



**POLSKA AKADEMIA NAUK**  
**Instytut Badań Systemowych**

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI  
W NAUCE, TECHNICIE  
I ZARZĄDZANIU**

**Redakcja:**

**Jan Studziński**  
**Ludostław Drelichowski**  
**Olgierd Hryniewicz**



**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI  
W NAUCE, TECHNICE I ZARZĄDZANIU**

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

**Seria: BADANIA SYSTEMOWE**

**Tom 41**

---

Redaktor naukowy:

**Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum**

Warszawa 2005

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI  
W NAUCE, TECHNICE  
I ZARZĄDZANIU**

Redakcja:

Jan Studziński

Ludosław Drelichowski

Olgierd Hryniewicz

**Książka wydana dzięki dotacji KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH**

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju, w zakresie rozwoju modeli, technik i systemów informatycznych oraz ich zastosowań w różnych dziedzinach gospodarki. Kilka artykułów omawia aplikacyjne wyniki projektów badawczych i celowych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji.

**Recenzenci artykułów:**

Dr inż. Lucyna Bogdan  
Prof. dr hab. inż. Ludosław Drelichowski  
Prof. dr hab. inż. Olgierd Hryniewicz  
Dr inż. Edward Michalewski  
Dr inż. Grażyna Petriczek  
Prof. dr hab. inż. Andrzej Straszak  
Dr inż. Jan Studziński

**Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska**

**Copyright © Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2005**

**Instytut Badań Systemowych PAN  
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa**

**Sekcja Informacji Naukowej i Wydawnictw  
e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl**

**ISBN 83-89475-03-0  
ISSN 0208-8029**



**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI  
W NAUCE, TECHNICE I ZARZĄDZANIU**

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

**Seria: BADANIA SYSTEMOWE**

**Tom 41**

---

Redaktor naukowy:

**Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum**

Warszawa 2005

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI  
W NAUCE, TECHNICE  
I ZARZĄDZANIU**

Redakcja:

Jan Studziński

Ludostław Drelichowski

Olgierd Hryniewicz



Książka wydana dzięki dotacji KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Książka zawiera wybór artykułów poświęconych omówieniu aktualnego stanu badań w kraju, w zakresie rozwoju modeli, technik i systemów informatycznych oraz ich zastosowań w różnych dziedzinach gospodarki. Kilka artykułów omawia aplikacyjne wyniki projektów badawczych i celowych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji.

Recenzenci artykułów:

Dr inż. Lucyna Bogdan  
Prof. dr hab. inż. Ludosław Drelichowski  
Prof. dr hab. inż. Olgierd Hryniewicz  
Dr inż. Edward Michalewski  
Dr inż. Grażyna Petriczek  
Prof. dr hab. inż. Andrzej Straszak  
Dr inż. Jan Studziński

Komputerowa edycja tekstu: Anna Gostyńska

Copyright © Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 2005

Instytut Badań Systemowych PAN  
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa

Sekcja Informacji Naukowej i Wydawnictw  
e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl

**ISBN 83-89475-03-0**  
**ISSN 0208-8029**



## ANALIZA JEDNORODNOŚCI STRUKTUR SAMORZĄDOWYCH

*Jerzy HOŁUBIEC, Grażyna PETRICZEK*

Instytut Badań Systemowych, Polska Akademia Nauk,  
<Grazyna.Petriczek@ibspan.waw.pl; Jerzy.Holubiec@ibspan.waw.pl>

*W artykule przedstawiono koncepcję podziału organizacji samorządowych na grupy o podobnych charakterystykach socjalno-ekonomicznych. Koncepcja bazuje na metodzie określania i wyboru jednorodnych grup na podstawie danych opisujących badane procesy.*

**Słowa kluczowe:** Analiza organizacji samorządowych, jednorodność zbiorów danych, analiza statystyczna.

### 1. Wprowadzenie

Praca poświęcona jest zagadnieniu, które w literaturze przedmiotu, pojawiło się już w latach sześćdziesiątych, w postaci tzw. problemu regionalizacji, czyli podziału przestrzeni geograficznej, na ogół reprezentowanej przez niewielkie jednostki administracyjne, na możliwie jednorodne obszary (por. Byfuglien, Norgard, 1973; Powskiński, 1980; Plater, 1980). Rozwiązywane było także prostsze zagadnienie taksonomii jednostek przestrzennych, czyli ustalenia ich klas. Zadania obu typów nadal stanowią przedmiot zainteresowania naukowców, zarówno ze względów poznawczych, jak i praktycznych, i są tematem wielu publikacji. Niniejsza praca, stanowiąca wstęp do szerszej zakrojonych badań, podejmująca zagadnienie o charakterze taksonomicznym, charakteryzuje się dwiema istotnymi cechami: (1) nakierowana jest na wyodrębnienie grup jednostek, w tym przypadku powiatów, w perspektywie zasad, polityk i projektów regionalnych i subregionalnych, finansowanych ze źródeł zarówno krajowych, jak i europejskich, (2) posługuje się aparatem statystycznym w celu wyodrębnienia grup jednostek jednorodnych z punktu widzenia odpowiedniej statystyki.

Algorytm podziału zbioru na jednorodne, rozłączne grupy zastosowano do analizy strukturpowiatowych. Tak więc, w pracy przeanalizowano następujące warianty: a) podział powiatów Województwa Mazowieckiego na grupy jednorodne (w sensie ilościowym) ze względu na wybrane cechy opisujące rozwój społeczno-ekonomiczny tych powiatów, b) porównanie podziałów powiatów wybranych województw: Mazowieckiego i Śląskiego, Mazowieckiego i Łódzkiego, Mazowieckiego i Świętokrzyskiego. Wymienione wyżej województwa należały do różnych klas jednorodności przy podziale województw.

## 2. Metodyka

Do badania jednorodności zbioru danych, w tym przypadku opisów powiatów, zastosowano opisany niżej algorytm. Szczegółowe omówienie algorytmu zostało przedstawione w książce Hołubieca i Petriczek, 1997, 2004.

Do testowania hipotezy o jednorodności zbioru danych wykorzystuje się statystykę  $U$  o rozkładzie  $\chi^2$ . Metoda polega na iteracyjnym podziale niejednorodnego zbioru na dwie części. Jeżeli liczba tych podziałów (iteracji) wzrasta, to mogą pojawić się statystycznie niestabilne (nieistotne) granice między sąsiednimi podzbiorymi. Agregacja takich podzbiorymi oparta jest na badaniu odpowiednio skonstruowanej hipotezy dotyczącej stabilności granic między dwoma podzbiorymi. Tak więc algorytm podziału zbioru danych składa się z dwóch etapów:

- Podział zbioru na jednorodne, rozłączne podzbiory - pierwotny podział zbioru
- Badanie stabilności granic między tymi podzbiorymi

### 2.1 Podział zbioru na rozłączne, jednorodne podzbiory

Algorytm podziału na grupy jednorodne ma postać następującą:

- 1) dla uszeregowanego względem najbardziej charakterystycznych cech zbioru danych  $X = \{X_i\}$ ,  $i=1, \dots, n$ , obliczamy statystyki:  $U(1, n-1)$ ,  $U(2, n-2)$ , ...,  $U(1, n-1)$ , ...,  $U(n-1, 1)$
- 2) wybieramy największą wartość statystyki  $U$ . Niech to będzie np.  $U(1, n-1)$  – odpowiadającą wierszowi o numerze  $l_1$  w macierzy danych
- 3) dzielimy zbiór  $S$  na dwa podzbiory  $S_1, S_2$  zawierające odpowiednio  $l_1$  pierwszych elementów i  $n-l_1$  pozostałych elementów
- 4) dla każdego z otrzymanych podzbiorymi testujemy następnie hipotezę  $H_0$  o jego jednorodności. Jeżeli którykolwiek z nich nie jest zbiorem jednorodnym, to dzielimy go na dwie części zgodnie z największą wartością statystyki  $U$ .
- 5) proces ten powtarzamy dopóty dopóki wszystkie otrzymane w wyniku kolejnych podziałów podzbiorymi nie będą spełniały hipotezy jednorodności  $H_0$ .

W metodzie przyjmuje się, że:

- ◆ zmienne losowe są niezależne, ◆ mają rozkłady normalne, ◆ mają jednakowe macierze kowariancji, ◆ rozważany zbiór danych ma postać macierzy o wymiarach  $[n \times k]$  i przedstawia realizację  $k$  - wymiarowych zmiennych losowych  $\xi_s$  o rozkładzie normalnym, ze średnimi  $m_s$  i jednakowymi diagonalnymi macierzami kowariancji.

Funkcję kryterium do weryfikacji hipotezy o jednorodności konstruujemy wykorzystując metodę największej wiarygodności. Używana statystyka  $U$  ma postać:

$$U(l, n-1) = \frac{\frac{n-1}{n(n-1)l} \sum_{j=1}^k \left( (n-1) \sum_{i=1}^l x_{ij} - l \sum_{i=1+1}^n x_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}$$

dla  $l=1, 2, \dots, n-1$  (1)

gdzie:  $n$  – liczba obserwacji;  $k$  – liczba obserwowanych cech

Hipotezę  $H_0$  o jednorodności przyjmujemy jeżeli spełniona jest nierówność:

$$U(l, n-1) \leq \chi_{\alpha, k}^2 \quad \text{dla } l=1, 2, \dots, n-1 \quad (W1)$$

Jeśli chociaż dla jednej wartości  $l$  (jednego wiersza) warunek (W2) nie jest spełniony, to hipotezę  $H_0$  odrzucamy: zbiór nie jest jednorodny. Wówczas przyjmujemy hipotezę alternatywną:  $H_1$ :

$$U(l, n-1) > \chi_{\alpha, k}^2 \quad (W2)$$

i zbiór  $S$  należy podzielić na podzbiory.

Badanie hipotezy  $H_1$  (o niejednorodności) sprowadza się do maksymalizacji statystyki  $U$ :

$$\max_l U(l, n-1) \quad (W3)$$

Warunki (W2) i (W3) stanowią teoretyczną podstawę metody podziału zbioru.

## 2.2 Agregacja grup – hipoteza o niestabilności granic międzygrupowych

Gdy liczba rozbić zbioru (iteracji) wzrasta, mogą pojawić się statystycznie niestabilne (nieistotne) granice między sąsiednimi, jednorodnymi podzbiorami. Znalezienie takich granic i ich usunięcie prowadzi do istotnego podziału zbioru populacji na jednorodne podzbiory.

Statystyczną stabilność granic między podzbiorami można badać porównując średnie wielowymiarowe. Jeżeli są one statystycznie równoważne, można założyć, że granica jest niestabilna i rozdzielane przez nią grupy można połączyć nie naruszając jednorodności. Badania stabilności granic między grupami sprowadza się do weryfikacji odpowiednio sformułowanej hipotezy.

Kryterium do badania hipotezy o stabilności granic konstruujemy wykorzystując metodę największej wiarygodności. W wyniku otrzymuje się statystykę (dla każdej kolejnej pary podzbiorów):

$$U(S_i, S_{i+1}) = \frac{\frac{n_i + n_{i+1} - 1}{(n_i + n_{i+1})n_i n_{i+1}} \sum_{j=1}^k \left( n_{i+1} \sum_{s \in S_i} x_{sj} - n_i \sum_{s \in S_{i+1}} x_{sj} \right)^2}{\sum_{s \in S} x_{sj}^2 - \frac{1}{n_i + n_{i+1}} \left( \sum_{s \in S} x_{sj} \right)^2} \quad (2)$$

gdzie:  $S = S_i \cup S_{i+1}$ ,  $i=1, \dots, K$ ;

$K$  – liczba grup;

$k$  – liczba rozpatrywanych cech;

$n_i, n_{i+1}$  – liczba elementów odpowiednio zbiorów  $S_i, S_{i+1}$ ;

$x_{sj}$  – wartości zmiennej losowej  $\xi_{sj}$ , będące elementami tablicy obserwacji.

Badanie hipotezy  $H_0$  sprowadza się do badania następującej nierówności:

$$U(S_i, S_{i+1}) \leq \chi_{\alpha, k}^2 \quad i=1, 2, \dots, K \quad (W4)$$

Jeżeli (W4) jest spełnione to można przyjąć, że granica między  $S_i$  oraz  $S_{i+1}$  jest niestabilna. Łączymy je wówczas i testujemy hipotezę o stabilności granic pomiędzy podzbiorem ( $S = S_i \cup S_{i+1}$ ) i  $S_{i+2}$ , itd. Jeżeli natomiast  $U(S_i, S_{i+1}) > \chi_{\alpha, k}^2$ , to granicę między  $S_i$  i  $S_{i+1}$  utrzymujemy i przechodzimy do testowania hipotezy o stabilności granic między podzbiorem  $S_{i+1}$  i  $S_{i+2}$ . Badanie przeprowadza się kolejno dla wszystkich, sąsiednich podzbiorów podziału.

### 3. Badanie jednorodności wybranych struktur powiatowych

#### 3.1 Analiza jednorodności powiatów Województwa Mazowieckiego

Omówiony algorytm zastosowano do analizy struktur powiatowych Województwa Mazowieckiego. Zadanie polegało na podziale 42 powiatów województwa na grupy jednorodne ze względu na wybrane cechy opisujące rozwój społeczno-ekonomiczny tych powiatów.

Rozważono następujące zestawy danych:

- a) Dane dotyczące podstawowych (ogólnych) informacji o powiatach, zawierające 10 cech: •ludność, •powierzchnia ogólna w ha, • zatrudnienie, • bezrobocie (liczba bezrobotnych), •zasoby mieszkaniowe, • dochody ogółem budżetów

powiatów (w mln zł), • dochody własne budżetów powiatów (w mln zł), • wydatki budżetów powiatów (w mln zł), • nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwa (w mln zł), • baza noclegowa (miejsca noclegowe).

Dochody własne budżetów powiatów (w mln zł) składają się między innymi z podatków od nieruchomości, wpływów z podatku dochodowego od osób fizycznych i prawnych, dochody z najmu, dzierżawy.

- b) Dane dotyczące poziomu życia w powiatach, obejmujące 12 cech: • ludność, struktura zatrudnienia, • zatrudnienie w rolnictwie, • zatrudnienie w przemyśle, • zatrudnienie w budownictwie, • zatrudnienie w usługach, • bezrobocie, • zasoby mieszkaniowe, • przeciętne wynagrodzenie miesięczne brutto, • zużycie wody z wodociągów (w  $\text{dam}^3$ ), • zużycie gazu (w tys.  $\text{m}^3$ ), • zużycie energii elektrycznej (w GWh), • liczba łóżek w szpitalach.
- c) Dane dotyczące rolniczego i leśnego użytkowania gruntów, obejmujące 4 cechy: • powierzchnia ogólna (w ha), • grunty orne (w ha), • „użytki zielone” (w ha), • lasy i grunty leśne (w ha).

„Użytki zielone” obejmują sady, łąki i pastwiska.

Dane dotyczą 2003 roku; województwo Mazowieckie podzielone jest na 42 powiaty, w tym 5 miast o statusie powiatu: Ostrołęka, Płock, Radom, Siedlce i Warszawa.

Wartość rozkładu  $\chi^2_{\alpha,k}$  dla 4 cech (stopni swobody) i poziomu istotności  $\alpha=0.05$  wynosi 9.488, dla 10 cech (przy tym samym poziomie istotności) wynosi 18.307 a dla 12 cech wynosi 21.026.

Zbiór danych wejściowych przedstawiono w postaci macierzy o odpowiednich wymiarach: liczbie wierszy odpowiadającej liczbie powiatów, oraz liczbie kolumn odpowiadającej liczbie rozpatrywanych cech.

Dla przypadków a) i b) jako cechę wiodącą, względem której uszeregowano dane (rosnąco) przyjęto liczbę ludności, natomiast dla przypadku c) wielkość powierzchni ogólnej.

Dla przypadku a) po 13 iteracjach otrzymano 14 grup powiatów. Analiza stabilności granic wykazała, że w dwóch przypadkach granice między sąsiednimi podzbiórami są niestabilne i można je połączyć. W efekcie otrzymano podział na 12 jednorodnych grup powiatów. Poniżej przedstawiono te podzbiory

- 1) Łosicki, Białobrzeski, Zwoleński
- 2) Lipski, Żuromiński, Szydłowiecki
- 3) Przasnyski, Makowski, Gostyniński, Pułtusi, Przasnyski, Ostrołęka, Sierpecki, Sokołowski
- 4) Koziński, Węgrowski, Wyszowski, Mławski
- 5) Grodziski, Żyrardowski, Nowodworski, Ostrowski
- 6) Siedlce

- 7) Siedlecki, Sochaczewski, Ostrołęcki, Płoński
- 8) Ciechanowski, Legionowski, Warszawski, Płocki
- 9) Garwoliński, Grójecki, Otwocki
- 10) Piaseczyński, Płock, Miński, Pruszkowski, Radomski
- 11) Wołomiński, Radom
- 12) Warszawa

Dla przypadku b) zawierającego 12 cech po 9 iteracjach otrzymano 10 następujących jednorodnych grup powiatów o stabilnych granicach między podzbiorami:

- 1) Łosicki, Białobrzegi, Zwoleński, Lipski
- 2) Żuromiński, Szydłowiecki, Przysuski, Makowski
- 3) Gostyniński, Pułtuski, Przasnyski, Ostrołęka, Sierpecki, Sokołowski, Kozienski, Węgrowski
- 4) Wyszowski, Mławski
- 5) Grodziski, Żyrardowski, Nowodworski, Ostrowski, Siedlce
- 6) Siedlecki, Sochaczewski, Ostrołęcki, Płoński
- 7) Ciechanowski, Legionowski, Warszawski, Płocki, Garwoliński, Grójecki
- 8) Otwocki, Piaseczyński, Płock, Miński, Pruszkowski, Radomski
- 9) Wołomiński, Radom
- 10) Warszawa

Analiza wyników otrzymanych dla 10 i 12 cech prowadzi, m.in., do następujących wniosków:

- Warszawa jako powiat stanowi samodzielną grupę zarówno ze względu na cechy charakteryzujące ogólny rozwój powiatu jak i na cechy opisujące poziom życia w powiecie.
- Miasta o statusie powiatu niekoniecznie są w tej samej grupie, co powiat, do którego należą.
- Przy rozpatrywaniu cech charakteryzujących ogólny rozwój powiatu otrzymano większą liczbę jednorodnych grup powiatów aniżeli w przypadku cech opisujących poziom życia w powiecie
- Dla obu przypadków a) i b) takie powiaty jak:
  - Warszawa
  - Wołomiński, Radom
  - Piaseczyński, Płock, Miński, Pruszkowski, Radomski
  - Siedlecki, Sochaczewski, Ostrołęcki, Płoński
  - Ciechanowski, Legionowski, Warszawski, Płockinależą do tych samych grup powiatów; co może oznaczać, że powiaty w tych grupach mają podobny zarówno ogólny poziom rozwoju jak i ogólnie rozumiany poziom życia.

Dla przypadku c) po 12 iteracjach otrzymano 13 grup powiatów. Analiza stabilności granic wykazała, że w trzech przypadkach granice między sąsiednimi podzbiórami są niestabilne i te podzbiory można połączyć. W wyniku tego otrzymano podział na 10 jednorodnych, stabilnych grup:

- 1) Ostrołęka, Siedlce
- 2) Płock, Radom, Pruszkowski, Grodziski
- 3) Legionowski, Szydłowiecki, Piaseczyński, Warszawa
- 4) Żyrardowski, Warszawski, Zwoleński, Otwocki, Gostyniński, Białobrzegi, Nowodworski
- 5) Sochaczewski, Lipski, Łosicki, Przysuski, Żuromiński, Pułtuski, Sierpecki
- 6) Wyszowski, Koziński, Wołomiński
- 7) Ciechanowski, Makowski, Sokołowski, Miński
- 8) Mławski, Przasnyski, Węgrowski, Ostrowski, Garwoleński
- 9) Grójecki, Płoński, Radomski, Siedlecki, Płocki
- 10) Ostrołęcki.

W przypadku charakterystyk dotyczących rolniczego i leśnego użytkowania gruntów Warszawa jako powiat należy do tej samej grupy co powiaty: Legionowski, Szydłowiecki, Piaseczyński.

Przedstawione wyżej podziały powiatów pozwalają na wyodrębnienie jednorodnych grup powiatów zarówno ze względu na ich rozwój i poziom życia jak i strukturę użytkowania gruntów.

### **3.2 Analiza porównawcza podziałów powiatów należących do wybranych województw**

W pracach Hołubca i Petriczek (1997, 2004) przedstawiono podział 16 województw na grupy jednorodne ze względu na cechy opisujące ogólny rozwój województwa. W wyniku zastosowania algorytmu podziału otrzymano 4 jednorodne grupy województw.

Obecnie przedstawiona zostanie analiza podziału powiatów należących do następujących par województw: a) Mazowieckiego i Śląskiego, b) Mazowieckiego i Łódzkiego, oraz c) Mazowieckiego i Świętokrzyskiego.

Jak wynika z analizy podziału województw Województwa Mazowieckie i Śląskie należą do tej samej grupy jednorodności, natomiast Województwa Łódzkie i Świętokrzyskie znajdują się w oddzielnych grupach jednorodności.

Dla wszystkich powiatów wymienionych wyżej województw rozpatrywano cechy charakteryzujące ogólny rozwój powiatu: • ludność, • powierzchnia ogólna w ha, • zatrudnienie, • bezrobocie (liczba bezrobotnych), • zasoby mieszkaniowe, • dochody ogółem budżetów powiatów (w mln zł), • wydatki budżetów powiatów



(w mln zł), • nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwa (w mln zł), • baza noclegowa (miejsca noclegowe).

Wybór wymienionych cech, związany był z dostępnością jednolitych zestawów danych, dla wszystkich powiatów w rozpatrywanych województwach.

Dla lepszej przejrzystości otrzymanych podziałów dla powiatów należących do różnych województw przyjęto następujące oznaczenia: M – Województwo Mazowieckie, Ś – Województwo Śląskie, Ł – Województwo Łódzkie, Św – Województwo Świętokrzyskie.

#### **Przypadek a)**

Województwo Śląskie składa się z 36 powiatów w tym aż 20 miast ma statut powiatu. W wyniku zastosowania algorytmu otrzymano 8 następujących jednorodnych grup powiatów:

- 1) Bieruńsko - łędziński, Świętochłowice, Piekary Śląskie, Żory, Myszkowski, Rybnicki
- 2) Siemianowice Śląskie, Mysłowice, Lubliniecki, Kłobucki
- 3) Mikołowski, Jaworzno, Jastrzębie-Zdrój, Pszczyński, Raciborski
- 4) Chorzów, Gliwicki, Zawierciański, Dąbrowa-Górnica, Tychy, Częstochowski, Tarnogórski, Rybnik
- 5) Bielski, Żywiecki, Ruda Śląska, Będziński, Wodzisławski, Cieszyński
- 6) Bielsko-Biała, Bytom, Zabrze
- 7) Gliwice, Sosnowiec, Częstochowa
- 8) Katowice

Jak wynika z analizy przedstawionego wyżej podziału takie miasta jak:

Bielsko-Biała, Bytom, Zabrze  
Gliwice, Sosnowiec, Częstochowa  
Katowice

stanowią oddzielne grupy jednorodności.

Łączny zbiór powiatów Województw Mazowieckiego i Śląskiego składa się z 78 powiatów. Oba te województwa należą do tej samej grupy jednorodności ze względu na rozpatrywane cechy.

W wyniku podziału wyodrębniono 15 jednorodnych zbiorów.

Podział łączny powiatów Województw Mazowieckiego i Śląskiego jest następujący:

- 1) Łosicki (M), Białobrzegi (M), Zwoleniński (M)
- 2) Lipski (M), Żuromiński (M), Szydłowiecki (M), Przysuski (M), Makowski (M)
- 3) Gostyniński (M), Pułtuski (M), Przasnyski (M), Ostrołęka (M), Sierpecki (M), Bieruńsko - łędziński (Ś), Świętochłowice (Ś), Sokołowski (M)
- 4) Piekary Śląskie (Ś), Koziennicki (M), Żory (Ś), Węgrowski (M), Wyszowski (M), Myszkowski (Ś), Rybnicki (Ś)

- 5) Mławski (M), Siemianowice Śląskie (Ś), Grodziski (M), Żyrardowski (M), Nowodworski (M)
- 6) Siedlecki (M), Sochaczewski (M), Ostrołęcki (M), Kłobucki (Ś), Płoński (M), Mikołowski (Ś)
- 7) Mysłowice (Ś), Ostrowski (M), Siedlce (M), Lubliniecki (Ś)
- 8) Ciechanowski (M), Legionowski (M), Warszawski (M), Jaworzno (Ś), Jastrzębie-Zdrój (Ś), Pszczyński (Ś), Płocki (M), Garwoliński (M), Grójecki (M)
- 9) Raciborski (Ś), Otwocki (M), Chorzów (Ś), Gliwicki (Ś)
- 10) Piaseczyński (M), Zawierciański (Ś), Płock (M), Dąbrowa-Górnicza (Ś), Tychy (Ś), Częstochowski (Ś), Miński (M), Tarnogórski (Ś), Pruszkowski (M), Rybnik (Ś), Radomski (M)
- 11) Bielski (Ś), Żywiecki (Ś), Ruda Śląska (Ś), Będziński (Ś), Wodzisławski (Ś), Cieszyński (Ś)
- 12) Bielsko-Biała (Ś), Bytom (Ś), Zabrze (Ś), Wołomiński (M), Gliwice (Ś)
- 13) Radom (M), Sosnowiec (Ś), Częstochowa (Ś)
- 14) Katowice (Ś)
- 15) Warszawa (M)

Pogrubioną czcionką wyróżniono powiaty tworzące zbiory wspólne.

Z analizy otrzymanego podziału można przedstawić następujące wnioski:

- ◆ Wśród 15 jednorodnych grup powiatów istnieje 10 zbiorów wspólnych zawierających powiaty z obu województw. Do zbiorów tych należy 33 powiaty województwa Mazowieckiego (78,57% ogólnej liczby powiatów tego województwa) oraz 29 powiatów województwa Śląskiego (80,55% ogólnej liczby powiatów województwa Śląskiego).
- ◆ Katowice i Warszawa stanowią dwa osobne zbiory.

#### **Przypadek b)**

Województwo Łódzkie zawiera 24 powiaty w tym 3 miasta na prawach powiatu. W efekcie podziału wyodrębniono 6 jednorodnych grup powiatów przedstawionych poniżej:

- 1) Brzeziński, Skierniewicki, Wieruszowski, Poddębicki
- 2) Skierniewice
- 3) Rawski, Łaski, Pajęczański, Łęczycki
- 4) Łódzki wsch, Zduńskowolski, Wieluński, Opoczyński, Piotrków Trybunalski, Łowicki, Piotrkowski
- 5) Kutnowski, Bełchatowski, Pabianicki, Radomszczański, Tomaszowski, Sieradzki
- 6) Zgierski, Łódź

Łączny zbiór powiatów województw Mazowieckiego i Łódzkiego składa się z 66 powiatów. Oba rozpatrywane województwa należą do różnych grup jednorodności ze względu na rozpatrywane cechy.

W efekcie zastosowania algorytmu wyodrębniono 14 jednorodnych grup powiatów. Grupy te przedstawiono poniżej:

- 1) Brzeziński (Ł), Łosicki (M), Białobrzegi (M), Zwoleński (M), Skierniewicki (Ł)
- 2) Lipski (M), Żuromiński (M), Szydłowiecki (M),
- 3) Wieruszowski (Ł), Poddębicki (Ł)
- 4) Przysuski (M), Makowski (M), Gostyniński (M), Skierniewice (Ł), Rawski (Ł), Pułtusi (M), Łaski (Ł), Przasnyski (M), Ostrołęka (M), Pajęczański (Ł), Sierpecki (M), Łęczycki (Ł), Sokołowski (M), Kozienicki (M)
- 5) Łódzki wsch. (Ł), Zduńskowolski (Ł)
- 6) Węgrowski (M), Wyszowski (M), Mławski (M), Grodziski (M), Żyrardowski (M), Nowodworski (M), Ostrowski (M), Siedlce (M)
- 7) Wieluński (Ł), Opoczyński (Ł), Piotrków Trybunalski (Ł)
- 8) Siedlecki (M), Sochaczewski (M), Łowicki (Ł), Ostrołęcki (M), Płoński (M), Piotrkowski (Ł)
- 9) Ciechanowski (M), Legionowski (M), Warszawski (M), Płocki (M), Garwoliński (M), Grójecki (M)
- 10) Kutnowski (Ł), Bełchatowski (Ł), Otwocki (M), Pabianicki (Ł), Radomszczański (Ł), Tomaszowski (Ł), Sieradzki (Ł), Piaseczyński (M)
- 11) Płock (M), Miński (M), Pruszkowski (M), Radomski (M), Zgierski (Ł)
- 12) Wołomiński (M), Radom (M)
- 13) Łódź (Ł)
- 14) Warszawa (M)

Pogrubioną czcionką wyróżniono powiaty tworzące zbiory wspólne.

Analizując otrzymane wyniki można stwierdzić, że:

- ◆ Spośród 14 jednorodnych grup powiatów można tylko 5 zbiorów wspólnych zawierających powiaty z obu województw. Do tych wspólnych zbiorów należy 52,38% powiatów Województwa Mazowieckiego oraz 66,6% powiatów Województwa Łódzkiego.
- ◆ Łódź i Warszawa stanowią dwa osobne zbiory
- ◆ Pozostała część powiatów z obu województw stanowi odrębne grupy jednorodności.

#### **Przypadek c)**

W tym przypadku rozważono Województwo Świętokrzyskie, które nie należy do żadnej wspólnej grupy jednorodności z omawianymi wcześniej województwami. Województwo Świętokrzyskie składa się z 14 powiatów w tym tylko jedno miasto na prawach powiatu.

Analiza jednorodności pozwala podzielić te powiaty na 4 następujące grupy jednorodne:

1. Kazimierski, Pińczowski, Włoszczowski, Opatowski

2. Buski, Staszowski, Skarżyński, Sandomierski, Konecki, Jędrzejowski
3. Starachowicki, Ostrowiecki, Kielecki
4. Kielce

Łączny zbiór powiatów województw Mazowieckiego i Świętokrzyskiego składa się z 56 powiatów.

W wyniku podziału można wyodrębnić 14 jednorodnych grup powiatów o podanym niżej składzie

1. Łosicki (M), Białobrzeski (M), Kazimierski (Św)
2. Zwoleński (M), Lipski (M), Żuromiński (M)
3. Szydłowiecki (M), Pińczowski (Św), Przysuski (M), Makowski (M), Włoszczowski (Św)
4. Gostyniński (M), Pułtusk (M), Przasnyski (M), Ostrołęka (M), Sierpecki (M), Opatowski (Św), Sokołowski (M)
5. Kozienicki (M), Węgrowski (M), Wyszowski (M), Mławski (M), Grodziski (M), Żyrardowski (M)
6. Buski (Św), Staszowski (Św)
7. Nowodworski (M), Ostrowski (M), Siedlce (M)
8. Skarżyński (Św), Siedlecki (M), Sandomierski (Św), Sochaczewski (M), Ostrołęcki (M), Płoński (M)
9. Jędrzejowski (Św), Konecki (Św)
10. Ciechanowski (M), Legionowski (M), Warszawski (M), Płocki (M), Garwoliński (M), Grójecki (M), Otwocki (M)
11. Starachowicki (Św), Ostrowiecki (Św)
12. Piaseczyński (M), Płock (M), Miński (M), Pruszkowski (M), Radomski (M), Wołomiński (M)
13. Kielecki (Św), Kielce (Św), Radom (M)
14. Warszawa (M)

Pogrubioną czcionką wyróżniono powiaty tworzące zbiory wspólne.

Analiza otrzymanych wyników prowadzi do następujących wniosków:

- ◆ Spośród 14 jednorodnych grup powiatów można wyodrębnić 5 zbiorów wspólnych zawierających powiaty z obu województw. Do tych wspólnych zbiorów należy 38,1% powiatów Województwa Mazowieckiego oraz 57,14% powiatów Województwa Świętokrzyskiego.
- ◆ Warszawa stanowi odrębny zbiór
- ◆ Kielce oraz Radom należą do tej samej grupy jednorodności

Z analizy wyników otrzymanych dla wszystkich rozpatrywanych w pracy województw można wnioskować, że

- ◆ powiaty należące do województw z tej samej grupy jednorodności mają najwięcej zbiorów wspólnych, co oznacza że procentowy udział powiatów

(z tych województw) we wspólnych jednorodnych zbiorach jest duży i mają podobny rozwój społeczno-ekonomiczny.

- ◆ powiaty należące do województw z różnych grup jednorodności mają małą liczbę zbiorów wspólnych, co oznacza że procentowy udział powiatów (z tych województw) we wspólnych jednorodnych zbiorach jest mniejszy. Powiaty z tych województw różnią się rozwojem społeczno-ekonomicznym.

#### 4. Uwagi końcowe

Otrzymane wyniki są zaledwie ilustracją możliwości prowadzenia badań przy pomocy zaproponowanego algorytmu w ramach szerszej metodyki, obejmującej (1) wstępną analizę danych, ze szczególnym uwzględnieniem wskazania zmiennych wiodących w strukturze oraz ustalania merytorycznie uzasadnionych zestawów zmiennych, (2) podział na grupy jedrodne według proponowanego algorytmu, (3) badanie wrażliwości wyników ze względu na przyjęte założenia, w tym wybór zmiennej wiodącej, (4) alternatywne podziały otrzymywane przy pomocy innych algorytmów, w tym zwłaszcza zaawansowanej analizy skupień, (5) ocenę jakościową otrzymanych podziałów i grup z punktu widzenia celów rozwoju społeczno-gospodarczego oraz „modeli rozwoju”.

Przedstawiony algorytm, może stanowić część komputerowego modelu, służącego wymienionym wyżej zadaniom.

#### Literatura

- Byfuglien J., Nordgard A. (1973) *Region-Building – a Comparison of Methods*. Norsk Geografisk, Tjidskrift.
- Hołubiec J., Petriczek G. (2004) Homogeneity algorithm for analysis of regional structure, in: *Proceedings of the 15th International Conference on Systems Science*, Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 479-486.
- Hołubiec, J., Petriczek G. (1997) Homogeneity Algorithm For Modeling Regional Structure, in: *Proceedings of the International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics MMAR* (S. Domek, Z. Emirsajtów, R. Kaszyński, Ed.), Technical University of Szczecin, Szczecin, 1, 397-402.
- Kildyshev G.S (1978) *Abolentzev J.A: Mnogomernye gruppirovki*. Izd. "Statistika", Moskwa.
- Mardia K.V., Kent J.T., Bibby J.M. (1979) *Multivariate Analysis*. Academic Press, London.
- Owsiński J. (1980) Regionalization revisited: an explicit optimization approach. *IIASA, CP-80-26*.
- Roczniki Statystyczne Województw: Mazowieckiego, Śląskiego, Łódzkiego, Świętokrzyskiego, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 2003.

**ANALYSIS OF HOMOGENEITY LOCAL GOVERNMENT'S STRUCTURE**

*In the paper the concept of partition of local government units into group with the similar socio-economic characteristics is presented. This concept is based on the method of determining and selecting the homogeneous groups from the data set describing the analyzed phenomenon. The analysis concern two cases: a) partition of the poviats of Mazowiecki vojvodship with respect to various socio-economic characteristics and b) partition of the poviats of selected vojvodship pairs (Mazowiecki and Slaski, Mazowiecki and Lodzki, Mazowiecki and Swietokrzyski). Considered vojvodships belong to separate homogeneity groups. The data set describing poviats has the form of matrix consisting of rows number corresponding to poviats number and columns number depended on the number of considered socio-economic factors.*

**Keywords:** Analysis of local government units, hypotheses, data set homogeneity, statistics, statistically stable boundaries between two sets.

**Jan Studziński, Ludosław Drelichowski, Olgierd Hryniewicz  
(Redakcja)**

**ZASTOSOWANIA INFORMATYKI  
W NAUCE, TECHNICE I ZARZĄDZANIU**

Monografia zawiera wybór artykułów dotyczących informatyzacji procesów zarządzania, prezentując bieżący stan rozwoju informatyki stosowanej w Polsce i na świecie. Zamieszczone artykuły opisują metody, algorytmy i techniki obliczeniowe stosowane do rozwiązywania złożonych problemów zarządzania, a także omawiają konkretne zastosowania informatyki w różnych sektorach gospodarki. Kilka prac przedstawia wyniki projektów badawczych Ministerstwa Nauki i Informatyzacji, dotyczących rozwoju metod informatycznych i ich zastosowań.

**ISBN 83-89475-03-0**

**ISSN 0208-8029**

---

---

**W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy  
prosimy o kontakt z Instytutem Badań Systemowych PAN  
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa  
tel. 837-35-78 w. 241 e-mail: biblioteka@ibspan.waw.pl**