

HIERARCHICZNE PROCEDURY AGLOMERACYJNE W BADANIU POZIOMU I STRUKTURY KOSZTÓW PUBLICZNYCH UCZELNI AKADEMICKICH

Anna Ćwiąkała-Małys

Monika Mościbrodzka

Zakład Zarządzania Finansami

Zakład Statystyki i Badań Operacyjnych

Uniwersytet Wrocławski

e-mail: acwmalys@prawo.uni.wroc.pl

e-mail: m.moscibrodzka@prawo.uni.wroc.pl

Streszczenie: W artykule zaprezentowano wykorzystanie hierarchicznych procedur aglomeracyjnych jako narzędzia stosowanego w analizie porównawczej polskich uczelni publicznych. Badanie dotyczyło 57 uczelni publicznych o charakterze akademickim.

Słowa kluczowe: metody taksonomiczne, uczelnie publiczne, analiza poziomu kosztów

WPROWADZENIE

Właściwy sposób zarządzania uczelnią publiczną, który warunkuje jej funkcjonowanie na szerokim rynku usług edukacyjnych, zależy dziś w bardzo dużej mierze od sprawnego zarządzania informacją ekonomiczną, której podstawowym źródłem są dane księgowe. Szczególnie istotna staje się analiza uzyskanych przychodów i wygenerowanych kosztów. Wszelkie zestawienia w tym zakresie powinny iść w kierunku pełnej przejrzystości i jawności materiału dowodowego. Te wymogi są istotne szczególnie w analizach porównawczych. Te zaś prowadzą do tworzenia rankingów, co daje możliwość podejmowania określonych działań w zakresie oceny sytuacji jednostki na tle podobnych.

Celem pracy jest prezentacja możliwości zastosowania metod grupowania jednostek budżetowych ze względu na poziom i strukturę generowanych przez nie kosztów. Artykuł stanowi kontynuację podjętych badań autorek w tym zakresie [Ćwiąkała-Małys 2009]

PODSTAWY TEORETYCZNE

Analizę poziomu i struktury kosztów w ujęciu przestrzennym przeprowadzono przy zastosowaniu hierarchicznych metod aglomeracyjnych. Do podstawowych hierarchicznych metod grupowania należą metody: najbliższego sąsiedztwa, najdalszego sąsiedztwa, mediany, średniej grupowej, środka ciężkości i Warda. Metody te różnią się od siebie sposobem wyznaczania odległości międzygrupowych [Wishart 1969].

Wszystkie powyższe procedury aglomeracyjne można opisać za pomocą jednego ogólnego schematu, który uznawany jest za centralną procedurę aglomeracyjną [por. Nowak 1990: 80-81]. Opiera się ona na macierzy odległości pomiędzy badanymi obiektami. Ogólna formuła na przekształcenie macierzy odległości podczas łączenia grup A_p i A_q w nową grupę A_r dla hierarchicznych metod aglomeracyjnych ma następującą postać:

$$d_{ir} = a_p \cdot d_{ip} + a_q \cdot d_{iq} + b \cdot d_{pq} + c \cdot |d_{ip} - d_{iq}| \quad (1)$$

gdzie d_{ir} – odległość między grupami A_i oraz A_r , d_{ip} – odległość między grupami A_i oraz A_p , d_{iq} – odległość między grupami A_i oraz A_q , d_{pq} – odległość między grupami A_p oraz A_q , a_p , a_q , b , c – parametry przekształcenia charakterystyczne dla różnych metod tworzenia grup.

W celu przeprowadzenia przestrzennego grupowania, porównania i analizy publicznych uczelni akademickich w Polsce wykorzystano metodę Warda¹, która została zaprezentowana w pracy J.H. Warda (1963). W metodzie tej parametry do formuły przekształcania macierzy odległości mają następujące wartości:

$$a_p = \frac{N_i + N_p}{N_i + N_r}, \quad a_q = \frac{N_i + N_q}{N_i + N_r}, \quad b = -\frac{N_i}{N_i + N_r}, \quad c = 0,$$

gdzie N_i , N_p , N_q oraz N_r oznaczają liczbę elementów grup A_i , A_p , A_q oraz A_r [Nowak 1990: 81].

Metoda Warda polega na łączeniu takich skupień, które zapewniają minimum sumy kwadratów odległości od środka ciężkości nowego skupienia, które tworzą. W efekcie w danej grupie znajdą się te obiekty, które są najmniej zróżnicowane ze względu na opisujące je zmienne [Panek, Zwierzchowski 2013]. W wyniku analizy otrzymuje się dendrogram, będący graficzną interpretacją uzyskanych efektów.

Kolejnym etapem badania jest ustalenie optymalnej liczby klas. W swoich pracach Milligan i Cooper [Milligan, Cooper 1985] przetestowali kilkadziesiąt procedur dotyczących wyznaczania liczby klas na podstawie danych o znanej strukturze. W pracy do wyboru optymalnej liczby klas jak i również do oceny jakości otrzymanej klasyfikacji użyto indeksu Silhouette, który został

¹ Grupowanie innymi hierarchicznymi metodami dawało zbliżone wyniki. Wyniki mogą być udostępnione na życzenie.

zapropozowany w pracach Kaufmana i Rousseeuw [Kaufmann, Rousseeuw 1990, Rousseeuw 1987].

Wartość indeksu Silhouette dla ustalonej liczby klas wyznacza się ze wzoru:

$$S(u) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i); b(i)\}}, \quad (2)$$

gdzie u jest liczbą klas, n liczbą obiektów, i numerem obiektu ($i=1, \dots, n$), $a(i)$ średnią odległością i -tego obiektu od pozostałych obiektów należących do tej samej klasy co obiekt i oraz $b(i)$ średnią odległością i -tego obiektu od obiektów należących do najbliższej klasy obiektu i .

Wartość rozważanego indeksu zawiera się w przedziale $[-1, 1]$. Argument maksymalizujący wartość wskaźnika Silhouette daje optymalną, pod względem oceny jakości klasyfikacji, liczbę klas ze względu na jej zwartość i separowalność. Dodatkowo, wartość ta pozwala na subiektywną ocenę jakości dokonanej klasyfikacji [Walesiak, Gatnar 2012]

Kolejnym krokiem badania jest wybór reprezentantów grup typologicznych ze względu na wynik przeprowadzonej klasyfikacji. W tym przypadku wybiera się po jednym obiekcie z poszczególnych grup, a wybór ten powinien być tak przeprowadzony, aby reprezentanci byli jak najbardziej podobni do pozostałych elementów grupy z której pochodzą oraz jak najmniej podobni do siebie. W pracy do wyboru reprezentantów posłużono się metodą środka ciężkości [por. Pluta 1976].

Ostatnim etapem pracy jest ocena podobieństwa wyników klasyfikacji. W wyniku klasyfikacji tego samego zbioru obiektów ekonomicznych ze względu na różne zjawiska ekonomiczne otrzymuje się podziały, które różnią się zazwyczaj między sobą. Aby odpowiedzieć na pytanie, w jakim stopniu wyniki podziału zbioru obiektów pokrywają się z rezultatami podziału tego samego zbioru względem innego kryterium przy zastosowaniu tej samej procedury taksonomicznej, w pracy wykorzystano miarę podobieństwa opartą na dwuwymiarowej tablicy kontyngencji, zaproponowaną między innymi w pracach Greena i Rao [Green, Rao 1969] oraz Randa [Rand 1971]. Na podstawie tej tablicy, wyznacza się wskaźnik podobieństwa, który jest unormowaną miarą w przedziale $[0, 1]$ i jej większe wartości wskazują na większe wartości podobieństwa wyników porównywalnych klasyfikacji.

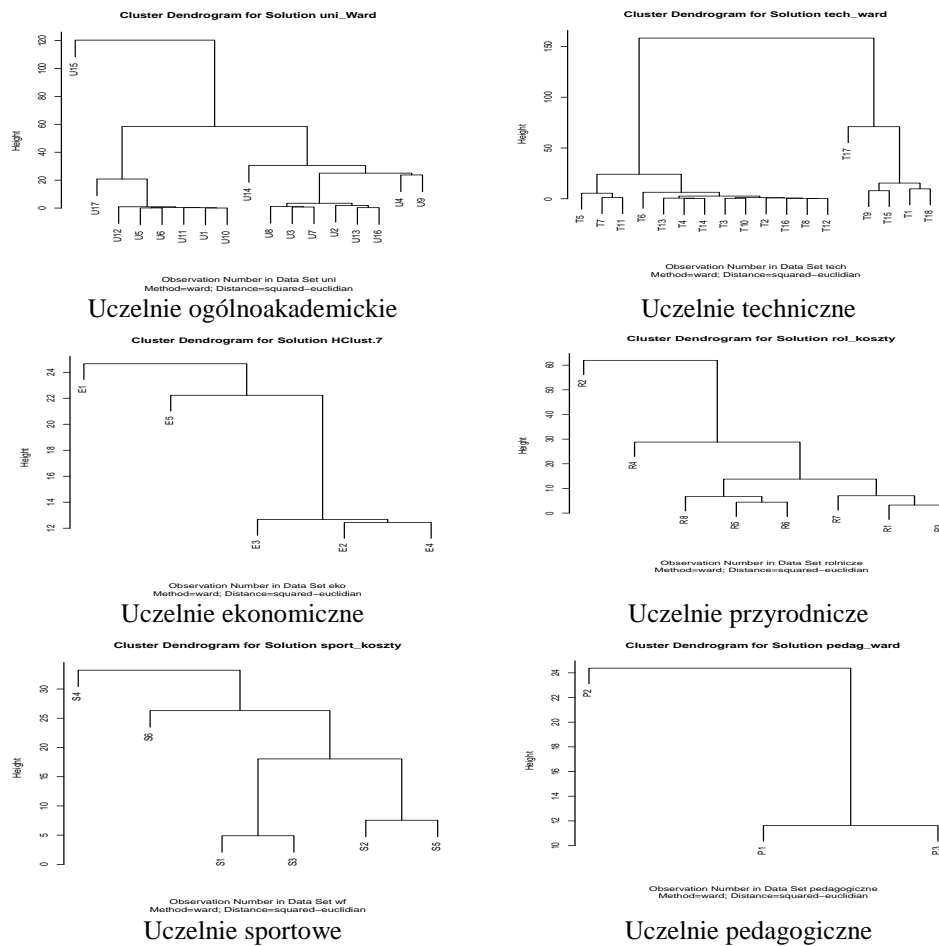
WYNIKI BADAŃ

Analizę wykonano dla danych uzyskanych z raportów bilansowych za rok 2008, dotyczących kosztów uczelni publicznych. Dane dotyczące liczby studentów pochodziły z bazy danych Głównego Urzędu Statystycznego. Uczelnie dla celów badawczych zostały podzielone na sześć grup, według następującego układu: ogólnoakademiczne (U), techniczne (T), ekonomiczne (E), przyrodnicze (R), sportowe (S) i pedagogiczne (P). Pełne nazwy uczelni we wszystkich

województwach Polski zostały zamieszczone w tabeli 7. Na podstawie macierzy odległości unormowanych wartości cech, dokonano podziału uczelni w każdej z kategorii, ze względu na strukturę kosztów. Wynik zastosowania tej procedury został przedstawiony na wykresie 1.

Na podstawie rysunku 1 można zauważyć, że liczba klas w przypadku podziału ogólnych uczelni uniwersyteckich oraz technicznych powinna zawierać się pomiędzy 3 a 7, dla uczelni przyrodniczych oraz sportowych optymalna liczba klas powinna być nie większa niż 4. Dla uczelni ekonomicznych przyjęto, że największa liczba klas to 3. W przypadku uczelni pedagogicznych, których liczba była stosunkowo mała, zdecydowano się na podział tych uczelni na 2 grupy.

Rysunek 1. Hierarchiczne uporządkowanie uczelni metodą Warda ze względu na strukturę kosztów



Źródło: opracowanie własne

Wartości wskaźnika Silhouette dla takich podziałów zostały zamieszczone w Tabeli 1.

Tabela 1. Wartości miernika Silhouette dla grupowania uczelni metodą Warda względem kryterium struktury kosztów

u	2	3	4	5	6	7
$S_U(u)$	-	0,400551	0,551671	0,562336	0,722840	0,879252
$S_T(u)$	-	0,547223	0,736279	0,557652	0,716816	0,729824
$S_E(u)$	0,393099	0,564076	-	-	-	-
$S_R(u)$	0,647077	0,724847	0,485373	-	-	-
$S_S(u)$	0,524086	0,641598	0,609995	-	-	-
$S_P(u)$	0,632648	-	-	-	-	-

Źródło: opracowanie własne

Wartość indeksu Silhouette dodatkowo daje informację o silnej strukturze otrzymanych klas dla uczelni ogólnych, technicznych oraz przyrodniczych. Uczelnie ekonomiczne, pedagogiczne oraz sportowe wykazują poważną strukturę klas. Do otrzymanego podziału w obrębie danej kategorii uczelni, wyznaczono reprezentantów grupy oraz wartości średnie wszystkich zmiennych wziętych do grupowania. Wyniki zamieszczono w tabelach 2 i 3.

Tabela 2. Grupy uczelni wraz z reprezentantami w podziale metodą Warda ze względu na strukturę kosztów

Grupa	Uczelnie	Reprezentant
Uczelnie ogólnookademiackie		
1	U1,U5,U6,U10,U11,U12	Uniwersytet w Białymstoku
2	U2,U3,U7,U8,U13,U16	Uniwersytet Śląski w Katowicach
3	U4	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
4	U9	Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
5	U14	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
6	U15	Uniwersytet Warszawski
7	U17	Uniwersytet Zielonogórski
Uczelnie techniczne		
1	T1,T9,T15,T18	Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
2	T2,T3,T4,T6,T8,T10,T12 T13,T14,T16	Politechnika Białostocka
3	T5,T7,T11	Politechnika Poznańska
4	T17	Politechnika Warszawska
Uczelnie przyrodnicze		
1	R1,R3,R5,R6,R7,R8	Akademia Rolnicza w Szczecinie
2	R2	Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
3	R4	Uniwersytet Przyrodniczy im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Grupa	Uczelnie	Reprezentant
Uczelnie ekonomiczne		
1	E1	Akademia Ekonomiczna im. Karola Adamieckiego w Katowicach
2	E2,E3,E4	Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
3	E5	Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Uczelnie sportowe		
1	S1,S2,S3,S5	Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku
2	S4	Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie
3	S6	Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu
Uczelnie pedagogiczne		
1	P1,P3	Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie
2	P2	Akademia Pedagogiczna im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

Źródło: opracowanie własne

Tabela 3. Średnie wartości cech dotyczących wartości kosztów w poszczególnych grupach uczelni publicznych w podziale metodą Warda (koszty w tys. zł)

Grupa	Amortyzacja	Materiały i energia	Usługi obce	Podatki i opłaty	wynagrodzenia z narzutami	Pozostałe koszty	Wartość sprzedanych towarów i materiałów	Pozostałe koszty operacyjne	Koszty finansowe	średnie koszty	średnia liczba studentów
Uczelnie ogólnoakademickie											
1	2894,8	5371,9	5527,3	481,9	85125,3	3887,1	31,7	487,9	83,4	103891,4	18673,0
2	10237,1	20142,8	22336,4	1385,0	223333,3	14844,9	2,6	812,4	363,3	293457,7	36457,8
3	27745,0	43050,3	37393,2	6468,9	379337,6	45826,9	44,8	4439,9	1503,7	545810,3	44183,0
4	14740,7	33336,7	16989,2	157,8	234379,6	10428,3	628,3	53457,7	255,6	364373,9	34689,0
5	12437,8	26714,5	24603,1	479,4	186088,3	11832,5	2725,9	983,4	1195,8	267060,7	35886,0
6	55163,7	35530,6	60814,1	42434,5	438045,2	65020,4	0,0	36860,6	1982,0	735851,1	52230,0
7	5377,2	8285,4	7829,9	335,2	106543,2	4734,4	0,0	281,2	3024,3	136410,8	12117,0
Uczelnie techniczne											
1	17733,9	16450,5	25840,8	3740,3	242943,2	18207,2	18,7	2304,6	339,7	327578,9	27092,3
2	3372,1	5223,9	5533,4	253,9	64463,4	4125,1	5,1	480,2	78,8	83535,7	11097,9
3	11048,0	14201,3	17218,6	639,2	147779,8	7769,2	30,7	1228,8	232,2	200147,8	16435,3
4	19137,2	32909,2	28142,3	846,8	369195,6	31086,9	659,6	23929,1	539,0	506445,7	28217,0
Uczelnie przyrodnicze											
1	3418,2	8478,3	7515,8	530,1	83161,7	4369,1	181,5	614,3	134,7	108403,6	12891,0
2	47067,8	36594,1	21591,9	579,0	177794,4	7567,8	32,9	3801,3	520,2	295549,4	21776,0
3	8485,0	11622,6	3966,8	3668,1	101626,9	11078,8	1,8	1943,0	538,5	142931,5	12057,0

Grupa	Amortyzacja	Materiały i energia	Usługi obce	Podatki i opłaty	wynagrodzenia z narzutami	Pozostałe koszty	Wartość sprzedanych towarów i materiałów	Pozostałe koszty operacyjne	Koszty finansowe	średnie koszty	średnia liczba studentów
Uczelnie ekonomiczne											
1	2684,1	4037,9	6691,2	2011,7	64960,5	3590,8	0,0	277,4	36,6	84290,2	12291,0
2	2513,0	6725,2	8203,1	278,2	97082,1	6316,3	0,0	2358,9	74,1	123550,9	13623,7
3	1721,9	6935,2	4739,0	404,6	89153,5	5924,7	625,7	1096,0	356,6	110957,2	15356,0
Uczelnie sportowe											
1	1461,9	2805,6	2160,1	63,4	31272,1	1934,0	0,0	6654,6	29,7	46381,3	4853,5
2	1582,8	7745,7	5676,8	177,5	50119,6	3267,5	0,0	7258,7	204,0	76032,6	6319,0
3	534,5	3438,9	4003,1	839,9	36419,7	1260,2	25,1	184,7	1,0	46707,1	3993,0
Uczelnie pedagogiczne											
1	930,8	2141,9	2136,5	438,0	36138,8	816,5	84,9	677,2	79,7	43444,1	7789,5
2	2657,6	3596,5	5451,7	37,2	83730,2	2821,9	2,7	622,9	46,1	98920,7	16668,0

Źródło: opracowanie własne

Dodatkowo, do oceny zgodności wyników otrzymanej klasyfikacji posłużono się innym podziałem uczelni publicznych według kryterium liczby studentów, wykorzystując dwuwymiarowe tablice kontyngencji i obliczony na ich podstawie wskaźnik podobieństwa wyników klasyfikacji. Cechy dotyczące liczby studentów obejmowały liczbę studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych I stopnia i jednolitych magisterskich oraz liczbę studentów studiów II stopnia. Wynik klasyfikacji uczelni metodą Warda względem dodatkowego kryterium został zamieszczony na rysunku 2 oraz w tabeli 5.

Tabela 4. Wartości miernika Silhouette dla grupowania uczelni metodą Warda względem liczby studentów

U	2	3	4	5	6	7
$S_U(u)$	-	0,6538	0,6615	0,7490	0,6876	0,6843
$S_T(u)$	-	0,5117	0,5201	0,6531	0,5971	0,6337
$S_E(u)$	0,4339	0,7188	-	-	-	-
$S_R(u)$	0,8745	0,9489	0,7650	-	-	-
$S_S(u)$	0,7372	0,8282	0,7109	-	-	-
$S_P(u)$	0,4769	-	-	-	-	-

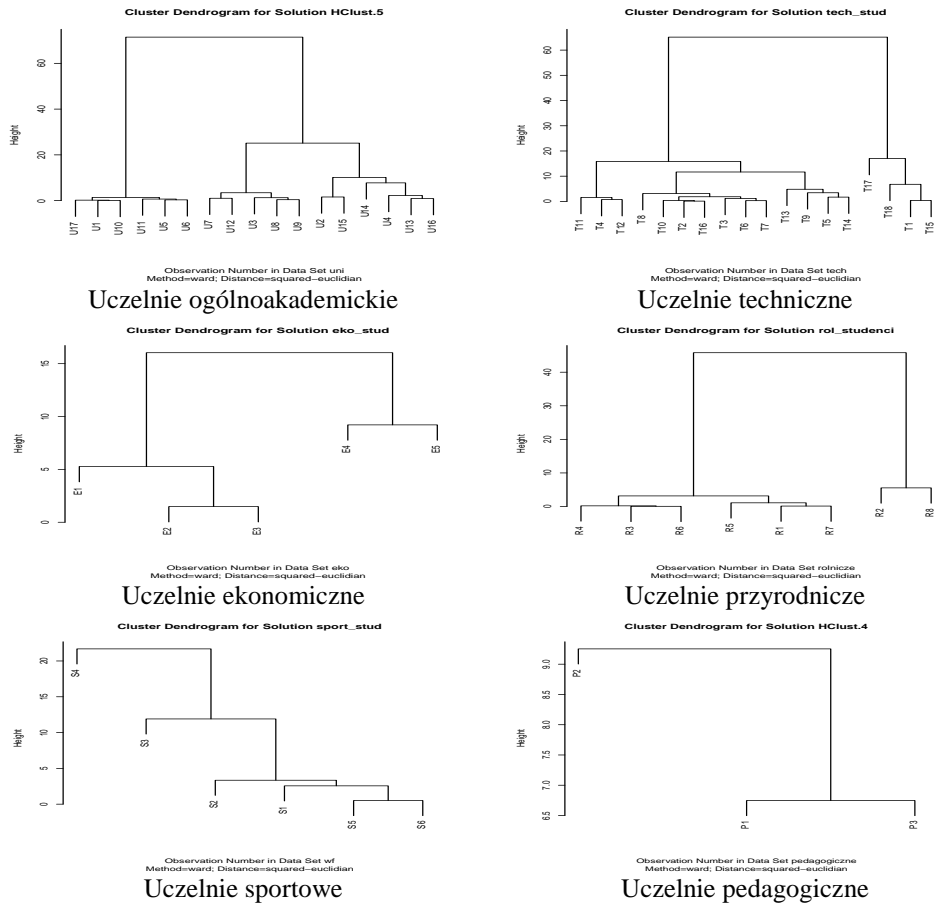
Źródło: opracowanie własne

Wartość indeksu Silhouette (tabela 4) dla takiego grupowania wskazywała na podział uczelni na pięć klas w przypadku uczelni ogólniakademicznych i technicznych oraz na trzy klasy w przypadku pozostałych grup uczelni. Taką liczbę klas przyjęto do badania zgodności obu podziałów.

W przypadku uczelni pedagogicznych, ze względu na zbyt małą liczbę reprezentantów, uczelnie te podzielono na dwie grupy. Mimo, że niska wartość

miernika informuje o słabej strukturze tak powstałych klas, to podział ten był zgodny z podziałem uczelni pedagogicznych ze względu na kryterium kosztów.

Rysunek 2. Hierarchiczne uporządkowanie uczelni metodą Warda ze względu na liczbę studentów



Źródło: opracowanie własne

Tabela 5. Średnie wartości cech dotyczących liczby studentów w poszczególnych grupach uczelni publicznych w podziale metodą Warda

Grupa	Uczelnie	średnia liczba studentów			
		studia stacjonarne I stopnia i jednolite magisterskie	studia niestacjonarne I stopnia i jednolite magisterskie	studia stacjonarne II stopnia	studia niestacjonarne II stopnia
Uczelnie ogólnoakademickie					
1	U1,U5,U6,U10,U11,U17	8083,50	4602,33	497,33	2010,00
2	U2,U15	25840,50	15531,00	2532,00	6673,50
3	U3,U7,U8,U9,U12	17427,40	8836,40	707,80	5821,00
4	U4,U13,U16	19446,00	11990,67	3369,33	4436,67
5	U14	23864,00	8814,00	1450,00	1758,00
Uczelnie techniczne					
1	T1,T15,T18	21629,33	5938,67	374,33	1835,33
2	T2,T3,T6,T7,T8,T10,T16	6642,57	3201,43	114,86	686,00
3	T4,T11,T12	9425,67	4238,67	156,33	1720,00
4	T5,T9,T13,T14	10682,25	2272,00	513,50	1078,50
5	T17	18542,00	6404,00	1659,00	1612,00
Uczelnie przyrodnicze					
1	R1,R3,R4,R5,R6,R7	7185,50	2928,00	198,83	553,17
2	R2,	11721,00	7446,00	1465,00	1144,00
3	R8	11997,00	7051,00	1318,00	3844,00
Uczelnie ekonomiczne					
1	E1,E2,E3	6206,33	2221,67	128,33	3149,67
2	E4	8191,00	5756,00	409,00	3688,00
3	E5	8424,00	4737,00	0,00	2195,00
Uczelnie sportowe					
1	S1,S2,S5,S6	2309,75	1203,25	61,50	693,75
2	S3	3487,00	1155,00	472,00	1205,00
3	S4	2135,00	1077,00	0,00	824,00
Uczelnie pedagogiczne					
1	P1,P3	4428,00	2332,00	262,50	767,00
2	P2	8506,00	5880,00	257,00	2025,00

Źródło: opracowanie własne

Zgodność podziałów zbadano na podstawie dwuwymiarowych tablic kontyngencji, które zostały zbudowane na bazie macierzy przyporządkowania obiektów dla klasyfikacji uwzględniającej wartość kosztów oraz dla klasyfikacji uwzględniającej liczbę studentów². Wartości wskaźników podobieństwa tych klasyfikacji zostały przedstawione w tabeli 6. W przypadku uczelni ogólnoakademickich zauważalna jest wysoka zgodność obu podziałów, więc wnioskować należy, że w dużej mierze poniesione koszty tych uczelni

² Ze względu na ograniczenia związane z artykułem, w pracy nie zamieszczono macierzy przyporządkowania uczelni dla klasyfikacji uwzględniającej strukturę kosztów i liczbę studentów w uczelniach publicznych. Wyniki mogą być udostępnione na życzenie.

akademickich są zależne od liczby przyjmowanych studentów. Dla pozostałych uczelni (oprócz uczelni pedagogicznych) wskaźnik zgodności zaproponowanych klasyfikacji (nie mniejszy niż 0,6) może również wskazywać na zgodność obu podziałów.

Tabela 6. Wartość wskaźnika zgodności podobieństwa wyników dla grupowań uczelni publicznych

Uczelnie ogólnoakademickie	0,787	Uczelnie techniczne	0,693
Uczelnie ekonomiczne	0,600	Uczelnie przyrodnicze	0,643
Uczelnie sportowe	0,600	Uczelnie pedagogiczne	1,000

Źródło: opracowanie własne

PODSUMOWANIE

Wielocechowe grupowanie uczelni wyższych realizowane przy pomocy analizy skupień przy zastosowaniu hierarchicznych procedur aglomeracyjnych dostarcza znaczących informacji ilościowych i jakościowych z badawczego, jak i użytecznego punktu widzenia.

Identyfikacja i charakterystyka uzyskanych wyników umożliwia odzwierciedlenie zjawiska zróżnicowania obiektów, a także wykrycie występujących prawidłowości pomiędzy obiektami i ich atrybutami oraz wygenerowanie wniosków uogólniających, istotnych z punktu widzenia racjonalnej polityki zarządzania uczelniami publicznymi przez decydentów wewnętrznych i zewnętrznych.

ANEKS

Tabela 7. Wykaz uczelni publicznych

Symbol	Uczelnia
U1	Uniwersytet w Białymstoku
U2	Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
U3	Uniwersytet Gdański
U4	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
U5	Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
U6	Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy
U7	Uniwersytet Łódzki
U8	Uniwersytet Marii Cure Skłodowskiej w Lublinie
U9	Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
U10	Uniwersytet Opolski
U11	Uniwersytet Rzeszowski
U12	Uniwersytet Szczeciński
U13	Uniwersytet Śląski w Katowicach
U14	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
U15	Uniwersytet Warszawski

Symbol	Uczelnia
U16	Uniwersytet Wrocławski
U17	Uniwersytet Zielonogórski
T1	Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
T2	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
T3	Politechnika Białostocka
T4	Politechnika Częstochowska
T5	Politechnika Gdańska
T6	Politechnika Koszalińska
T7	Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
T8	Politechnika Lubelska
T9	Politechnika Łódzka
T10	Politechnika Opolska
T11	Politechnika Poznańska
T12	Politechnika Radomska im. Kazimierza Pułaskiego
T13	Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza
T14	Politechnika Szczecińska
T15	Politechnika Śląska w Gliwicach
T16	Politechnika Świętokrzyska w Kielcach
T17	Politechnika Warszawska
T18	Politechnika Wrocławska
E1	Akademia Ekonomiczna im. Karola Adamieckiego w Katowicach
E2	Akademia Ekonomiczna w Poznaniu
E3	Szkoła Główna Handlowa w Warszawie
E4	Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
E5	Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
R1	Akademia Rolnicza w Szczecinie
R2	Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
R3	Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
R4	Uniwersytet Przyrodniczy im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu
R5	Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
R6	Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
R7	Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J. Śniadeckich w Bydgoszczy
R8	Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego w Kielcach
S1	Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie
S2	Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu
S3	Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach
S4	Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie
S5	Akademia Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego w Gdańsku
S6	Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu
P1	Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Częstochowie
P2	Akademia Pedagogiczna im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie
P3	Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie

Źródło: opracowanie własne

BIBLIOGRAFIA

- Green P.E., Rao V.R. (1969), A Note of Proximity Measures and Cluster Analysis, "Journal of Marketing Research" nr 6
- Ćwiakała-Małys A. (2009), Zastosowanie taksonomii wrocławskiej w analizie porównawczej publicznych uczelni akademickich, "Badania Operacyjne i Decyzje", str. 5-26
- Kaufman L., Rousseeuw P.J. (1990) Finding Groups in Data: an Introduction to Cluster Analysis, Wiley, New York
- Milligan G.W., Cooper M.C. (1985) An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set, "Psychometrica", nr 2, str.159-179
- Nowak E. (1990), Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych, PWN, Warszawa, str. 80-85
- Panek T, Zwierzchowski J. (2013), Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej. Teoria i zastosowania, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa, str. 97-100
- Pluta W. (1976), Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach ekonomicznych, PWE, Warszawa
- Rand W.M. (1971), Objective Criteria for the Evaluation of Clustering Methods, „Journal of the American Statistical Association”, nr 66
- Rousseeuw P.J. (1987), Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis, "Journal of Computational and Applied Mathematics", nr 20, str. 53-65
- Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R (2012), red. Walesiak M., Gatnar E., PWN, Warszawa, str. 420
- Ward J.H. (1963), Hierarchical Grouping of Optimize an Objective Function, "Journal of the American Statistical Association", vol. 58, str. 236-244
- Wishart D. (1969), An Algorithm for Hierarchical Classification, "Biometrics" vol.22, nr 1, str. 165-170

**HIERARCHICAL AGGLOMERATIONAL PROCEDURES
IN THE ANALYSIS OF THE COSTS LEVEL AND STRUCTURE
OF PUBLIC ACADEMIC INSTITUTIONS**

Abstract: In this article hierarchical agglomerational procedures were presented as a tool used in a comparative analysis of polish public universities. The research has been conducted in a spatial interpretation during one year and concerned 57 public universities of academic character.

Keywords: taxonomic methods, public universities, analysis of the cost level