

ANNA BŁACZKOWSKA, ALICJA GRZEŚKOWIAK, ANNA KRÓL, AGNIESZKA STANIMIR

WYKORZYSTANIE ANALIZY KORESPONDENCJI W BADANIU
CZYNNIKÓW RÓŻNICUJĄCYCH WYNIKI Z DWÓCH CZĘŚCI
EGZAMINU GIMNAZJALNEGO UZYSKANYCH PRZEZ UCZNIÓW
Z RÓŻNYCH OBSZARÓW TERYTORIALNYCH¹

1. POLSKI SYSTEM EDUKACJI I JEGO REFORMA

Celem badań przeprowadzonych w ramach prezentowanego artykułu jest wskazanie analizy korespondencji jako metody niezwykle użytecznej w rozpoznawaniu współwystąpień kategorii zmiennych wyróżnionych w trakcie egzaminu gimnazjalnego. Wskazanie powiązań między kategoriami zróżnicowanych zmiennych pozwoli na dalszą modernizację systemu edukacji, tak by dostęp do wiedzy nie był ograniczany.

System edukacji w Polsce poddano radykalnej reformie, którą zapoczątkowano w 1999 r. Jej celem było podniesienie jakości kształcenia oraz dopasowanie systemu edukacji do wymagań gospodarki opartej na wiedzy. Reforma ta miała również wspomóc rozwój programów propagujących kształcenie przez całe życie. Jednym z najważniejszych rozwiązań proponowanych w reformie szkolnictwa było wprowadzenie nowej struktury szkolnictwa (od poziomu przedszkolnego do studiów doktoranckich) oraz zmiana dotychczasowego systemu egzaminacyjnego. Reforma dotyczyła również kwestii kształcenia i podnoszenia kwalifikacji nauczycieli oraz systemu finansowania i zarządzania.

Rozpoczęcie reformy systemu edukacji w Polsce zbiegło się w czasie z próbnym (eksperymentalnym) badaniem PISA (OECD Programme for International Student Assessment). Badanie to ma na celu sprawdzenie wiedzy i umiejętności 15-latków w krajach stowarzyszonych. W 2000 r. przeprowadzono pierwsze badanie PISA z udziałem polskich uczniów, którzy jako ostatni zakończyli naukę w starym systemie.

W przeprowadzonej analizie wzięto pod uwagę wyniki osiągnięte przez uczniów z egzaminu gimnazjalnego. Egzamin ten wprowadzono w trakcie reformy systemu edukacji. Ten sprawdzian wiedzy uczniów jest formą egzaminu zewnętrznego, który ma na celu przestrzeganie wystandardyzowanych procedur, zapewnienie porównywalności wyników, przestrzeganie anonimowości uczniów. Nie ma on być traktowany jako

¹ Artykuł napisany w ramach grantu MNiSW nt. Metody wielowymiarowej analizy statystycznej i modelowania danych jakościowych w ocenie wiedzy i umiejętności uczniów gimnazjum (nr N N111 279038).

kryterium do kontynuowania dalszej nauki, ale jedynie ma być informacją dla ucznia o poziomie jego wiedzy. Egzamin ten jest jednak powszechny i obowiązkowy.

Prace badawcze wykonane w ramach przedstawianego artykułu, są częścią realizacji unikatowego projektu badawczego finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego². Z uwagi na zastosowane metody badawcze i realizację celów naukowych i aplikacyjnych projekt ma charakter niepowtarzalny, gdyż analiza wyników egzaminacyjnych gimnazjalistów nie była jeszcze prowadzona na tak szeroką skalę. Zastosowanie analizy korespondencji do oceny prezentowanych w artykule danych nie jest postępowaniem powszechnym, najczęściej analiza sprowadzana jest do wyznaczenia podstawowych jednowymiarowych wskaźników statystycznych.

2. ZAKRES BADANIA

Dysponowano wynikami Centralnej Komisji Egzaminacyjnej dla poszczególnych uczniów w województwach opolskim i dolnośląskim z podziałem na szkoły, gminy, płeć oraz tematyczne obszary egzaminacyjne w zakresach przedmiotów matematyczno-przyrodniczych i humanistycznych z lat 2003-2010.

Egzamin w zakresie nauk humanistycznych obejmuje takie przedmioty jak: język polski, historia, wiedza o społeczeństwie, plastyka i muzyka. Obszary egzaminacyjne w tej części egzaminu to:

- czytanie i odbiór tekstów kultury;
- tworzenie własnego tekstu.

Egzamin w zakresie nauk matematyczno-przyrodniczych obejmuje takie przedmioty jak: matematyka, fizyka, astronomia, chemia, biologia i geografia. Obszary egzaminacyjne w tej części egzaminu to:

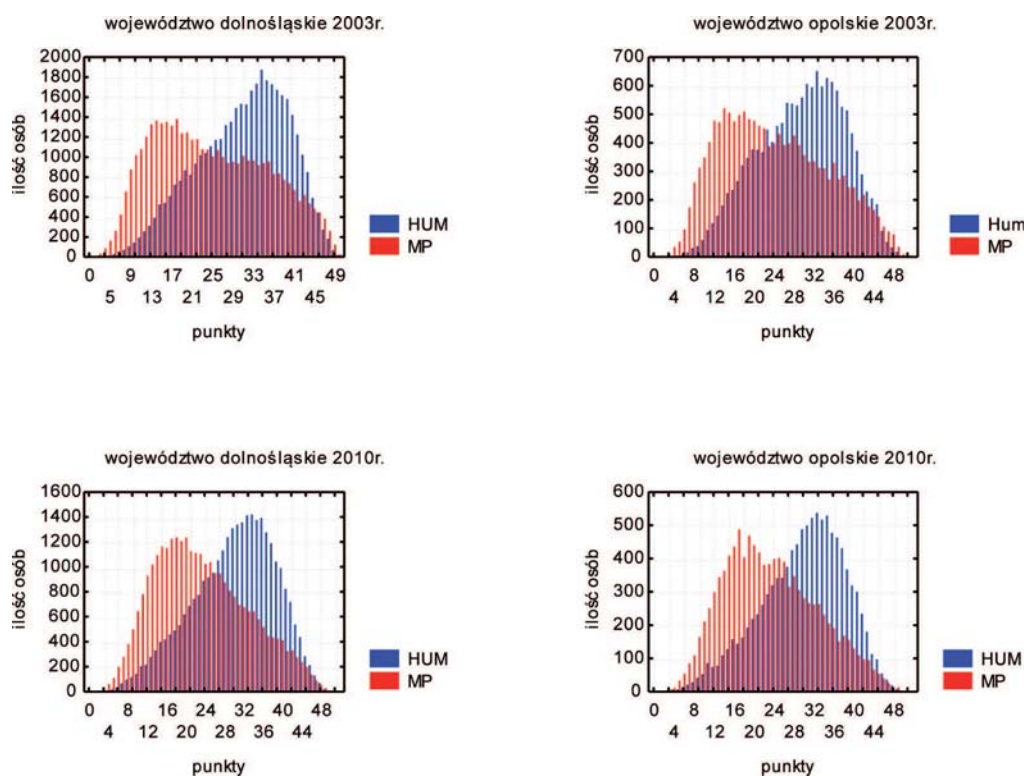
- umiejętne stosowanie terminów, pojęć i procedur z zakresu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych niezbędnych w praktyce życiowej i dalszym kształceniu;
- wyszukiwanie i stosowanie informacji;
- wskazywanie i opisywanie faktów, związków i zależności w szczególności przyczynowo-skutkowych, funkcjonalnych, przestrzennych i czasowych;
- stosowanie zintegrowanej wiedzy i umiejętności do rozwiązywania problemów.

Większość przedstawionych powyżej zmiennych zmierzono na skali nominalnej. Wyniki uzyskane przez uczniów w poszczególnych obszarach zakresów egzaminacyjnych przekształcono na pomiar na skali porządkowej, której budowa jest bardzo zbliżona do skali nominalnej. Taki zestaw zmiennych pozwolił na zastosowanie wielowymiarowej analizy korespondencji (wykorzystano macierz Burta oraz wielowymiarową tablicę kontyngencji).

Wyniki egzaminu gimnazjalnego uczniów z obszaru Dolnego Śląska posłużyły autorkom do przygotowania artykułu pt. „Comparative analysis of the competences

² Grant nr NN 111 279038 pt. Metody wielowymiarowej analizy statystycznej i modelowania danych jakościowych w ocenie wiedzy i umiejętności uczniów gimnazjum.

of gymnasium students in Lower Silesia districts”³. W trakcie przeprowadzonych tam klasyfikacji hierarchicznych uzyskano podział powiatów na cztery klasy, w których gimnazjaliści osiągnęli wyniki niskie, umiarkowane, dobre i bardzo wysokie. Na tej podstawie postanowiono wprowadzić taki sam podział uzyskiwanych przez uczniów wyników, czyli w skali czterostopniowej. Możliwą do osiągnięcia maksymalną sumę punktów podzielono na cztery rozłączne klasy i przyporządkowano do nich wyniki uczniów. Na rys. 1 zaprezentowano rozkład osiągniętych wyników w obydwu częściach egzaminu w latach 2003 i 2010 w województwach dolnośląskim i opolskim.



Rysunek 1. Rozkład osiągniętych wyników egzaminacyjnych z części humanistycznej (HUM) i matematyczno-przyrodniczej (MP) w badanych populacjach w latach 2003 i 2010.

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z rozkładami wyników egzaminacyjnych należy stwierdzić, że sytuacja w obydwu województwach w rozpatrywanych obszarach egzaminu nie zmienia się w czasie. W przypadku wyników z części humanistycznej mamy do czynienia z asymetrią lewostronną, natomiast dla części matematyczno-przyrodniczej prawostronną. Analizując wykresy na rys.1 zasadne wydaje się pytanie, czy wyniki analizy korespondencji

³ Artykuł złożony do druku w Pracach Naukowych Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu pt. *Theory and Applications of Quantitative Methods* [1].

przeprowadzone na podstawie wyników przydzielonych do czterech klas oddają rzeczywistą sytuację w badanych populacjach. Z tego względu przeprowadzono analizę dzieląc badaną populację, a nie jak poprzednio wyniki, na pięć klas uwzględniając uszeregowanie względem osiąganych wyników (wyniki: bardzo wysokie – A, wysokie – B, średnie – C, niskie – D, bardzo niskie – E)⁴. Przynależność wyników do kolejnych klas wykonano dzieląc uszeregowane od najwyższego do najniższego wyniku egzaminu na 5 równolicznych części.

Analizę przeprowadzono dla trzech porównań regionalnych:

- porównanie ogólnych wyników (dla części humanistycznej i matematyczno-przyrodniczej) osiąganych w gminach z województw dolnośląskiego i opolskiego (dane z 2010 r.);
- jednoczesna analiza ogólnych wyników egzaminu w obydwu województwach (dane z 2010 r.);
- porównanie w czasie wyników egzaminów na Dolnym Śląsku i w województwie opolskim (lata 2003 i 2010).

3. METODOLOGIA BADANIA⁵

W prowadzonym badaniu wykorzystano różne odmiany analizy korespondencji.

W klasycznej analizie korespondencji, która jest podstawą przeprowadzania jej modyfikacji, niezbędne jest zbudowanie tablicy kontyngencji:

$$\mathbf{N} = \{n_{ij}\} \quad (1)$$

gdzie:

– n_{ij} to zaobserwowana liczba jednoczesnych wystąpień i -tej kategorii cechy A oraz j -tej kategorii cechy B , a $\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c n_{ij} = n$;

– n to liczebność badanych obiektów.

Analiza korespondencji ma na celu zaprezentowanie jednoczesnych wystąpień kategorii dwóch cech w przestrzeni o niskim wymiarze. Optymalne rozwiązanie tego problemu można osiągnąć wyznaczając współrzędne rzutowania na podstawie dekompozycji macierzy $(\mathbf{P} - \mathbf{rc}^T)$ według wartości osobliwych. W tym celu należy wyznaczyć macierz standaryzowanych różnic:

$$\mathbf{A} = \mathbf{D}_r^{-1/2} (\mathbf{P} - \mathbf{rc}^T) \mathbf{D}_c^{-1/2}, \quad (2)$$

$$\mathbf{A} = \mathbf{U}\mathbf{\Gamma}\mathbf{V}^T, \quad (3)$$

⁴ W celu usprawnienia opisu wyników przeprowadzonych analiz, w dalszej części artykułu używane jest określenie skala 4 stopniowa wyznaczona na podstawie osiąganych wyników lub 5 stopniowa wyznaczona na podstawie liczebności populacji badanej.

⁵ Ideę analizy korespondencji i jej techniczne aspekty opisuje A. Stanimir [4].

gdzie:

- $\mathbf{P} = \left\{ \frac{n_{ij}}{n} \right\}$, jest to tzw. macierz korespondencji;
- $\mathbf{r} = \{p_{i\bullet}\} = \left\{ \frac{n_{i\bullet}}{n} \right\} = \left\{ \sum_{j=1}^c \frac{n_{ij}}{n} \right\}$ to wektor częstości brzegowych wierszy;
- $\mathbf{c} = \{p_{\bullet j}\} = \left\{ \frac{n_{\bullet j}}{n} \right\} = \left\{ \sum_{i=1}^r \frac{n_{ij}}{n} \right\}$ to wektor częstości brzegowych kolumn;
- $n_{i\bullet}$ to liczebności brzegowe wierszy, $n_{\bullet j}$ to liczebności brzegowe kolumn;
- $\mathbf{D}_r = \{p_{i\bullet}\}$ to diagonalna macierz częstości brzegowych wierszy;
- $\mathbf{D}_c = \{p_{\bullet j}\}$ to diagonalna macierz częstości brzegowych kolumn;
- Γ to macierz diagonalna ($k \cdot k$) niezerowych wartości osobliwych γ_k ($k = 1, \dots, K$) macierzy \mathbf{A} , ułożonych w porządku nierosnącym, K jest rzędem macierzy \mathbf{A} oraz $K \leq \min(r; c)$;
- \mathbf{U} to macierz ($r \cdot k$) lewych wektorów osobliwych;
- \mathbf{V} to macierz ($c \cdot k$) prawych wektorów osobliwych.

Wektory macierzy \mathbf{U} są nazywane głównymi osiami rzutowania kategorii zapisanych w kolumnach, a wektory macierzy \mathbf{V} to osie główne wierszy.

Współrzędne kategorii obydwu cech są obliczane następująco:

$$\text{– cecha } A \quad \mathbf{F} = \mathbf{D}_r^{-1/2} \mathbf{U} \Gamma, \quad (4)$$

$$\text{– cecha } B \quad \mathbf{G} = \mathbf{D}_c^{-1/2} \mathbf{V} \Gamma. \quad (5)$$

Pierwsze kolumny macierzy \mathbf{F} i \mathbf{G} zawierają, odpowiednio, współrzędne wierszy i kolumn na pierwszej osi głównej. Drugie kolumny zawierają współrzędne na drugiej osi głównej itd.

Dla macierzy \mathbf{A} oraz Γ można zapisać zależność:

$$\text{tr} \mathbf{A}^T \mathbf{A} = \text{tr} \mathbf{A} \mathbf{A}^T = \text{tr} \Lambda = \frac{\chi^2}{n} = \lambda = \sum_{k=1}^K \gamma_k^2, \quad (6)$$

gdzie:

- χ^2 jest wartością statystyki χ^2 dla zadanej macierzy kontyngencji o $(r-1)(c-1)$ stopniach swobody;
- γ_k to k -ta wartość osobliwa macierzy \mathbf{A} ;
- $\lambda_k = \gamma_k^2$ ($\Lambda = \Gamma^2$) to wartości własne macierzy $\mathbf{A}^T \mathbf{A}$ oraz $\mathbf{A} \mathbf{A}^T$;
- λ to inercja całkowita, $\lambda = \sum_{k=1}^K \lambda_k$.

Bardzo ważnym pojęciem w całej analizie korespondencji jest *inercja całkowita* λ . Wartość ta jest sumą wszystkich wyznaczonych, podczas dekompozycji macierzy \mathbf{A} , wartości własnych (*inercje główne*) i jest interpretowana jako miara zależności między

cechami. Greenacre [2] stwierdził, że inercja całkowita jest miarą wariacji elementów w tabeli lub miarą rozproszenia punktów w rzeczywistej przestrzeni rzutowania.

Rzeczywista przestrzeń prezentacji punktów obrazujących kategorie cech jest o wymiarze $K = \min(r - 1; c - 1)$. Wymiar ten jest jednak najczęściej bardzo wysoki, a największa część informacji (procent inercji całkowitej, jaki stanowią inercje główne) jest zawarty w przestrzeni najwyższej trójwymiarowej.

Punktem wyjścia w analizie korespondencji wielu zmiennych jest złożona macierz znaczników. Jest to macierz o wymiarach $n \cdot r$, gdzie n jest liczbą obiektów, r jest to liczba kategorii cech; każdy wiersz tej macierzy zawiera tylko zera i jedną jedynkę w miejscu oznaczającym wybór określonej kategorii. Złożona macierz znaczników \mathbf{Z} składa się z bloków (podmacierzy) odpowiadających kolejnym zmiennym:

$$\mathbf{Z} = [\mathbf{Z}_1 \dots \mathbf{Z}_Q], \quad (7)$$

gdzie $\mathbf{Z}_1 \dots \mathbf{Z}_Q$ to macierze znaczników kolejnych cech, Q jest liczbą cech.

Liczba wierszy w każdej macierzy znaczników (podmacierzy) jest taka sama i równa liczbie badanych obiektów. Natomiast liczba kolumn każdego bloku jest inna i równa liczbie kategorii cechy, której odpowiada blok.

Elementy złożonej macierzy znaczników przyjmują tylko wartości zero i 1. Liczba jedynek w każdej podmacierzy jest równa liczbie obiektów. W każdym wierszu macierzy \mathbf{Z} wystąpi dokładnie Q jedynek, a liczba jedynek w całej macierzy \mathbf{Z} będzie równa $n \cdot Q$, gdzie n jest liczbą obiektów. Rzeczywisty wymiar przestrzeni prezentacji kategorii analizowanych cech to $K = J - Q$, gdzie J to łączna liczba kategorii wszystkich cech.

Korzystając ze złożonej macierzy znaczników budowana jest macierz Burta, która jest w literaturze dotyczącej analizy korespondencji bardzo często podawana jako podstawowa macierz służąca do analizy współwystąpień kategorii wielu zmiennych. Macierz ta jest wynikiem działania:

$$\mathbf{B} = \mathbf{Z}^T \mathbf{Z}, \quad (8)$$

gdzie:

– \mathbf{Z} to złożona macierz znaczników.

Macierz Burta jest symetryczna i składa się z bloków. Na głównej przekątnej znajdują się macierze diagonalne, zawierające liczebności wystąpień kategorii cech. Poza przekątną umieszczone są tablice kontyngencji dla każdej pary cech. Analizę korespondencji macierzy Burta przeprowadza się analogicznie do podejścia klasycznego, jednak współrzędne wystarczy wyznaczyć dla wierszy lub kolumn.

Kolejnym sposobem analizy współwystąpień kategorii wielu zmiennych nominalnych jest przeprowadzenie analizy korespondencji na podstawie wielowymiarowej tablicy kontyngencji. Jest to tablica, która umożliwi krzyżową klasyfikacją wielu zmiennych. Rozpatrując trzy cechy, tablicę taką można stworzyć z wierszy, kolumn i warstw. By stworzyć taką tablicę należy dysponować danymi o liczbie jednoczesnych wystąpień wszystkich kombinacji kategorii różnych cech. Sposób tworzenia wielowymiarowej

tablicy kontyngencji komplikuje się wraz ze wzrostem liczby analizowanych cech. Warstwy mogą wystąpić również w kolumnach.

Korzystając z reguły addytywności statystyki χ^2 można również przeprowadzić analizę korespondencji wielu zmiennych. W tym celu buduje się łączoną tablicę kontyngencji. Dla grupy danych dotyczących zbliżonego, pod względem wielkości i struktury, doświadczenia, wartości statystyk χ_i^2 uzyskanych z każdego pomiaru można zsumować i na tej podstawie wyciągnąć wnioski o całym rozpatrywanym zjawisku⁶. Sumowaniu w takim przypadku podlegają również wartości stopni swobody. Tworzenie na tej podstawie łączoną tablicę kontyngencji zakłada, że każda z tablic składowych ma w kolumnach tę samą cechę wspólną.

Interpretacja wyników w klasycznej analizie korespondencji i analizie wykonanej na podstawie Macierzy Burta jest następująca. Po dokonaniu rzutowania punktów na przestrzeń o niskim wymiarze ocenia się położenie punktów. To postępowanie ma na celu sprawdzenie:

- czy punkty obrazujące kategorie zmiennych leżą blisko czy w znacznej odległości od centrum rzutowania. Punkty najbardziej oddalone wnoszą najwięcej informacji o niezależności cech;

- czy występują kategorie tej samej cechy, które są bardzo blisko siebie położone, punkty wręcz nakładają się; takie liczebności takich kategorii można połączyć wprowadzając w zamian nową kategorię; działanie to jest zasadne, gdy chcemy zredukować rzeczywisty wymiar przestrzeni prezentacji współwystąpień kategorii zmiennych, osiągając tym samym wyższą jakość prezentacji w przestrzeni o niskim wymiarze;

- czy punkty opisujące kategorie należące do różnych cech są położone blisko siebie; jeśli tak to oznacza to współwystępowanie analizowanych kategorii zmiennych.

Wnioskowanie na podstawie rozrzutu punktów kategorii cech zapisanych w wielowymiarowej lub łączonej tablicy kontyngencji odbywa się analogicznie jak w powyższych przypadkach. Należy jednak zwrócić uwagę, by nie analizować np. współwystąpień kategorii pochodzących z tej samej zmiennej kombinowanej (czyli stworzonej z warstw tablicy wielowymiarowej). W łączonej tablicy kontyngencji również nie jest właściwe znajdowanie współwystąpień między kategoriami zmiennych z których żadna nie jest cechą wspólną w omawianej tablicy.

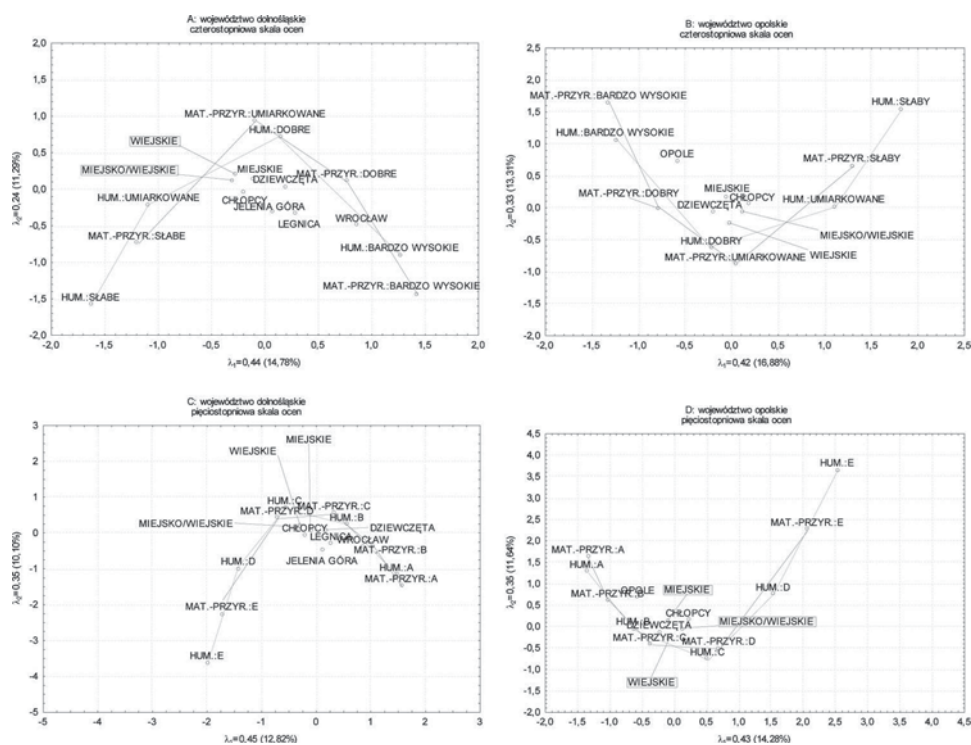
4. PORÓWNANIE REGIONALNE WYNIKÓW EGZAMINU GIMNAZJALNEGO

W celu przeprowadzenia porównania regionalnego osiągniętych wyników egzaminu wybrano dwa sąsiadujące ze sobą województwa. Obszary te bardzo różnią się między sobą np. ze względu na:

- powierzchnię województwa, co dalej pociąga za sobą liczbę mieszkańców oraz liczbę gmin we wszystkich ich typach;
- wielkość miast wojewódzkich oraz liczbę dużych miast.

⁶ Własność ta jest szczegółowo omówiona w pracy Yule'a i Kendalla [5].

Z tego względu interesujące wydaje się pytanie, czy wyniki uzyskiwane przez gimnazjalistów (uwzględniając płeć, miejsce zamieszkania) w obydwu województwach różnią się. Na rys. 2 zaprezentowano wyniki analizy korespondencji otrzymane w obydwu podejściach dla rozpatrywanych województw. Analizy przeprowadzono na podstawie macierzy Burta.



Rysunek 2. Porównanie wyników egzaminu w dwóch częściach, humanistycznej i matematyczno-przyrodniczej, uzyskanych w województwach dolnośląskim i opolskim
Źródło: opracowanie własne.

Wyniki prezentacji analizy korespondencji na podstawie macierzy Burta w obydwu województwach i dla obydwu typów skal ocen zachowują około 30% rzeczywistych współwystąpień kategorii analizowanych zmiennych: 26% (rys.2A), 30% (rys.2B), 23% (rys.2C), 26% (rys.2D).

Niezależnie od przeprowadzonej analizy (skala czterostopniowa i skala pięciostopniowa) w każdym województwie sytuacja przedstawia się w bardzo podobnie.

W województwie dolnośląskim (rys. 2A, rys. 2C) bardzo niskie wyniki z obydwu części egzaminu nie mogą być jednoznacznie uznane za wyniki najczęściej osiągnięte przez chłopców lub dziewczęta. Nie można również połączyć tych wyników z żadnym ze wskazanych obszarów terytorialnych. Położenie punktów obrazujących dziewczęta i chłopców jest bliskie centrum rzutowania, zatem kategorie tej cechy w mniejszym stopniu, niż pozostałe kategorie, przyczyniają się do stwierdzenia o zależności analizow-

wanych cech. Punkty obrazujące dziewczęta są położone bliżej punktów przedstawiających wyższe wyniki egzaminacyjne (dla obydwu skal ocen), niż punkty obrazujące chłopców. W obydwu przeprowadzonych analizach punkty prezentujące gminy miejskie, miejsko/wiejskie i wiejskie są położone blisko centrum rzutowania i przesunięte w porównaniu do punktów przedstawiających pozostałe obszary (czyli duże miasta) w kierunku wyników przeciętnych z obydwu części egzaminu. Uczniowie z dużych miast województwa dolnośląskiego osiągają najlepsze (w porównaniu do osób z pozostałych obszarów) wyniki z obydwu części egzaminu, niezależnie od przyjętej skali ocen.

W województwie opolskim rezultaty analizy wyników egzaminu przeprowadzonej na podstawie dwóch skal ocen są interpretowane podobnie jak w województwie dolnośląskim. Dziewczęta w województwie opolskim osiągają lepsze, niż chłopcy, wyniki z obydwu części egzaminu. Bardzo niskim wynikiom egzaminu nie można jednoznacznie przypisać, żadnej z kategorii pozostałych analizowanych zmiennych. Wyniki uczniów z Opola są w tym województwie znacząco wyższe niż wyniki uczniów z pozostałych wyróżnionych gmin.

Można zauważyć delikatną zmianę w pozycji miast wojewódzkich po wprowadzeniu w obydwu regionach podziału populacji na pięć klas w zależności od osiągniętych wyników, w porównaniu do skali czterostopniowej. Punkty określające uczniów z Wrocławia i Opola w skali cztero stopniowej są położone między punktami obrazującymi bardzo wysokie wyniki z części humanistycznej i dobre z części matematyczno-przyrodniczej. Podział populacji w zależności od osiągniętych wyników wskazał, że to wyniki dobre z części matematyczno-przyrodniczej egzaminu są najbardziej charakterystyczne dla uczniów z tych miast.

Przeprowadzenie analizy na podstawie macierzy Burta nie rozwiązuje w pełni postawionego problemu badawczego. Nie można wskazać, czy między chłopcami i dziewczętami z różnych gmin występują różnice w osiągniętych wynikach egzaminu. Z tego względu postanowiono przeprowadzić analizę korespondencji na podstawie innych tablic wielodzielczych.

5. JEDNOCZESNA ANALIZA WYNIKÓW EGZAMINU GIMNAZJALNEGO W WOJEWÓDZTWACH DOLNOŚLĄSKIM I OPOLSKIM

W celu stwierdzenia, czy między chłopcami i dziewczętami z różnych regionów i gmin występują różnice w osiągniętych wynikach egzaminu przeprowadzono analizę korespondencji z wykorzystaniem zaproponowanej w pracy Stanimir [3] kombinacji dwóch podejść stosowanych w analizie korespondencji na podstawie: wielowymiarowej i łączonej tablicy kontyngencji. W celu przeprowadzenia tej analizy niezbędne było połączenie kategorii wybranych zmiennych, tworząc tzw. warstwy. Stworzono dwie tablice kontyngencji, w których wystąpiły następujące zmienne:

- gmina/płeć oraz wynik z części humanistycznej egzaminu;
- gmina/płeć oraz wynik z części matematyczno-przyrodniczej egzaminu.

Z powstałych w ten sposób dwóch tablic zbudowano łączoną tablicę kontyngencji z cechą wspólną gmina/płeć. Badanie wykonano zarówno dla skali cztero- jak i pięciostopniowej. W obydwu przypadkach uzyskano o wiele wyższą jakość odwzorowania rzeczywistych współwystąpień kategorii cech niż w trakcie analizy na podstawie macierzy Burta (rys. 3: 96%, rys. 4: 95%). Wyniki prezentują rys. 3 oraz 4. Na wykresach połączono odcinkami kolejne oceny z obydwu części egzaminu.

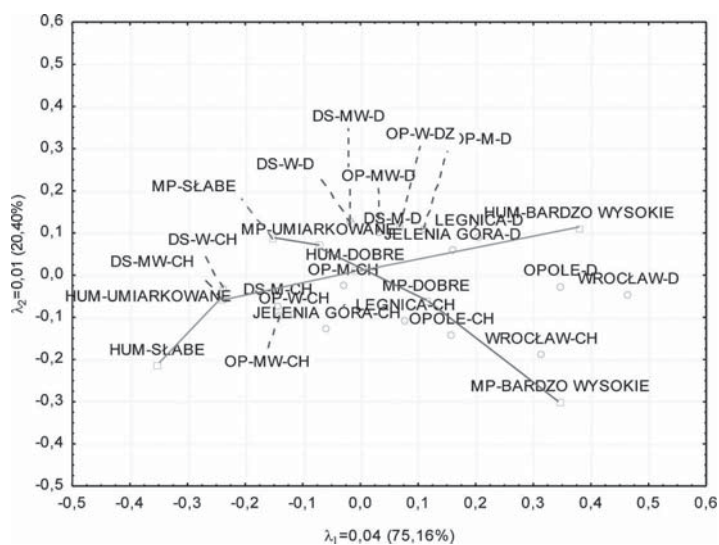
Na obydwu rysunkach można zaobserwować, że bardzo wysokie wyniki z obydwu części egzaminu są bardzo oddalone od pozostałych ocen, między którymi odległości nie są już tak znaczące. Niezależnie od wprowadzonej skali ocen punkty obrazujące dziewczęta z Wrocławia i Opola (Wrocław/D, Opole/D) są położone między punktami przedstawiającymi bardzo dobre wyniki z obydwu części egzaminu (rys. 3: HUM-bardzo_wysokie, MP-bardzo_wysokie; rys. 4: HUM/A, MP/A). Chłopcy z Wrocławia (Wrocław/CH) bardzo często osiągają bardzo wysokie oceny z części matematyczno-przyrodniczej. Chłopcy uczący się w Opolu i Legnicy osiągają trochę niższe wyniki z tej części egzaminu, o czym świadczy umiejscowienie punktów Opole/CH oraz Legnica/CH między dwiema najwyższymi ocenami z tej części (rys. 3). Dziewczęta uczące się w Legnicy i Jeleniej Górze uzyskują najczęściej dwie najwyższe oceny z humanistycznej części egzaminu. Chłopcy z gmin miejskich województwa dolnośląskiego, gmin miejsko/wiejskich oraz wiejskich województwa opolskiego najczęściej osiągają z części humanistycznej wyniki dobre lub umiarkowane (rys. 3: HUM-dobre, HUM-umiarkowane; rys. 4: HUM/C HUM/D). Uczniowie z gmin wiejskich i miejsko/wiejskich województwa dolnośląskiego osiągają gorsze wyniki z części humanistycznej (rys. 3: HUM-umiarkowane; rys. 4: HUM/D, HUM/E) niż uczniowie z tych samych obszarów województwa opolskiego.

Dla pozostałych kategorii cech zaobserwowano, niewielkie różnice w interpretacji ich położenia na wykresie. Jeśli przyjmiemy czterostopniową skalę ocen, to dobre wyniki z części humanistycznej egzaminu uzyskują chłopcy z gmin miejskich województwa opolskiego. Dziewczęta z gmin miejskich, miejsko/wiejskich i wiejskich z obydwu województw osiągają zbliżone wyniki z egzaminu (punkty DS-M-D, DS-M/W-D, DS-W-D, OP-M-D, OP-M/W-D, OP-W-D leżą bardzo blisko siebie), jednak najbardziej charakterystyczne są dla nich dobre wyniki z części humanistycznej i umiarkowane wyniki z części matematyczno-przyrodniczej.

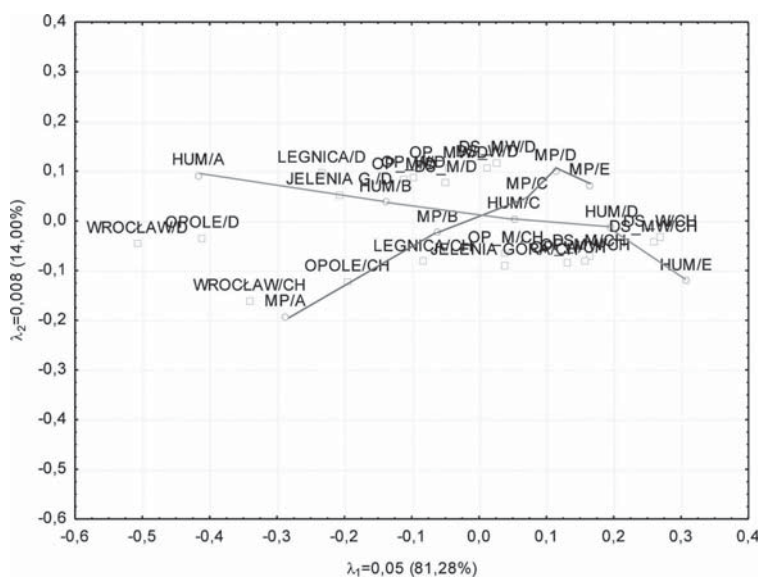
W wyniku wprowadzenia pięciostopniowej skali ocen uzyskano bardziej szczegółową charakterystykę dziewcząt ze względu na uzyskiwane wyniki egzaminu. Uczennice z gmin miejskich i wiejskich województwa opolskiego osiągają wysokie wyniki z części humanistycznej (HUM/B). Uczennice z gmin wiejskich i miejsko/wiejskich województwa dolnośląskiego uzyskują z części matematyczno-przyrodniczej średnie i niskie oceny.

Porównując ułożenie punktów na obydwu wykresach można stwierdzić, że:

– punkty obrazujące dziewczęta są położone w górnej części wykresu i odpowiadają im punkty niskich wyników z części matematyczno-przyrodniczej (dla gmin



Rysunek 3. Graficzna prezentacja wyników analizy korespondencji według czterostopniowej skali ocen
 Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4. Graficzna prezentacja wyników analizy korespondencji według czterostopniowej skali ocen
 Źródło: opracowanie własne.

miejskich, miejsko-wiejskich, wiejskich), przechodząc stopniowo do wyższych wyników z części humanistycznej egzaminu dla dużych miast i miast wojewódzkich;
 – punkty obrazujące chłopców są położone w dolnej części wykresu i odpowiadają im punkty niskich wyników z części humanistycznej (dla gmin miejskich,

miejsko-wiejskich, wiejskich), przechodząc stopniowo do wyższych wyników z części matematyczno-przyrodniczej egzaminu dla dużych miast i miast wojewódzkich;

– wśród chłopców osiągających bardzo dobre wyniki z egzaminu można zauważyć „specjalizację”, czyli punkty obrazujące chłopców z miast wojewódzkich są położone blisko punktów obrazujących bardzo dobre wyniki z części matematyczno-przyrodniczej.

– wśród dziewcząt z miast wojewódzkich dominuje „wszechstronność”, czyli punkty obrazujące dziewczętasą położone między punktami prezentującymi bardzo wysokie wyniki z obydwu części egzaminu.

6. PORÓWNANIE W CZASIE WYNIKÓW EGZAMINÓW NA DOLNYM ŚLĄSKU I W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM (LATA 2003 I 2010)

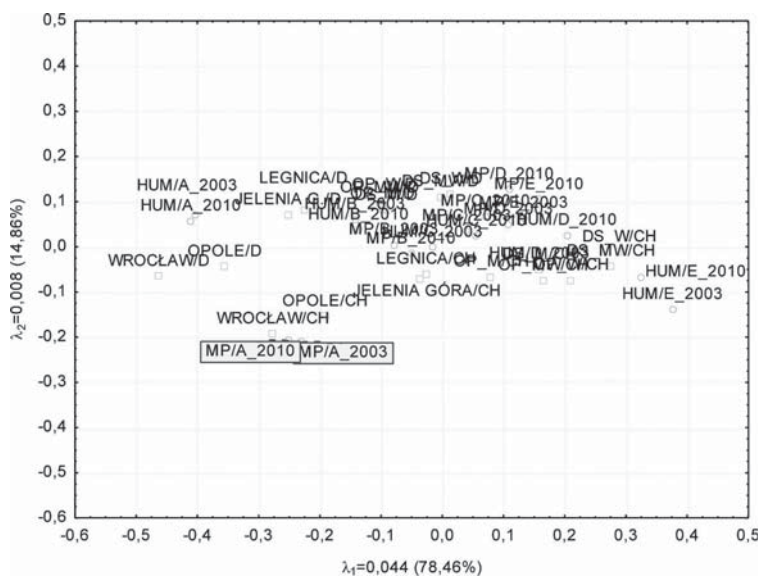
Ostatnia z przeprowadzonych analiz ma na celu sprawdzenie, czy poziom wyników uzyskiwanych w obydwu częściach egzaminu przez dziewczęta i chłopców w wyróżnionych gminach i dużych miastach zmieniał się w czasie.

W celu przeprowadzenia tej analizy również posłużono się tablicą kontyngencji zbudowaną dla poprzedniej analizy oraz analogiczną tablicą dla danych z 2003r. Wyniki analiz przedstawione w poprzednich rozdziałach wskazują, że zastosowanie skali pięciostopniowej dzielącej populację ze względu na osiągnięte wyniki jest uszczegółowieniem analizy na podstawie skali czterostopniowej. Z tego względu prezentowaną poniżej analizę wykonano jedynie dla pięciostopniowej skali ocen. Prezentacja przeprowadzonej analizy w przestrzeni dwuwymiarowej zachowuje 93% rzeczywistych współwystąpień kategorii analizowanych cech. Wyniki analizy przedstawia rys. 5. (powiększenie fragmentu na rys. 6).

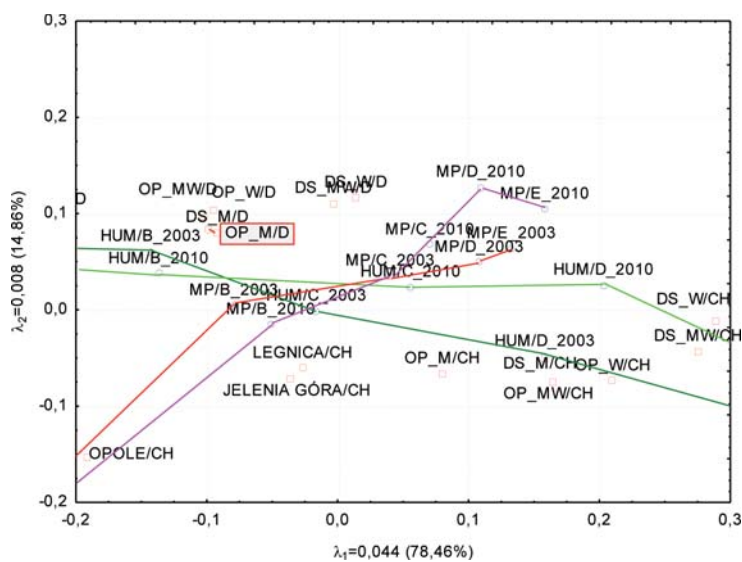
Na podstawie rozrzutu punktów na rys. 5 można zauważyć, że wysokie oceny z obydwu części egzaminu w latach 2003 i 2010 są położone bardzo blisko siebie. Na tej podstawie można stwierdzić, że w obydwu analizowanych okresach osiągnięcie tak wysokich ocen z egzaminu nie zmienia się w badanych populacjach ze względu na płeć i typ gminy. Tak jak w poprzednich analizach, również ta, której wyniki zobrazowano na rys. 5 wskazuje, że uczennice z Opola i Wrocławia bardzo dobrze radzą sobie z obydwoma częściami egzaminu, natomiast chłopcy z tych miast zdecydowanie preferują przedmioty matematyczno-przyrodnicze, z których w trakcie egzaminu uzyskują bardzo dobre oceny.

Najniższe oceny z części humanistycznej egzaminu ani w 2003 ani w 2010 roku nie charakteryzują w sposób szczególny uczniów z żadnej z rozpatrywanych gmin w podziale na płeć.

Punkty obrazujące średnie i niskie wyniki egzaminu w 2003 i 2010 r. są od siebie oddalone, co oznacza, że badane populacje różniły się ze względu na uzyskiwanie przeciętnych wyników w obydwu analizowanych okresach (HUM/C_2003, HUM/C_2010, MP/C_2003, MP/C_2010, HUM/D_2003, HUM/D_2010, MP/D_2003, MP/D_2010).



Rysunek 5. Graficzna prezentacja wyników analizy korespondencji przeprowadzonej na podstawie danych z lat 2003 i 2010
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 6. Powiększenie fragmentu rys. 5.
Źródło: opracowanie własne.

Zarówno w roku 2010 jak i 2003 wysokie wyniki z części humanistycznej są charakterystyczne dla dziewcząt z gmin miejskich, miejsko-wiejskich oraz wiejskich województwa opolskiego oraz gmin miejskich województwa dolnośląskiego. Wyniki z tej

części egzaminu uczennic z Jeleniej Góry i Legnicy są trochę lepsze (o czym świadczy położenie punktów Legnica/D, JeleniaG./D między punktami HUM/A i HUM/B z obydwu okresów). Natomiast wyniki uczennic z gmin wiejskich i miejsko-wiejskich z części humanistycznej egzaminu są gorsze.

Podobnie jak w analizie, której wyniki zaprezentowano w rozdziale 5, punkty obrazujące chłopców są na wykresie położone niżej, a zatem ci uczniowie osiągają wyższe wyniki w obydwu okresach z części matematyczno-przyrodniczej w dużych miastach, a w pozostałych gminach przeważają słabe wyniki z części humanistycznej.

7. PODSUMOWANIE

Zaprezentowane techniki wykorzystania analizy korespondencji umożliwiły rozpoznanie zróżnicowania w osiągniętych wynikach z egzaminu gimnazjalnego przez uczniów województw dolnośląskiego i opolskiego.

W przeprowadzonym badaniu wyniki uzyskiwane przez uczniów podzielono na 4 lub 5 klas. Drugi podział jest bardziej trafny, gdyż uwzględnia rozkład wyników w populacji badanej, w większym stopniu szczegółowości pozwala określać różnice między wskazywanymi grupami demograficznymi uczniów.

Wnioskowanie przeprowadzone na podstawie wyników analiz wykonanych techniką klasyczną i z wykorzystaniem macierzy Burta, wskazało trudności w rozróżnieniu poziomu wiedzy i umiejętności chłopców i dziewcząt w rozpatrywanych obszarach terytorialnych. Problem ten rozwiązano wprowadzając do analizy technikę opisaną przez Stanimir [3], bazującą na łączonej i wielowymiarowej tablicy kontyngencji. Uszczegółowienie obserwacji już na etapie tworzenia macierzy danych zaowocowało bardzo dokładnym opisem poziomu wiedzy chłopców i dziewcząt we wszystkich analizowanych gminach i dużych miastach obydwu województw. To postępowanie umożliwiło również podniesienie jakości odwzorowania współwystąpień kategorii zmiennych w przestrzeni o niskim wymiarze, w porównaniu do klasycznej analizy korespondencji i analizy na podstawie macierzy Burta.

Anna Błaczowska – Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu,
Alicja Grzeškowiak, Anna Król, Agnieszka Stanimir –
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

LITERATURA

- [1] Błaczowska A., Grzeškowiak A., Król A., Stanimir A., *Comparative analysis of the competences of gymnasium students in Lower Silesia districts*. PN Uniwersytetu Ekonomicznego nr 194, Econometrics 31, Wrocław 2011, s. 76-87.
- [2] Greenacre M., *Correspondence Analysis in Practice*. London, Academic Press 1993.

- [3] Stanimir A., *Zastosowanie różnych technik analizy korespondencji w analizie danych personalnych*. PN Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 161, Nauki o Zarządzaniu 6, Badania Rynkowe, red. K. Mazurek-Łopacińska, Wrocław 2011, s. 36-48.
- [4] Stanimir A., *Analiza korespondencji jako narzędzie do badania zjawisk ekonomicznych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2005.
- [5] Yule G.U., Kendall M.G., *Wstęp do teorii statystyki*. Warszawa, PWN 1966.

ANALIZA PORÓWNAWCZA WYNIKÓW Z DWÓCH CZĘŚCI EGZAMINU GIMNAZJALNEGO UZYSKANYCH PRZEZ UCZNIÓW Z RÓŻNYCH OBSZARÓW TERYTORIALNYCH

Streszczenie

Celem badań przeprowadzonych w ramach prezentowanego artykułu jest wskazanie analizy korespondencji jako metody niezwykle użytecznej w rozpoznawaniu współwystąpień kategorii zmiennych wyróżnionych w trakcie egzaminu gimnazjalnego. Wskazanie powiązań między kategoriami zróżnicowanych zmiennych może być wskazówką do dalszej modernizacji systemu edukacji, tak by dostęp do wiedzy nie był ograniczany.

System edukacji w Polsce poddano radykalnej reformie, którą zapoczątkowano w 1999 r. Jej celem było podniesienie jakości kształcenia oraz dopasowanie systemu edukacji do wymagań gospodarki opartej na wiedzy. Jednym z najważniejszych rozwiązań proponowanych w reformie szkolnictwa było wprowadzenie nowej struktury szkolnictwa. W trakcie reformy systemu edukacji wprowadzono między innymi egzamin gimnazjalny, którego wyniki z lat 2003-2010 wzięto pod uwagę w prowadzonej analizie. Egzamin ten jest jednak powszechny i obowiązkowy. Dysponowano wynikami Centralnej Komisji Egzaminacyjnej dla poszczególnych uczniów w województwach opolskim i dolnośląskim z podziałem na szkoły, gminy, pięć oraz tematyczne obszary egzaminacyjne w zakresach przedmiotów matematyczno-przyrodniczych i humanistycznych. Przeprowadzono analizę korespondencji wykorzystując podejście klasyczne i dla wielu zmiennych.

Słowa kluczowe: analiza porównawcza, egzamin gimnazjalny, analiza korespondencji

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF TWO PARTS OF THE GYMNASIUM EXAM ACHIEVED BY STUDENTS FROM VARIOUS TERRITORIAL AREAS

Abstract

The aim of the research presented in this article is to indicate the correspondence analysis as a very useful method in recognizing the categories' associations of variables identified in the gymnasium exam. Indication of the relationships between categories of different variables may give a recommendation to further reform of the education system so that the access to knowledge is not limited.

A radical reform of the educational system in Poland started in 1999. Its aim was to improve the quality of education and to adjust the education system to the requirements of the knowledge-based economy. One of the main solutions proposed in the reform was the introduction of the new education

structure. An external, universal and compulsory gymnasium exam was implemented and its results from the years 2003-2010 were taken into consideration in this scrutiny. The analysis was based on the results collected by the Central Examination Board for individual students in the dolnośląskie and opolskie voivodships with regard to school, community, gender and exam thematic areas in the fields of humanities, mathematics and science. The correspondence analysis was performed using both simple and multiway approaches.

Key words: comparative analysis, gymnasium exam, correspondence analysis