

Zastosowanie metod taksonomicznych w analizie porównawczej dostępu do infrastruktury ICT przez młodzież szkolną w Polsce

The use of taxonomic methods in the comparative analysis of the access to the ICT infrastructure by schoolchildren in Poland

Katarzyna Łogwiniuk

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania

Abstract

An attempt to study the classification of Polish provinces taking into consideration the degree of accessibility to ICT infrastructure by schoolchildren. This range is narrowed to schools and households. As a result of studies conducted by Ward three divisions focus was received. In addition, populations were compared with each other with the use of a synthetic measure of development, in order to establish their ranking considering social infrastructure facilities. Polish regions are characterized by low levels in most of the social infrastructure development. As many as twelve of them are located in Class III (low) as assigned on the basis of Hellwig synthetic indicator.

Keywords: information society, taxonomic methods, Poland

Wstęp

Dokument, w którym po raz pierwszy poruszono kwestie społeczeństwa informacyjnego (SI) w Europie, to opublikowany w 1994 r. raport Bangemanna *Europa i społeczeństwo globalnej informacji. Zalecenia dla Rady Europejskiej*. Następny dokument, który wzmocnił rozwój nowego typu społeczeństwa, to plan *eEurope*. Kładzie się w nim nacisk na inwestycje w technologie komunikacji i informacji, współpracę gospodarki i nauki, tworzenie systemów informacji publicznej oraz powszechną edukację społeczeństw. W tym okresie w Polsce opracowano *Strate-*

gię Informatyzacji Rzeczypospolitej Polskiej – ePolska, która określa priorytety informatyzacji kraju. Szczególne zadania w kształtowaniu SI spoczywają jednak na samorządach terytorialnych. Jednostki te znają potrzeby mieszkańców i dlatego odgrywają ważną rolę w stymulowaniu rozwoju cywilizacji medialnej. Rozbudowa infrastruktury, służącej upowszechnieniu wiedzy, zwiększa szanse i możliwości młodym ludziom w dalszej kontynuacji kształcenia bądź podjęcia pracy.

Tworzące się w Polsce SI powinno mieć jak najszerszy dostęp do nowoczesnej sieci teleinformatycznej. Z danych zaprezentowanych w raporcie *Spółeczeństwo Informacyjne w Liczbach 2009* wynika, że w 2002 r. zaledwie 11% gospodarstw domowych korzystało z Internetu, zaś w 2008 r. - 48%. Tak niski poziom tego wskaźnika klasyfikuje nasz kraj w ramach UE w grupie krajów o niskim dostępie do Internetu (średnia dla 27 krajów członkowskich - to 60%). Powyższy raport wyjaśnia również przyczyny braku dostępu do Internetu przez gospodarstwa domowe. Zadziwiający jest fakt, że 45% gospodarstw domowych nie wykazuje potrzeby korzystania z Internetu.

Prace nad rozwojem statystyki społeczeństwa informacyjnego zostały zapoczątkowane przez OECD w 1997 r. W tym czasie powstała *Grupa Robocza ds. Wskaźników Społeczeństwa Informacyjnego*, której głównym celem było opracowanie definicji i metodologii dostarczania, porównywalnych w skali międzynarodowej danych, dotyczących różnych aspektów społeczeństwa informacyjnego, gospodarki informacyjnej i handlu elektronicznego. W 2004r. Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej przyjęła *Rozporządzenie nr 808/2004* dotyczące statystyk wspólnoty w sprawie społeczeństwa informacyjnego. Dokument ten określał ogólne ramy gromadzenia danych w obszarze SI. Zebrane informacje stanowią podstawę oceny stanu rozwoju SI, realizacji Strategii Lizbońskiej, programu eEuropa oraz inicjatywy i2010 w obszarze SI (*Spółeczeństwo informacyjne w Polsce*. 2010).

Główny Urząd Statystyczny w Banku Danych Regionalnych podaje kilkadziesiąt wskaźników dot. SI. W. Florczak w swoim artykule zamieszczonym na stronach GUS *Spółeczeństwa informacyjne* dokonał przeglądu wskaźników, służących do opisu stanu i dynamiki zmian gospodarki opartej na wiedzy (GOW). W jej ramach zostały wyróżnione następujące grupy indyktorów (Florczak 2010):

- a) innowacyjności i przedsiębiorczości,
- b) kapitału ludzkiego,
- c) technologii informacyjno-komunikacyjnej (ICT),
- d) uwarunkowań kontekstowych,
- e) oddziaływania na otoczenie społeczno-ekonomiczne.

W badaniu przy doborze mierników diagnostycznych, które tworzą agregaty miar syntetycznych, kierowano się następującymi kryteriami (Młodak 2006):

- a) istotność z punktu widzenia analizowanego zjawiska,
- b) jednoznaczność i precyzyjność zdefiniowania,
- c) wyczerpanie zakresu zjawiska,
- d) logiczność wzajemnych powiązań,
- e) zachowana proporcjonalność reprezentacji zjawisk cząstkowych,
- f) mierzalność,
- g) dostępność i kompletność informacji statystycznych.

Celem artykułu jest analiza taksonomiczna dostępności infrastruktury społeczeństwa informacyjnego przez młodzież szkolną, w województwach Polski w 2008 r.¹. Analiza porównawcza województw istotna jest dla oceny dystansu, dzielącego poszczególne województwa, pod względem dostępności do ICT, oprócz tego do wyodrębnienia grup województw o zbliżonym poziomie rozwoju. Może ona posłużyć samorządom terenowym przy tworzeniu programów rozwoju regionalnego czy lokalnego oraz polityki podnoszącej standard życia mieszkańców. Zróżnicowanie województw pod względem rozwoju infrastruktury społeczeństwa informacyjnego, często jest przedmiotem badań naukowych. Metody taksonomiczne² są dobrym narzędziem do ich analiz.

W artykule do analizy wykorzystano dane statystyczne dostępne na stronach internetowych Głównego Urzędu Statystycznego. Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu do statystycznej analizy danych SPSS v. 18 pl oraz programu R v. 2.11.1. W pracy przedstawiono podstawy teoretyczne oraz zastosowanie praktyczne metod porządkowania liniowego.

Dobór i weryfikacja indykatorów społeczeństwa informacyjnego

Przedmiot badań stanowiły wszystkie województwa Polski w roku 2008. Dobór wskaźników dokonywany był w taki sposób, aby ostateczny zbiór pozwolił odpowiedzieć, które spośród województw Polski należą do grupy o wysokim, średnim i niskim poziomie rozwoju dostępności do technologii informacyjno komunikacyjnej dla młodzieży szkolnej (Salamaga 2010). Spośród wymienionych grup indykatorów w badaniu uwzględniono grupę: kapitał ludzki oraz technologie informacyj-

¹ Dane z roku 2008 są najnowszymi danymi statystycznymi w chwili gromadzenia danych przez autorów.

² Dyscyplina naukowa zajmująca się zasadami i procedurami klasyfikacji. Dla podkreślenia tego, że do klasyfikacji obiektów w wielowymiarowej przestrzeni cech wykorzystywane są metody ilościowe wprowadzono termin „taksonomia numeryczna”. Profesor Zdzisław Hellwig wprowadził i rozpropagował alternatywny termin „taksonometria”, analogiczny do terminów: ekonometria, biometria, socjometria, psychometria (patrz np. Hellwig, 1990).

no-komunikacyjną (tabela 1). Z grupy kapitał ludzki uwzględniono indykatory dot. inwestycji w kapitał ludzki, zaś z grupy technologie informacyjno-komunikacyjne uwzględniono indykatory dotyczące infrastruktury i dostępności do ICT.

Tabela 1. Zestaw zmiennych diagnostycznych w badaniu nad dostępnością młodzieży szkolnej do ICT w Polsce

Symbol	Indykatory
GOSPODARSTWA DOMOWE	
X ₁	Przeciętny miesięczny dochód na 1 osobę
X ₂	Przeciętne miesięczne wydatki na edukację, na 1 osobę
X ₃	Wyposażenie w telefon komórkowy w % ogółu gospodarstw domowych
X ₄	Wyposażenie w urządzenie do odbioru telewizji satelitarnej w % ogółu gospodarstw domowych
X ₅	Wyposażenie w komputer osobisty (ogółem) w % ogółu gospodarstw domowych
X ₆	Wyposażenie w komputer osobisty z dostępem do Internetu w % ogółu gospodarstw domowych
X ₇	Wyposażenie w drukarkę w % ogółu gospodarstw domowych
SKOLNICTWO PODSTAWOWE, GIMNAZJALNE I PONADGIMNAZJALNE	
X ₈	Udział % szkół podstawowych wyposażonych w komputery przeznaczone do użytku uczniów z dostępem do Internetu
X ₉	Udział % gimnazjów wyposażonych w komputery przeznaczone do użytku uczniów z dostępem do Internetu
X ₁₀	Uczniowie szkół podstawowych przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu przeznaczony do użytku uczniów
X ₁₁	Uczniowie gimnazjum przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu przeznaczony do użytku uczniów
X ₁₂	Uczniowie szkół ponadpodstawowych przypadający na 1 komputer w szkole
X ₁₃	Uczniowie szkół ponadpodstawowych przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu w szkole
WYDATKI/DOCHODY BUDŻETÓW WOJEWÓDZTW	
X ₁₄	Wydatki na oświatę i wychowanie na 1 mieszkańca
X ₁₅	Dochody na 1 mieszkańca

Źródło: opracowanie własne.

Zweryfikowany zestaw zmiennych objętych analizą, podstawowe informacje o nich oraz wyniki weryfikacji statystycznej zestawiono w tabeli 2. Następnie, zmienne poddano weryfikacji statystycznej ze względu na współczynnik zmienności. Do analizy wybrano tylko takie cechy, gdzie współczynnik zmienności $V_{(x)}$ przekraczał wartość 10%. Ze względu na zbyt niską wartość współczynnika, zmienne: X₃- wyposażenie w telefon komórkowy w % ogółu gospodarstw domowych, X₅- wyposażenie w komputer osobisty (ogółem) w % ogółu gospodarstw

domowych, X_7 - wyposażenie w drukarkę w % ogółu gospodarstw domowych, X_{10} - uczniowie szkół podstawowych przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu przeznaczony do użytku uczniów oraz X_{11} - uczniowie gimnazjum przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu przeznaczony do użytku uczniów zostały z analizy taksonomicznej wyłączone. Dla pozostałych danych współczynnik zmienności mieścił się w granicach 10% - 30% co wskazuje, że wybrane zmienne mogą być uznane za diagnostyczne. Spośród zaproponowanych zmiennych te, które były destymulantami³, sprowadzono do stymulant⁴ korzystając z wzoru:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}} \quad (1)$$

Tabela 2. Charakterystyki statystyczne zmiennych diagnostycznych

Województwo	X_1	X_2	X_4	X_6	X_8	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
ŁÓDZKIE	1 013,36	12,33	57,80	40,60	17,18	88,71	0,09	0,08	0,18	0,16
MAZOWIECKIE	1 336,46	19,18	51,60	49,40	30,76	82,49	0,08	0,08	0,19	0,17
MAŁOPOLSKIE	1 000,74	10,78	47,00	51,00	17,23	78,71	0,09	0,08	0,14	0,14
ŚLĄSKIE	1 041,08	8,96	54,00	51,30	19,56	86,43	0,06	0,07	0,14	0,13
LUBELSKIE	880,62	7,19	42,00	36,40	19,42	83,22	0,10	0,09	0,20	0,19
PODKARPACKIE	791,27	8,05	54,70	41,90	26,95	81,31	0,11	0,10	0,15	0,14
PODLASKIE	935,48	8,85	49,80	44,10	15,62	86,63	0,08	0,08	0,15	0,15
ŚWIĘTOKRZYSKIE	878,18	9,41	52,00	32,50	12,51	87,32	0,09	0,07	0,16	0,15
LUBUSKIE	1 058,86	8,81	71,20	45,80	12,85	82,05	0,08	0,07	0,19	0,18
WIELKOPOLSKIE	1 018,51	10,61	62,40	42,90	12,61	81,03	0,08	0,08	0,14	0,13
ZACHODNIO- -POMORSKIE	1 048,91	9,38	61,50	46,40	14,78	77,17	0,07	0,07	0,21	0,20
DOLNOŚLĄSKIE	1 118,57	11,32	55,80	46,40	19,26	85,00	0,08	0,08	0,18	0,17
OPOLSKIE	1 080,08	10,73	60,40	44,10	20,93	86,43	0,09	0,08	0,15	0,14
KUJAWSKO -POMORSKIE	949,94	9,93	62,80	43,10	21,97	82,13	0,08	0,07	0,15	0,14
POMORSKIE	1 102,19	11,61	70,30	53,00	12,50	79,50	0,07	0,07	0,15	0,14
WARMIŃSKO -MAZURSKIE	979,06	11,52	59,40	39,00	18,19	85,00	0,08	0,07	0,17	0,16
Max	1 336,46	19,18	71,20	53,00	30,76	88,71	0,11	0,10	0,21	0,20

³ destymulanty – cecha, której pożądane są niższe wartości (np. stopa bezrobocia – im niższa, tym lepsza)

⁴ stymulanty – cecha, której pożądane są wyższe wartości (np. PKB – im wyższy, tym gospodarka lepiej się rozwija)

cd. Tabeli 2.

Min	791,27	7,19	42,00	32,50	12,50	77,17	0,06	0,07	0,14	0,13
Średnia arytmetyczna	1 014,58	10,54	57,04	44,24	18,27	83,32	0,08	0,08	0,17	0,16
Odchylenie standardowe	123,44	2,70	7,86	5,53	5,20	3,34	0,01	0,01	0,02	0,02
$V(x)$ współczynnik zmienności	0,12	0,26	0,14	0,13	0,28	0,04	0,15	0,10	0,14	0,14

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Banku Danych Regionalnych.

Kolejnym krokiem była analiza macierzy korelacji. Wskazywała ona na wysokie skorelowanie zmiennych⁵: X_2 - przeciętne miesięczne wydatki na edukację, na 1 osobę, X_4 - wyposażenie w urządzenie do odbioru telewizji satelitarnej w % ogółu gospodarstw domowych, X_{11} - uczniowie gimnazjum przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu przeznaczony do użytku uczniów oraz X_{14} - wydatki na oświatę i wychowanie na 1 mieszkańca, ale ze względu na ich znaczenie merytoryczne zostały one uwzględnione w badaniu.

Idea taksonomicznej miary rozwoju oraz bezwzorcowej miary syntetycznej

W metodologii nauk przyjmuje się, że klasyfikacja otaczającej nas rzeczywistości jest jednym z podstawowych celów nauki. Taksonomia badań społeczno-ekonomicznych określa relacje tworzenia zbioru operacyjnych jednostek taksonomicznych, utworzonych z elementów zbiorów obiektów (Y), cech (Z) oraz jednostek czasu (T). Zatem, analiza taksonomiczna jest oceną poziomu zróżnicowania obiektów, opisanych za pomocą zestawu cech statystycznych. Prowadzi do określenia skupisk tychże obiektów pod względem podobieństwa rozwoju, jak również do otrzymania jednorodnych klas obiektów ze względu na charakteryzujące je właściwości (Kopczewska, Kopczewski, Wójcik 2009)⁶. Tego rodzaju badania mogą dodatkowo poszerzyć nasze informacje wzbogacając naszą wiedzę o rozpatrywanej kategorii obiektów. Możemy ocenić poziom udziału każdego obiektu w rozwoju całej zbiorowości, dokonać graficznej wizualizacji problemu czy określić spójność, wewnętrzną jednorodność i stabilność otrzymanego grupowania (Młodak 2006). Twórcą wielowymiarowej analizy porównawczej jest Profesor Zdzisław

⁵ wskaźniki korelacji przyjmowały wartości z zakresu: 0,904 do 0,980

⁶ W analizowanym materiale za obiekt przyjęto jednostkę podziału terytorialnego – województwo.

Hellwig (Hellwig 1968).

W badaniu dokonano analizy przy wykorzystaniu taksonomicznej metody porządkowania: liniowego (Hellwiga i bezwzorcowej miary rozwoju) oraz nieliniowego (analizy skupień dokonana metodą Warda). Porządkowanie liniowe stosujemy, gdy chcemy ustalić hierarchię obiektów, czyli uporządkować ich od obiektu stojącego najwyżej w tej hierarchii do obiektu znajdującego się w niej najniżej. W ujęciu geometrycznym, porządkowanie liniowe polega na rzutowaniu punktów reprezentujących obiekty umieszczonych w wielowymiarowej przestrzeni zmiennych na prostą. Metoda zaś porządkowania nieliniowego polega, od strony geometrycznej, na rzutowaniu obiektów umieszczonych w wielowymiarowej przestrzeni zmiennych na płaszczyznę. Metoda ta pozwala na określenie podobieństwa obiektów, nie ustalając ich hierarchii.

1. Taksonomiczna miara rozwoju Hellwiga (TMR) - porządkowanie liniowe

W dynamicznych badaniach rozwoju społeczno-gospodarczego poszczególnych województw Polski posłużono się taksonomiczną metodą wzorca rozwoju Z. Hellwiga (Sucheckie 2010), która konstruuje syntetyczny wskaźnik rozwoju, zbudowany w oparciu o mierniki cząstkowe obrazujące poszczególne aspekty jego rozwoju. W analizie taksonomicznej istotne jest ujednoczenie poziomu zmienności cech, w celu zapewnienia ich porównywalności. W celu sprowadzenia badanych cech do porównywalności, poddano je **standaryzacji** w oparciu o wzór nr 2:

$$t_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j} \quad (2)$$

gdzie:

t_{ij} – standaryzowane wartości j -tej cechy w i -tym powiecie,

x_{ij} – wartości empiryczne j -tej cechy w i -tym powiecie,

\bar{x}_j - średnia arytmetyczna j -tej cechy,

S_j - odchylenie standardowe j -tej cechy.

Na bazie tych wystandaryzowanych cech, obliczono syntetyczne miary rozwoju społeczno-gospodarczego województw Polski, przy pomocy metody wzorca rozwoju Z. Hellwiga i sporządzono rankingi powiatów dla każdego badanego aspektu rozwoju. Syntetyczną miarę rozwoju powiatów obliczono jako syntetyczny wskaźnik taksonomicznej „odległości” danego powiatu od teoretycznego wzorca rozwoju, czyli województwa najwyżej rozwiniętego według wzoru nr 3:

$$d_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0} \quad i=1,2,\dots,n \quad (3)$$

gdzie:

d_i – syntetyczny wskaźnik rozwoju (**miara rozwoju**),

d_{i0} – odległość Euklidesowa obiektu x_i od obiektu wzorcowego x_0 ,

d_0 – krytyczna odległość danej jednostki od wzorca,

przyjmując:

$$d_0 = \bar{d}_0 + 2S_d \quad (4)$$

gdzie:

\bar{d}_0 – średnia arytmetyczna taksonomicznych odległości,

S_d – odchylenie standardowe taksonomicznych odległości.

oraz:

$$S_d = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_{i0} - \bar{d}_0)^2} \quad (5)$$

Do wyznaczenia odległość euklidesowej obiektu x_i od obiektu wzorcowego x_0 przyjęto:

$$d_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_{0j})^2} \quad (6)$$

Metoda wzorca rozwoju Z. Hellwiga umożliwia, na podstawie obliczonych taksonomicznych wskaźników rozwoju, ustalenie rankingu województw Polski według stopnia ich rozwoju. Pozwalają na to wartości syntetyczne wskaźników rozwoju (d_i), które mieszczą się w przedziale 0–1.

2. Bezwzorcowa miara rozwoju (BMR) -porządkowanie liniowe

Bezwzorcowa miara syntetyczna stanowi średnią arytmetyczną znormalizowanych cech. Normalizację stosujemy, aby można było porównywać zmienne. Celem jest pozabawienie zmiennych mian oraz ujednoczenie rzędów wielkości wyników pomiaru. Opisana jest ona wzorem nr 6:

$$h_i = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p x_{ij} \quad i=1, \dots, n \quad (7)$$

Syntetyczny miernik rozwoju przyjmuje wartość z przedziału [0,1]. Wyższa wartość wskaźnika oznacza korzystniejszą sytuację obiektu.

Wyniki porządkowania liniowego (Hellwiga oraz BMR) stanowiły następnie podstawę klasyfikacji obiektów, ze względu na jednorodne grupy, z punktu widzenia osiągniętego poziomu badanego zjawiska. Całkowity przedział zmienności syntetycznej miary rozwoju podzielono na trzy przedziały klasowe, do których przypisano poszczególne jednostki badania według wzoru:

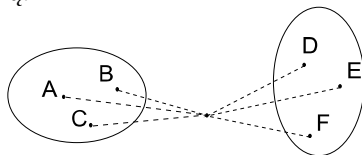
- | | |
|------------------|--------------------------------------------|
| I wysoki poziom: | $x_i = [\max_i x_i - h; \max_i x_i]$ |
| II średni poziom | $x_i = [\max_i x_i - 2h; \max_i x_i - h;]$ |
| III niski poziom | $x_i = [\min_i x_i; \max_i x_i - 2h;]$ |

Rozpiętość przedziałów klasowych ustalono na podstawie stałej h , wyznaczonej wg:

$$h = \frac{\max_i x_i - \min_i x_i}{3} \quad i=1, \dots, n \quad (7)$$

3. Metoda Warda (porządkowanie nieliniowe)

Metoda Warda wykorzystująca analizę wariancji służy do oszacowania odległości między skupieniami. Odległość między skupieniami definiowana jest, jako moduł różnicy między sumami kwadratów odległości punktów od środków grup, do których te punkty należą.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: Suchecki, 2010, s. 62.

Rys. 1. Odległości międzygrupowe w metodzie Warda

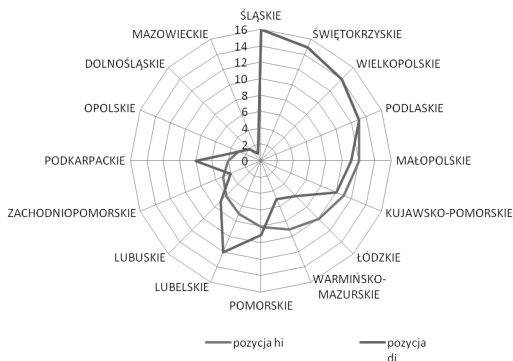
Taksonomiczna analiza porównawcza dostępu do ICT przez młodzież szkolną Polski

W celu uporządkowania liniowego wszystkich województw, ze względu na dostępność dla młodzieży szkolnej infrastruktury teleinformatycznej (scharakteryzowana za pomocą 13 zdiagnozowanych cech), wykorzystano metodę opartą o taksonomiczną miarę rozwoju (TMR) wg koncepcji Z. Hellwiga, bezwzorcową miarę syntetyczną oraz metodę Warda. W tabeli 3 zaprezentowano pozycje danych województw w rankingu według taksonomicznej miary rozwoju Hellwigan (TMR) oraz bezwzorcowej miary syntetycznej. Na rys. 2 zamieszczono ich graficzną ilustrację.

Tabela 3. Pozycje w ranking województw wg dwóch skal poziomu rozwoju

Województwa	Pozycja w rankingu (di)	Zmiana pozycji w rankingu	Pozycja w rankingu – bezwzorcowy (hi)
MAZOWIECKIE	1	0	1
DOLNOŚLĄSKIE	2	0	2
OPOLSKIE	3	0	3
PODLASKIE	13	0	13
WIELKOPOLSKIE	14	0	14
ŚWIĘTOKRZYSKIE	15	0	15
ŚLĄSKIE	16	0	16
MAŁOPOLSKIE	11	1	12
LUBUSKIE	7	1	6
ZACHODNIOPOMORSKIE	4	1	5
KUJAWSKO-POMORSKIE	10	1	11
POMORSKIE	9	1	8
ŁÓDZKIE	6	4	10
PODKARPACKIE	8	4	4
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	5	4	9
LUBELSKIE	12	5	7

Źródło: opracowanie własne na podstawie Banku Danych Regionalnych.



Źródło: opracowanie własne na podstawie Banku Danych Regionalnych.

Rys. 2. Pozycje województw polskich według zmiennych syntetycznych d_i oraz h_i

Rezultaty porządkowania województw przy zastosowaniu obu metod liniowych okazały się zbieżne. W obydwu przypadkach na czołowych pozycjach, ze względu na dostępność technologii teleinformacyjnej dla uczniów znajdują się województwa: mazowieckie, dolnośląskie oraz opolskie. W województwie mazowieckim maksymalne wartości osiągają zmienne: X_7 - przeciętny miesięczny dochód na 1 osobę w gospodarstwie domowym, X_2 - przeciętne miesięczne wydatki na edukację, na 1 osobę w gospodarstwie domowym, X_8 - udział % szkół podstawowych wyposażonych w komputery przeznaczone do użytku uczniów z dostępem do Internetu oraz X_9 - udział % gimnazjów wyposażonych w komputery przeznaczone do użytku uczniów z dostępem do Internetu. W województwie dolnośląskim największe wartości osiągają zmienne X_7 i X_9 , zaś w województwie opolskim X_7 , X_8 , X_9 , X_{12} - uczniowie szkół ponadpodstawowych przypadający na 1 komputer w szkole, X_{13} - uczniowie szkół ponadpodstawowych przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu w szkole. Pozostałe wartości cech w tych województwach kształtowały się w przeważającej większości, co najmniej na poziomie 65% wartości odpowiednich zmiennych obiektu wzorcowego.

Ostatnie lokaty mierzone za pomocą h_i oraz d_i (w tej samej kolejności od 13 do 16 lokaty) otrzymały województwa: podlaskie, wielkopolskie, świętokrzyskie, śląskie. Niska pozycja tych województw powodowana jest m.in. niskimi bądź bardzo niskimi wartościami zmiennych. W województwie podlaskim niską wartość otrzymała zmienna X_4 , w wielkopolskim: X_8 , X_9 , X_{14} , X_{15} , w świętokrzyskim: X_7 , X_8 zaś w śląskim: X_9 , X_{12} , X_{14} , X_{15} .

Na podstawie wartości miar rozwoju d_i oraz h_i , województwa podzielono na

trzy grupy (tab. 4, 5). Z informacji w nich zawartych wynika, że większość województw cechuje niski rozwój oraz niska dostępność infrastruktury teleinformatycznej (województwa te znalazły się w III klasie). Tylko dwa województwa zaliczają się do klasy o bardzo wysokim i wysokim rozwoju (mazowieckie, dolnośląskie). Ilustracja przestrzennego rozmieszczenia uzyskanych klas zaprezentowana jest na rysunku 3.

Tabela 4. Klasyfikacja województw według wartości syntetycznego miernika Z. Hellwiga

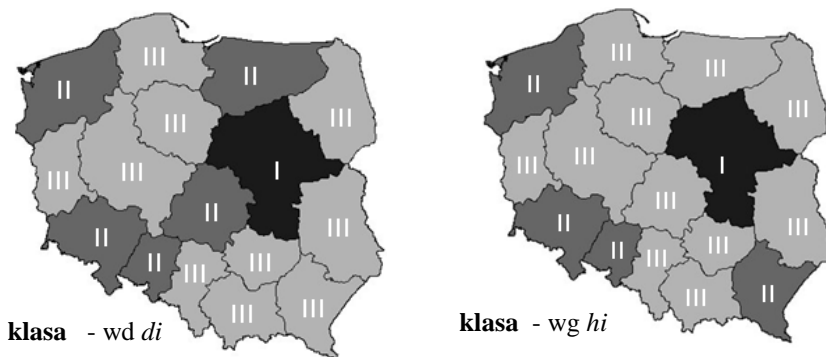
d _i			
Klasa	Poziom	Reguła grupowania	Województwo
I	Wysoki	$0,440 \leq d_i < 0,595$	Mazowieckie
II	Średni	$0,285 \leq d_i < 0,440$	dolnośląskie, opolskie, zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie, łódzkie
III	Niski	$0,131 \leq d_i < 0,285$	lubuskie, podkarpackie, pomorskie, kujawsko-pomorskie, małopolskie, lubelskie, podlaskie, wielkopolskie, świętokrzyskie, śląskie

Źródło: opracowanie własne na podstawie Banku Danych Regionalnych.

Tabela 5. Klasyfikacja województw według bezwzorcowej miary grupowania

h _i			
Klasa	Poziom	Reguła grupowania	Województwo
I	Wysoki	$0,820 \leq d_i < 0,896$	Mazowieckie
II	Średni	$0,745 \leq d_i < 0,820$	dolnośląskie, opolskie, podkarpackie , zachodniopomorskie
III	Niski	$0,670 \leq d_i < 0,745$	lubuskie, lubelskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie, łódzkie, kujawsko-pomorskie, małopolskie, podlaskie, wielkopolskie, świętokrzyskie, śląskie

Źródło: opracowanie własne na podstawie Banku Danych Regionalnych.



Źródło: opracowanie własne za pomocą programu statystycznego R.

Rys. 3. Przestrzenne rozmieszczenie wyróżnionych województw wg klas *di* oraz *hi*

Metoda Warda

Metoda Warda należy do aglomeracyjnych metod grupowania. W powszechnej opinii uważana jest za najskuteczniejszą w tworzeniu homogenicznych skupień. Sposób grupowania metodą Warda opisany jest m.in. przez T. Grabińskiego (Grabiński 2003).

Wyniki grupowania polskich województw metodą Warda, ze względu na dostępność infrastruktury teleinformatycznej młodzieży szkolnej, przedstawia dendrogram (rys. 4). Zostały w nim wyróżnione cztery grupy województw najbardziej do siebie podobnych:

grupa A: mazowieckie,

grupa B: lubelskie, podkarpackie,

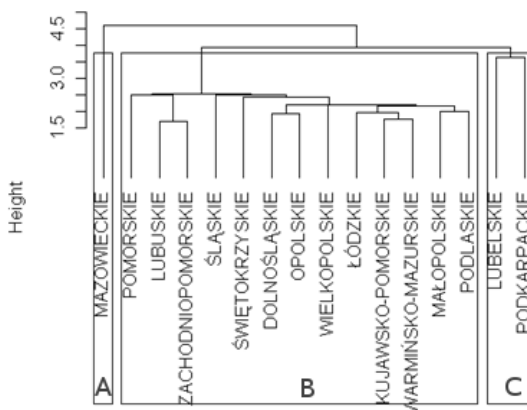
grupa C: lubuskie, pomorskie, świętokrzyskie, zachodniopomorskie, wielkopolskie, śląskie, podlaskie, małopolskie, świętokrzyskie, łódzkie, warmińsko-mazurskie, kujawsko-pomorskie, opolskie, dolnośląskie.

Grupę A stanowi województwo wyróżniające się pozytywnie na tle pozostałych polskich województw, ze względu na wyposażenie w infrastrukturę teleinformatyczną w szkołach oraz w domu młodzieży szkolnej (klasa I z klasy TMR). Województwo to, spośród wszystkich wskaźników, jako jedyne nie zanotowało najmniejszych wartości dla dowolnej cechy.

W kolejnej grupie (**grupa B**) znalazły się województwa lubelskie oraz podkarpackie, plasujące się na kolejnych miejscach w rankingu (klasa II oraz III z klasy TMR). Posiadały one wysoki wskaźnik zmiennych X_8 - udział % szkół podstawo-

wych wyposażonych w komputery przeznaczone do użytku uczniów z dostępem do Internetu, X_{12} - uczniowie szkół ponadpodstawowych przypadający na 1 komputer w szkole, X_{13} - uczniowie szkół ponadpodstawowych przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu w szkole, X_{14} - wydatki na oświatę i wychowanie na 1 mieszkańca w wydatkach budżetu województw oraz X_{15} - dochody województw na 1 mieszkańca. Województwa te jednak posiadały niskie wskaźniki dla zmiennych: X_1 - przeciętny miesięczny dochód na 1 osobę w gospodarstwie domowym, X_2 - przeciętne miesięczne wydatki na edukację, na 1 osobę w gospodarstwie domowym, X_4 - wyposażenie w urządzenie do odbioru telewizji satelitarnej w % ogółu gospodarstw domowych oraz X_6 - wyposażenie w komputer osobisty (ogółem) w % ogółu gospodarstw domowych.

Grupa C skupia województwa: zachodniopomorskie, wielkopolskie, śląskie, podlaskie, małopolskie, świętokrzyskie, łódzkie, warmińsko-mazurskie, kujawsko-pomorskie, opolskie, dolnośląskie, świętokrzyskie, lubuskie, pomorskie, które w klasie TMR zostały zakwalifikowane do II i III klasy. Posiadały one w miarę wysokie wskaźniki zmiennych: X_1 - przeciętny miesięczny dochód na 1 osobę w gospodarstwie domowym, X_2 - przeciętne miesięczne wydatki na edukację, na 1 osobę w gospodarstwie domowym, X_4 - wyposażenie w urządzenie do odbioru telewizji satelitarnej w % ogółu gospodarstw domowych, X_6 - wyposażenie w komputer osobisty (ogółem) w % ogółu gospodarstw domowych, X_{14} - wydatki na oświatę i wychowanie na 1 mieszkańca w wydatkach budżetu województw oraz X_{15} - dochody województw na 1 mieszkańca. Województwa te jednak posiadały niskie wskaźniki dla zmiennych: X_8 - udział % szkół podstawowych wyposażonych w komputery przeznaczone do użytku uczniów z dostępem do Internetu, X_{12} - uczniowie szkół ponadpodstawowych przypadający na 1 komputer w szkole oraz X_{13} - uczniowie szkół ponadpodstawowych przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu w szkole. Województwa te posiadają najniższy poziom infrastruktury ICT. Najkorzystniej tu wypadają wskaźniki: X_{14} - wydatki na oświatę i wychowanie na 1 mieszkańca w wydatkach budżetu województw oraz X_{15} - dochody województw na 1 mieszkańca oraz X_2 - przeciętne miesięczne wydatki na edukację, na 1 osobę w gospodarstwie domowym.



Źródło: opracowanie własne za pomocą programu statystycznego R.

Rys. 4. Klasyfikacja polskich województw za pomocą metodą Warda

Wyniki uzyskane metodą Warda są zbliżone z klasyfikacją województw, uzyskane za pomocą rankingu bezwzorcowej miary rozwoju (rys. 2 i 3). Województwo mazowieckie oraz podkarpackie nie zmieniły swej pozycji. Duże zróżnicowanie we wszystkich miarach wykazuje jedynie woj. lubelskie, które w rankingach zajmuje 12 bądź też 7 miejsce.



Źródło: opracowanie własne za pomocą programu statystycznego R.

Rys. 5. Źródło: Opracowanie własne za pomocą programu statystycznego R

W przestrzennym zróżnicowaniu infrastruktury społecznej w Polsce, brak jest wyraźnego podziału na Polskę wschodnią i pozostałą część kraju. Można jednak zauważyć, że województwa: podlaskie, pomorskie, kujawskie, wielkopolskie, lubuskie, świętokrzyskie, śląskie oraz małopolskie cechuje niski poziom infrastruktury społecznej, nie stanowiąc mocnych cech tych regionów. Spośród wschodnich

regionów Polski niekorzystną sytuację posiada województwo podlaskie (rys. 5).

Tabela 6 prezentuje porównanie dwóch metod grupowania województw za pomocą grupowania liniowego oraz nieliniowego.

Tabela 6. Zmiana pozycji województw w Polsce wg grupowania metodą liniową i nieliniową

Województwa	liniowa	Zmiana pozycji	nieliniowa	Województwa
MAZOWIECKIE	I		A	MAZOWIECKIE
DOLNOŚLĄSKIE	II		B	PODKARPACKIE
OPOLSKIE	II		B	LUBUSKIE
PODKARPACKIE	II		C	DOLNOŚLĄSKIE
ZACHODNIOPOMORSKIE	II		C	ZACHODNIOPOMORSKIE
LUBUSKIE	III		C	OPOLSKIE
LUBELSKIE	III		C	LUBELSKIE
POMORSKIE	III		C	POMORSKIE
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	III		C	WARMIŃSKO-MAZURSKIE
ŁÓDZKIE	III		C	ŁÓDZKIE
KUJAWSKO-POMORSKIE	III		C	KUJAWSKO-POMORSKIE
MAŁOPOLSKIE	III		C	MAŁOPOLSKIE
PODLASKIE	III		C	PODLASKIE
WIELKOPOLSKIE	III		C	WIELKOPOLSKIE
ŚWIĘTOKRZYSKIE	III		C	ŚWIĘTOKRZYSKIE
ŚLĄSKIE	III		C	ŚLĄSKIE

Źródło: opracowanie własne.

Wnioski

Przeprowadzona analiza rozwoju infrastruktury ICT, z której może korzystać młodzież szkolna daje podstawę do wyciągnięcia wniosków:

1. Polska jest krajem silnie zróżnicowanym pod względem poziomu dostępności przez młodzież szkolną do infrastruktury ICT, co potwierdzają uzyskane wartości zmiennych syntetycznych. Miara rozwoju dla najlepszego regionu (mazowieckie - 0,595, dolnośląskie - 0,419, opolskie - 0,393) jest ponad czterokrotnie wyższa od miary dla województwa o najniższym poziomie rozwoju (śląskie - 0,131, świętokrzyskie - 0,159, wielkopolskie - 0,182).

2. Polskie województwa cechuje w większości niski poziom dostępności do infrastruktury ICT. Aż 11 z nich lokuje się w III klasie wg TMR oraz w grupie C wg metody Warda.
3. Zjawiskiem niepokojącym jest występowanie dużych różnic w dostępie do infrastruktury ICT przez młodzież szkolną. Taka sytuacja może prowadzić jedynie do pogłębiania się różnic wśród województw, posiadających bardzo słabo rozwiniętą sieć teleinformatyczną.
4. Przeprowadzone badania powinny być sygnałem dla kuratorów, samorządów terytorialnych województw najsłabiej rozwiniętych pod względem infrastruktury teleinformatycznej do podjęcia działań, które mogłyby się przyczynić do wzrostu dostępności młodzieży szkolnej do technologii ICT.

Piśmiennictwo

1. Florczak W., 2010. *Spółeczeństwo informacyjne*. Wiadomości Statystyczne 2, Warszawa.
2. Górniak J., Wachnicki J., 2010. *Pierwsze kroki w analizie danych: SPSS PL for Windows*. Wyd. SPSS Polska, Kraków.
3. Grabiński T., 2003. *Analiza taksonomiczna krajów Europy w ujęciu regionalnym*. Wyd. AE w Krakowie, Kraków.
4. Heffner K., Gibas P., 2007. *Analiza ekonomiczno – przestrzenna*. Wyd. Akad. Ekonomiczne, Katowice.
5. Kopczewska K., Kopczewski T., Wójcik P., 2009. *Metody ilościowe w R, Aplikacje ekonomiczne i finansowe*. CeDeWu, Warszawa.
6. Młodak A., 2006. *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*. Difin, Warszawa.
7. Salamaga M., 2010. *Mierniki podobieństwa grupowania obiektów*. Wiadomości Statystyczne 6(589), Warszawa.
8. *Spółeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych w latach 2004*. GUS, Warszawa 2010.
9. Suhecki B., 2010. *Ekonometria przestrzenna*. Wyd. C.H. Beck, Warszawa.