

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

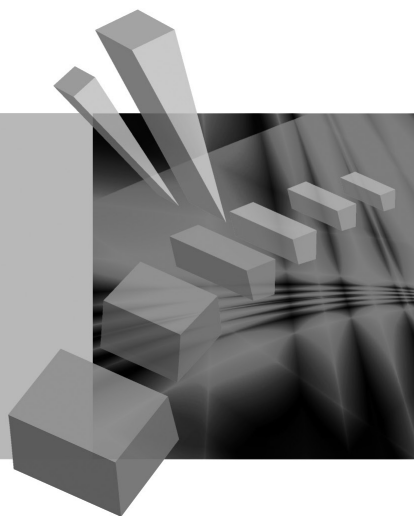
RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

278

Taksonomia 20

Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania



Redaktorzy naukowi

Krzysztof Jajuga

Marek Walesiak



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się

na stronie internetowej Wydawnictwa

www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Tytuł dofinansowany ze środków Narodowego Banku Polskiego

oraz ze środków Sekcji Klasyfikacji i Analizy danych PTS

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie

wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wrocław 2013

ISSN 1899-3192 (Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu)

ISSN 1505-9332 (Taksonomia)

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Józef Pocięcha: Wskaźniki finansowe a klasyfikacyjne modele predykcji upadłości firm	15
Eugeniusz Gatnar: Analiza miar adekwatności rezerw walutowych	23
Marek Walesiak: Zagadnienie doboru liczby klas w klasyfikacji spektralnej	33
Joanicjusz Nazarko, Joanna Ejdyś, Anna Kononiuk, Anna M. Olszewska: Analiza strukturalna jako metoda klasyfikacji danych w badaniach foresight	44
Andrzej Bąk: Metody porządkowania liniowego w polskiej taksonomii – pakiet <code>pllord</code>	54
Aleksandra Łuczak, Feliks Wysocki: Zastosowanie mediany przestrzennej Webera i metody TOPSIS w ujęciu pozycyjnym do konstrukcji syntetycznego miernika poziomu życia	63
Ewa Roszkowska: Zastosowanie rozmytej metody TOPSIS do oceny ofert negocjacyjnych	74
Jacek Batóg: Analiza wrażliwości metody ELECTRE III na obserwacje nietypowe i zmianę wartości progowych	85
Jerzy Korzeniewski: Modyfikacja metody HINoV selekcji zmiennych w analizie skupień	93
Małgorzata Markowska, Danuta Strahl: Wykorzystanie referencyjnego systemu granicznego do klasyfikacji europejskiej przestrzeni regionalnej ze względu na filar inteligentnego rozwoju – kreatywne regiony	101
Elżbieta Sobczak: Inteligentne struktury pracujących a efekty strukturalne zmian zatrudnienia w państwach Unii Europejskiej.....	111
Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel: Rozbieżności szacunków NSP 2011 i BAEL.....	120
Iwona Foryś: Wykorzystanie analizy historii zdarzeń do badania powtórnego sprzedaży na lokalnym rynku mieszkaniowym	131
Hanna Dudek, Joanna Landmesser: Wpływ relatywnej deprivacji na subiektywne postrzeganie dochodów.....	142
Grażyna Łaska: Syntaksonomia numeryczna w klasyfikacji, identyfikacji i analizie przemian zbiorowisk roślinnych	151
Magdalena Osińska, Marcin Faldziński, Tomasz Zdanowicz: Analiza zależności między procesami fundamentalnymi a rynkiem kapitałowym w Chinach	161

Andrzej Bąk, Tomasz Bartłomowicz: Mikroekonometryczne modele wielomianowe i ich zastosowanie w analizie preferencji z wykorzystaniem programu R	169
Andrzej Dudek, Bartosz Kwaśniewski: Przetwarzanie równoległe algorytmów analizy skupień w technologii CUDA	180
Michał Trzęsiok: Wycena rynkowej wartości nieruchomości z wykorzystaniem wybranych metod wielowymiarowej analizy statystycznej	188
Joanna Trzęsiok: Wybrane symulacyjne techniki porównywania nieparametrycznych metod regresji.....	197
Artur Mikulec: Kryterium Mojeny i Wisharta w analizie skupień – przypadek skupień o różnych macierzach kowariancji	206
Artur Zaborski: Analiza <i>unfolding</i> z wykorzystaniem modelu grawitacji	216
Justyna Wilk: Identyfikacja obszarów problemowych i wzrostowych w województwie dolnośląskim w zakresie kapitału ludzkiego	225
Karolina Bartos: Analiza ryzyka odejścia studenta z uczelni po uzyskaniu dyplomu licencjata – zastosowanie sieci MLP	236
Ewa Genge: Segmentacja uczestników Industriady z wykorzystaniem analizy klas ukrytych	246
Izabela Kurzawa: Wielomianowy model logitowy jako narzędzie identyfikacji czynników wpływających na sytuację mieszkaniową polskich gospodarstw domowych	254
Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Jerzy Kołodziej: Modele eksploracji danych niezbilansowanych – procedury klasyfikacji dla zadania analizy ryzyka operacyjnego.....	262
Aleksandra Łuczak: Zastosowanie rozmytej hierarchicznej analizy w tworzeniu strategii rozwoju jednostek administracyjnych	271
Marcin Pelka: Rozmyta klasyfikacja spektralna c -średnich dla danych symbolicznych interwałowych.....	282
Małgorzata Machowska-Szewczyk: Klasyfikacja obiektów reprezentowanych przez różnego rodzaju cechy symboliczne	290
Ewa Chodakowska: Indeks Malmquista w klasyfikacji podmiotów gospodarczych według zmian ich względnej produktywności działania	300
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: Wykorzystanie modeli proporcjonalnego i nieproporcjonalnego hazardu Coxa do badania szansy podjęcia pracy w zależności od rodzaju bezrobocia	311
Marcin Salamaga: Weryfikacja teorii poziomu rozwoju gospodarczego J.H. Dunninga w ujęciu sektorowym w wybranych krajach Unii Europejskiej	321
Justyna Wilk, Michał Bernard Pietrzak, Stanisław Matusik: Sytuacja społeczno-gospodarcza jako determinanta migracji wewnętrznych w Polsce.	330
Hanna Gruchociak: Delimitacja lokalnych rynków pracy w Polsce na podstawie danych z badania przepływów ludności związanych z zatrudnieniem	343

Radosław Pietrzyk: Efektywność inwestycji polskich funduszy inwestycyjnych z tytułu doboru papierów wartościowych i umiejętności wykorzystania trendów rynkowych	351
Sabina Denkowska: Procedury testowań wielokrotnych	362

Summaries

Józef Pocięcha: Financial ratios and classification models of bankruptcy prediction	22
Eugeniusz Gatnar: Analysis of FX reserve adequacy measures	32
Marek Walesiak: Automatic determination of the number of clusters using spectral clustering	43
Joanicjusz Nazarko, Joanna Ejdys, Anna Kononiuk, Anna M. Olszewska: Structural analysis as a method of data classification in foresight research	53
Andrzej Bąk: Linear ordering methods in Polish taxonomy – pllord package	62
Aleksandra Łuczak, Feliks Wysocki: The application of spatial median of Weber and the method TOPSIS in positional formulation for the construction of synthetic measure of standard of living	73
Ewa Roszkowska: Application of the fuzzy TOPSIS method to the estimation of negotiation offers.....	84
Jacek Batóg: Sensitivity analysis of ELECTRE III method for outliers and change of thresholds	92
Jerzy Korzeniewski: Modification of the HINoV method of selecting variables in cluster analysis	100
Małgorzata Markowska, Danuta Strahl: Implementation of reference limit system for the European regional space classification regarding smart growth pillar – creative regions	110
Elżbieta Sobczak: Smart workforce structures versus structural effects of employment changes in the European Union countries	119
Elżbieta Gołata, Grażyna Dehnel: Divergence in National Census 2011 and LFS estimates.....	130
Iwona Foryś: Event history analysis in the resale study on the local housing market	141
Hanna Dudek, Joanna Landmesser: Impact of the relative deprivation on subjective income satisfaction	150
Grażyna Łaska: Numerical syntaxonomy in classification, identification and analysis of changes of secondary communities	160
Magdalena Osińska, Marcin Faldziński, Tomasz Zdanowicz: Analysis of relations between fundamental processes and capital market in China.....	166
Andrzej Bąk, Tomasz Bartłomowicz: Microeconomic polynomial models and their application in the analysis of preferences using R program.....	179

Andrzej Dudek, Bartosz Kwaśniewski: Parallel processing of clustering algorithms in CUDA technology	187
Michał Trzęsiok: Real estate market value estimation based on multivariate statistical analysis	196
Joanna Trzęsiok: On some simulative procedures for comparing nonparametric methods of regression.....	205
Artur Mikulec: Mojena and Wishart criterion in cluster analysis – the case of clusters with different covariance matrices	215
Artur Zaborski: Unfolding analysis by using gravity model	224
Justyna Wilk: Determination of problem and growth areas in Dolnośląskie Voivodship as regards human capital.....	235
Karolina Bartos: Risk analysis of bachelor students' university abandonment – the use of MLP networks	245
Ewa Genge: Clustering of industrial holiday participants with the use of latent class analysis.....	253
Izabela Kurzawa: Multinomial logit model as a tool to identify the factors affecting the housing situation of Polish households.....	261
Marek Lubicz, Maciej Zięba, Konrad Pawelczyk, Adam Rzechonek, Jerzy Kołodziej: Modelling class imbalance problems: comparing classification approaches for surgical risk analysis	270
Aleksandra Łuczak: The application of fuzzy hierarchical analysis to the evaluation of validity of strategic factors in administrative districts.....	281
Marcin Pełka: A spectral fuzzy c-means clustering algorithm for interval-valued symbolic data	289
Małgorzata Machowska-Szewczyk: Clustering algorithms for mixed-feature symbolic objects	299
Ewa Chodakowska: Malmquist index in enterprises classification on the basis of relative productivity changes	310
Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz: Using proportional and non proportional Cox hazard models to research the chances for taking up a job according to the type of unemployment	320
Marcin Salamaga: Verification J.H. Dunning's theory of economic development by economic sectors in some EU countries	329
Justyna Wilk, Michał Bernard Pietrzak, Stanisław Matusik: Socio-economic situation as a determinant of internal migration in Poland	342
Hanna Gruchociak: Delimitation of local labor markets in Poland on the basis of the employment-related population flows research.....	350
Radosław Pietrzyk: Selectivity and timing in Polish mutual funds performance measurement	361
Sabina Denkowska: Multiple testing procedures.....	369

Ewa Chodakowska

Politechnika Białostocka

INDEKS MALMQUISTA W KLASYFIKACJI PODMIOTÓW GOSPODARCZYCH WEDŁUG ZMIAN ICH WZGLĘDNEJ PRODUKTYWNOŚCI DZIAŁANIA

Streszczenie: W artykule dokonano analizy zmian produktywności w czasie wybranych przedsiębiorstw z listy 500 „Rzeczpospolitej” za pomocą indeksu Malmquista i metody DEA. Wyniki zestawiono z klasycznymi miernikami efektywności, tj. ROA oraz ilorzem przychodów i aktywów. Metoda DEA przez jednoczesną analizę kilku mierników aktywności gospodarczej pozwala na bardziej obiektywną ocenę i uwzględnienie mocnych stron każdego przedsiębiorstwa. Połączenie metody DEA i indeksu Malmquista umożliwia ocenę zmiany względnej produktywności w czasie z jednoczesnym określeniem czynników wpływających na tę zmianę, takich jak zmiana technologii czy czysta zmiana produktywności.

Słowa kluczowe: indeks Malmquista, DEA, klasyfikacja.

1. Wstęp

Jednym z podstawowych kryteriów określających jakość działania przedsiębiorstwa jest jego efektywność określana jako relacja uzyskanych efektów do poniesionych nakładów [Kowalczewski, Nazarko 2006, s. 33]. Jednakże klasyfikacja podmiotów gospodarczych według ich efektywności na podstawie informacji tylko z jednego okresu obarczona jest ryzykiem incydentalności uwarunkowań, które w efekcie dają taką, a nie inną pozycję. Z punktu widzenia oceny skuteczności wybranej polityki i podjętych działań bardziej istotna jest ocena zmiany pozycji danej jednostki w czasie. W wypadku klasyfikacji na podstawie miar względnych produktywności (tj. odnoszących wyniki danej jednostki do wyników jej konkurentów) samo porównanie wskaźników w dwóch okresach może nie być wystarczające.

Indeks Malmquista umożliwia ocenę zmiany względnej produktywności w czasie t i $t + 1$ i jednoczesne określenie czynników wpływających na tę zmianę, takich jak: zmiana skali produkcji, zmiana technologii czy czysta zmiana produktywności. Światowa literatura dotycząca jego wykorzystania w ocenie podmiotów gospodarczych jest bardzo obszerna i stale się powiększa [Chang i in. 2009; Garcia 2010; Ten Raa 2011; Karagiannis, Velentzas 2012; Sun i in. 2012; Cummins, Xie 2013].

W artykule dokonano porównania klasyfikacji wybranych pomiotów z listy 500 „Rzeczpospolitej”. Celem badania było zweryfikowanie hipotezy o użyteczności indeksu Malmquista w klasyfikacji podmiotów gospodarczych ze względu na zmianę ich względnej produktywności w czasie.

2. Indeks Malmquista

Indeks został opracowany przez S. Malmquista w 1953 r. jako ilościowy wskaźnik wykorzystania nakładów [Malmquist 1953]. Wykorzystanie go w teorii produkcji jako wskaźnika wzrostu zaproponowali D.W. Caves, L.R. Chirstensen i E.W. Dievert [1982]. W pracy za pomocą indeksu Malmquista dokonano oceny zmian produktywności przedsiębiorstw szacowanej metodą *Data Envelopment Analysis* (DEA). Ustalanie efektywności danego obiektu za pomocą metody DEA polega na znalezieniu optymalnej technologii wspólnej poprzez rozwiązanie odpowiedniego zadania programowania liniowego. Porównując technologię optymalną i empiryczną, otrzymuje się wskaźnik efektywności [Guzik 2009]. Otrzymany współczynnik przyjmuje wartość z przedziału $\langle 0,1 \rangle$. Podmioty w pełni efektywne, dla których współczynnik wynosi 1, tworzą wzorcowy poziom efektywności.

Konstrukcja indeksu Malmquista opiera się na porównaniu relacji nakładów z wynikami w dwóch okresach czasowych i polega na wyznaczeniu ilorazu produktywności danego obiektu w okresach t oraz $t+1$. Określenie czynników wpływających na zmianę efektywności umożliwia dekomponowana postać indeksu Malmquista (1) [Färe i in. 1994]:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} = (\text{TEC}) \times (\text{TC}), \quad (1)$$

gdzie: $D^t(x^t, y^t)$

$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$

$D^{t+1}(x^t, y^t)$

$D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$

- efektywność przekształcania nakładów x^t w wyniki y^t w okresie t ;
- efektywność przekształcania nakładów x^{t+1} w wyniki y^{t+1} w okresie $t+1$;
- efektywność przekształcania nakładów z okresu t w wyniki z okresu t przy sytuacji z okresu $t+1$;
- efektywność przekształcania nakładów z okresu $t+1$ w wyniki z okresu $t+1$ przy sytuacji z okresu t ;

$$\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \quad - \text{zmiana technicznej efektywności}$$

$$\left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad - \text{zmiana technologii (TC – Technical Change);}$$

Wartość indeksu Malmquista większa od 1 świadczy o wzroście efektywności, mniejsza od 1 wskazuje na spadek efektywności, równa 1 oznacza utrzymywanie się efektywności na poprzednim poziomie.

W pracy wykorzystano model DEA nadefektywności radialnej SE-CCR, w którym nie ma górnego ograniczenia skali efektywności. Dzięki temu daje on możliwość zróżnicowania liderów i ustalenia obiektów rzeczywiście wzorcowych.

3. Dane wykorzystane w analizie

Lista 500 „Rzeczpospolitej” zawiera podstawowe dane finansowe (tj. przychody, wynik finansowy, operacyjny, nakłady inwestycyjne, zatrudnienie, wskaźnik rentowności, płynności, ROA) 500 największych pod względem przychodów ze sprzedaży przedsiębiorstw w Polsce. Źródłem danych listy są przede wszystkim wypełnione przez zainteresowane przedsiębiorstwa ankiety nadsyłane do redakcji oraz prawdopodobnie sprawozdania finansowe przekazywane przez spółki giełdowe KNF oraz publikowane w Monitorze Polskim B. Prawdopodobnie, gdyż liczne braki danych, błędy i niezgodności podają w wątpliwość przeprowadzony wcześniej audyt danych. Heterogeniczność warunków działania, ale też celów firm z zestawienia w zasadzie wyklucza jakiegokolwiek merytoryczne porównanie czy analizę wszystkich firm. Do celów niniejszej pracy arbitralnie wybrano przedsiębiorstwa działające według Polskiej Klasyfikacji Działalności w branży sprzedaż detaliczna oraz hurtowa z wyłączeniem handlu paliwami oraz metalami. Sektor ten charakteryzuje się brakiem istotnych barier wejścia czy wyjścia, brakiem znamiennych obowiązków ustawowych oraz zasadniczą jednością celu działania. Do oszacowania zagregowanej miary produktywności założono, iż celem przedsiębiorstwa powinny być maksymalne przychody oraz maksymalny wynik finansowy netto osiągnięte przy danym stanie posiadania (aktywa). Taki zestaw warunkowany był przede wszystkim jawnością danych. Braki danych są głównym powodem tego, że liczba analizowanych w pracy przedsiębiorstw z wybranego sektora jest dużo mniejsza od ujętej na Liście 500. Wykorzystanie metody DEA wymagało również spełnienia postulatu nieujemności zmiennych charakteryzujących przedsiębiorstwa. Większość przekształceń zmiennych, oprócz przeskalowania polegającego na pomnożeniu wartości zmiennej przez dowolną stałą, nie pozostaje bez wpływu na szacowany metodą DEA współczynnik efektywności. Dlatego też z analizy wykluczono podmioty z ujemnym wynikiem operacyjnym.

Tabela 1. Lista analizowanych przedsiębiorstw

Nr	Nazwa	Nr	Nazwa	Nr	Nazwa
1	3M Poland sp. z o.o.	11	FH Kar-Tel	21	PHPU Stopol sp. z o.o.
2	AB SA GK	12	Grupa Polskie Składy Budowlane SA	22	PHUP Gniezno sp. z o.o.
3	Action SA GK	13	Hurtap SA	23	PPHU Specjał sp z o.o
4	Bać-Pol sp. z o.o.	14	Liberty Poland SA	24	Roche Polska sp. z o.o.
5	Brenntag Polska sp. z o.o. GK	15	LPP SA GK	25	Salus International sp. z o.o.
6	Budmat	16	Navo Polska Grupa Dystrybucyjna sp. z o.o.	26	Samsung Electronics Polska sp. z o.o.
7	Dalgety Agra Polska sp. z o.o.	17	Nivea Polska sp. z o.o.	27	Siemens sp. z o.o.
8	Delko SA GK	18	Nomi SA	28	SOTPM
9	Eurocash SA GK	19	Osadkowski SA	29	Tezet SA
10	Farmacol SA GK	20	PHP Mercus sp. z o.o.	30	ThyssenKrupp Energostal SA

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Listy 500 „Rzeczpospolitej” 2010 r. i 2012 r.

4. Wyniki analizy

W pierwszym etapie analizy przeprowadzono badanie jednorodności zbioru obiektów z wykorzystaniem modelu SE-CCR metody DEA. Wykorzystując fakt, iż model rozróżnia obiekty efektywne, można odrzucić jako nietypowe te, dla których uzyskane współczynniki wykraczają poza przyjęte granice. W pracy wybrano jednostronne ograniczenie, gdyż założono, że nie ma powodu, by pominąć najsłabsze, które powinny równać do najlepszych, ale najlepsi powinni być „osiągalni”. Okazało się, iż efektywność żadnego z przedsiębiorstw „zbyt pozytywnie” nie odstaje od pozostałych. Wyniki badania efektywności przedsiębiorstw metodą DEA przedstawiono w tab. 2. W celu porównania zagregowanej miary efektywności otrzymanej za pomocą metody DEA i klasycznej oceny działania przedsiębiorstwa zestawiono ją ze wskaźnikiem rentowności ROA (*Return On Assets*), czyli stopą zwrotu z aktywów oraz wskaźnikiem aktywności gospodarczej liczoną jako iloraz przychodów i aktywów.

Na przestrzeni analizowanych lat wzrosły zarówno przychody, jak i aktywa analizowanych przedsiębiorstw, poprawił się wynik finansowy. Jednak relatywnie największy wzrost aktywów nie został wystarczająco skompensowany wzrostem ani przychodów, ani wyniku finansowego. Tym samym relacyjne wskaźniki wyników działalności gospodarczej generalnie pogorszyły się. Współczynniki korelacji Pearsona i Spearmana otrzymanych wskaźników zaprezentowano w tab. 3.

Tabela 2. Efektywność w roku 2010 i 2012

Nr	Nazwa	Efektywność 2010	Efektywność 2012	ROA 2010	ROA 2012	Przychody/ Aktywa 2010	Przychody/ Aktywa 2012
1	3M Poland sp. z o.o.	53,40%	52,60%	16,13	13,64	1,25	1,29
2	AB SA GK	37,70%	30,20%	4,01	3,77	4,22	3,13
3	Action SA GK	47,50%	37,30%	3,77	5,46	5,60	3,61
4	Bać-Pol sp. z o.o.	32,20%	30,50%	4,44	2,87	3,14	3,46
5	Brenntag Polska sp. z o.o. GK	42,60%	37,80%	8,9	6,98	2,79	3,19
6	Budmat	23,50%	54,40%	3,62	4,10	2,12	6,51
7	Dałgety Agra Polska sp. z o.o.	94,30%	118,20%	17,62	18,52	7,11	8,42
8	Delko SA GK	52,70%	28,50%	8,2	0,76	4,72	3,85
9	Eurocash SA GK	51,00%	21,60%	7,37	2,92	4,82	2,17
10	Farmacol SA GK	30,90%	26,30%	4,49	3,15	2,90	2,77
11	FH Kar-Tel	111,90%	89,90%	9,97	10,61	11,48	9,51
12	Grupa Polskie Składy Budowlane SA	42,30%	38,20%	3,91	4,23	4,90	4,13
13	Hurtap SA	28,30%	20,20%	2,85	1,05	3,24	2,56
14	Liberty Poland SA	53,50%	67,30%	5,37	5,36	6,12	7,95
15	LPP SA GK	31,20%	64,10%	7,79	16,67	1,47	1,55
16	Navo Polska Grupa Dystrybucyjna sp. z o.o.	60,50%	34,70%	6,12	0,74	6,90	4,75
17	Nivea Polska sp. z o.o.	314,00%	144,20%	31,59	26,71	1,71	1,83
18	Nomi SA	28,10%	15,00%	4,24	0,09	2,57	2,08
19	Osadkowski SA	44,70%	45,50%	6,4	8,00	4,26	3,97
20	PHP Mercus sp. z o.o.	37,40%	30,40%	2,96	2,24	4,41	3,65
21	PHPU Stopol sp. z o.o.	104,80%	126,40%	2,78	1,67	12,57	13,83
22	PHUP Gniezno sp. z o.o.	93,20%	68,10%	4,91	4,35	11,37	8,39
23	PPHU Specjal sp.z.o.o	95,50%	79,90%	2,42	0,57	12,01	11,05
24	Roche Polska sp. z o.o.	38,00%	24,80%	8,83	4,72	2,08	1,99
25	Salus International sp. z o.o.	36,70%	26,40%	5,78	1,16	3,25	3,42
26	Samsung Electronics Polska sp. z o.o.	43,70%	29,20%	6,57	3,47	4,02	3,09
27	Siemens sp. z o.o.	41,40%	45,70%	10,06	10,80	2,08	1,96
28	SOTPM	48,40%	57,50%	3,1	7,63	5,82	5,81
29	Tezet SA	20,70%	28,90%	2,16	3,17	2,33	3,13
30	ThyssenKrupp Energostal SA	24,40%	42,60%	3,54	7,28	2,31	3,78

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Listy 500 „Rzeczpospolitej” 2010 r. i 2012 r.

Tabela 3. Współczynniki korelacji Pearsona i Spearmana

	Efektywność 2010	Efektywność 2012	ROA 2010	ROA 2012	Przychody/ Aktywa 2010	Przychody/ Aktywa 2012	
Efektywność 2010		0,791	0,779	0,633	0,252	0,221	Pearsona
Efektywność 2012	0,620		0,577	0,653	0,470	0,603	
ROA 2010	0,390	0,160		0,851	-0,211	-0,204	
ROA 2012	0,222	0,575	0,549		-0,213	-0,141	
Przychody/ Aktywa 2010	0,605	0,288	-0,264	-0,285		0,894	
Przychody/ Aktywa 2012	0,419	0,496	-0,353	-0,151	0,823		
Spearmana							

Źródło: opracowanie własne.

Można zauważyć istotną korelację pomiędzy wskaźnikami oceny działania przedsiębiorstw w dwóch analizowanych latach. Oznacza to, że nie zmieniła się radykalnie ani efektywność, ani ROA, ani produktywność aktywów. Większość przedsiębiorstw z wysokimi wynikami na Liście 500 w 2010 r. osiągnęła dobre rezultaty także w 2012 r., analogicznie te z niskimi w 2010 r. miały także niskie w 2012 r. Ponadto istnieje istotna korelacja pomiędzy wskaźnikiem ROA a efektywnością oszacowaną za pomocą DEA oraz produktywnością aktywów a efektywnością oszacowaną za pomocą DEA w odpowiadających sobie latach. Warty podkreślenia jest brak istotnej korelacji ROA oraz produktywności aktywów.

W kolejnym etapie oszacowano indeks Malmquista. Wyniki obliczeń zawarto w tab. 4.

Tabela 4. Indeks Malmquista dla lat 2010-2012

Nr	Nazwa	Indeks Malmquista	TEC	TC
1	2	3	4	5
1	3M Poland sp. z o.o.	0,868	0,985	0,881
2	AB SA GK	0,794	0,800	0,992
3	Action SA GK	0,794	0,786	1,010
4	Bać-Pol sp. z o.o.	0,945	0,947	0,998
5	Brenntag Polska sp. z o.o. GK	0,909	0,888	1,024
6	Budmat	2,357	2,316	1,018
7	Dalgety Agra Polska sp. z o.o.	1,113	1,254	0,888
8	Delko SA GK	0,569	0,541	1,052

Tabela 4, cd.

1	2	3	4	5
9	Eurocash SA GK	0,430	0,424	1,014
10	Farmacol SA GK	0,882	0,807	1,094
11	FH Kar-Tel	0,861	0,854	1,008
12	Grupa Polskie Składy Budowlane SA	0,892	0,903	0,988
13	Hurtap SA	0,719	0,713	1,008
14	Liberty Poland SA	1,876	2,055	0,913
15	LPP SA GK	1,247	1,259	0,990
16	Navo Polska Grupa Dystrybucyjna sp. z o.o.	0,593	0,574	1,033
17	Nivea Polska sp. z o.o.	0,846	0,804	1,051
18	Nomi SA	0,568	0,535	1,062
19	Osadkowski SA	1,049	1,018	1,030
20	PHP Mercus sp. z o.o.	0,819	0,814	1,006
21	PHPU Stopol sp. z o.o.	1,091	1,206	0,905
22	PHUP Gniezno sp. z o.o.	0,751	0,731	1,028
23	PPHU Specjał sp z.o.o	0,909	0,837	1,087
24	Roche Polska sp. z o.o.	0,654	0,654	1,001
25	Salus International sp. z o.o.	1,205	1,189	1,014
26	Samsung Electronics Polska sp. z o.o.	0,749	0,720	1,040
27	Siemens sp. z o.o.	0,676	0,669	1,010
28	SOTPM	1,040	1,102	0,944
29	Tezet SA	1,376	1,397	0,986
30	ThyssenKrupp Energostal SA	1,793	1,742	1,029

Źródło: opracowanie własne.

Z definicji indeksu wynika, że te same przedsiębiorstwa zwiększają swój wskaźnik efektywności i mają większy od 1 czynnik nazywany zmianą efektywności technicznej (TEC). Sytuacja taka ma miejsce w wypadku 10 przedsiębiorstw. Indeks Malmquista dla tych samych 10 przedsiębiorstw okazał się większy od 1, co oznacza wzrost efektywności tych placówek. Oznacza to, że w tym okresie nie nastąpiła znacząca zmiana technologii (TC). Jednak brak rozbieżności oceny względnej zmiany efektywności DEA oraz wskazań indeksu Malmquista nie musi być regułą. Dowodem na to może być chociażby analiza zmian produktywności przedsiębiorstw z branży handel detaliczny oraz hurtowy obecnych na liście w 2008 r. w relacji do 2010 r. (tab. 5).

Tabela 5. Indeks Malmquista dla lat 2008-2010

Nr	Nazwa	Indeks Malmquista	TEC	TC
1	3M Poland sp. z o.o.	0,6937	0,7372	0,941
2	AB SA GK	1,8972	1,8182	1,0434
3	Action SA GK	1,1273	1,0941	1,0304
4	Bać-Pol sp. z o.o.	0,971	0,9549	1,0169
5	Brenntag Polska sp. z o.o. GK	1,1051	1,3566	0,8146
6	Budmat	0,1787	0,1413	1,265
7	Eurocash SA GK	0,9551	0,994	0,9609
8	Farmacol SA GK	0,9513	1,0401	0,9146
9	Grupa Polskie Składy Budowlane SA	0,8714	0,8524	1,0222
10	Hurtap SA	1,0642	0,9921	1,0726
11	Liberty Poland SA	0,946	0,9495	0,9963
12	LPP SA GK	0,4398	0,5436	0,8089
13	Nivea Polska sp. z o.o.	1,8443	3,7779	0,4882
14	Nomi SA	0,974	1,0493	0,9283
15	Osadkowski SA	1,2016	1,1928	1,0073
16	PHP Mercus sp. z o.o.	1,179	1,0905	1,0811
17	PHPU Stopol sp. z o.o.	1,1864	0,7052	1,6823
18	PPHU Specjał sp z.o.o	2,0412	1,732	1,1785
19	Roche Polska sp. z o.o.	1,3395	1,8375	0,729
20	Siemens sp. z o.o.	1,8795	2,5941	0,7245
21	SOTPM	0,8051	0,7302	1,1025

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 6 przedstawiono wyniki dychotomicznej klasyfikacji przedsiębiorstw na podstawie indeksu Malmquista oraz wybranych klasycznych mierników na te, które w 2012 r. poprawiły swoje wyniki w odniesieniu do 2010 r. — „wzrost”, oraz te, które odnotowały pogorszenie — „spadek”. Zgodność klasyfikacji oszacowano, wykorzystując indeks Randa (tab. 7).

Miara Randa jest unormowana w przedziale $<0,1>$. Jej większe wartości wskazują na większe podobieństwo wyników klasyfikacji. Wartość 1 otrzymywana jest, gdy oba podziały dają identyczne wyniki [Gatnar, Walesiak (red.) 2004, s. 335].

Tabela 6. Wyniki klasyfikacji

Klasyfikacja na podstawie:	Numery przedsiębiorstw:
Indeks Malmquista	
wzrost	6, 7, 14, 15, 19, 21, 27, 28, 29, 30
spadek	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26
ROA	
wzrost	3, 6, 7, 11, 12, 15, 19, 27, 28, 29, 30
spadek	1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26,
Przychody/Aktywa	
wzrost	1, 4, 5, 6, 7, 14, 15, 17, 21, 25, 29, 30
spadek	2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Zgodność klasyfikacji — indeks Randa

	ROA	Przychody/Aktywa
Indeks Malmquista	0,597	0,472
ROA		0,326

Źródło: opracowanie własne.

Klasyfikacja na podstawie indeksu Malmquista wykazuje zgodność zarówno ze wskaźnikiem ROA, jak i z ilorazem przychodów i aktywów.

5. Podsumowanie

Źródłem przewagi konkurencyjnej jest efektywność realizowanych procesów [Kowalczewski, Nazarko 2006, s. 25]. Połączenie metody DEA oraz indeksu Malmquista pozwala na klasyfikację przedsiębiorstw według zmian względnej produktywności działania. Metoda DEA poprzez możliwość jednoczesnej analizy wielu nakładów i efektów znacząco poszerza percepcję oceny. Uzyskany wskaźnik jest bardziej miarodajnym narzędziem oceny postępów niż klasyczne mierniki. Pozwala na uwzględnienie mocnych stron każdego przedsiębiorstwa oraz odniesienie wyników do konkurentów. Rzetelny monitoring efektów działania przedsiębiorstwa na tle osiągnięć innych jednostek działających w tej samej branży umożliwia zidentyfikowanie najlepszych praktyk i podejmowanie właściwych decyzji zarządczych.

Warto podkreślić, że ocena zmian produktywności szacowanej metodą DEA, choć bazująca na tych samych danych, nie jest równa sumie logicznej zmian wskaźników indywidualnych, gdyż ocena DEA odnosi produktywność danego przedsiębiorstwa do wyników pozostałych przedsiębiorstw z badanej grupy. Jednocześnie samo porównanie względnych wskaźników efektywności oszacowanych metodą DEA może nie być wystarczające i przedstawić wyniki przedsiębiorstw w fałszywym świetle. Wykorzystanie indeksu Malmquista pozwala skorygować osiągnięty rezultat o ewentualną zmianę technologiczną.

Literatura

- Caves D.W., Chirstensen L.R., Dievert W.E., *The economic theory of index number and the measurement of input, output and productivity*, „Econometrica” 1982, vol. 50, s. 1393-1414.
- Chang H., Choy H.L., Cooper W.W., Parker B.R., Ruefli T.W., *Measuring productivity growth, technical progress, and efficiency changes of CPA firms prior to, and following the Sarbanes–Oxley Act*, „Socio-Economic Planning Sciences”, December 2009, vol. 43, no. 4, s. 221-228.
- Cummins J.D., Xie X., *Efficiency, productivity, and scale economies in the U.S. property-liability insurance industry*, „Journal of Productivity Analysis”, April 2013, vol. 39, no. 2, s. 141-164.
- Färe R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z., *Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries*, „American Economic Review” 1994, vol. 84, no. 1, s. 66-83.
- Garcia M.T.M., *Efficiency evaluation of the Portuguese pension funds management companies*, „Journal of International Financial Markets, Institutions & Money”, July 2010, no. 3, s. 259-266.
- Gatnar E., Walesiak M. (red.), *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*, Wydawnictwo AE we Wrocławiu, Wrocław 2004.
- Guzik B., *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.
- Karagiannis R., Velentzas K., *Productivity and quality changes in Greek public hospitals*, „Operational Research”, May 2012, no. 12, no. 1, s. 69-81.
- Kowalczewski W., Nazarko J., *Instrumenty zarządzania współczesnym przedsiębiorstwem*, Difin, Warszawa 2006.
- Malmquist S., *Index numbers and indifference surfaces*, „Trabajos de Estadística” 1953, vol. 4, no. 2, s. 209-242.
- Sun W., Li Y., Wang D., Fan J., *The efficiencies and their changes of China's resources-based cities employing DEA and Malmquist Index Models*, „Journal of Geographical Sciences”, June 2012, vol. 22, no. 3, s. 509-520.
- Ten Raa T., *Benchmarking and industry performance*, „Journal of Productivity Analysis”, December 2011, vol. 36, no. 3, s. 285-292.

MALMQUIST INDEX IN ENTERPRISES CLASSIFICATION ON THE BASIS OF RELATIVE PRODUCTIVITY CHANGES

Summary: In this paper the changes in productivity of enterprises selected from a list of 500 by “Rzeczpospolita” were analyzed using DEA methods and Malmquist index. The results were compared with conventional measures of performance such as ROA and the ratio of income and assets. DEA method by the simultaneous analysis of several indicators of economic activity provides more objective assessment and gives the possibility to take into account strengths of every company. The combination of DEA method and Malmquist index allows not only to assess the changes in relative productivity but also determine the factors affecting the change (the change of technology or pure productivity change).

Keywords: Malmquist index, DEA, classification.