

Katarzyna CHUDY - LASKOWSKA¹
Maria WIERZBIŃSKA²

ANALIZA INFRASTRUKTURY TRANSPORTOWEJ W POLSCE – WYNIKI BADAŃ

Infrastruktura transportowa jest kategorią ekonomiczną związaną z rozwojem gospodarczym. Jest to pojęcie złożone i wielowymiarowe. Kategoria ta ze względu na swoją złożoność może być scharakteryzowana i określana za pomocą wielu czynników. Celem artykułu jest analiza przestrzennego zróżnicowania województw Polski ze względu na infrastrukturę transportową w ujęciu taksonomicznym. Do analizy wykorzystano wybrane wskaźniki struktury. Przy wyborze wskaźników kierowano się kryterium merytorycznym i statystycznym. Badanie przeprowadzono dla 2002 i 2009 roku. Analiza numeryczna została przeprowadzona przy użyciu programu Statistica 8.0. Dzięki wykorzystaniu odpowiedniej procedury uzyskano wyniki, które umożliwiły sklasyfikowanie badanych województw w aspekcie infrastruktury transportowej w formie drzewa skupień. Wyodrębniono grupy województw podobnych do siebie ze względu na dobrane wskaźniki, które umożliwiły określenie stopnia zróżnicowania badanej infrastruktury transportowej.

ANALYSIS OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE IN POLAND – RESEARCH RESULTS

Transport infrastructure is an economic category connected with the economic development. It is too complex and multidimensional concept. This category due to its complexity can be characterized and defined by means of various factors. The aim of the article is an analysis of the spatial differentiation of provinces in Poland regarding the transport infrastructure in a taxonomic approach. For the analysis there have been selected some structure indexes. While choosing the indexes the merits and the statistical criterion was taken into consideration. The research period were the years 2002 and 2009. The numerical analysis was conducted with the application of Statistica 8.0 software. Thanks to the application of the right procedure the obtained results allowed to classify the researched provinces in the aspect of the transport infrastructure in a form of data tree. There have been selected the groups of provinces similar to each other with regard to the indexes which allowed to define the rate of differentiation of the given transport infrastructure.

¹ Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, 35-959 Rzeszów;
ul. Powstańców Warszawy 8, Tel:+48178651602, E – mail: kacha877@poczta.onet.pl

² Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, 35-959 Rzeszów;
ul. Powstańców Warszawy 8, Tel:+48178651602, E – mail: mwierzbinska@autograf.pl

1. WSTĘP

Infrastruktura transportowa w Polsce jest od lat przedmiotem wielu analiz ponieważ jej stan zdecydowanie odbiega od standardów unijnych. Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej pozwala zmniejszyć bariery rozwoju infrastruktury transportowej a EURO 2012 jest ważnym czynnikiem zmniejszającym istniejące problemy w sferze infrastrukturalnej.

Celem artykułu jest próba odpowiedzi na pytanie: jaki jest stopień zróżnicowania infrastruktury transportowej w Polsce w przekroju województw. Obiektem badawczym są województwa w liczbie szesnastu. Badanie przeprowadzono dwukrotnie: dla 2002 oraz dla 2009 roku w celu uchwycenia zmian w zakresie badanej infrastruktury transportowej. W badaniach wykorzystano metody taksonomiczne: analizę skupień oraz porządkowanie liniowe. Wykorzystano metody taksonomiczne, które umożliwiły wyodrębnienie grup województw podobnych do siebie pod względem wybranych wskaźników za pomocą których scharakteryzowano infrastrukturę transportową w Polsce. Dzięki zastosowaniu porządkowania liniowego uszeregowano województwa od najlepiej do gorzej rozwiniętych pod względem infrastruktury transportowej.

2. INFRASTRUKTURA TRANSPORTOWA

2.1 Kilka uwag na temat pojęcia infrastruktura transportowa

Samo słowo infrastruktura jest różnie definiowane w literaturze³. Wyróżnia się kilka kategorii infrastruktury np.: techniczną (inaczej określaną jako ekonomiczną lub gospodarczą) i społeczną (czyli organizacyjną).

W literaturze spotkać można również takie jej rodzaje jak: infrastruktura turystyczna, logistyczna, magazynowa i transportowa. Klasyfikacja ta jest związana z istniejącą branżą czy sektorem gospodarki.

Należy zauważyć, że zakres pojęcia infrastruktury jest przedmiotem dyskusji przedstawicieli wielu nauk, w tym ekonomistów, socjologów, specjalistów gospodarki przestrzennej. Pojęcie to można sprowadzić do stwierdzenia, że obiekty i urządzenia infrastruktury są konieczne dla racjonalnego funkcjonowania całej gospodarki w każdej skali tj. kraju, regionów, gmin czy miejscowości⁴

Infrastruktura transportowa spełnia wiele zadań⁵:

- zaspokajają określone potrzeby społeczno – gospodarcze poprzez zapewnienie powiązań w przestrzeni,
- realizuje zadania polityki transportowej poprzez narzucenie sposobu zapewnienia tych więzi,

³ Por. Wojewódzka - Król K., Rolbiecki R., *Infrastruktura transportu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009, s.11-16.

⁴ Zob. Fedan R., Makiela Z., *Infrastruktura transportowa w kształtowaniu struktury przestrzennej Regionu Podkarpackiego*. W: *Przedsiębiorstwo i region* pod redakcją Romana Fedana. Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Ekonomii. Rzeszów 2006, s. 25-26

⁵ Wojewódzka – Król K., *Problemy rozwoju infrastruktury transportu w Polsce w świetle tendencji unijnych*. Logistyka nr 3 z 2010 r., s.19

- kształtuje dziedzictwo przeszłości – infrastruktura o długim okresie żywotności trwale wpływała na zagospodarowanie przestrzenne, a jej obiekty stawały się pomnikami architektury i symbolem miejsca w którym zostały zrealizowane.

Współczesne tendencje w rozwoju infrastruktury transportu wyrażają się przede wszystkim dążeniem do realizacji zrównoważonego rozwoju gospodarczego.

3. DOBÓR ZMIENNYCH OKREŚLAJĄCYCH INFRASTRUKTURĘ TRANSPORTOWĄ

3.1 Charakterystyka potencjalnych zmiennych diagnostycznych - weryfikacja istotności zmian w czasie

Do określenia infrastruktury transportowej w Polsce wyodrębniono czternaście cech (potencjalnych zmiennych diagnostycznych), które chociaż w przybliżeniu pozwolą określić badaną kategorię. Głównym kryterium doboru była dostępna baza danych statystycznych, analiza statystyczna i dotychczasowe doświadczenia badawcze⁶.

Potencjalne zmienne zaproponowane do badań obejmują następujący zestaw cech diagnostycznych który można podzielić na cztery kategorie:

- bezpieczeństwo w transporcie

X₁ – ofiary śmiertelne na 100 tys. pojazdów,

X₂ – ofiary śmiertelne na 100 tys. mieszkańców,

X₃ – wypadki ogółem na 100 tys. mieszkańców

- sieć drogowa i kolejowa

X₄ - drogi o twardej nawierzchni na 100 km²

X₅ – drogi o twardej nawierzchni na 10 tys. ludności

X₆ – linie kolejowe ogółem na 100 km²

X₇ – linie kolejowe na 10 tys. ludności

- wybrane środki transportu

X₈ – samochody osobowe na tys. ludności

X₉ – samochody ciężarowe na tys. ludności

X₁₀ – motocykle na tys. ludności

-ceny wybranych towarów i usług związanych z transportem

X₁₁ – cena benzyny silnikowej EuroSuper 1 l, PLN

X₁₂ – smar ŁT-43 – 900g, PLN

X₁₃ – mycie mechaniczne nadwozia samochodu osobowego, PLN

X₁₄ – kurs samochodowy kategoria B, PLN

Dla wybranych zmiennych diagnostycznych obliczono podstawowe statystyki opisowe, które umożliwiły porównanie poziomów wskaźników w latach 2002 i 2009. Sprawdzono za

⁶ Chudy K., Wierzińska M., *Ocena zróżnicowania powiatów województwa Podkarpackiego ze względu na infrastrukturę społeczną*. Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej 2003, również Wierzińska M., Stec M., *Zróżnicowanie infrastruktury społecznej gmin w województwie rzeszowskim*. Wiadomości Statystyczne nr 4 z 1996.

pomocą testu U Manna-Whitneya,⁷ na poziomie istotności $\alpha=0,05$, czy różnice w poziomach badanych wskaźników w latach 2002 i 2009 są istotne statystycznie.

Wyniki przedstawia tabela 1. Istotne statystycznie zmiany nastąpiły w przypadku bezpieczeństwa w transporcie (dla wszystkich cech z tej kategorii prawdopodobieństwo testowe p jest mniejsze niż przyjęty do badań poziom istotności $\alpha=0,05$). Wartości wskaźników obniżyły się a więc wzrosło bezpieczeństwo w transporcie. W kategorii sieć drogowa i kolejowa, nie ma znaczących różnic w poziomie wskaźników. Warto jednak zwrócić uwagę że poprawiła się nieco sytuacja w sieci drogowej (wskaźniki wzrosły) natomiast w sieci kolejowej średnie wielkości wskaźników obniżyły się. Kolejnymi istotnymi zmianami w czasie charakteryzują się dwie cechy z kategorii środków transportu: X_8 ($p=0,00000$) i X_9 ($p=0,000019$). Średnie wielkości wskaźników znacznie wzrosły w badanym okresie. W przypadku cen wybranych towarów i usług różnice wszystkich wskaźników są istotne statystycznie. Poziomy cen znacznie wzrosły.

Tab. 1. Podstawowe statystyki opisowe badanych wskaźników oraz wyniki testu istotności różnic U Manna-Whitneya

	X	Me	Min	Max	Odcz.std	V_z	Skośność	X	Me	Min	Max	Odcz.std	V_z	Skośność	p prawdopodobieństwo testowe	zmiana
	2002							2009								
X_1	37,9	37,2	27,5	56,6	8,0	21,2	0,7	21,3	21,8	17,2	26,8	3,0	14,0	0,1	0,000000***	-
X_2	15,6	15,5	10,6	22,5	3,4	21,8	0,3	12,2	12,0	8,9	15,1	2,0	16,0	0,1	0,004484**	-
X_3	136,4	132,2	79,3	177,6	26,5	19,4	-0,2	113,3	108,9	79,6	185,3	26,0	22,9	1,3	0,012089*	-
X_4	83,8	79,5	53,5	162,8	30,7	36,6	1,6	89,4	87,0	51,4	170,6	32,3	36,1	1,3	0,380896	+
X_5	70,5	69,7	42,4	90,7	13,6	19,3	-0,4	75,6	75,9	45,2	102,1	15,5	20,4	-0,1	0,304518	+
X_6	7,3	6,4	3,9	18,9	3,5	47,9	2,7	7,0	6,5	3,8	17,5	3,2	45,3	2,6	0,668931	-
X_7	6,1	6,4	3,3	9,3	1,8	29,4	0,3	6,0	5,9	3,4	9,5	1,8	29,7	0,5	0,642022	-
X_8	280,2	281,6	237,1	351,8	31,2	11,1	0,7	424,3	423,5	377,3	492,8	33,8	8,0	0,6	0,000000***	+
X_9	53,7	50,3	41,0	84,5	10,8	20,1	1,7	70,8	68,1	59,2	97,7	10,8	15,2	1,3	0,000019***	+
X_{10}	24,6	24,8	13,0	43,6	8,3	33,9	0,5	26,6	27,1	18,7	37,8	5,5	20,6	0,2	0,445036	+
X_{11}	3,2	3,2	3,2	3,2	0,0	0,7	0,0	4,2	4,2	4,1	4,2	0,0	0,7	-1,1	0,000000***	+
X_{12}	9,4	9,4	9,0	9,9	0,3	3,3	0,3	11,2	11,1	10,4	12,4	0,6	5,4	0,8	0,000000***	+
X_{13}	13,5	13,5	12,1	15,4	1,0	7,4	0,3	14,6	14,7	10,5	16,1	1,4	9,4	-1,8	0,003924**	+
X_{14}	684,4	678,1	602,2	784,1	48,7	7,1	0,3	1281,8	1264,2	1174,0	1495,3	88,4	6,9	1,4	0,000000***	+

Źródło: opracowanie własne.

⁷ Test U Manna – Whitneya jest jedną z najpopularniejszych alternatyw dla testu t- Studenta dla prób niezależnych. Zastosowanie testu U Manna - Whitneya nie wymaga równoliczności grup, rozkładu normalnego czy też homogenicznych wariancji. To sprawia, że może być on szeroko stosowany.

3.2 Ustalenie ostatecznego zbioru zmiennych diagnostycznych do badań infrastruktury transportowej w Polsce

Do badań powinny być dopuszczone cechy, które charakteryzują się wysoką zmiennością $V_z > 10\%$ w przeciwnym przypadku cechy wykazują charakter quasi – stały i nie różnicują badanych obiektów. Współczynniki korelacji nie powinny być zbyt wysokie ponieważ ich wysokie wartości sugerują niepotrzebne przenoszenie tych samych informacji.

Zarówno w 2002 jak i 2009 roku niskimi współczynnikami zmienności charakteryzują się zmienne z grupy cen wybranych produktów i usług związanych z transportem. W 2009 roku niski poziom wykazuje także zmienna X_8 – czyli samochody osobowe na tys. ludności. Dlatego zmienne te nie będą brały udziału w dalszych badaniach.

Tab. 2. Macierze korelacji pomiędzy wybranymi zmiennymi w 2002 i 2009 roku

	2002										2009									
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_9	X_{10}	X_6	X_7		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_9	X_{10}	X_6	X_7	
X_1	1	0,92	0,1	-0,39	0,49	0,24	0,27	-0,42	0,2		1	0,90	0,02	0,61	0,65	0,05	0,25	-0,68	0,2	
X_2	0,92	1	0,21	-0,4	0,45	0,49	0,19	-0,51	0,06		0,90	1	0,05	0,52	0,62	0,38	0,2	-0,69	0,07	
X_3	0,1	0,21	1	0,32	-0,23	0,49	-0,23	0,03	-0,51		0,02	0,05	1	0,31	0,15	0,38	0,07	0	-0,4	
X_4	-0,39	-0,4	0,32	1	-0,56	-0,01	-0,58	0,76	-0,55		-0,61	-0,52	0,31	1	-0,47	0,1	-0,45	0,73	-0,59	
X_5	0,49	0,45	-0,23	-0,56	1	-0,31	0,6	-0,63	0,53		0,65	0,62	0,15	0,47	1	0,09	0,39	-0,62	0,42	
X_9	0,24	0,49	0,49	-0,01	-0,31	1	-0,35	-0,2	-0,43		0,05	0,38	0,38	0,1	0,09	1	0,15	-0,19	0,37	
X_{10}	0,27	0,19	-0,23	-0,58	0,6	-0,35	1	-0,55	0,36		0,25	0,2	0,07	0,45	0,39	0,15	1	-0,51	0,19	
X_6	-0,42	-0,51	0,03	0,76	-0,63	-0,2	-0,55	1	-0,07		-0,68	-0,69	0	0,73	0,62	0,19	0,51	1	0,07	
X_7	0,2	0,06	-0,51	-0,55	0,53	-0,43	0,36	-0,07	1		0,2	0,07	-0,4	0,59	0,42	0,37	0,19	-0,07	1	

Źródło: opracowanie własne.

Z analizy macierzy korelacji można wnioskować, że zmienna X_1 i X_2 są silnie ze sobą związane zarówno w 2002 [$r=0,92$] jak i 2009 roku [$r=0,90$]. Jedną z nich należy usunąć z badań. Sprawdzone również współczynniki zmienności dla zmiennych X_1 i X_2 i okazuje się, że większą zmienność prezentuje cecha X_2 - ofiary śmiertelne na 100 tys. mieszkańców i to właśnie ona zostaje przyjęta do dalszych badań. Tak więc ostateczny zbiór składa się z ośmiu zmiennych:

Tab. 3. Ostateczny zbiór zmiennych diagnostycznych

bezpieczeństwo w transporcie	W_1 – ofiary śmiertelne na 100 tys. mieszkańców, W_2 – wypadki ogółem na 100 tys. mieszkańców
sieć drogowa i kolejowa	W_3 - drogi o twardej nawierzchni na 100 km ² W_4 – drogi o twardej nawierzchni na 10 tys. ludności W_5 – linie kolejowe ogółem na 100 km ² W_6 – linie kolejowe na 10 tys. ludności
wybrane środki transportu	W_7 – samochody ciężarowe na tys. ludności W_8 – motocykle na tys. ludności

Źródło: opracowanie własne.

4. WYKORZYSTANIE HIERARCHICZNYCH METOD TAKSONOMICZNYCH DO ANALIZY ZRÓŻNICOWANIA WOJEWÓDZTW ZE WZGLĘDU NA INFRASTRUKTURĘ TRANSPORTOWĄ

4.1 Opis metod badawczych

Metody hierarchiczne są najczęściej wykorzystywanymi procedurami taksonomicznymi. Prowadzą do wyodrębnienia pełnej hierarchii skupień z monotonicznie wzrastającym współczynnikiem ich podobieństwa. Uzyskiwane grupy wyższego rzędu zawierają w sobie rozłączne grupy niższych poziomów. Wyróżnia się procedury aglomeracyjne i podziałowe. W metodach aglomeracyjnych każda jednostka stanowi początkowo odrębną grupę, a następnie w sposób sekwencyjny zmniejsza się sukcesywnie liczbę istniejących grup poprzez ich łączenie w grupy wyższego rzędu. Postępowanie kończy się w momencie otrzymania jednej grupy obejmującej wszystkie jednostki zbioru. Zaletą metod hierarchicznych jest możliwość przedstawienia wyników klasyfikacji w zwartej formie graficznej przy pomocy drzewka połączeń (dendrogramu), które ilustruje kolejne połączenia grup coraz to wyższego rzędu⁸.

Procedurę metod hierarchicznych można przedstawić w kilku etapach:

- mając daną macierz odległości między skupieniami $G_1 \dots G_n$, $D = [d_{ij}]$, $(i, j = 1, 2 \dots n)$ wyznacza się w niej element najmniejszy. (szuka się pary skupień najmniej odległych od siebie) $d_{pq} = \min_{ij} \{d_{ij}\}$, $(i, j = 1, 2 \dots n)$, $p < q$.

- skupienia G_p i G_q łączone są w jedno skupienie i nadaje się mu nowy numer p : $G_p := G_p \cup G_q$

- z macierzy D usuwa się wiersz i i kolumnę q oraz podstawia się $n := n - 1$.

- wyznacza się odległości d_{pj} ($j = 1, 2 \dots n$) utworzonego skupienia G_p od wszystkich pozostałych skupień, stosownie do wybranej metody. Wartości d_{pj} wstawia się do macierzy D w miejsce p -tego wiersza (w miejsce p -tej kolumny wstawia się elementy d_{jp}).

- następnie powtarza się poprzednie kroki aż do momentu gdy wszystkie obiekty utworzą jedno skupienie.

Po każdej iteracji hierarchicznej procedury grupowania uzyskuje się podział porównywanych obiektów na coraz mniejszą liczbę skupień. Po każdej iteracji otrzymuje się zmodyfikowaną macierz odległości między skupieniami. Ogólna formuła wyznaczania odległości podczas łączenia skupień G_p i G_q w nowe skupienie dla hierarchicznych procedur grupowania to:

$$d_{pj} = a_p d_{pj} + a_q d_{qj} + b d_{pq} + c |d_{pj} - d_{qj}| \quad (1)$$

Wielkości a_p , a_q , b , c są parametrami przekształcenia charakterystycznymi dla różnych metod tworzenia skupień. W badaniach wykorzystano metodę Warda. Podstawowe parametry dla tej metody przedstawiają się następująco.

$$a_p = \frac{n_i + n_p}{n_i + n_p + n_q}, a_q = \frac{n_i + n_q}{n_i + n_p + n_q}, b = -\frac{n_i}{n_i + n_p + n_q}, c = 0 \quad (2)$$

⁸Grabiński T., *Metody Taksonometrii*, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 1992, s. 101

W metodzie Warda odległość skupisk wyrażona jest różnicą pomiędzy sumami kwadratów odchyleń odległości poszczególnych jednostek od środka ciężkości grup do których należą te punkty⁹.

Oprócz analizy wielowymiarowej istotna jest także analiza struktury każdego z wydzielonych skupień. Przez jej zastosowanie możliwe jest uzyskanie informacji o tym, jakie cechy zdecydowały o utworzeniu poszczególnych skupień. W tym kontekście efektywną procedurą jest metoda średnich arytmetycznych, składająca się z następujących etapów:

- obliczenia dla całej macierzy danych wyjściowych średnich arytmetycznych kolejnych cech \bar{X} ,
- obliczenia średnich arytmetycznych grupowych – dla wyróżnionych skupień \bar{X}_n ,
- wyznaczenia wskaźników struktury każdego skupienia jako ilorazów $\frac{\bar{X}_n}{\bar{X}}$,
- Ilorazy, które są większe od jedności, świadczą o dominacji określonej cechy w skupieniu.

Metody porządkowania liniowego znajdują szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach życia. Służą do tworzenia rankingów a więc szeregowania obiektów pod względem wybranych cech. Mają za zadanie takie przetwarzanie informacji statystycznej, które ułatwi podejmowanie racjonalnych i trafnych decyzji. Kiedy badane obiekty porównywane są ze sobą pod względem jednej cechy to nie ma problemu z uszeregowaniem ich w kolejności „od najmniejszej”, „do największej” badanego wskaźnika. Problem pojawia się podczas gdy w grę wchodzi więcej cech opisujących analizowane jednostki. Do porządkowania obiektów wielocechowych wykorzystuje się miary syntetyczne, nazywane także zmiennymi agregatowymi. Czynności związane z konstrukcją zmiennej syntetycznej można podzielić na etapy: określenie celu i zakresu badań, gromadzenie informacji statystycznej, wybór cech diagnostycznych, identyfikacja wybranych zmiennych, normowanie zmiennych, ważenie zmiennych, agregacja¹⁰.

Dokonując wyboru cech diagnostycznych należy kierować się kryteriami: uniwersalności (cechy powinny mieć uznaną powszechnie wagę i znaczenie), zmienności (cechy nie powinny być podobne do siebie w sensie informacji o obiektach, wysoką zdolność dyskryminacji mają cechy charakteryzujące się dużą zmiennością), ważności (cechy ważne to takie które trudno osiągnąć wysokie wartości)¹¹

Przed przystąpieniem do porządkowania należy określić charakter przyjętych cech, czy są one stymulantami czy destymulantami. Stymulantą nazywa się taką cechę, której wyższe wartości pozwalają zakwalifikować dany obiekt jako lepszy z punktu widzenia realizowanego badania. Destymulantą zaś określa się cechę, której wysokie wartości świadczą o niskiej pozycji w zbiorze¹².

⁹ W. Ostasiewicz, Statystyczne metody analizy danych, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1999, s. 89 – 91.

¹⁰ K. Kukuła, Metoda unitaryzacji zerowanej, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2000, s. 43

¹¹ W. Ostasiewicz, Statystyczne metody analizy danych, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1999, s. 110

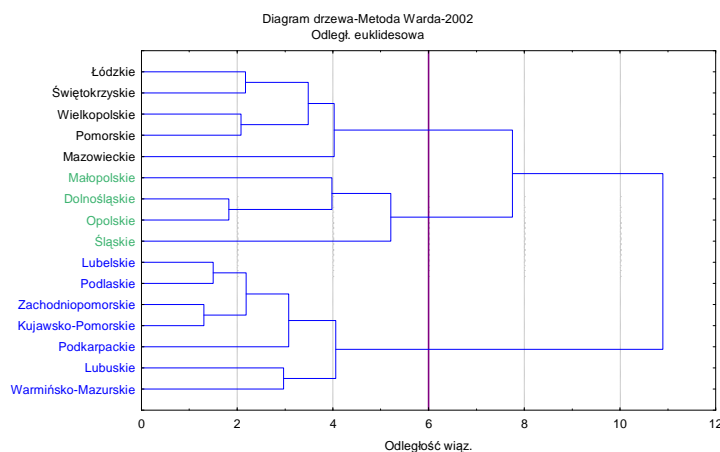
¹² Z. Hellwig Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziomi ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr”, Przegląd Statystyczny 1968, z. 4

Kolejnym ważnym etapem jest normalizacja zmiennych ponieważ zazwyczaj zmienne diagnostyczne mają różne miana i różne zakresy zmienności co uniemożliwia ich bezpośrednie porównywanie i dodawanie. Zatem należy dokonać odpowiedniej transformacji zmiennych w taki sposób aby otrzymać wartości pozbawione mian oraz ujednolicone co do rzędu wielkości. Jedną z zalet tego typu technik jest uzyskanie wartości zawartych w przedziale od 0 do 1.

4.2. Zróżnicowanie województw Polski w aspekcie infrastruktury transportowej w latach 2002 i 2009

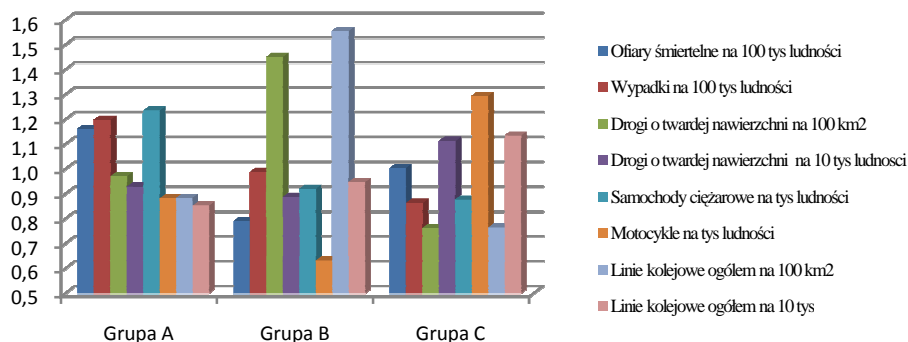
4.2.1. Wyniki badań w 2002 rok

Wykorzystując osiem zmiennych charakteryzujących infrastrukturę transportową wykonano analizę skupień w wyniku której powstało trzy grupy województw. Grupa A obejmuje województwa: łódzkie, świętokrzyskie, wielkopolskie, pomorskie i mazowieckie. W skład grupy B weszły: małopolskie, dolnośląskie, opolskie i śląskie. Ostatnia grupa C obejmuje: lubelskie, podlaskie, zachodniopomorskie, kujawsko – pomorskie, podkarpackie, lubuskie oraz warmińsko – mazurskie.



Rys. 1. Wyniki grupowania województw pod względem poziomu rozwoju infrastruktury w 2002 roku – metodą Warda
Źródło: opracowanie własne.

W celu wyjaśnienia dlaczego właśnie taki skład województw pojawił się w grupach w 2002 roku policzono średnie grupowe, które wskażą zmienne odpowiedzialne za powstanie klastrów.



Rys. 2. Średnie grupowe w powstałych skupieniach w 2002 roku
Źródło: opracowanie własne.

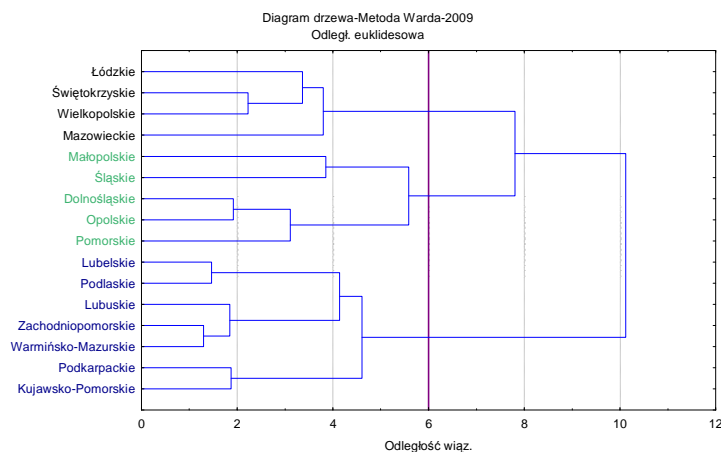
Grupa A składa się z województw głównie z Polski centralnej. O powstaniu tej grupy zdecydowały najwyższe wartości wskaźników dotyczących bezpieczeństwa na drodze śmiertelnych na 100 tys. mieszkańców oraz wypadków na 100 tys. ludności. Wskazuje to na dużą wypadkowość w tych województwach. W tych województwach najwyższy jest także wskaźnik samochodów ciężarowych na tys. ludności. Najniższy zaś jest wskaźnik dotyczący linii kolejowych na 10 tys. mieszkańców. Właściwie grupa ta pod względem wybranych wskaźników prezentuje najgorszy poziom infrastruktury.

W grupie B zgromadziły się województwa z południowego kresu Polski. Bardzo wysokie wartości przyjmują wskaźniki dotyczące dróg o twardej nawierzchni na 100 km² oraz linii kolejowe na 100 km² a więc cechy odpowiadające za komunikację. Pozostałe wskaźniki nie osiągają średniej krajowej. Najmniejszy ze wszystkich grup jest wskaźnik ofiar śmiertelnych na 100 tys. mieszkańców. Grupa ta prezentuje najlepszy poziom infrastruktury transportowej.

Grupa C gromadzi województwa peryferyjne w większości znajdujące się na wschodzie kraju. Charakteryzują się one najniższymi wskaźnikami dotyczącymi sieci drogowej i kolejowej najmniejszą wypadkowością na 100 tys. ludności ale na najwyższym poziomie znajdują się trzy wskaźniki dotyczące: dróg o twardej nawierzchni na 10 tys. ludności, linii kolejowych na 10 tys. mieszkańców oraz motocykli na tys. ludności.

4.2.2. Wyniki badań w 2009

W 2009 roku przeprowadzono ponownie procedurę grupowania. Miała ona na celu ustalenie czy skład skupień z 2002 roku uległ zmianie w zakresie infrastruktury badanych województw.



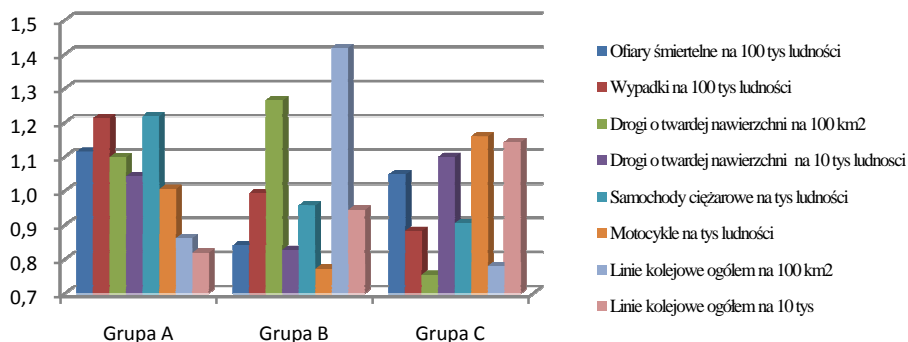
Rys. 3. Wyniki grupowania województw pod względem poziomu rozwoju infrastruktury w 2009 roku – metodą Warda

Źródło: opracowanie własne.

W 2009 roku powstało także trzy grupy województw. Pierwsza grupa obejmuje województwa z Polski środkowej: łódzkie, świętokrzyskie, wielkopolskie i mazowieckie. Charakteryzują się one złymi wynikami w zakresie bezpieczeństwa na drogach (wskaźniki dotyczące wypadków i ofiar są dużo większe niż średni poziom dla Polski. Wysokie wartości przyjmuje także wskaźnik dotyczący samochodów ciężarowych przypadających na tys. ludności. Najmniejszy wskaźnik dotyczy linii kolejowych przypadających na 10 tys. mieszkańców. Pod względem wybranych wskaźników grupa ta prezentuje najgorszy poziom.

Drugie skupienie zawiera województwa z południa Polski: małopolskie, śląskie, opolskie oraz jedno województwo z północy kraju – pomorskie. W grupie tej wysokie wartości przyjmują wskaźniki odpowiadające za sieć drogową i kolejową. Na najlepszym poziomie jest bezpieczeństwo ruchu drogowego. Najmniejszy jest wskaźnik dotyczący motocykli na tys. ludności. Grupa ta prezentuje najwyższy poziom infrastruktury transportowej.

W skład ostatniego skupienia wchodzi województwa peryferyjne w przewadze ze wschodniej i północnej części Polski: lubelskie, podlaskie, lubuskie, zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie, podkarpackie i kujawsko-pomorskie. Wskaźniki w tej grupie utrzymują się raczej na średnim poziomie w porównaniu do dwóch poprzednich grup. Najwyższe wartości prezentują linie kolejowa na 10 tys. mieszkańców, drogi o twardej nawierzchni na 10 tys. ludności, oraz motocykle przypadające na tys. ludności. Najmniejsze zaś są wskaźniki dotyczące sieci drogowej i kolejowej w przeliczeniu na 100 km². W tych województwach wystąpiło najmniej wypadków lecz wskaźnik śmiertelności nie był najmniejszy.



Rys. 4. Średnie grupowe w powstałych skupieniach w 2009 roku

Źródło: opracowanie własne.

Porównując wyniki badań zauważyć można, że zarówno dla 2002 i 2009 roku powstało trzy grupy województw. Skład powstałych grup niewiele się zmienił. Swoje umiejscowienie zmieniło województwo pomorskie można powiedzieć że z grupy o najgorszym poziomie wskaźników awansowało do grupy najlepszej. Jednak ten sam skład nie oznacza takich samych wskaźników. W roku 2009 wskaźniki średnich grupowych były na wyższym poziomie niż w 2002 ponadto więcej cech w poszczególnych skupieniach przewyższało poziom średni. W 2002 roku było to 6 wskaźników a w 2009 – 9 wskaźników (bez ofiar i wypadków).

Tab. 4. Porównanie składu skupisk w badanych okresach, zmiana pozycji w rankingu

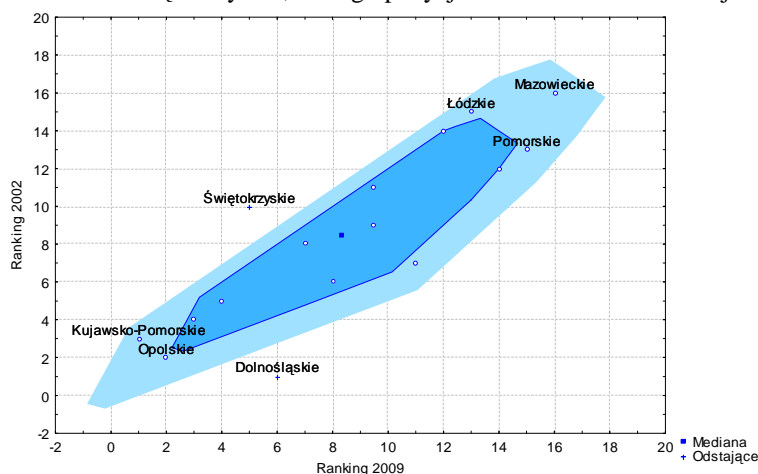
	2002	2009	Zmiana pozycji w rankingu
Grupa A	Łódzkie (15)	Łódzkie (13)	↑
	Świętokrzyskie (10)	Świętokrzyskie (5)	↑
	Wielkopolskie (4)	Wielkopolskie (3)	↑
	Mazowieckie (16)	Mazowieckie (16)	↔
	Pomorskie (13)		↓
Grupa B	Małopolskie (8)	Małopolskie (7)	↑
	Śląskie (11)	Śląskie (10)	↑
	Dolnośląskie (1)	Dolnośląskie (6)	↓
	Opolskie (2)	Opolskie (2)	↔
		Pomorskie (15)	↓
Grupa C	Kujawsko-Pomorskie (3)	Kujawsko-Pomorskie (1)	↑
	Lubelskie (14)	Lubelskie (12)	↑
	Lubuskie (5)	Lubuskie (4)	↑
	Podkarpackie (9)	Podkarpackie (9)	↔
	Podlaskie (12)	Podlaskie (14)	↓
	Warmińsko-Mazurskie (7)	Warmińsko-Mazurskie (11)	↓
	Zachodniopomorskie (6)	Zachodniopomorskie (8)	↓

Źródło: opracowanie własne.

4.3. Ranking województw Polski ze względu na infrastrukturę transportową w latach 2002 i 2009

4.3.1. Rankingi z 2002 i 2009 roku

Ranking województw został stworzony na podstawie wybranych cech dotyczących infrastruktury transportowej w analizie skupień. Wyniki zmian w pozycji rankingowej zawiera tabela 3. Graficzna zmiana pozycji przedstawiona została na wykresie workowym. Testem korelacji rang Spearmana sprawdzono czy istnieje zależność między zajmowanymi pozycjami w rankingu badanych województw w latach 2002 i 2009. Wyniki testu są istotne statystycznie ($p=0,00002$). Współczynnik korelacji $R=0,86$ co oznacza zależność silną i wprost proporcjonalną. Najlepszą pozycją w rankingu charakteryzują się województwa: opolskie i kujawsko-pomorskie, najgorszą zaś: łódzkie i mazowieckie. Znacznie od całości odbiegają dwa województwa dolnośląskie, które w rankingu odnotowało duży spadek z miejsca 3 na 6 oraz świętokrzyskie, którego pozycja znacznie wzrosła z miejsca 10 na 5.



Rys. 5. Wykres workowy – pozycja województw w rankingu w 2002 i 2009 roku
Źródło: opracowanie własne.

5. WNIOSKI

W badaniu infrastruktury transportowej wyspecyfikowano zmienne, które chociaż w przybliżeniu pozwoliły na jej określenie. Proces doboru zmiennych nie jest zadaniem prostym. Trudności związane są z dostępem do wiarygodnych i rzetelnych źródeł informacji. Analiza badanego segmentu infrastruktury zarówno w czasie jak i w przestrzeni jest uwarunkowana wieloma problemami natury merytorycznej i formalnej. Występujące problemy badawcze w infrastrukturze Polski zarówno w skali gmin, powiatów czy województw powodują, że do wyników przeprowadzanych analiz należy podchodzić z dużą ostrożnością. Wyodrębnione skupiska województw w aspekcie infrastruktury transportowej mogą budzić szereg wątpliwości i kontrowersji. Jest to jedno z możliwych podejść do tego typu problemów. Główne wnioski jakie można wyciągnąć z badań to:

- w zbiorze wybranych cech w przypadku 5 wskaźników odnotowano spadek poziomu (X_1, X_2, X_3, X_6, X_7) w pozostałych przypadkach 9 wskaźników był to wzrost,

- w przypadku 9 wskaźników zmiany były istotne statystycznie a w pozostałych przypadkach nie ($X_4, X_5, X_6, X_7, X_{10}$),
 - zmiany w grupie cen wybranych towarów i usług były istotne statystycznie ale współczynnik zmienności mniejszy niż 10% nie pozwolił na wprowadzenie ich do badań, nie były one zróżnicowane w grupie województw,
 - zarówno w 2002 jak i 2009 roku powstały trzy grupy województw podobnych do siebie pod względem infrastruktury transportowej,
 - poziom infrastruktury zmienił się (wzrósł) o czym świadczą poziomy średnich grupowych,
 - skład skupień nie zmienił się znacząco w badanych okresach, wyjątek stanowi województwo pomorskie, które zmieniło miejsce przeszło z grupy A do B.
 - w przypadku ośmiu województw pozycja w rankingu uległa wzrostowi, trzy pozostało na tej samej pozycji a w przypadku 5 odnotowano spadek,
 - zależność pomiędzy miejscem w rankingu w 2002 i 2009 roku jest istotna statystycznie ($R=0,86; p=0,00002$),
 - dwa województwa świętokrzyskie i dolnośląskie odchylają się od tej tendencji dolnośląskie odnotowało duży spadek a świętokrzyskie wzrost.
- Podjęta próba wymaga kontynuacji dalszych badań infrastruktury w różnych przekrojach tj. gmin powiatów czy województw. Dobrze rozwinięta infrastruktura stanowi podstawę rozwoju gospodarczego zarówno w skali makro jak i mikroekonomicznej. Zdajemy sobie sprawę, że przeprowadzone badania dają tylko ogólny obraz z zakresu infrastruktury transportowej i to w przekroju województw, ale mogą stanowić przyczynek do podejmowania dalszych analiz.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Chudy K., Wierzińska M.: *Ocena zróżnicowania powiatów województwa Podkarpackiego ze względu na infrastrukturę społeczną*. Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2003.
- [2] Fedan R., Makiela Z. *Infrastruktura transportowa w kształtowaniu struktury przestrzennej Regionu Podkarpackiego*. W: *Przedsiębiorstwo i region* pod redakcją Romana Fedana. Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów, 2006.
- [3] Grabiński T., *Metody Taksonometrii*, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 1992
- [4] Hellwig Z., *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*, Przegląd Statystyczny, 1968
- [5] Kukuła K., „Metoda unitaryzacji zerowanej”, PWN, Warszawa 2000
- [6] Ostasiewicz W., „Statystyczne metody analizy danych”, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław, 1999.
- [7] Wierzińska M., Stec M., *Zróżnicowanie infrastruktury społecznej gmin w województwie rzeszowskim*. Wiadomości Statystyczne nr 4, 1996.
- [8] Wojewódzka - Król K., Rolbiecki R. *Infrastruktura transportu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 2009.
- [9] Wojewódzka – Król K. *Problemy rozwoju infrastruktury transportu w Polsce w świetle tendencji unijnych*. Logistyka nr 3, 2010.