

Marta Komuda, Ewa Chodakowska

Politechnika Białostocka

ANALIZA WRAŻLIWOŚCI KLASYFIKACJI OBIEKTÓW NA ZAŁOŻENIA METODOLOGICZNE

Streszczenie: W artykule dokonano analizy wrażliwości jednego z najbardziej popularnych rankingów szkół wyższych w Polsce – rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej” – na założenia metodologiczne. W tym celu, na podstawie opublikowanych w 2009 r. danych dotyczących dziewięćdziesięciu klasyfikowanych uczelni, skonstruowano 5 nowych rankingów, z różną kombinacją wag i kryteriów. Na koniec dokonano porównania otrzymanych wyników z oryginalnymi. Przeprowadzone analizy dowodzą, że klasyfikacja obiektów na podstawie tych samych danych nie jest istotnie wrażliwa na założenia metodologiczne.

1. Wstęp

Każdego roku na całym świecie publikowane są różnorodne klasyfikacje szkół wyższych. Cieszą się one ogromnym zainteresowaniem wśród różnych grup ich odbiorców: kandydatów na studia, pracowników ocenianych uczelni, pracodawców czy też organów państwowych finansujących edukację. Z roku na rok coraz bardziej oddziałują one na instytucje szkolnictwa wyższego.

Problematyka rankingów szkół wyższych stała się także ważnym tematem wszystkich konferencji dotyczących szkolnictwa wyższego. Przedmiotem dyskusji są zagadnienia związane z doбором kryteriów i wag, z jakimi te kryteria są w ostatecznej klasyfikacji uwzględniane, ze sposobem prezentacji wyników, a także wiarygodnością danych.

Krytycznej analizie poddawany jest również jeden z najpopularniejszych polskich rankingów – ranking szkół wyższych „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”. Zgodnie z postanowieniami członków kapituły tego rankingu uczelnie są oceniane na podstawie czterech ich cech: prestiżu, siły naukowej, warunków studiowania oraz umiędzynarodowienia studiów. W 2009 r. do budowy rankingu wykorzystano 29 kryteriów (tab. 1).

W pracy podjęto próbę znalezienia odpowiedzi na następujące pytania: Czy ranking jest wrażliwy na założenia metodologiczne? Jak zmiana wag wpłynie na klasyfikację uczelni? Czy eliminacja skorelowanych ze sobą zmiennych (kryteriów) istotnie wpłynie na analizowany ranking?

Tabela 1. Kryteria i wagi wykorzystane w Rankingu Szkół Wyższych 2009 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”

Cecha uczelni	Kryterium	Waga (w %)
Prestiż	ocena kadry akademickiej	14
	preferencje pracodawców	14
	wybór olimpijczyków	2
Siła naukowa	potencjał naukowy (ocena parametryczna)	8
	nadane stopnie naukowe	8
	rozwój kadry własnej	8
	nasylenie kadry osobami o najwyższych kwalifikacjach	4
	uprawnienia do nadawania stopni naukowych	4
	publikacje	2
	cytowania	2
	studia doktoranckie	2
	akredytacje	1
	projekty badawcze	1
Warunki studiowania	dostępność dla studentów kadr wysoko kwalifikowanych	6
	zbiory drukowane	2
	zbiory elektroniczne	2
	warunki korzystania z biblioteki	1
	możliwości rozwijania zainteresowań naukowych	1
	możliwości rozwijania zainteresowań kulturalnych	1
	dostępność uczelni dla studentów zamiejscowych	1
	osiągnięcia sportowe	1
Umiejscowienie studiów	programy studiów prowadzone całkowicie w językach obcych	4
	studium w językach obcych	3
	wymiana studencka (wyjazdy)	2,5
	wymiana studencka (przyjazdy)	2,5
	wielokulturowość środowiska studenckiego (obcokrajowcy)	1
	nauczyciele akademicy z zagranicy	1
	wykłady w językach obcych	0,5
	szkoły letnie	0,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie strony internetowej „Perspektyw” [„Perspektyw” 2009].

2. Metodologia badania

W celu zbadania wrażliwości Rankingu Szkół Wyższych 2009 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej” przeprowadzono dwuetapowy eksperyment badawczy. Etap pierwszy polegał na skonstruowaniu pięciu nowych rankingów: jednego – dla oryginalnych kryteriów, z inną kombinacją wag; trzech – z wykorzystaniem analizy czynnikowej; oraz jednego – za pomocą metody DEA. Do ich budowy wykorzystano wskaźniki publikowane przez „Perspektyw”. Zasady konstrukcji każdego z nich przedstawiono w dalszej części pracy. W etapie drugim, w celu porównania otrzymanych w wyniku prac badawczych rankingów z Rankiem Szkół Wyż-

szych 2009 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”, obliczono wskaźniki korelacji Pearsona rankingów i dokonano ich interpretacji.

Ranking 1 (R1)

Ranking 1 został zbudowany na podstawie 29 zmiennych, będących oryginalnymi kryteriami w Rankingu Szkół Wyższych 2009 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”. Zostały zmienione jedynie wagi. Założono, że każda ze zmiennych jest tak samo istotna, stąd też przyjęto równe wagi dla każdej z nich.

Ranking 2 (R2)

Do konstrukcji rankingu 2, w celu redukcji liczby kryteriów, wykorzystano jedną z metod statystyki wielowymiarowej – analizę czynnikową¹.

Rysunek 2 ilustruje wartości ładunków czynnikowych trzech wyodrębnionych czynników głównych metodą głównych składowych z rotacją Varimax dla wszystkich zmiennych. W celu podania interpretacji czynników wspólnych wydzielono

Zmienna	Ładunki czynnik (Varimax) (dane w Wyodrębn. : Składowe główne (Oznaczone ładunki są >700000))		
	Czynnik 1	Czynnik 2	Czynnik 3
ocena przez kadre akad.	0,838773	0,133209	0,206861
prefer. pracod.	0,800495	-0,085854	0,347701
wybór olimp.	0,370541	0,120612	0,508577
potencj. naukowy (ocena parametr.)	0,590701	0,317449	-0,263547
nadawane stopnie naukowe	0,390678	0,637109	0,048480
rozwój kadry własnej	0,388301	0,588288	-0,023684
nasycenie kadry osobami o najwyzsz. kwalifikacj.	-0,115718	-0,333281	0,415536
uprawn. do nadawan. stopni naukow.	0,925105	0,117428	-0,001570
publikacje	0,418548	0,696850	-0,219883
cytowania	0,513057	0,432444	-0,193527
studia doktoranc.	0,181270	0,467343	0,320062
akredytac.	0,649168	0,100016	0,374199
projekty badawcze	0,747752	0,231030	0,052322
dostępn. dla studentów kadr wysokowykwalifikowanych	0,018247	0,916297	-0,077447
zbiory drukowane	0,804156	0,006987	0,101846
zbiory elektroniczne	0,583082	-0,009446	0,018132
warunki korzystania z biblioteki	0,316663	0,299759	0,219204
możliwości rozwijania zainteresowań naukowych	-0,042807	0,846035	0,088553
możliwości rozwijania zainteresowań kulturalnych	-0,424231	0,395284	0,415072
dostępność uczelni dla studentów zamiejscowych	-0,013521	0,223408	-0,265181
osiągnięcia sportowe	0,637201	-0,027751	0,045520
programy studiów prowadzone w j. obcych	0,715943	0,029840	0,348413
studujący w j. obcych	0,550248	0,386238	0,280986
wymiana studencka (wyzjazdy)	0,391203	0,075804	0,719925
wymiana studencka (przyjazdy)	0,305269	-0,034388	0,810602
wielokulturowość środowiska studenckiego (obcokrajowcy)	-0,106459	0,793213	0,230954
nauczyciele akademicy z zagranicy	0,105745	-0,526193	0,173701
wykłady w j. obcych	0,651073	-0,007720	0,275902
szkoły letnie	0,634681	-0,097414	0,325832
WAr.wyj.	8,041079	4,896602	2,967163
Udział	0,277279	0,168848	0,101971

Rys. 1. Ładunki czynnikowe

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem pakietu STATISTICA 8.0.

¹ Procedura analizy czynnikowej opisana jest w pozycjach: [Walesiak 1996, s. 140-152; Pluta 1977, s. 51-76].

zmiennie, które są silnie skorelowane z poszczególnymi wskaźnikami. W poniższym zestawieniu zaznaczono zatem ładunki czynnikowe o wartości bezwzględnej większej niż 0,7.

Na ich podstawie dokonano podziału (segmentacji) zbioru zmiennych rzeczywistych na podgrupy zmiennych silnie związanych z kolejnymi wyodrębnionymi czynnikami. Charakter analizowanych kryteriów, które przynależą do poszczególnych czynników, stwarza również możliwość interpretacji tychże czynników.

Czynnik 1 jest najsilniej powiązany z następującymi zmiennymi: oceną przez kadrę akademicką, preferencjami pracodawców, uprawnieniami do nadawania stopni naukowych, projektami badawczymi, zbiorami drukowanymi oraz programami studiów prowadzonych w języku angielskim. Biorąc pod uwagę charakter tych zmiennych, czynnik 1 określono jako potencjał naukowo-badawczy uczelni. Czynnik 2 reprezentują trzy zmienne: dostępność dla studentów kadr wysoko wykwalifikowanych, możliwość rozwijania zainteresowań naukowych oraz wielokulturowość środowiska studenckiego. W związku z tym opisuje on ukierunkowanie uczelni na studenta. Czynnik 3 określono mianem umiędzynarodowienia uczelni, ponieważ jest on najsilniej powiązany z kryteriami reprezentującymi wymianę studencką (wyjazdy i przyjazdy).

Otrzymane w wyniku procedury analizy czynnikowej trzy nowe zmienne, a mianowicie: Z1 – potencjał naukowo-badawczy uczelni, Z2 – ukierunkowanie uczelni na studenta, Z3 – umiędzynarodowienie uczelni, są nośnikami innych treści merytorycznych.

Analiza czynnikowa pozwoliła na zredukowanie liczby kryteriów. Do budowy R2 wykorzystano zmienne, które najsilniej skorelowane są z reprezentującym je czynnikiem, czyli uprawnienia do nadawania stopni naukowych, dostępność dla studentów kadr wysoko wykwalifikowanych oraz wymianę studencką (przyjazdy).

Otrzymane trzy czynniki wyjaśniają ok. 55% całkowitej wariancji wszystkich obserwowanych zmiennych. Istotność pozostałych czynników jest zatem znaczna, gdyż wyczerpuje aż ok. 45% całkowitego zasobu zmienności znajdującego się w wyjściowym zbiorze zmiennych. Zatem do budowy R2 wprowadzono wszystkie pozostałe zmienne (kryteria) z Rankingu Szkół Wyższych 2009 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”, które nie są reprezentowane przez żaden z wyznaczonych czynników.

W rankingu 2 przyjęto równe wagi dla każdej zmiennej.

Ranking 3 (R3)

Do sporządzenia rankingu 3 wykorzystano tylko trzy zmienne uzyskane w wyniku procedury analizy czynnikowej, czyli dostępność dla studentów kadr wysoko wykwalifikowanych, możliwość rozwijania zainteresowań naukowych oraz wielokulturowość środowiska studenckiego. Odrzucono wszystkie pozostałe kryteria. Założono również, iż każda ze zmiennych jest tak samo ważna.

Ranking 4 (R4)

Do konstrukcji rankingu 4 przyjęto takie same zmienne jak w rankingu 2, jednak z inną kombinacją wag. Zmiennym uzyskanym w wyniku procedury analizy czynnikowej przypisano wagi równe udziałowi danego czynnika w całkowitej wariancji wszystkich analizowanych zmiennych (rys. 1). Zatem zmiennej Z1 nadano wagę równą 27,8%, zmiennej Z2 – 16,9%, zmiennej Z3 zaś – 10%. Pozostałym osiemnastu zmiennym przypisano równe wagi wyliczone następująco: $(100\% - 27,8\% - 16,9\% - 10\%)/18$.

Ranking 5 (R5)

Ranking 5 jest klasyfikacją uczelni uzyskaną metodą obwiedni danych (*Data Envelopment Analysis — DEA*²). W metodzie przyjmuje się, iż efektywność badanego obiektu można zdefiniować jako iloraz ważonej sumy osiąganych wyników do ważonej sumy ponoszonych nakładów [Ramanathan 2003, s. 39]. Metoda DEA nie wymaga podania *a priori* wag poszczególnych zmiennych. Optymalizacji wag dokonuje się tak, by zmaksymalizować względną efektywność każdego obiektu. W pracy skorzystano z modelu nadefektywności DEA (*super-efficiency* DEA) umożliwiającego różnicowanie obiektów także w pełni efektywnych [Andersen, Petersen 1993, s. 1261-1264].

Autorki pracy założyły, że uczelnie mają większy wpływ na osiągane wyniki niż na wielkość posiadanych zasobów. W związku z tym opracowany model składał się z jednego nakładu, tzw. sztucznej zmiennej³, co oznacza założenie, iż wszystkie szkoły wyższe dysponowały identycznymi zasobami. Natomiast efekty

Tabela 2. Zestawienie zmiennych i wag w konstruowanych rankingach

Ranking	Zmienne (kryteria)	Wagi
R1	29 zmiennych – oryginalne kryteria Rankingu Szkół Wyższych 2009 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”	100% / 29
R2	3 zmienne – czynniki z analizy czynnikowej 18 zmiennych – kryteria, które nie są reprezentowane przez żaden z czynników	100% / 21
R3	3 zmienne – czynniki z analizy czynnikowej	100% / 3
R4	3 zmienne – czynniki z analizy czynnikowej 18 zmiennych – kryteria, które nie są reprezentowane przez żaden z czynników	wagi wynikające z udziału danego czynnika w całkowitej wariancji wszystkich analizowanych zmiennych
R5	1 zmienna wejściowa (nakłady) – tzw. sztuczna zmienna 4 zmienne wyjściowe (efekty) – cechy uczelni	wagi wyliczone z wykorzystaniem metody DEA

Źródło: opracowanie własne.

² Metoda DEA wywodzi się z koncepcji efektywności M.J. Farrella [Farrell 1957, s. 253-281]. Szeroko przedstawiona jest w pozycjach: [Cooper, Seiford, Tone 2007; Thanassoulis 2003].

³ Zmienna sztuczna — wprowadzona ze względu na wymagania metody DEA; jednakowa dla każdej szkoły.

działalności uczelni scharakteryzowano za pomocą czterech zasadniczych cech sformułowanych przez Kapitułę Rankingu Szkół Wyższych 2009 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”, czyli: prestiżu, siły naukowej, warunków studiowania oraz umiędzynarodowienia studiów. Powyższe zmienne uzyskano, sumując wszystkie wskaźniki w ramach jednej cechy uczelni.

W tabeli 2 zaprezentowano zestawienie zmiennych oraz sposoby wyliczania wag procentowych wykorzystanych do konstrukcji rankingów R1-R5.

W wyniku zastosowania powyższych metod budowy rankingów otrzymano pięć nowych klasyfikacji szkół wyższych. W celu uzyskania odpowiedzi na postawione w pracy pytania badawcze obliczono wskaźniki korelacji Pearsona otrzymanych rankingów.

3. Wyniki i wnioski

W tabeli 3 przedstawiono wartości współczynników korelacji Pearsona analizowanych rankingów.

Tabela 3. Współczynniki korelacji Pearsona rankingów

	R0	R1	R2	R3	R4	R5
R0	1	0,95	0,96	0,85	0,96	0,91
R1		1	0,98	0,88	0,96	0,91
R2			1	0,85	0,96	0,91
R3				1	0,93	0,86
R4					1	0,93
R5						1

R0 – Ranking Szkół Wyższych 2009 „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”

Źródło: opracowanie własne.

Uzyskane wartości współczynników korelacji są z przedziału 0,85-0,98, co świadczy o istotnym stopniu skorelowania rankingów. Najniższą wartość współczynnika korelacji, równą 0,85, otrzymano dla rankingów R0 i R3. Przyczyną tego jest odrzucenie przy konstrukcji rankingu 3 osiemnastu kryteriów, które nie były reprezentowane przez żaden z wyznaczonych czynników. Zatem nieuwzględnienie informacji dotyczących uczelni najbardziej wpłynęło na pozycję analizowanych uczelni.

W związku z tym, że zachodzi silny związek korelacyjny pomiędzy rankingami, istnieją podstawy, by przypuszczać, iż ranking „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej” można uprościć bez dużej szkody dla jakości (zakładając, że zmiana pozycji uczelni o jedno miejsce lub dwa miejsca w klasyfikacji nie jest istotna).

W celu lepszego zobrazowania wrażliwości klasyfikacji szkół wyższych na założenia metodologiczne w tab. 4 przedstawiono liczbę uczelni, których pozycja

uległa zmianie w stosunku do pozycji w rankingu „Perspektyw” i „Rzeczpospolitej”, przypisaną liczbie „przesunięć” pozycji uczelni w każdym z utworzonych rankingów.

Tabela 4. Liczba uczelni, których pozycja uległa zmianie, oraz liczba „przesunięć” pozycji uczelni w poszczególnych rankingach w stosunku do R0

Liczba „przesunięć” pozycji uczelni w rankingu w stosunku do R0	Liczba uczelni, których pozycja uległa zmianie w stosunku do R0				
	R1	R2	R3	R4	R5
0	10	6	3	10	9
1	11	16	15	11	12
2	8	10	5	13	5
3	12	13	7	5	5
4	6	2	6	6	8
5	5	6	8	10	2
6	5	6	5	6	6
7	4	3	6	5	4
8	6	6	1	5	4
9	6	4	4	3	7
10	5	6	2	3	0
11	2	4	3	3	2
12	3	1	2	2	4
13	2	1	1	1	3
14	2	1	1	1	2
15	1	1	2	3	0
16	0	3	1	0	2
17	0	1	0	2	1
18	2	2	0	0	1
19	0	0	0	1	2
20	2	0	1	1	0
21	0	1	0	1	2
22	0	0	0	0	1
23	0	0	4	0	0
25	0	0	2	0	0
26	0	0	1	0	0
27	1	0	0	0	2
28	0	0	0	0	1
33	0	0	0	0	1
34	0	0	1	0	0
38	0	0	1	0	0
43	0	0	1	0	0
49	0	0	1	0	0
50	0	0	1	0	0

Źródło: opracowanie własne.

Z tabeli 4 wynika, że najczęściej szkoły wyższe zmieniają swoje miejsca rankingowe o 0, 1, 2 lub 3 pozycje w stosunku do rankingu „Perspektywy” i „Rzeczpospolitej”. Wraz ze zwiększającą się liczbą „przesunięć” uczelni w klasyfikacji obserwuje się tendencję spadkową liczby analizowanych obiektów. W związku z powyższym, zakładając, że zmiana miejsca uczelni w rankingu o 3 miejsca jest nieistotna, można stwierdzić, że klasyfikacja nie jest wrażliwa na założenia metodologiczne. Ale czy dla jednostek ocenianych ich spadek o kilka pozycji jest bez znaczenia? Na pewno nie, chociażby z punktu widzenia tych, którzy rywalizują między sobą w pierwszej dziesiątce, a nawet dwudziestce.

4. Podsumowanie

Analizując uzyskane w pracy wartości współczynników korelacji między rankingami, można stwierdzić, że zmiana wag czy też pominięcie informacji skorelowanych z wcześniej wprowadzonymi dla budowy rankingu kryteriami nie wpływa istotnie na pozycjonowanie uczelni. W związku z tym konstrukcja klasyfikacji obiektów powinna być poprzedzona solidną analizą danych – chociażby budową macierzy korelacji. Wykorzystywanie kryteriów niosących informacje zależne od siebie wydłuża czas przygotowywania rankingu, podwyższa koszty, a nie przynosi oczekiwanych rezultatów. Jednak do interpretacji wyników uzyskanych klasyfikacji szkół wyższych należy podchodzić ostrożnie. Chcąc jednoznacznie odpowiedzieć na postawione w pracy pytania badawcze, należałoby poczynić założenia, o ile miejsc dopuszczalna jest zmiana pozycji uczelni, aby móc stwierdzić, że dany ranking nie jest wrażliwy na założenia metodologiczne.

Literatura

- Andersen P., Petersen N.C., *A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis*, „Management Science” 1993 vol. 39, nr 10.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K., *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Second Edition*, Springer, 2007.
- Farrell M.J., *The measurement of productive efficiency*, „Journal of the Royal Statistical Society” 1957 nr 120 (3).
- IREG-International Observatory on Academic Ranking and Excellence, <http://www.ireg-observatory.org/>, 5.09.2009 r.
- „Perspektywy”, http://www.perspektywy.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=1406&Itemid=479, 1.09.2009 r.
- Pluta W., *Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach ekonomicznych*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1977.
- Thanassoulis E., *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis: A Foundation Text with Integrated Software*, Kluwer Academic Publishers, Norwell 2003.
- Walesiak M., *Metody analizy danych marketingowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.

ANALYSIS OF SENSITIVITY AND OBJECT CLASIFICATION IN GIVEN METHODOLOGY

Summary: In given article, methodology was perform by analysis sensitivity using one of the most popular, ranking of universities in Poland – ranking of “Perspektywy” and “Rzeczpospolita”. To achieve the set goal in 2009, they analyzed ninety schools and published series of articles. They came up with new structure of five rankings with difference in combination of marking and criteria. At the end they compare new findings with the old. In the conclusion the perform analysis proofs that object classification with given criteria does not change given methodology that much.