

Zastosowanie wybranych metod wielowymiarowej analizy porównawczej w hierarchizacji polskich uczelni¹

Application selected methods of multidimensional comparative analysis to a hierarchy of Polish universities

Marta Jarocka

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Abstract

The article presents the possibility of using selected methods of multivariate analysis in the design of comparative ranking of universities. The set of potential diagnostic variables created by the Chapter of ranking of universities in Poland – ranking of “Perspektywy” and “Rzeczpospolita” by their informative value was verified. The classical and median coefficient of variation to analyze discriminative ability the variables were used, and the parametric method proposed by Z. Hellwig to investigate the degree of correlation of the variables was used. For the construction of university ranking one of the methods of multidimensional comparative analysis – miara Hellwiga was used.

Keywords: multidimensional comparative analysis, ranking, universities

Wprowadzenie

Spośród wielu różnorodnych instytucji, uczelnie są jednymi z najczęściej publicznie ocenianych i klasyfikowanych. Co roku na świecie publikowane są licz-

¹ Artykuł powstał w ramach projektu badawczego finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki, nr N N111 530140.

ne rankingi szkół wyższych. Wzbudzają one zainteresowanie nie tylko wśród kandydatów na studia, ale również wśród pracowników ocenianych uczelni, pracodawców czy też polityków. Stały się one także tematem wielu dyskusji naukowych, dotyczących przede wszystkim zagadnień związanych z doбором kryteriów i ich wag, sposobem prezentacji wyników oraz wiarygodnością danych.

Wyniki rankingów uczelni – obok wyników instytucji akredytacyjnych oceniających i kontrolujących jakość kształcenia – stanowią dodatkowe źródło informacji porównawczej. Z roku na rok, coraz bardziej oddziałują one na instytucje szkolnictwa wyższego i ich otoczenie, wpływając m.in. na rządową politykę finansowania uczelni². Dlatego też ważne jest, aby jednostki opracowujące rankingi przedstawiały opinii publicznej możliwie obiektywny obraz uczelni. Powinny one gwarantować wysoką jakość swojej pracy w zakresie pozyskiwania danych, stosowanej metodyki oraz prezentacji wyników.

Jakość oceny szkół wyższych w dużym stopniu zależy od wiarygodności informacji na ich temat, ale również od sposobu przetwarzania tych informacji. Uszeregowanie uczelni ze względu na liczne zbiory cech je charakteryzujących oraz dyskusyjność kryteriów nie jest procesem prostym. W związku z powyższym, w artykule zaprezentowano możliwość zastosowania metod wielowymiarowej analizy porównawczej w hierarchizacji szkół wyższych.

1. Wielowymiarowa analiza porównawcza w hierarchizacji uczelni

W badaniach empirycznych, w których analizuje się wiele jednostek opisanych za pomocą więcej niż jednej cechy, wykorzystuje się metody wielowymiarowej analizy porównawczej. Wielowymiarowa analiza porównawcza (WAP) stanowi „spójny formalnie zespół metod statystycznych służących do celowego doboru informacji o elementach pewnej zbiorowości i do wykrywania prawidłowości we wzajemnych relacjach między nimi”³. Inna definicja WAP mówi, że „jej zadaniem jest uporządkowanie względnie jednorodnego zbioru obiektów (lub cech) w celu podejmowania decyzji dotyczących wyboru obiektu (lub cechy) według z góry ustalonego kryterium”⁴. Problematyka badań WAP obejmuje⁵:

² Nazarko J., Kuźmicz A. K., Urban J., 2009. *Benchmarking szansą poprawy pozycji konkurencyjnej polskich uczelni*. Nauka i Szkolnictwo Wyższe 2, s. 60-72.

³ Gorzelak G., 1981. *Statystyczna analiza porównawcza – teoria a praktyka*. Wiadomości statystyczne 8, s. 16-19.

⁴ Borys T., 1982. *Przedmiot i podział statystyki i ekonometrii – artykuł dyskusyjny*. Wiadomości Statystyczne5, s. 9-12.

- hierarchizację obiektów i ich zbiorów w wielowymiarowej przestrzeni cech,
- wyodrębnienie jakościowo jednorodnych podzbiorów obiektów,
- badanie strukturalnej konfiguracji homogenicznych skupień oraz analizę relacji pomiędzy poszczególnymi obiektami, a także pomiędzy obiektami i ich skupieniami,
- wybór najistotniejszych cech, określenie wag oraz ocena siły i kierunku ich wpływu na zmienną syntetyczną,
- metody budowy zmiennych syntetycznych, zasady normowania i agregacji zmiennych, wyznaczenie wzorców rozwoju, itp.,
- badanie prawidłowości dynamiczno strukturalnych rozwoju, optymalne strategie rozwoju, itp.

Główną ideą wielowymiarowej analizy porównawczej jest stworzenie zagregowanego wskaźnika, nazywanego też zmienną syntetyczną, który stanowi podstawę hierarchizacji badanych obiektów ze względu na poziom wielocechowego zjawiska. Jako pierwszy miarę taką zaproponował Z Hellwig, konstruując tzw. *syntetyczną miarę rozwoju* do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr⁶.

Konstrukcja zmiennej syntetycznej różni się w zależności od: (i) sposobu uwzględniania stymulant i destymulant; (ii) sposobu ustalania współrzędnych wzorca rozwoju; (iii) procedury normowania zmiennych; (iv) postaci analitycznej funkcji agregującej oraz (v) wag cech diagnostycznych⁷. Etapy jej konstrukcji zostały szeroko omówione w wielu pracach. Na szczególną uwagę zasługuje publikacja przygotowana wspólnie przez OECD (the Statistics Directorate and the Directorate for Science, Technology and Industry) i Econometrics and Applied Statistics Unit of the Joint Research Centre (JRC) of the European Commission in Ispra *Handbook on Constructing Composite Indicators, 2008*⁸.

W związku z tym, iż tworzone listy rankingowe szkół wyższych bazują na wielu charakterystykach uczelni, do metodyki konstrukcji rankingu zasadne jest włączenie metod wielowymiarowej analizy porównawczej.

⁵ Kurkiewicz J., Pocięcha J., Zając K., 1991. *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej w badaniach rozwoju demograficznego*. Szkoła Główna Handlowa, Instytut Statystyki i Demografii, Monografie i Opracowania 336, Warszawa.

⁶ Hellwig Z., 1968. *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*. Przegląd Statystyczny 4, s. 307-326.

⁷ Kurkiewicz J., Pocięcha J., Zając K., 1991. *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej w badaniach rozwoju demograficznego*. Szkoła Główna Handlowa, Instytut Statystyki i Demografii, Monografie i Opracowania 336, Warszawa.

⁸ *Handbook on Constructing Composite Indicators*. OECD Publishing, 2008.

Obecne listy rankingowe w swojej metodyce wykorzystują kryteria i ich wagi, które dobierane są arbitralnie. Dodatkowo, bardzo duża liczba zmiennych kryterialnych uwzględnianych w większości rankingów – co tylko iluzorycznie wpływa na ich rzetelność – „rozmywa” klasyfikację, co skutkuje osłabieniem roli informacyjnej rankingów. Wyniki każdego rankingu w dużym stopniu zależą od prawidłowego określenia jego kryteriów. Zbiór potencjalnych cech uczelni wyłoniony przez grupę ekspertów opracowującą ranking powinien zostać poddany weryfikacji statystycznej.

Do podstawowych przesłanek stosowania metod WAP w konstrukcji rankingów szkół wyższych zaliczyć można: (i) możliwość wyboru najlepszych cech diagnostycznych; (ii) redukcję dużej ilości posiadanych informacji o szkołach wyższych do podstawowych kryteriów; (iii) szacowanie ważności cech charakteryzujących uczelnie oraz siły wpływu, jaki wywierają one na ranking; (iv) wyodrębnienie jednorodnych grup uczelni pod względem opisujących je właściwości; (v) hierarchizację uczelni; (vi) ekonomiczność, czyli zmniejszenie nakładów czasu i kosztów zbierania danych o szkołach wyższych poprzez skoncentrowanie się na najistotniejszych – zarówno z punktu widzenia merytoryczno-formalnego, jak i statystycznego – informacjach.

2. Metodyka konstrukcji rankingu szkół wyższych

Do konstrukcji listy rankingowej uczelni wykorzystano dane dotyczące 90 polskich uczelni zaprezentowane w Rankingu Szkół Wyższych „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej” 2011, w którym wykorzystano 32 cechy podzielone na sześć kryteriów podrzędnych: prestiż, innowacyjność, potencjał naukowy, efektywność naukowa, warunki studiowania oraz umiędzynarodowienie studiów (tabela 1). W zbiorze charakterystyk uczelni występują wyłącznie cechy metryczne⁹.

Tabela 1. Kryteria i cechy wykorzystane do oceny polskich uczelni w Rankingu Szkół Wyższych 2011 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”

Kryteria	Cechy	Oznaczenie
Prestiż	preferencje pracodawców	X1
	ocena przez kadrę akademicką	X2

⁹ Jednostki miar cech są zaprezentowane na stronie internetowej http://www.perspektywy.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=3857&Itemid=832, stan z dn. 16.02.2012.

cd. Tabeli 1.

	uznania międzynarodowe	X3
	wyбір olimpijczyków	X4
Innowacyjność	patenty, prawa ochronne i licencje	X5
	pozyskane środki z UE	X6
	zaplecze innowacyjne uczelni	X7
Potencjał naukowy	ocena parametryczna	X8
	uprawnienia do nadawania stopni naukowych	X9
	nasylenie kadry osobami o najwyższych kwalifikacjach	X10
	akredytacje	X11
Efektywność naukowa	rozwój kadry własnej	X12
	nadane stopnie naukowe	X13
	efektywność pozyskiwania zewnętrznych środków finansowych na badania	X14
	publikacje	X15
	cytowania	X16
	h-indeks	X17
	udział uczelni w 7, Programie Ramowym UE	X18
	studia doktoranckie	X19
Warunki studiowania	dostępność dla studentów kadr wysokokwalifikowanych	X20
	zbiory elektroniczne	X21
	zbiory drukowane	X22
	warunki korzystania z biblioteki	X23
	dostępność uczelni dla studentów zamiejscowych	X24
	osiągnięcia sportowe	X25
Umiędzynarodowienie studiów	programy studiów prowadzone w j. obcych	X26
	studiujący w j. obcych	X27
	wymiana studencka (wyjazdy)	X28
	wymiana studencka (przyjazdy)	X29
	studenci obcokrajowcy	X30
	nauczyciele akademicy z zagranicy	X31
	wykłady w j. obcych	X32

Źródło: opracowanie własne na podstawie strony internetowej „Perspektyw”: http://www.perspektywy.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=3857&Itemid=832, stan z dnia: 11. 08. 2011 r.

Konstrukcja listy rankingowej z wykorzystaniem wybranych metod wielowymiarowej analizy porównawczej składała się z dwóch głównych etapów:

ETAP 1. Statystyczny dobór zmiennych,

ETAP 2. Hierarchizacja szkół wyższych.

W pierwszym etapie badania zbiór potencjalnych zmiennych diagnostycznych opracowany przez Kapitułę Rankingu Szkół Wyższych „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej” zweryfikowano ze względu na ich wartość informacyjną. Ze zbioru wielkości kryterialnych wykluczono te, które charakteryzowały się małą zdolnością dyskryminacyjną lub powielały informacje niesione przez inne cechy. Do analizy zdolności dyskryminacyjnej cech wykorzystano klasyczny oraz pozycyjny współczynnik zmienności¹⁰. Do eliminacji cech silnie skorelowanych z innymi zaproponowano parametryczną metodę klasyfikacji cech¹¹.

Etap drugi badania, którego celem była hierarchizacja uczelni, polegał na zastosowaniu jednej z metod porządkowania liniowego – metody syntetycznego rozwoju miernika Z. Hellwiga¹². Pozwala ona uporządkować analizowane obiekty poprzez porównanie ich z obiektem wzorcem.

Następnie dokonano komparacji wyników dwóch rankingów: rankingu uzyskanego w wyniku badania empirycznego z wykorzystaniem metod wielowymiarowej analizy porównawczej oraz Rankingu Szkół Wyższych „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”.

3. Wyniki i wnioski

W wyniku zastosowania statystycznych procedur w procesie doboru cech diagnostycznych, ze zbioru potencjalnych charakterystyk opisujących uczelnie zostało wyeliminowanych osiem: X2, X6, X11, X17, X18, X19, X20, X26. Okazało się, że są one silnie skorelowane z innymi cechami (za wartość progową współczynnika korelacji przyjęto 0,7).

W kolejnym etapie badania, w oparciu o wartości dobranych cech charakteryzujących poszczególne uczelnie, dokonano porządkowania szkół. Na podstawie macierzy wystandaryzowanych cech diagnostycznych uczelni, wyznaczono współrzędne jednostki wzorcowej, na podstawie formuły: $z_{oj} = \max_i \{z_{ij}\}$, gdzie $i = 1, \dots, n$, $j = 1, \dots, m$. Następnie, stosując metrykę euklidesową

¹⁰ Młodak A., 2006. *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*. Difin, Warszawa.

¹¹ Hellwig Z., 1981. *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielowymiarowych obiektów gospodarczych*. (w:) W. Welfe (red.). *Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, s. 46-68.

¹² Hellwig Z., 1968. *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*. Przegląd Statystyczny 4, s. 307-326.

$$d_{i0} = \left[\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{0j})^2 \right]^{0,5}, \quad i = 1, \dots, n, \text{ obliczono odległości każdej uczelni od}$$

wzorca. Po wyznaczeniu miar syntetycznych definiowanych jako¹³

$$s_i = 1 - \frac{d_{i0}}{\bar{d}_0 + 2S(d_0)}, \text{ gdzie } \bar{d}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{i0}, S(d_0) = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_{i0} - \bar{d}_0)^2 \right]^{0,5}, \text{ utwo-}$$

rzono listę rankingową. W tabeli 2 przedstawiono otrzymane wartości zmiennych syntetycznych oraz pozycje pierwszych dziesięciu szkół wyższych w uzyskanej klasyfikacji.

Tabela 2. Wyniki porządkowania liniowego pierwszych 10 szkół wyższych

Uczelnia	Wartość zmiennej syntetycznej	Pozycja uczelni w rankingu (WAP)	Pozycja uczelni w rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”
Uniwersytet Jagielloński	0,433	1	2
Uniwersytet Warszawski	0,395	2	1
Politechnika Warszawska	0,369	3	3
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu	0,337	4	4
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie	0,310	5	6
Politechnika Wrocławska	0,287	6	5
Politechnika Łódzka	0,285	7	8
Uniwersytet Wrocławski	0,266	8	7
Uniwersytet Łódzki	0,265	9	14
Akademia L. Koźmińskiego w Warszawie	0,258	10	25

Źródło: opracowanie własne.

W celu porównania uzyskanego w badaniu rankingu z oryginalnym opublikowanym w 2011 roku rankingiem obliczono współczynnik korelacji rang Spearmana, który wyniósł 0,94.¹⁴ Wynik ten świadczy o istotnym stopniu skorelowania analizowanych klasyfikacji. Ale czy dla ocenianych jednostek spadek ich pozycji chociażby o jedno lub dwa miejsca jest bez znaczenia? Na pewno nie, chociażby

¹³ Panek T., 2009. *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*. Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa, s. 69.

¹⁴ Stosując test istotności współczynnika korelacji rang Spearmana na poziomie istotności 0,05 okazało się, że współczynnik korelacji jest istotnie różny od zera ($u=8,868$).

z punktu widzenia tych, którzy rywalizują między sobą w pierwszej dziesiątce, a nawet dwudziestce.

Dla wyraźniejszej komparacji wyników dwóch rankingów w tabeli 3 przedstawiono liczbę uczelni, których pozycja uległa zmianie w stosunku do pozycji w Rankingu Szkół Wyższych „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”, przypisaną liczbie „przesunięć” pozycji uczelni w utworzonym rankingu.

Tabela 3. Liczba uczelni, których pozycja uległa zmianie oraz liczba „przesunięć” pozycji uczelnie w utworzonym rankingu w stosunku do rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”

Liczba „przesunięć” pozycji uczelni w rankingu w stosunku do rankingu Perspektyw	Liczba uczelni, których pozycja uległa zmianie w stosunku do rankingu Perspektyw	Liczba „przesunięć” pozycji uczelni w rankingu w stosunku do rankingu Perspektyw	Liczba uczelni, których pozycja uległa zmianie w stosunku do rankingu Perspektyw
0	4	11	6
1	17	12	4
2	13	13	1
3	9	14	1
4	6	15	4
5	5	...	0
6	4	27	1
7	5	...	0
8	4	31	1
9	2	...	0
10	2	37	1

Źródło: opracowanie własne.

Z zestawienia zawartego w tabeli 3 wynika, że szkoły wyższe najczęściej zmieniły swoje miejsce rankingowe o 1 pozycję (17 uczelni) oraz o 2 pozycje (13 uczelni) w stosunku do rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”. Tylko 4 uczelnie z 90 analizowanych uplasowały się na tym samym miejscu. Wraz ze zwiększającą się liczbą „przesunięć” uczelni w klasyfikacji zaobserwowano tendencję spadkową liczby analizowanych obiektów. Porównując rankingi stwierdzono, że 3 uczelnie zmieniły swoje pozycje odpowiednio aż o 27, 31 i 37 miejsc.

Z powyższego zestawienia wynika, iż zastosowanie metod statystyki wielowymiarowej w hierarchizacji jednostek wpływa na jej wyniki. Pomimo wysokiego stopnia skorelowania analizowanych rankingów, z punktu widzenia ocenianych uczelni, przesunięcia na listach rankingowych są znaczące.

4. Podsumowanie

Bezpośrednie porównanie analizowanych uczelni ze względu na liczne zbiory cech je charakteryzujących jest zadaniem niemożliwym. Do konstrukcji rankingów przydatne są metody wielowymiarowej analizy porównawczej. Pozwalają one – poprzez stworzenie zagregowanego wskaźnika, uwzględniającego wszystkie przyjęte do oceny kryteria – uporządkować obiekty, a następnie dokonać ich porównania. W artykule w pierwszym etapie badania dokonano statystycznego doboru cech diagnostycznych do uporządkowania uczelni. Okazało się, że 8 z 32 charakterystyk szkół wyższych powieliło informacje niesione przez inne cechy. Następnie wykorzystując jedną z metod porządkowania liniowego – metody syntetycznego rozwoju miernika Z. Hellwiga – dokonano hierarchizacji uczelni. Różnice w wynikach dwóch rankingów spowodowane są głównie tym, iż twórcy rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej” wykorzystują do jego budowy zróżnicowane wagi, których metoda Hellwiga nie uwzględnia. Autorka w przyszłych swoich badaniach planuje wyjaśnić przyczyny braku stabilności ocen w przypadku obiektów, których pozycja w obu analizowanych klasyfikacjach uległa znacznej zmianie.

Piśmiennictwo

1. Borys T., 1982. *Przedmiot i podział statystyki i ekonometrii – artykuł dyskusyjny*. Wiadomości Statystyczne 5, s. 9-12.
2. Gorzelak G., 1981. *Statystyczna analiza porównawcza – teoria a praktyka*. Wiadomości statystyczne 8, s. 16-19.
3. *Handbook on Constructing Composite Indicators*, OECD Publishing, 2008.
4. Hellwig Z., 1968. *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*. Przegląd Statystyczny 4, 1968, s. 307-326.
5. Hellwig Z., 1981. *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielowymiarowych obiektów gospodarczych*. (w:) W. Welfe (red.). *Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, s. 46-68.
6. Kurkiewicz J., Pocięcha J., Zając K., 1991. *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej w badaniach rozwoju demograficznego*. Szkoła Główna Handlowa, Instytut Statystyki i Demografii, Monografie i Opracowania 336, Warszawa.
7. Młodak A., 2006. *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*. Difin, Warszawa.
8. Nazarko J., Kuźmich A. K., Urban J., 2009. *Benchmarking szansą poprawy pozycji konkurencyjnej polskich uczelni*. Nauka i Szkolnictwo Wyższe 2, s. 60-72.

9. Panek T., 2009. *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*. Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa.
10. Strona internetowa „Perspektywy”. Dokument elektroniczny, Tryb dostępu: <http://www.perspektywy.pl>, stan z dn. 7.09.2011 r.