienia elementów bardziej różniących się od siebie. W końcu, na ostatnim etapie, wszystkie obiekty zostają ze sobą połączone. Na wykresie, na osi pionowej odłożone są odległości aglomeracyjne. Zatem przy każdym węźle na wykresie (gdzie uformowało się nowe skupienie) można odczytać odległość, w której odpowiednie elementy zostały powiązane ze sobą tworząc nowe pojedyncze skupienie. Jeśli dane mają wyrazistą "strukturę" w tym sensie, że istnieją skupienia podobnych do siebie obiektów, to często struktura ta znajdzie odbicie na hierarchicznym drzewie w postaci oddzielnych gałęzi [StatSoft, Inc. – 1997]. W naszym przypadku w wyniku obliczeń powstało sześć skupień (por. rysunek 2):

- ◆ 1-elementowe - powiat pabianicki,



- ◆ 7-elementowe – powiaty: opoczyński, pajęczański, piotrkowski, radomszczański, tomaszowski, wieluński i zduńskowolski;
- ◆ 7-elementowe – powiaty: łaski, łódzki wschodni, poddębicki, sieradzki, skierniewicki, wierzowski, zgierski;
- ◆ 4-elementowe – powiaty: kutnowski, łęczycki, łowicki, rawski;
- ◆ 3-elementowe – powiaty grodzkie: łódzki, piotrkowski, skierniewicki;
- ◆ 1-elementowe - powiat bełchatowski.

Do ostatecznej weryfikacji przynależności obiektów (powiatów) do dendrytu wykorzystano metodę zaproponowaną przez Z. Hellwiga [Z. Hellwig, 1968]. Według tej metody dwa podzbiory zbioru będziemy uważać za istotnie różne, jeśli najkrótsza odległość między parą punktów należących do dwóch różnych podzbiorów jest większa niż pewna wartość krytyczna (W_k). Aby ją oszacować należy:

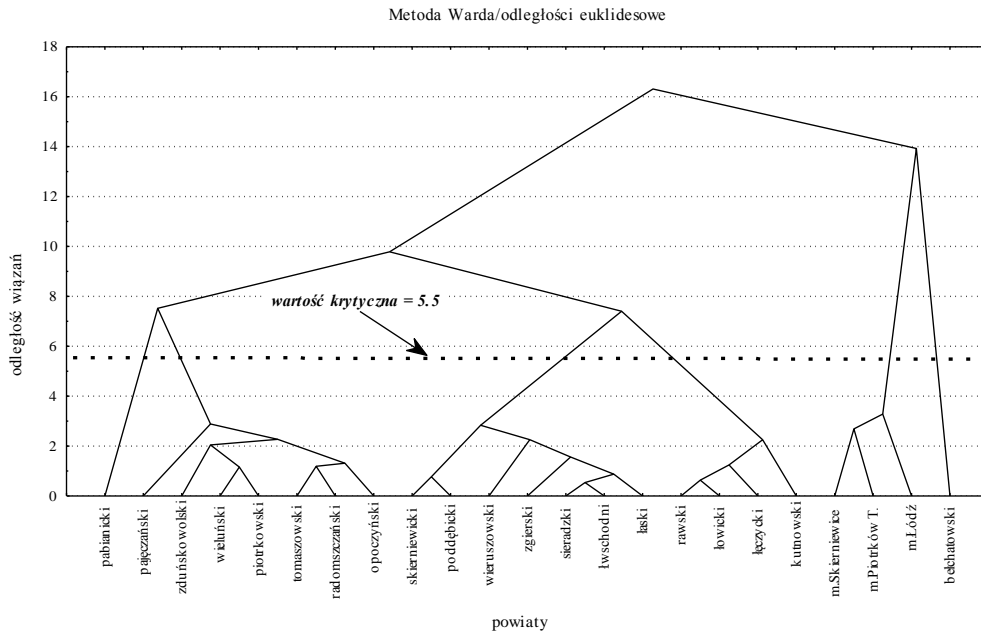
- ◆ znaleźć wartość minimalną dla każdego wiersza w macierzy odległości,
- ◆ dla nowopowstałej zmiennej obliczyć: średnią arytmetyczną \bar{x} i odchylenie standardowe δ
- ◆ wartość krytyczna $W_k = \bar{x} + 2\delta$ [W. Pluta, 1977].



Tablica 3. Przebieg aglomeracji skupień.

Odległość wiązań	Hierarchia aglomeracji pojedynczych skupień (powiatów)																						
	6	14																					
0.539	6	14																					
0.636	5	13																					
0.770	11	15																					
0.877	3	6	14																				
1.160	10	17																					
1.191	12	16																					
1.246	4	5	13																				
1.316	7	12	16																				
1.564	3	6	14	20																			
2.046	10	17	19																				
2.257	2	4	5	13																			
2.258	3	6	14	20	18																		
2.271	7	12	16	10	17	19																	
2.690	62	63																					
2.833	3	6	14	20	18	11	15																
2.887	7	12	16	10	17	19	9																
3.281	61	62	63																				
7.405	2	4	5	13	3	6	14	20	18	11	15												
7.523	7	12	16	10	17	19	9	8															
9.785	2	4	5	13	3	6	14	20	18	11	15	7	12	16	10	17	19	9	8				
13.926	1	61	62	63																			
16.308	1	61	62	63	2	4	5	13	3	6	14	20	18	11	15	7	12	16	10	17	19	9	8

Źródło: Obliczenia własne



Rys. 2. Dendryt zróżnicowań warunków środowiskowych w powiatach województwa łódzkiego

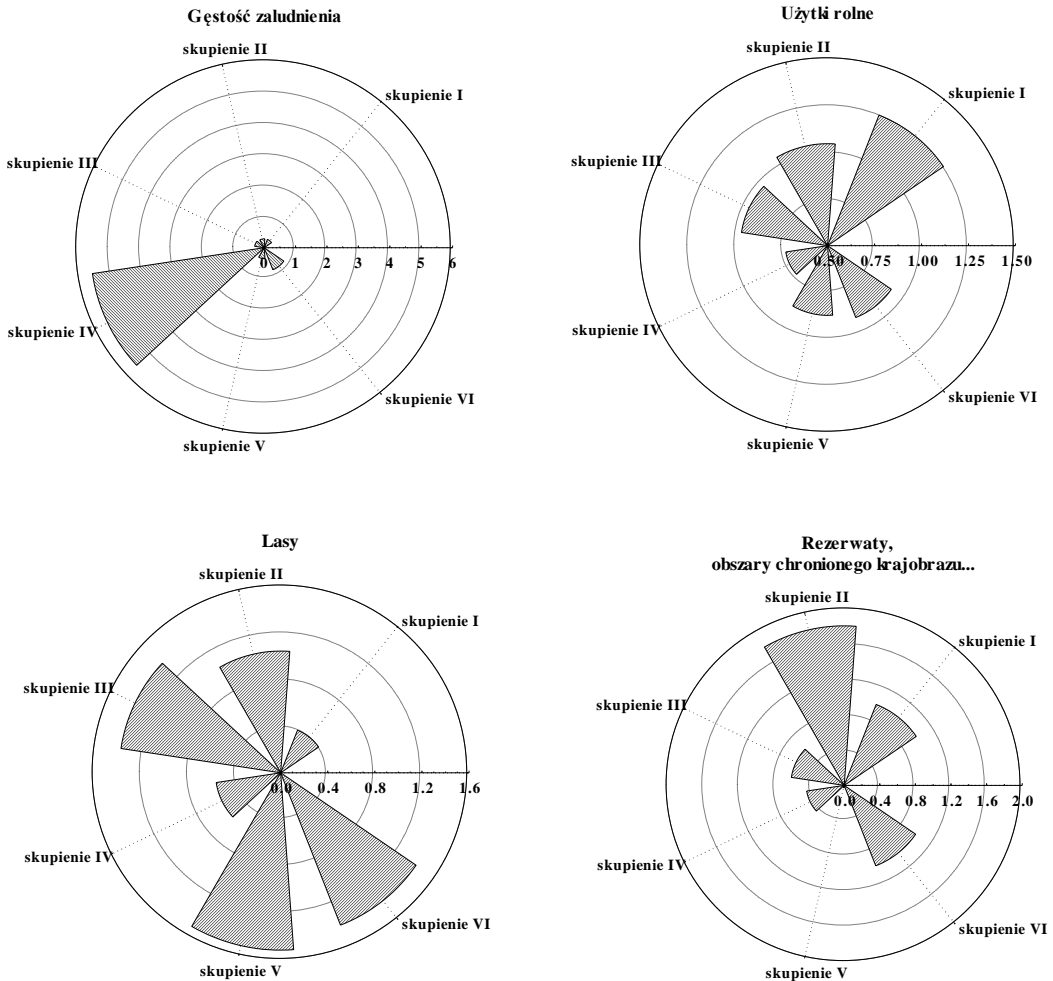
Obliczona wartość krytyczna $W_k = 5,5$ (patrz rysunek 2) porównana ze znajdującymi się w dendrycie dzieli go na części w tych miejscach, gdzie odległość między dwoma obiektami jest od tej wartości większa. Okazało się, iż pierwotne przypuszczenia o podziale dendrytu pokrywają się z przyjętym kryterium.

Oprócz podziału powiatów na podzbiory – czyli analizy wielozmiennej – istotna jest także analiza struktury każdego z wydzielonych skupień. Dzięki temu można uzyskać informacje jakie cechy zadecydowały o utworzeniu poszczególnych skupień. Do przeprowadzenia tego badania wykorzystano metodę średnich arytmetycznych [J. Runge] (tablica 4).

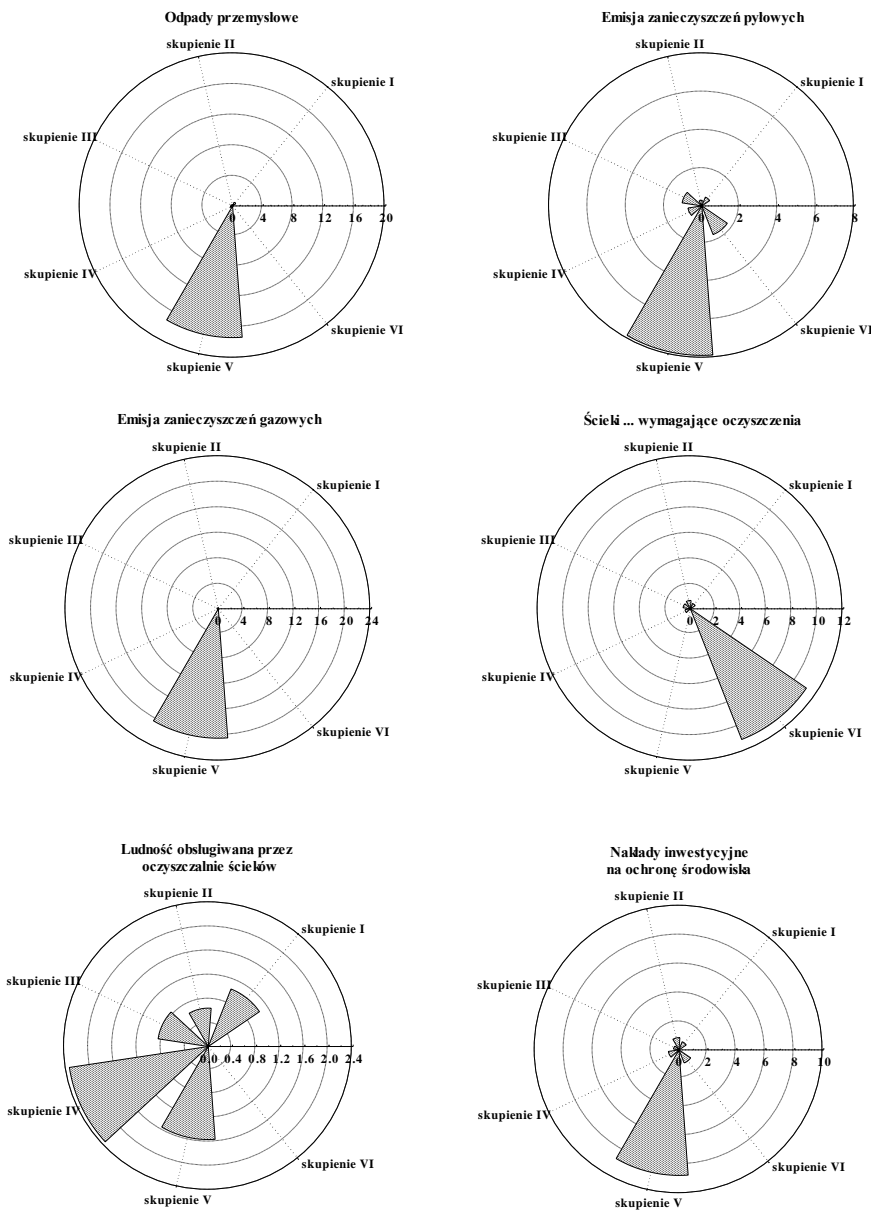
Tablica 4. Ocena podobieństwa poszczególnych skupień powiatów według cech (Źródło: Obliczenia własne).

Skupienie/powiaty		Gęstość zaludn. (osoba/km ²)	Udział % użytków rolnych w pow. ogółem	Udział % lasów i gruntów leśnych w pow. ogółem	Udział % rezerwatów, obsz. chron. krajobrazu i parków krajoobr. w pow. ogółem	Odpady przem. uciążliwe dla środ. wytw. w ciągu roku w tys. ton/rok na 1000 ludności	Emisja zaniecz. pyłowych ogółem w tonach/rok na 1000 ludności	Emisja zaniecz. gazowych razem w tonach/rok na 1000 ludności	Ścieki komun. i przem. wymag. oczyszcz. nie oczyszczane w dam ³	Ludność obsług. przez oczyszcz. ścieków miejskich i wiejskich - osoby w % ogółu	Nakłady inwest. na ochronę środ. ogółem w tys. zł na 1 mieszkańca
I	kutnowski	127.533	85.7157	4.81671	5.22504	2.9975	8.54913	1723.41	171.3	53.2665	0.06577
	łęczycki	75.1512	86.1357	5	13.8743	0	0.61891	136.796	98.4	31.272	0.11435
	łowicki	87.8693	81.3479	9.08796	22.0407	0.58921	2.35221	1119.17	830.5	33.4383	0.06582
	rawski	80.322	82.6523	10.3341	20.6768	0.10214	1.3876	823.389	77.9	39.0264	0.09627
	X_I	92.7188	83.9629	7.30968	15.4542	0.92221	3.22696	950.69	294.525	39.2508	0.08555
	\bar{X}	325.089	67.3311	18.7245	15.7492	1.82069	6.50146	17958.8	648.365	38.229	0.14053
	X_I/\bar{X}	0.2852	1.247	0.3904	0.9813	0.5065	0.4963	0.0529	0.4543	1.0267	0.6088
II	łaski	86.1118	70.2971	20.4477	29.487	0	0	0	1032.8	24.5055	0.08957
	łódzki wschodni	107.387	70.5967	19.7906	28.4549	0.33537	1.18301	348.955	99.9	30.8407	0.10016
	poddębicki	51.5199	73.667	14.6019	25.1756	0	0	0	361.6	7.05237	0.01741
	sieradzki	84.8471	71.2369	18.4596	25.0339	0.06087	1.3438	690.689	351.7	33.6598	0.17893
	skierniewicki	52.0397	72.7517	19.854	23.3403	0.20589	0	0	3.7	0	0.04687
	wieruszowski	75.1771	67.1323	24.2911	39.7612	0.37874	7.99039	11.1773	17.1	19.8259	0.21759
	zgierski	189.054	65.9943	18.5965	27.0728	0.96004	3.02876	2502.99	1144.1	54.6565	0.18564
	X_2	92.3052	70.2394	19.4345	28.3322	0.27727	1.93514	507.688	430.129	24.363	0.11945
	\bar{X}	325.089	67.3311	18.7245	15.7492	1.82069	6.50146	17958.8	648.365	38.229	0.14053
		X_2/\bar{X}	0.2839	1.0432	1.0379	1.799	0.1523	0.2976	0.0283	0.6634	0.6373
III	opoczyński	79.281	62.4219	28.6108	14.5259	1.11687	7.18682	1942.15	1177.9	29.1358	0.01115
	pajęczański	70.1231	67.2022	24.3801	4.75042	0.16141	23.005	21983.4	204.3	11.781	0.03812
	piotrkowski	65.138	67.2792	23.26	7.74655	0	0.73105	61.8489	41.6	12.2881	0.00452
	Radomszczański	86.4851	59.908	29.6026	4.48994	0.24439	3.35743	1462.23	508.9	32.3042	0.0867
	tomaszowski	123.595	59.9766	30.9086	10.6407	0.53309	6.0012	882.697	112	55.5556	0.0057
	wieluński	88.4224	67.6206	23.5176	16.7742	0.72024	3.42449	700.558	11.5	26.1358	0.12425
	zdunskowolski	188.087	70.1265	19.5861	7.28324	0.25935	3.74618	1949.92	627.9	58.354	0.11189
	X_3	100.162	64.9336	25.6951	9.45872	0.43362	6.77888	4140.4	383.443	32.2221	0.05462
	\bar{X}	325.089	67.3311	18.7245	15.7492	1.82069	6.50146	17958.8	648.365	38.229	0.14053
		X_3/\bar{X}	0.3081	0.9644	1.3723	0.6006	0.2382	1.0427	0.2306	0.5914	0.8429
IV	Łódź	2708.41	37.4979	7.42552	5.96318	0.43668	3.06265	4347.38	810.2	93.8885	0.16489
	Piotrków Tryb.	1204.65	51.9082	20.8071	14.0518	0.89848	7.17808	2734.01	7.8	91.5572	0.03079
	Skiermiewice	1484.3	57.1211	2.89105	0.13086	0.37157	4.10355	2194.79	31.4	81.6627	0.11835
	X_4	1799.12	48.8424	10.3746	6.71527	0.56891	4.78143	3092.06	283.133	89.0361	0.10468
	\bar{X}	325.089	67.3311	18.7245	15.7492	1.82069	6.50146	17958.8	648.365	38.229	0.14053
		X_4/\bar{X}	5.5342	0.7254	0.5541	0.4264	0.3125	0.7354	0.1722	0.4367	2.329
V	bełchatowski	114.639	58.6777	28.2942	0.39517	31.3391	50.8079	364732	57.3	59.0611	1.22021
	X_5	114.639	58.6777	28.2942	0.39517	31.3391	50.8079	364732	57.3	59.0611	1.22021
	\bar{X}	325.089	67.3311	18.7245	15.7492	1.82069	6.50146	17958.8	648.365	38.229	0.14053
		X_5/\bar{X}	0.3526	0.8715	1.5111	0.0251	17.213	7.8148	20.309	0.0884	1.5449
VI	pabianicki	246.916	61.3485	26.0998	15.3365	0.16497	10.4754	2704.34	7132.6	0	0.13736
	X_6	246.916	61.3485	26.0998	15.3365	0.16497	10.4754	2704.34	7132.6	0	0.13736
	\bar{X}	325.089	67.3311	18.7245	15.7492	1.82069	6.50146	17958.8	648.365	38.229	0.14053
		X_6/\bar{X}	0.7595	0.9111	1.3939	0.9738	0.0906	1.6112	0.1506	11.001	0

Posługując się nią obliczono dla całej macierzy danych wyjściowych średnie arytmetyczne kolejnych cech (\bar{X}). Następnie obliczone zostały średnie grupowe (\bar{X}_n) – średnie cech dla wyróżnionych klas przestrzennych. Wskaźnikiem struktury każdego skupienia są ilorazy: \bar{X}_n/\bar{X} . Ilorazy, które są większe od jedności świadczą o dominacji określonej cechy w skupieniu. Graficzną interpretację obliczonych ilorazów prezentuje rysunek 3.



Rys. 3. Zbiór typogramów charakteryzujących ilorazy cech opisujących warunki środowiskowe



Rys. 3. Zbiór typogramów charakteryzujących ilorazy cech opisujących warunki środowiskowe (dok.)

Syntetyczną informację o badanej strukturze klas przestrzennych zawiera tablica 5.

Tablica 5. Charakterystyka struktury wydzielonych skupień (klas przestrzennych)

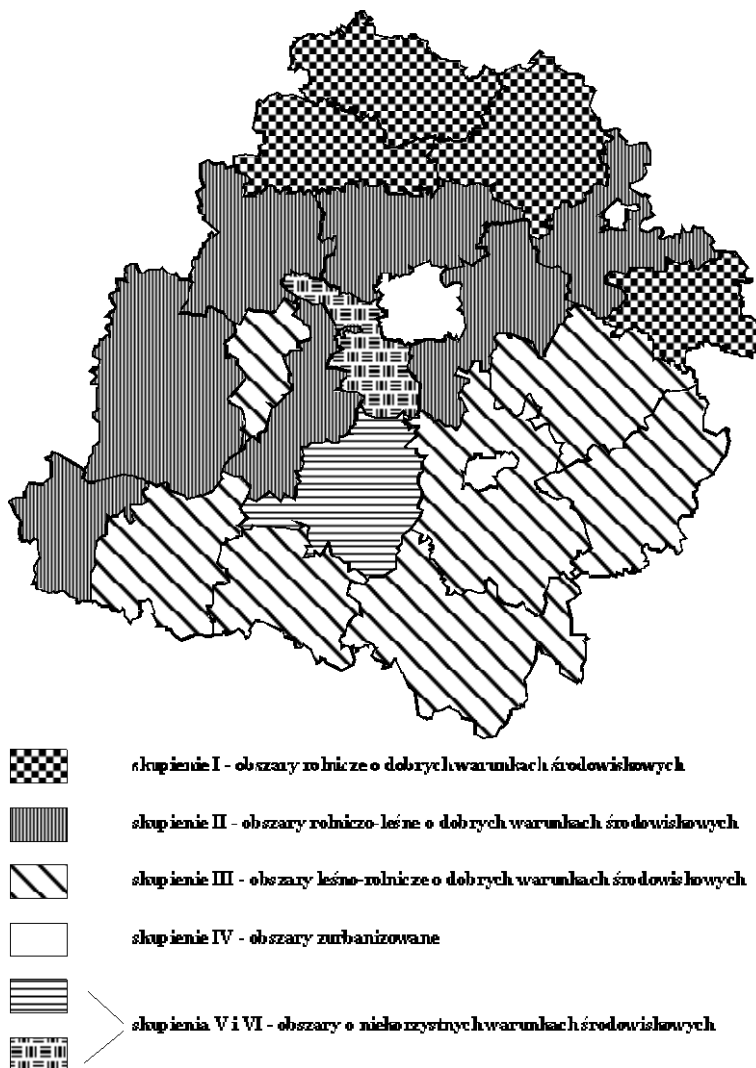
Skupienie	Ilorazy dominujące, cechy wyjściowe
I	1,247 – udział % użytków rolnych w powierzchni ogółem
II	1,799 – udział % rezerwatów, obszarów chronionego krajobrazu i parków krajobrazowych w powierzchni ogółem
III	1,372 – udział % lasów i gruntów leśnych w powierzchni ogółem
IV	5,534 – gęstość zaludnienia w osobach/m ² , 2,329 – ludność obsługiwana przez oczyszczalnie ścieków miejskich i wiejskich – osoby w % ogółu
V	20,309 – emisja zanieczyszczeń gazowych razem w tonach/rok na 1000 ludności, 17,213 – odpady przemysłowe uciążliwe dla środowiska wytworzone w ciągu roku w tys. ton/rok na 1000 ludności, 8,683 - nakłady inwestycyjne na ochronę środowiska ogółem w tys. zł na 1 mieszkańca, 7,815 - emisja zanieczyszczeń pyłowych ogółem w tonach/rok na 1000 ludności
VI	11,001 - ścieki komunalne i przemysłowe wymagające oczyszczenia nie oczyszczane w dam ³ , 1,611 – emisja zanieczyszczeń pyłowych ogółem w tonach/rok na 1000 ludności

W pierwszej grupie obiektów najistotniejszy okazał się udział użytków rolnych w powierzchni ogółem (w %). W drugiej grupie znalazły się powiaty „leżące” w przybliżeniu nalinii południowy zachód – północny wschód, gdzie istotne znaczenie ma udział rezerwatów, obszarów chronionego krajobrazu i parków krajobrazowych w powierzchni ogółem. Trzecią grupę tworzą głównie powiaty z południowej i południowo – wschodniej część województwa łódzkiego; cechuje się ona dominacją udziału lasów i gruntów leśnych w powierzchni ogółem. Kolejne trzy skupienia mają szczególny charakter. Otóż skupienie IV tworzą trzy powiaty grodzkie: Łódź, Piotrków Trybunalski oraz Skierniewice, gdzie istotną rolę odgrywają cech takie jak: gęstość zaludnienia i ludność obsługiwana przez oczyszczalnie ścieków miejskich i wiejskich. **„Skupienia” V i VI to odpowiednio: powiat belchatowski i pabianicki.** Niestety zostały one wyodrębnione jako oddzielne skupienia ze względu na cechy negatywnie wpływające na środowisko naturalne.

W przypadku powiatu belchatowskiego wielkości emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych oraz odpadów przemysłowych są co najmniej kilkakrotnie większe niż w pozostałych powiatach. Potwierdzają to obliczone ilorazy – odpowiednio: 7,815; 20,309; 17,213. Podobnie rzecz ma się z proporcją ścieków komunalnych i przemysłowych wymagających oczyszczenia w powiecie pabianickim (iloraz = 11,001) w stosunku do pozostałych powiatów gdzie iloraz nie przekracza wartości 0,66.

Podsumowanie

W wyniku zastosowania metody taksonomicznej do oceny warunków środowiskowych powiatów województwa łódzkiego otrzymano klasy przestrzenne badanych obiektów (Rysunek 4). Nietrudno zauważyć, iż w większości przypadków skupienia zachowują ciągłość przestrzenną, a więc tworzą swego rodzaju regiony. W związku z tym warto pokusić się o ich krótką charakterystykę.



Rys. 4. Klasy przestrzenne zróżnicowań warunków środowiskowych w powiatach województwa łódzkiego

Powiaty wchodzące w skład **skupienia I** to obszary rolnicze o dobrych warunkach środowiskowych, które mogą stanowić dobre zaplecze produkcji rolnej dla województwa łódzkiego. Podobne cechy posiadają powiaty **skupienia II** i **III**. Dużo większy jest tu jednak udział procentowy lasów i terenów



chronionych. W połączeniu z dobrą – choć w pełni niewykorzystaną – infrastrukturą terenów rekreacyjnych (zbiorniki: Jeziorsko, Sulejowski, Miedzna-Murowana, Parki Krajobrazowe min.: Załęczański Międzyrzecz Warty i Widawki) stanowią dobrą bazę do rozwoju agroturystyki.

W **IV skupieniu** znajdują się trzy powiaty grodzkie. Reprezentują (ze zrozumiałych względów) obszary silnie zurbanizowane z dużą koncentracją ludności w stosunku do powierzchni, co razem niezbyt korzystnie wpływa na warunki środowiskowe.

Skupienia V i VI cechują się bardzo niekorzystnymi (szczególnie powiat bełchatowski) warunkami środowiska naturalnego [por. T. Śmiłowska, 1999].

Niniejsza analiza może stanowić przyczynek do próby regionalizacji obszaru województwa łódzkiego w oparciu o cechy społeczno-ekonomiczne na poziomie jednostek gminnych, przyczyniając się do powstania regionów ponad podziałami administracyjnymi.

Literatura

1. Brzeziński J., Wielozmiennowe modele statystyczne w badaniach psychologicznych, PWN 1987 r.
2. Hellwig Z., Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr, Przegląd Statystyczny z.4, 1968 r.
3. Indeka L., Ochrona środowiska, Aries. Warszawa, 1996 r.
4. Kołaczkowski Z., Zastosowanie metody taksonomicznej do oceny społecznego rozwoju regionu, Skrypty Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Opolu, 1973 r.
5. Marek T., Analiza skupień w badaniach empirycznych, PWN 1989 r.
6. Marek T., Wprowadzenie do analizy skupień, Skrypty Uczelniane UJ 1983 r.
7. Pluta W., Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach ekonomicznych, PWE 1977 r.
8. Podolec B., Ekonometryczne metody ustalania rejonów konsumpcji, PWE 1978 r.
9. Praca zbiorowa, Stan środowiska na terenie województwa łódzkiego, DWN Łódź, 1992 r.
10. Praca zbiorowa, Ochrona środowiska w województwie łódzkim w latach 1995-1997, Urząd Statystyczny. Łódź, 1998 r.
11. Praca zbiorowa, Stan środowiska w województwie łódzkim, MA Oficyna Wydawnicza Łódź, 1999 r.
12. Runge J., Wybrane zagadnienia analizy przestrzennej w badaniach geograficznych, Skrypty Uniwersytetu Śląskiego nr 469, 1992 r.
13. StatSoft, Inc. (1997). *STATISTICA* for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, phone: (918) 749-1119, fax: (918) 749-2217, email: info@statsoftinc.com, WEB: <http://www.statsoft.com>
14. Śmiłowska T., Analiza poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów w województwie łódzkim, Analizy statystyczne US Łódź, 1999 r.