

DOI: 10.18559/SOEP.2016.6.4

Bartłomiej Lach

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Wydział Informatyki i Gospodarki
Elektronicznej
bartlomiej.lach@ue.poznan.pl

**POMIAR EFEKTYWNOŚCI
FUNDUSZY INWESTYCYJNYCH
Z WYKORZYSTANIEM
METODY DEA**

Streszczenie: W artykule przedstawiono propozycję wykorzystania metody Data Envelopment Analysis do oceny efektywności działalności polskich funduszy inwestycyjnych. Odpowiednio zdefiniowane rezultaty oraz nakłady dają możliwość zastosowania nieparametrycznej metody DEA do oceny oraz klasyfikacji funduszy inwestycyjnych poprzez konstrukcję rankingu. Metoda ta pozwala na wykorzystanie większej liczby cech obiektów niż popularne wskaźniki efektywności. W badaniu uwzględniono kilka wariantów możliwych zestawów nakładów i rezultatów. Uzyskane rankingi funduszy bazujące na efektywności modeli DEA zostały ostatecznie porównane z rankingami bazującymi na klasycznych oraz nowoczesnych wskaźnikach efektywności.

Słowa kluczowe: efektywność funduszy inwestycyjnych, Data Envelopment Analysis, analiza wskaźnikowa.

Klasyfikacja JEL: C67, G11.

**MEASURING INVESTMENT FUNDS EFFICIENCY USING
DATA ENVELOPMENT ANALYSIS**

Abstract: The study has applied Data Envelopment Analysis to estimate the relative efficiency of investment funds on the Polish capital market. The paper presents the

DEA method as an alternative measure of the performance of the funds. Properly defined inputs and outputs offer the possibility of using non-parametric DEA methods to evaluate and classify investment funds. This method allows using a combination of more features of funds than classic or modern efficiency ratios. The study includes several variants of possible sets of inputs and outputs. Rankings of investment funds based on DEA efficiency were finally compared with the rankings based on classic and modern efficiency ratios.

Keywords: Effectiveness of investment funds, Data Envelopment Analysis, Ratio Analysis.

Wstęp

Pomiar efektywności pozwala na wyrażenie stosunku uzyskanych rezultatów do poniesionych nakładów dotyczących działalności badanej grupy obiektów. Wyznaczenie wartości wskaźnika efektywności pozwala zatem porównywać obiekty tego samego typu pod względem skuteczności ich działania. Ma to zasadnicze znaczenie w procesie oceny dotychczasowej działalności. Informacje o obiektach uznawanych za efektywne mogą być użyteczne dla podmiotów zainteresowanych ich działalnością w przyszłości. Przykładem są analizy rankingów efektywności funduszy inwestycyjnych, które często służą podejmowaniu decyzji o tym, któremu towarzystwu funduszy inwestycyjnych (TFI) inwestor powinien powierzyć swoje pieniądze. Wskaźniki efektywności umożliwiają zatem identyfikowanie funduszy inwestycyjnych, które w określonych warunkach pozwalają na maksymalizację uzyskiwanych rezultatów z inwestycji, przy jednoczesnym minimalizowaniu związanych z nią nakładów. W klasycznym podejściu do pomiaru efektywności funduszy rezultaty utożsamiane są ze stopą zwrotu z inwestycji, a nakłady z ponoszonym ryzykiem inwestycyjnym.

W artykule przedstawiono wyniki badania efektywności działalności funduszy inwestycyjnych w Polsce z zastosowaniem metody DEA. Ponadto celem badania było porównanie wskazań z rankingów efektywności uzyskiwanych metodą DEA z rankingami wynikającymi z zastosowania klasycznych oraz nowoczesnych wskaźników efektywności funduszy inwestycyjnych. Metoda nieparametryczna DEA daje możliwość włączenia do analizy większej liczby nakładów oraz rezultatów, które z punktu widzenia inwestora mogą mieć istotny wpływ na ogólną ocenę efektywności funduszu. Może to powodować zmianę jego pozycji w rankingu efektywności w stosunku do podejścia analizy wskaźnikowej (wskaźników klasycznych oraz nowoczesnych).

Badanie przeprowadzono dla kilku możliwych zestawień nakładów i rezultatów w modelach DEA. Uwzględnione zostały takie nakłady, jak ryzyko inwestycyjne oraz koszty związane z inwestycją w jednostki uczestnictwa funduszy. Ryzyko zostało ujęte w modelach w czterech wariantach: odchylenie standardowe stóp zwrotu jako miara ryzyka całkowitego inwestycji, współczynnik beta jako miara ryzyka systematycznego, semiodchylenie ujemne stóp zwrotu oraz wartość narażona na ryzyko. Rezultatami uwzględnionymi w modelu są natomiast: stopa zwrotu z inwestycji oraz wskaźnik zdolności do uzyskiwania przez fundusz ponadprzeciętnych stóp zwrotu. Badanie przeprowadzone zostało dla okresów krótkiego – rok – oraz długiego – trzy lata. Rankingi efektywności funduszy uzyskane z modeli DEA zostały następnie porównane z rankingami bazującymi na klasycznych i nowoczesnych wskaźnikach efektywności. Wyznaczone w tym celu współczynniki korelacji rang Spearmana pozwalają stwierdzić, czy zastosowanie nieparametrycznej metody DEA uwzględniającej większą liczbę czynników wpływających na efektywność obiektów może wpłynąć na odmienną ocenę funduszu oraz zmianę jego pozycji w rankingu w stosunku do podjęcia klasycznego i nowoczesnego.

1. Metoda DEA jako narzędzie pomiaru efektywności obiektów

Historia metody nieparametrycznej DEA (*Data Envelopment Analysis*) sięga lat 70. XX wieku [Charnes, Cooper i Rhodes 1978]. Metoda ta służy do wyznaczania efektywności działania obiektów. Miara efektywności w modelu DEA jest definiowana jako uogólnienie klasycznego miernika produktywności (będącego ilorazem pojedynczego rezultatu i pojedynczego nakładu) do przypadku, gdzie mamy do czynienia z wieloma nakładami i produktami. Każdy obiekt charakteryzuje pewien proces technologiczny, który przekształca ponoszone nakłady w uzyskiwane rezultaty i decyduje o efektywności obiektu. Nie należy jednak utożsamiać w tym wypadku technologii wyłącznie z procesem wytwarzania przedsiębiorstw produkcyjnych [Guzik 2009, s. 35]. Obszar zastosowań metody DEA jest dużo szerszy. Można ją stosować do grup jednorodnych (porównywalnych) obiektów¹, których efekty działania są związane z ponoszonymi nakładami. Przykła-

¹ Jednostki decyzyjne DMU (*Decision Making Units*) to wyodrębnione jednostki organizacyjne, które są odpowiedzialne za transformację określonych nakładów w pożądane efekty. Proces transformacji jest obiektem przeprowadzanej analizy. Ważne jest, aby badane jednostki decyzyjne miały identyczną strukturę nakładów i efektów.

dami mogą być badania efektywności szkół podstawowych [Staniszewska-Garsztka i Garsztka 2011], oddziałów szpitalnych [Grzesiak i Wyrozębska 2014] czy funduszy inwestycyjnych [Zamojska 2009].

W metodzie DEA efektywność obiektu jest mierzona względem innych obiektów badanej grupy. Uzyskany stopień efektywności danego obiektu zależy więc od efektywności pozostałych obiektów badanej zbiorowości. Dla każdego obiektu poszukiwana jest technologia wzorcowa (technologia wspólna), będąca kombinacją technologii wybranych obiektów w badanej grupie. Wyższa efektywność wzorca danego obiektu oznacza możliwość uzyskiwania przez badaną jednostkę:

- wyższych rezultatów, przy założeniu takich samych wielkości ponoszonych nakładów (orientacja na rezultaty),
- ograniczenia nakładów ponoszonych podczas wytwarzania obecnej wielkości rezultatów (orientacja na nakłady).

Podstawowym modelem klasy DEA jest model CCR (nazwa pochodzi od pierwszych liter nazwisk twórców) zaproponowany w źródłowej pracy Charnesa, Coopera i Rhodesa [1978]. Popularną modyfikacją tego modelu jest model BCC, opisany w pracy Bankera, Charnesa i Coopera [1984]. Modyfikacja modelu CCR polegała na dopisaniu do jego postaci obwiedni warunku umożliwiającego uwzględnienie efektów skali w działalności obiektów badania. W badaniu wykorzystano model BCC zorientowany na nakłady w postaci obwiedni. Jego zaletą jest bowiem inwariantność względem przesunięcia rezultatów, którą wykorzystano w części empirycznej pracy. Oznacza ona, że gdy któryś z rezultatów przyjmuje wartości ujemne, możliwa jest modyfikacja danych poprzez dodanie we wszystkich obiektach dowolnej stałej do odpowiedniego rezultatu, w celu usunięcia wartości ujemnych. Przekształcenie to pozwala na spełnienie warunku nieujemności nakładów oraz wyników, nie powodując zmiany uzyskiwanych wskaźników efektywności [Domagała 2009, s. 91]. Wyznaczenie współczynników efektywności modelu BCC zorientowanego na nakłady odbywa się na drodze rozwiązywania następującego zadania programowania liniowego:

Dane w zadaniu:

$\mathbf{x}_{nj}$ – wielkość n -tego nakładu dla j -tego obiektu ($n = 1, \dots, N$; $j = 1, \dots, J$), $\mathbf{y}_{rj}$ – wielkość r -tego rezultatu dla j -tego obiektu ($r = 1, \dots, R$; $j = 1, \dots, J$).

Zmienne decyzyjne:

$\lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{oJ}$ – wagi intensywności w technologii wspólnej zorientowanej na obiekt o -ty,

θ_o – mnożnik nakładów obiektu o -tego.

Funkcja celu

$$\theta_o \rightarrow \min. \quad (1)$$

Warunki ograniczające

1. Nakłady wynikające z technologii wspólnej są mniejsze bądź równe możliwie najmniejszej części nakładów o -tego obiektu:

$$\sum_{j=1}^J \mathbf{x}_{nj} \lambda_{oj} \leq \theta_o \mathbf{x}_{nj} \quad (n = 1, \dots, N). \quad (2)$$

2. Rezultaty technologii wspólnej są większe bądź równe результатам obiektu o -tego:

$$\sum_{j=1}^J \mathbf{y}_{rj} \lambda_{oj} \geq \mathbf{y}_{rj} \quad (r = 1, \dots, R). \quad (3)$$

3. Nakłady technologii wspólnej są mniejsze bądź równe nakładom obiektu o -tego:

$$\theta_o \leq 1. \quad (4)$$

4. Suma wag intensywności technologii wspólnej zorientowanej na o -ty obiekt jest równa 1:

$$\sum_{j=1}^J \lambda_{oj} = 1 \quad (j = 1, \dots, J). \quad (5)$$

5. Wagi intensywności w technologii wspólnej oraz mnożnik nakładów o -tego obiektu są nieujemne:

$$\theta_o; \lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{oJ} \geq 0. \quad (6)$$

W podstawowym modelu CCR oraz jego rozszerzeniu BCC zorientowanym na nakłady względna efektywność o -tego obiektu, którą mierzy

parametr θ_o , jest interpretowana jako „krotność, do jakiej badany obiekt powinien zmniejszyć nakłady, aby być w pełni efektywnym” [Guzik 2009, s. 44]. Tak zdefiniowana efektywność przyjmuje wartości z przedziału (0, 1]. W modelach tych obiekty, których efektywność wynosi 1, nie mogą polepszyć stosowanej technologii, ponieważ znajdują się już na granicy zbioru możliwości produkcyjnych. Obiekty, których współczynnik efektywności znajduje się w przedziale (0, 1), nie są efektywne, a stosowana przez nie technologia wytwarzania rezultatów nie jest optymalna.

2. Przyjęte założenia w konstrukcji modeli DEA

Metoda DEA z powodzeniem jest wykorzystywana do pomiaru i oceny efektywności obiektów różnych kategorii. Jednostkami decyzyjnymi mogą być również fundusze inwestycyjne, dla których możliwe jest wskazanie nakładów i rezultatów prowadzonej przez nie działalności [Basso i Funari 2001; Zamojska 2009; Asghar i in. 2013]. Przedmiotem zainteresowania autora jest efektywność funduszy inwestycyjnych odnosząca się do interesu inwestora, który oczekuje uzyskania maksymalnych korzyści z inwestycji, ograniczając przy tym ponoszone nakłady. Z tego powodu w przeprowadzonym badaniu wykorzystano model DEA zorientowany na nakłady, w którym fundusze bardziej efektywne (z punktu widzenia inwestora) uzyskują założony poziom rezultatów przy niższym poziomie nakładów związanych z inwestycją. Możliwość wyróżnienia większej liczby rezultatów oraz nakładów związanych z inwestycjami w fundusze również wskazuje na zasadność wykorzystania metody DEA w badaniu. Korzyścią z jej stosowania jest brak konieczności zakładania normalności rozkładu zmiennych wykorzystanych w modelu. W przypadku wyznaczania klasycznych miar efektywności, opartych na założeniach modelu wyceny aktywów kapitałowych (CAPM), założenie to jest niezbędne (np. wskaźniki Sharpe’a, Treynora, Jensena).

W tabeli 1 wyszczególniono nakłady oraz rezultaty wykorzystane podczas tworzenia wariantów modeli DEA w badaniu empirycznym, którego wyniki opisano w dalszej części artykułu.

Tabela 1. Nakłady oraz rezultaty wykorzystane w badaniu

Nakłady	Rezultaty
Ryzyko inwestycyjne	Przeciętna stopa zwrotu
Koszty związane z inwestycją	Zdolność do uzyskiwania ponadprzeciętnych wyników

Pierwszym nakładem, który uwzględniono w modelu, jest ryzyko. Możliwość postrzegania ryzyka w różny sposób wiąże się z możliwością wyznaczania go z wykorzystaniem odmiennych miar. Z tego powodu ryzyko jest w badaniu przedstawione za pomocą czterech różnych miar: odchylenia standardowego stóp zwrotu, współczynnika beta funduszu, semiodchylenia stóp zwrotu oraz wartości zagrożonej (VaR). Pierwsze dwie miary odpowiadają ryzyku całkowitemu oraz systematycznemu klasycznej analizy portfelowej.

Semiodchylenie stóp zwrotu pozwala wyrazić ryzyko jako zjawisko niekorzystne poprzez uwzględnienie wyłącznie ujemnych odchyłeń stóp zwrotu od wartości oczekiwanej lub przyjętej wymaganej stopy zwrotu. W badaniu semiodchylenie stóp zwrotu jest wyznaczane jako pierwiastek kwadratowy z dolnego momentu cząstkowego drugiego rzędu (*lower partial moment*) z minimalną akceptowalną stopą zwrotu (*minimal acceptable return*) równą zero [Perez 2012]. Dolny moment cząstkowy drugiego rzędu można zapisać w następujący sposób:

$$LPM_j^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left[\max(MAR - R_{jt}, 0) \right]^2, \quad (7)$$

gdzie:

LPM_j^2 – dolny moment cząstkowy drugiego rzędu funduszu j ,

R_{jt} – stopa zwrotu funduszu j w okresie t ,

MAR – minimalna akceptowalna stopa zwrotu.

Ostatnią zastosowaną miarą ryzyka jest wartość zagrożona (VaR), która informuje o wielkości potencjalnej straty związanej z inwestycją w fundusz w danym okresie. Wartość zagrożona wyznaczana jest na podstawie kwantyla rozkładu wartości inwestycji na koniec okresu, który jest funkcją średniej i odchylenia rozkładu stopy zwrotu z inwestycji. Do szacowania VaR wykorzystano tzw. podejście wariancji–kowariancji, w którym zakłada się, że rozkład stóp zwrotu jest normalny [Kuziak 2003]. Wartość zagrożoną należy rozumieć jako wielkość straty, której prawdopodobieństwo wystąpienia jest równe α . Formalnie VaR można zapisać następująco:

$$P(W \leq W_0 - VaR) = \alpha, \quad (8)$$

a jej wartość wyznaczyć ze wzoru:

$$VaR = (k_\alpha \sigma - \mu) W_0, \quad (9)$$

gdzie:

k_α – wartość krytyczna z rozkładu normalnego standaryzowanego odpowiadająca poziomowi ufności $1 - \alpha$. Na przykład, dla $1 - \alpha = 0,99$, $k_\alpha = 2,33$,

σ – odchylenie standardowe rozkładu stopy zwrotu z inwestycji,

μ – średnia rozkładu stopy zwrotu z inwestycji,

W_0 – obecna wartość inwestycji; dla $W_0 = 1$ VaR jest wyrażona procentowo,

W – wartość inwestycji na koniec okresu.

W sytuacji gdy rozkład stóp zwrotu funduszu nie jest normalny, wskazane jest uwzględnienie skośności oraz kurtozy rozkładu stóp zwrotu poprzez wyznaczenie zmodyfikowanej wartości zagrożonej MVaR [Favre i Galeano 2002]:

$$MVaR = (\psi_\alpha \sigma - \mu) W_0, \quad (10)$$

$$\psi_\alpha = k_\alpha + \frac{1}{6}(k_\alpha^2 - 1)S_{jt} + \frac{1}{24}(k_\alpha^3 - 3k_\alpha)K_{jt} - \frac{1}{36}(2k_\alpha^3 - 5k_\alpha)S_{jt}^2, \quad (11)$$

gdzie:

S_{jt} – skośność rozkładu stóp zwrotu funduszu j w okresie t ,

K_{jt} – kurtoza rozkładu stóp zwrotu funduszu j w okresie t ,

ψ_α – wartość krytyczna uwzględniająca poziom prawdopodobieństwa straty, skośność i kurtozę stopy zwrotu funduszu j w okresie t .

Drugi wyróżniony nakład jest związany z kosztami ponoszonymi przez inwestora, który powierza swoje pieniądze towarzystwu funduszy inwestycyjnych. Koszty te przede wszystkim wynikają z konieczności ponoszenia opłat za zarządzanie, nabywanie oraz umarzanie jednostek uczestnictwa w funduszu. Informację o ogólnym poziomie kosztów przedstawia współczynnik *total expense ratio* (TER) informujący o rzeczywistym procencie aktywów funduszu, który został pochłonięty przez koszty o charakterze operacyjnym.

W badaniu uwzględniono dwa rezultaty działalności funduszy inwestycyjnych. Pierwszy z nich – średnia stopa zwrotu uzyskiwana przez fundusz w danym okresie – jest związany z dochodowością funduszu. Jest to podstawowy rezultat działalności funduszu, którym zainteresowany jest inwestor. Stopa zwrotu uzyskana z inwestycji stanowi premię za ponoszone ryzyko.

Poza możliwie wysoką stopą zwrotu, inwestor oczekuje również od zarządzających funduszem umiejętności uzyskiwania ponadprzeciętnych

wyników w kolejnych okresach trwania inwestycji. Systematyczne wypracowywanie ponadprzeciętnych stóp zwrotu jest cechą funduszy, której oczekują inwestorzy. Zmienną, która może reprezentować powyższą cechę, jest współczynnik asymetrii stóp zwrotu, którego dodatnie wartości wskazują na częste występowanie ponadprzeciętnych stóp zwrotu [Zamojska 2009]. Autor niniejszego artykułu proponuje mierzyć zdolności zarządzających do uzyskiwania ponadprzeciętnych stóp zwrotu za pomocą następującego współczynnika:

$$w_j = \frac{\sum_{t=1}^T m_{jt}}{T}, \quad (12)$$

gdzie:

w_j – współczynnik zdolności uzyskiwania ponadprzeciętnych wyników przez j -ty fundusz inwestycyjny ($j = 1, 2, \dots, J$),

$$m_{jt} = \begin{cases} 1, & \text{gdy } R_{jt} > Me_t, \\ 0, & \text{gdy } R_{jt} \leq Me_t, \end{cases} \quad (13)$$

R_{jt} – stopa zwrotu j -tego funduszu inwestycyjnego w okresie t ($t = 1, 2, \dots, T$),

Me_t – mediana stóp zwrotu wszystkich J funduszy inwestycyjnych w okresie t .

Zaproponowany współczynnik przyjmuje wartości z przedziału $[0, 1]$ i informuje o częstotliwości występowania okresów, w których stopa zwrotu z j -tego funduszu była wyższa od mediany stóp zwrotu funduszy w danym okresie. Inaczej mówiąc, współczynnik wskazuje na odsetek okresów, w których fundusz zajmował pozycję w górnej części rankingu dochodowości.

Opisane powyżej nakłady oraz rezultaty wykorzystano do konstrukcji modeli DEA oraz szacunku współczynników efektywności wybranej grupy funduszy inwestycyjnych. W tabeli 2 wyszczególniono wszystkie szacowane modele. Konstruowane w badaniu warianty szacowanych modeli DEA różnią się zatem w swojej konstrukcji przyjętymi zestawami nakładów oraz rezultatów. Ostatnim etapem badania jest porównanie pozycji w rankingach efektywności funduszy uzyskanych z modeli DEA z pozycjami w rankingach wynikających z zastosowania wybranych klasycznych

wskaźników efektywności (współczynnik Sharpe'a, współczynnik Treynora, współczynnik alfa Jensena) oraz trzech wskaźników, których konstrukcja wynika z odmiennego od klasycznego postrzegania ryzyka (współczynnik Sortino, współczynnik potencjału nadwyżkowej stopy zwrotu oraz zmodyfikowany współczynnik Sharpe'a) [Perez 2012].

Tabela 2. Szacowane modele DEA

Lp.	Symbol	Nakłady		Rezultaty	
1	DEA _{21a}	Odchylenie standardowe stóp zwrotu	Koszty związane z inwestycją	Średnia stopa zwrotu	
2	DEA _{21b}	Współczynnik beta			
3	DEA _{21c}	Semiodchylenie standardowe stóp zwrotu			
4	DEA _{21d}	Wartość zagrożona			
5	DEA _{12a}	Odchylenie standardowe stóp zwrotu		Średnia stopa zwrotu	Zdolność do uzyskiwania ponadprzeciętnych wyników
6	DEA _{12b}	Współczynnik beta			
7	DEA _{12c}	Semiodchylenie standardowe stóp zwrotu			
8	DEA _{12d}	Wartość zagrożona			
9	DEA _{22a}	Odchylenie standardowe stóp zwrotu	Koszty związane z inwestycją	Średnia stopa zwrotu	Zdolność do uzyskiwania ponadprzeciętnych wyników
10	DEA _{22b}	Współczynnik beta			
11	DEA _{22c}	Semiodchylenie standardowe stóp zwrotu			
12	DEA _{22d}	Wartość zagrożona			

Współczynniki klasyczne dla j -tego funduszu w okresie t są wyznaczone zgodnie ze wzorami przedstawionymi poniżej; podczas obliczania współczynników klasycznych za portfel rynkowy przyjęto indeks WIG, a za stopę wolną od ryzyka średnią stopę z rynku międzybankowego WIBOR SW w badanym okresie:

– współczynnik Sharpe'a:
$$S_{jt} = \frac{R_{jt} - R_{ft}}{\sigma_{jt}},$$

– współczynnik Treynora:
$$T_{jt} = \frac{R_{jt} - R_{ft}}{\beta_{jt}},$$

– współczynnik alfa Jensena: $\alpha_{jt} = (R_{jt} - R_{ft}) - \beta_{jt} (R_{mt} - R_{ft})$,

gdzie:

R_{jt} – stopa zwrotu j -tego funduszu inwestycyjnego w okresie t ,

R_{mt} – stopa zwrotu z portfela rynkowego w okresie t ,

R_{ft} – stopa wolna od ryzyka w okresie t ,

σ_{jt} – odchylenie standardowe stopy zwrotu z portfela j -tego funduszu w okresie t ,

β_{jt} – współczynnik beta portfela j -tego funduszu inwestycyjnego w okresie t .

Pierwszym z nieklasycznych współczynników służących ocenie efektywności funduszy inwestycyjnych jest współczynnik Sortino. Miernik ten przedstawia, podobnie jak współczynnik Sharpe'a, premię za ponoszone ryzyko związane z inwestycją. Ryzyko to jest jednak mierzone za pomocą semiodchylenia standardowego (dolny moment cząstkowy drugiego rzędu z minimalną akceptowalną stopą zwrotu równą 0). Wskaźnik ten pozwala na uwzględnienie ryzyka wyłącznie w kategoriach ujemnych odchyień stóp zwrotu.

$$Sor_j = \frac{E(R_j) - MAR}{\sqrt{LPM_j^2}}, \quad (14)$$

gdzie:

$E(R_j)$ – oczekiwana stopa zwrotu z j -tego funduszu,

MAR – minimalna akceptowalna stopa zwrotu,

LPM_j^2 – dolny moment cząstkowy drugiego rzędu funduszu j .

Drugim nieklasycznym współczynnikiem efektywności jest współczynnik potencjału nadwyżkowej stopy zwrotu (*upside potential ratio*, UP), który w porównaniu z miarą Sortino dodatkowo nagradza zarządzających funduszami, którzy potrafią wypracowywać stopy zwrotu powyżej określonego minimalnego progu stopy MAR . W liczniku współczynnika UP znajduje się górny moment cząstkowy pierwszego rzędu HPM_j^1 (*higher partial moment*, HPM) z akceptowalną stopą zwrotu MAR :

$$UP_j = \frac{HPM_j^1}{\sqrt{LPM_j^2}} = \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \max(R_{jt} - MAR, 0)}{\sqrt{LPM_j^2}}, \quad (15)$$

gdzie HPM_j^1 – górny moment cząstkowy pierwszego rzędu, tzw. potencjał nadwyżkowej stopy zwrotu.

Trzeci współczynnik wykorzystany w badaniu to zmodyfikowany współczynnik Sharpe'a. Analogicznie do klasycznej wersji tej miary, współczynnik zmodyfikowany przedstawia premię za ponoszone ryzyko, które w tym wypadku jest mierzone za pomocą zmodyfikowanej wartości zagrożonej $MVaR$. W celu zapewnienia jego porównywalności z innymi przyjętymi miarami ryzyka wymagane jest jego uśrednienie w czasie.

$$MS_{jt} = \frac{R_{jt} - R_{ft}}{MVaR_{jt}}. \quad (16)$$

3. Wyniki przeprowadzonego badania empirycznego

Celem przeprowadzonego badania empirycznego było wyznaczenie współczynników efektywności funduszy inwestycyjnych z wykorzystaniem metody DEA zorientowanej na nakłady. Skonstruowano kilka modeli z różnymi zestawami nakładów i rezultatów. Ponadto uzyskane wyniki posłużyły do utworzenia rankingów efektywności funduszy i porównania z rankingami skonstruowanymi z zastosowaniem klasycznych i nowoczesnych mierników efektywności funduszy. Porównanie rankingów ma na celu sprawdzenie, czy zastosowanie nieparametrycznej metody DEA do oceny efektywności może wpłynąć na postrzeganie funduszu, powodując zmianę jego pozycji w rankingu efektywności w stosunku do podejścia analizy wskaźnikowej (klasycznej i nowoczesnej). Badanie miało pozwolić ustalić, czy uwzględnienie dodatkowych informacji o działalności funduszy inwestycyjnych istotnie wpływa na zmianę oceny ich efektywności. Wykorzystanie modelu BCC było związane z występowaniem wśród rezultatów zmiennej, która w oryginalnej postaci może przyjmować wartości ujemne (średniej stopy zwrotu funduszu). Z tego powodu dokonano odpowiedniego przesunięcia wartości zmiennej oraz zastosowano model BCC zorientowany na nakłady, inwariantny względem przesunięcia rezultatów.

W badaniu wykorzystano dane dotyczące tygodniowych stóp zwrotu 15 polskich akcyjnych funduszy inwestycyjnych. Wykorzystano również dane dotyczące kosztów związanych z inwestycjami w fundusze. Źródłem danych były portale finansowe stooq.pl oraz analizy.pl. Zestawienie bada-

Tabela 3. Zestawienie funduszy inwestycyjnych wykorzystanych w badaniu

Lp.	Nazwa funduszu	Normalność rozkładu	Lp.	Nazwa funduszu	Normalność rozkładu
1	Allianz Akcji	nie	9	Millenium Akcji	tak
2	Amplico Akcji	tak	10	Novo Akcji	tak
3	Arka Akcji	tak	11	Paribas Akcji	tak
4	Aviva Investors Polskich Akcji	tak	12	Pioneer Akcji Polskich	nie
5	Idea Akcji	tak	13	PKO/CS Akcji	tak
6	Investor Akcji	tak	14	PZU Akcji Krakowiak	tak
7	Investor TOP 25 Małych Spółek	tak	15	Skarbiec Akcja	tak
8	Legg Mason Akcji	tak			

nych funduszy inwestycyjnych oraz informację o normalności rozkładu tygodniowych stóp zwrotu zawiera tabela 3².

Nie wszystkie badane fundusze charakteryzują się normalnością rozkładu stóp zwrotu. Pomimo dużej popularności współczynników klasycznych, których konstrukcja jest oparta na założeniach modelu CAPM, wykorzystanie tej grupy wskaźników nie jest w tej sytuacji wskazane. Użycie metody DEA, która nie wymaga spełnienia tego założenia, jest tutaj bardziej zasadnym rozwiązaniem. Badanie przeprowadzono dla dwóch okresów: krótszego, trwającego rok (1.02.2013 – 1.02.2014), oraz dłuższego – trwającego trzy lata (1.02.2011 – 1.02.2014). Tabele 4 i 5 prezentują uzyskane wyniki pomiaru efektywności obiektów. W zestawieniu znajdują się również pozycje rankingowe obiektów dla każdego z dwunastu modeli DEA.

Przed dokonaniem interpretacji uzyskanych wyników oraz pozycji w rankingu efektywności obiektów należy podkreślić względny charakter uzyskanych wskaźników, których poziom dla danego obiektu zależy od pozostałych obiektów badanej zbiorowości. Ponadto warto zwrócić uwagę na ograniczenie w jednoznacznym uszeregowaniu obiektów efektywnych, które w przypadku modelu BCC uzyskują taki sam poziom efektywności równy 1.

² Do weryfikacji hipotez o normalności rozkładu wykorzystano test Kołmogorowa-Smirnowa oraz tygodniowe stopy zwrotu jednostek uczestnictwa w funduszach za okres 1.02.2011 – 1.02.2014.

Tabela 4. Wskaźniki efektywności obiektów modeli DEA dla jednego roku

Fundusz	Model											
	DEA 21a	DEA 21b	DEA 21c	DEA 21d	DEA 12a	DEA 12b	DEA 12c	DEA 12d	DEA 22a	DEA 22b	DEA 22c	DEA 22d
	N: ryzyko; koszty R: średnia stopa zwrotu				N: ryzyko R: średnia stopa zwrotu; ponad- przebieżność wyników				N: ryzyko; koszty R: średnia stopa zwrotu; ponad- przebieżność wyników			
Allianz Akcji	0,87 (9)	0,78 (11)	0,85 (9)	0,82 (7)	0,82 (6)	0,60 (12)	0,51 (11)	0,77 (4)	0,87 (9)	0,78 (11)	0,85 (9)	0,82 (7)
Amplico Akcji	0,78 (13)	0,74 (14)	0,77 (14)	0,70 (12)	0,71 (13)	0,56 (13)	0,47 (14)	0,59 (13)	0,78 (13)	0,74 (14)	0,77 (14)	0,70 (12)
Arka Akcji	0,85 (11)	0,81 (9)	0,85 (10)	0,77 (10)	0,79 (8)	0,62 (10)	0,52 (9)	0,66 (10)	0,85 (11)	0,81 (9)	0,85 (10)	0,77 (10)
Aviva Investors Polskich Akcji	0,97 (4)	0,87 (6)	0,89 (6)	0,88 (4)	0,97 (2)	0,79 (2)	0,69 (3)	0,88 (3)	0,97 (4)	0,87 (6)	0,89 (6)	0,88 (4)
Idea Akcji	0,76 (15)	0,71 (15)	1,00 (1)	0,69 (14)	0,76 (11)	0,65 (8)	1,00 (1)	0,69 (6)	0,76 (15)	0,71 (15)	1,00 (1)	0,69 (14)
Investor Akcji	0,86 (10)	0,80 (10)	0,85 (8)	0,77 (11)	0,82 (5)	0,64 (9)	0,57 (7)	0,68 (7)	0,86 (10)	0,80 (10)	0,85 (8)	0,77 (11)
Investor TOP 25 Małych Spółek	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)
Legg Mason Akcji	0,92 (6)	0,89 (5)	0,89 (7)	0,82 (6)	0,81 (7)	0,67 (5)	0,59 (6)	0,67 (9)	0,92 (6)	0,89 (5)	0,89 (7)	0,82 (6)
Millennium Akcji	0,87 (7)	0,82 (8)	0,84 (11)	0,78 (9)	0,85 (4)	0,69 (4)	0,59 (5)	0,72 (5)	0,87 (7)	0,82 (8)	0,84 (11)	0,78 (9)
Novo Akcji	0,82 (12)	0,78 (12)	0,76 (15)	0,70 (13)	0,75 (12)	0,60 (11)	0,42 (15)	0,57 (14)	0,82 (12)	0,78 (12)	0,76 (15)	0,70 (13)
Paribas Akcji	0,92 (5)	0,90 (4)	0,91 (5)	0,82 (5)	0,78 (10)	0,66 (6)	0,56 (8)	0,65 (11)	0,92 (5)	0,90 (4)	0,91 (5)	0,82 (5)
Pioneer Akcji Polskich	0,87 (8)	0,84 (7)	0,84 (12)	0,80 (8)	0,78 (9)	0,65 (7)	0,51 (10)	0,68 (8)	0,87 (8)	0,84 (7)	0,84 (12)	0,80 (8)
PKO/CS Akcji	1,00 (1)	0,92 (3)	0,97 (4)	1,00 (1)	0,94 (3)	0,73 (3)	0,67 (4)	1,00 (1)	1,00 (1)	0,92 (3)	0,97 (4)	1,00 (1)
PZU Akcji Krakowiak	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	0,68 (14)	0,53 (15)	0,48 (13)	0,64 (12)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)
Skarbiec Akcja	0,78 (14)	0,74 (13)	0,80 (13)	0,65 (15)	0,67 (15)	0,54 (14)	0,51 (12)	0,50 (15)	0,78 (14)	0,74 (13)	0,80 (13)	0,65 (15)

Objaśnienia: W nawiasach podano wartości średnie.

Źródło: Obliczenia własne.

Tabela 5. Wskaźniki efektywności obiektów modeli DEA dla trzech lat

Fundusz	Model												
	DEA 21a	DEA 21b	DEA 21c	DEA 21d	DEA 12a	DEA 12b	DEA 12c	DEA 12d	DEA 22a	DEA 22b	DEA 22c	DEA 22d	
	N: ryzyko; koszty R: średnia stopa zwrotu				N: ryzyko R: średnia stopa zwrotu; ponad- przebieżność wyników				N: ryzyko; koszty R: średnia stopa zwrotu; ponad- przebieżność wyników				
Allianz Akcji	0,99 (4)	1,00 (1)	1,00 (1)	0,67 (10)	0,99 (4)	1,00 (1)	1,00 (1)	0,31 (10)	0,99 (5)	1,00 (1)	1,00 (1)	0,67 (10)	
Amplico Akcji	0,84 (13)	0,85 (13)	0,84 (14)	0,64 (13)	0,85 (12)	0,84 (10)	0,83 (13)	0,30 (12)	0,85 (13)	0,85 (13)	0,84 (14)	0,64 (13)	
Arka Akcji	0,86 (11)	0,86 (12)	0,87 (11)	0,74 (8)	0,85 (11)	0,83 (11)	0,85 (12)	0,39 (5)	0,86 (12)	0,86 (12)	0,87 (12)	0,74 (8)	
Aviva Investors Polskich Akcji	0,90 (9)	0,88 (9)	0,90 (9)	0,81 (5)	0,97 (5)	0,96 (6)	0,92 (7)	0,56 (3)	0,97 (7)	0,96 (7)	0,92 (9)	0,83 (4)	
Idea Akcji	0,65 (15)	0,62 (15)	0,98 (5)	0,58 (15)	0,63 (15)	0,59 (15)	0,99 (4)	0,30 (11)	0,65 (15)	0,63 (15)	0,99 (5)	0,58 (15)	
Investor Akcji	0,86 (10)	0,88 (10)	0,87 (12)	0,64 (12)	0,86 (8)	0,88 (9)	0,87 (11)	0,30 (14)	0,86 (11)	0,88 (11)	0,87 (13)	0,64 (12)	
Investor TOP 25 Małych Spółek	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	
Legg Mason Akcji	0,99 (5)	1,00 (1)	0,96 (6)	0,83 (4)	0,97 (6)	1,00 (1)	0,93 (5)	0,34 (8)	0,99 (6)	1,00 (1)	0,96 (6)	0,83 (5)	
Millenium Akcji	0,93 (7)	0,93 (7)	0,92 (8)	0,68 (9)	0,95 (7)	0,96 (7)	0,92 (6)	0,34 (9)	0,95 (8)	0,96 (8)	0,92 (8)	0,68 (9)	
Novo Akcji	0,98 (6)	1,00 (1)	0,88 (10)	0,65 (11)	0,99 (3)	1,00 (1)	0,88 (8)	0,30 (13)	0,99 (4)	1,00 (1)	0,89 (10)	0,65 (11)	
Paribas Akcji	0,91 (8)	0,89 (8)	0,93 (7)	0,96 (3)	0,86 (9)	0,82 (12)	0,87 (10)	0,61 (2)	0,92 (9)	0,90 (9)	0,93 (7)	0,96 (3)	
Pioneer Akcji Polskich	0,79 (14)	0,78 (14)	0,80 (15)	0,75 (7)	0,74 (14)	0,71 (14)	0,74 (15)	0,38 (6)	0,79 (14)	0,78 (14)	0,80 (15)	0,75 (7)	
PKO/CS Akcji	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	0,80 (6)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	0,40 (4)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	0,80 (6)	
PZU Akcji Krakowiak	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	0,84 (13)	0,82 (13)	0,82 (14)	0,34 (7)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	1,00 (1)	
Skarbiec Akcja	0,85 (12)	0,86 (11)	0,87 (13)	0,64 (14)	0,86 (10)	0,88 (8)	0,87 (9)	0,28 (15)	0,87 (10)	0,88 (10)	0,88 (11)	0,64 (14)	

Objaśnienia jak do tabeli 4.

Źródło: Obliczenia własne.

Najwyższą pozycję w rankingach efektywności wszystkich modeli w okresie rocznym zajmował fundusz Investor TOP 25 Małych Spółek. Wartość środkowa jego pozycji rankingowych wyniosła 1. Fundusz ten w każdym z dwunastu modeli DEA wskazywany był jako obiekt efektywny. Najniższe pozycje uzyskiwał fundusz Skarbiec Akcja, który zajmował w rankingach miejsca 12–15, a mediana jego pozycji w rankingu wyniosła 14. Większość obiektów uzyskała zbliżone oceny efektywności oraz pozycje we wszystkich rankingach wariantów modeli DEA. Występowały jednak obiekty, które w modelach z określonym rodzajem ryzyka lub określonym zestawem nakładów i rezultatów wypadały na tle pozostałych obiektów odmiennie od pozostałych wariantów modeli. Jednym z przykładów takich obiektów jest PZU Krakowiak, który w modelach 21_{a,b,c,d} oraz 22_{a,b,c,d} znajdował się w grupie obiektów efektywnych, a w modelach 12_{a,b,c,d} nie był efektywny i zajmował odległe miejsca w rankingu.

W zestawieniu dla okresu trzyletniego bezkonkurencyjny również okazał się fundusz Investor TOP25 Małych Spółek (mediana pozycji w rankingach wyniosła 1). W zbiorze obiektów efektywnych często znajdowały się także fundusze PKO/CS oraz PZU Krakowiak (mediany pozycji w rankingach tych funduszy również wyniosły 1). Najgorzej na tle innych obiektów wypadły fundusze Idea, Pioneer oraz Amplico (mediany pozycji w rankingach efektywności odpowiednio: 15, 14, 13). Również w tym wypadku występują fundusze, dla których dobór zestawu nakładów oraz rezultatów do modelu DEA miał znaczący wpływ na uzyskiwane pozycje w rankingu efektywności. Przykładami takich funduszy są Allianz oraz Novo.

W celu porównania wskazań wynikających z rankingów efektywności DEA z rankingami innych znanych mierników efektywności wyznaczono współczynniki korelacji rang Spearmana dla odpowiednich zestawień obiektów. Wielkość współczynników korelacji może pomóc w odpowiedzi na pytanie, czy zastosowanie nieparametrycznej metody DEA do oceny efektywności może wpłynąć na postrzeganie funduszu, powodując zmianę jego pozycji w rankingu efektywności w stosunku do podejścia analizy wskaźnikowej (klasycznej i nowoczesnej). Współczynniki korelacji rang Spearmana wyznaczone dla rankingów efektywności podejścia DEA, klasycznego i nowoczesnego w okresie roku i trzech lat zawierają tabele 6 i 7.

Pozycje w rankingach bazujących na klasycznych oraz nowoczesnych wskaźnikach efektywności wykazały bardzo wysoki poziom skorelowania, zarówno w okresie roku, jak i trzech lat. Oznacza to, że pomimo odmiennego traktowania ryzyka w obu podejściach, pozycje w rankingach funduszy na tle innych obiektów są identyczne lub bardzo podobne. Wyjątek stanowi

Tabela 6. Współczynniki korelacji rang Spearmana pozycji w rankingu efektywności dla okresu roku

Współczynniki	Klasyczne			Nowoczesne		
	Sharpe'a	Treynora	Alfa Jensena	Sortino	U-P	zmodyfikowany współczynnik Sharpe'a
Sharpe'a	1,00					
Treynora	0,88	1,00				
Alfa Jensena	1,00	0,88	1,00			
Sortino	1,00	0,88	1,00	1,00		
U-P	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	
Zmodyfikowany współczynnik Sharpe'a	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00
DEA _{21a}	0,81	0,77	0,81	0,81	0,79	0,79
DEA _{21b}	0,80	0,77	0,80	0,80	0,78	0,78
DEA _{21c}	0,39	0,35	0,39	0,39	0,38	0,38
DEA _{21d}	0,73	0,72	0,73	0,73	0,70	0,70
DEA _{12a}	0,56	0,52	0,56	0,56	0,54	0,54
DEA _{12b}	0,71	0,68	0,71	0,71	0,69	0,69
DEA _{12c}	0,49	0,4	0,49	0,49	0,48	0,48
DEA _{12d}	0,41	0,31	0,41	0,41	0,39	0,39
DEA _{22a}	0,81	0,77	0,81	0,81	0,79	0,79
DEA _{22b}	0,80	0,77	0,80	0,80	0,78	0,78
DEA _{22c}	0,39	0,35	0,39	0,39	0,38	0,38
DEA _{22d}	0,73	0,72	0,73	0,73	0,70	0,70

Źródło: Obliczenia własne.

ranking bazujący na współczynniku potencjału nadwyżkowej stopy zwrotu (U-P), który dla danych z trzech lat był skorelowany z pozostałymi rankingami na poziomie około 0,6. Wykorzystanie wskaźników stosujących miary ryzyka alternatywne do klasycznych nie powoduje zatem znaczącej zmiany położenia obiektów w rankingach efektywności. Wielkości uzyskanych wskaźników różnią się, oczywiście, interpretacyjnie i w tym sensie wnoszą dodatkowe informacje o obiektach.

Na podstawie danych zawartych w tabelach 6 i 7 można stwierdzić, że pozycje w rankingach efektywności bazujących na modelach DEA różnią się od pozycji wynikających z klasycznych i nowoczesnych wskaźników efektywności zarówno w okresie roku, jak i trzech lat. Zastosowanie

Tabela 7. Współczynniki korelacji rang Spearmana pozycji w rankingu efektywności dla okresu trzech lat

Współczynniki	Klasyczne			Nowoczesne		
	Sharpe'a	Treynora	Alfa Jensena	Sortino	U-P	zmodyfikowany współczynnik Sharpe'a
Sharpe'a	1,00					
Treynora	1,00	1,00				
Alfa Jensena	0,99	0,99	1,00			
Sortino	1,00	1,00	1,00	1,00		
U-P	0,58	0,58	0,58	0,59	1,00	
Zmodyfikowany współczynnik Sharpe'a	0,98	0,98	0,98	0,99	0,63	1,00
DEA _{21a}	0,53	0,53	0,57	0,54	0,47	0,56
DEA _{21b}	0,49	0,49	0,54	0,51	0,51	0,54
DEA _{21c}	0,28	0,28	0,34	0,3	0,11	0,28
DEA _{21d}	0,46	0,46	0,44	0,43	0,04	0,37
DEA _{12a}	0,57	0,57	0,62	0,59	0,36	0,63
DEA _{12b}	0,59	0,59	0,65	0,63	0,49	0,69
DEA _{12c}	0,39	0,39	0,46	0,42	0,11	0,43
DEA _{12d}	0,29	0,29	0,27	0,26	-0,33	0,18
DEA _{22a}	0,55	0,55	0,59	0,56	0,43	0,6
DEA _{22b}	0,53	0,53	0,59	0,55	0,47	0,59
DEA _{22c}	0,32	0,32	0,37	0,33	0,11	0,31
DEA _{22d}	0,45	0,45	0,44	0,43	0,01	0,37

Źródło: Obliczenia własne.

nieparametrycznej metody DEA uwzględniającej większą liczbę czynników wpływających na efektywność funduszy inwestycyjnych w porównaniu z podejściem wskaźnikowym może powodować zmianę ich postrzegania i oceny na tle wszystkich badanych obiektów. W zależności od wariantu modelu DEA oraz uwzględnionych w nim nakładów i rezultatów, uzyskiwano różne współczynniki korelacji pozycji w rankingach modeli DEA ze wskaźnikami efektywności podejścia klasycznego i nowoczesnego. Pozycje rankingowe modeli DEA najsłabiej skorelowane są z rankingami opartymi na współczynniku potencjału nadwyżkowej stopy zwrotu (U-P). Wyraźnie zauważalny jest też ogólnie niższy poziom skorelowania pozycji rankingowych w przypadku badania dla danych w okresie trzech lat niż w okresie

roku. Oznacza to, że rankingi efektywności zbudowane na podstawie poszczególnych mierników efektywności bardziej zgodnie wskazują pozycje obiektów dla danych w okresie krótszym niż w okresie dłuższym.

Podsumowanie

Przeprowadzone badanie pokazuje możliwość stosowania metody nieparametrycznej DEA do oceny efektywności funduszy inwestycyjnych. Rankingi efektywności, konstruowane na podstawie wielu wariantów modelu BCC, wskazują na istotne znaczenie doboru zestawu nakładów oraz rezultatów do modelu, a także miary ryzyka inwestycyjnego, na pozycje rankingowe niektórych funduszy inwestycyjnych. Wrażliwość uzyskiwanych wyników na dobór obiektów oraz zestawu nakładów i rezultatów w modelu jest związana z podstawową cechą metody DEA, która wyraża efektywność funduszu inwestycyjnego w sposób względny na tle pozostałych obiektów badania.

Badanie przeprowadzone dla funduszy działających w Polsce wykazało ponadto występowanie wysokiej korelacji pomiędzy pozycjami w rankingach konstruowanych na bazie klasycznych i nowoczesnych miar efektywności zarówno w krótkim, jak i w długim okresie. Oznacza to, że wybór wskaźnika efektywności z grup wskaźników klasycznych i nowoczesnych z reguły nie powoduje zmiany w postrzeganiu funduszu na tle innych. Alternatywą dla miar klasycznych i nowoczesnych mogą być wskaźniki efektywności uzyskane za pomocą metody DEA, które pozwalają na uwzględnienie większej liczby cech obiektów wpływających na ich efektywność w uzasadniony merytorycznie sposób. Należy również podkreślić, że przy stosowaniu metody DEA nie jest wymagane spełnienie restrykcyjnego wymogu normalności rozkładu stóp zwrotu niezbędnego do szacowania klasycznych wskaźników efektywności.

Stosunkowo niskie współczynniki korelacji rang Spearmana dla rankingów funduszy budowanych na podstawie wskaźników efektywności DEA oraz wskaźników klasycznych i nowoczesnych wskazują na istotne znaczenie doboru zmiennych oraz narzędzi w procesie oceny efektywności obiektów. Zastosowanie nieparametrycznej metody DEA uwzględniającej w pomiarze efektywności dodatkowe cech funduszy inwestycyjnych powoduje zmianę w postrzeganiu funduszy na tle innych badanych obiektów i nadanie im odmiennych pozycji w rankingach efektywności mierników klasycznych i nowoczesnych. Metoda DEA daje możliwości konstrukcji współczynni-

ków efektywności ukazujących działalność obiektów w sposób kompleksowy, uwzględniający cechy ważne z punktu widzenia inwestorów podejmujących decyzje o alokacji swojego kapitału.

Bibliografia

- Asghar, A., Afza, T., Bodla, A., Jam-e-Kausar, M., 2013, *Efficiency of the Mutual Funds in Pakistan*, Middle-East Journal of Scientific Research, vol. 18, iss. 8, s. 1055–1064.
- Banker, R., Charnes, A., Cooper, W., 1984, *Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in DEA*, Management Science, vol. 30, no. 9, s. 1078–1091.
- Basso, A., Funari, S., 2001, *A Data Envelopment Analysis Approach to Measure the Mutual Fund Performance*, European Journal of Operational Research, vol. 135, iss. 3, s. 477–492.
- Charnes, A., Cooper, W., Rhodes, E., 1978, *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*, European Journal of Operational Research, vol. 2, iss. 6, s. 429–444.
- Domagała, A., 2009, *Zastosowanie metody Data Envelopment Analysis do badania efektywności europejskich giełd papierów wartościowych*, rozprawa doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań
- Favre, L., Galeano, J., 2002, *Mean-Modified Value-at-Risk Optimization with Hedge Funds*, Journal of Alternative Investments, vol. 5, no. 2, s. 21–25.
- Guzik, B., 2009, *Podstawowe modele DEA w badaniach efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.
- Grzesiak, S., Wyrozębska, A., 2014, *Wykorzystanie metody DEA (analiza obwiedni danych) do oceny efektywności technicznej oddziałów szpitalnych*, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, nr 36, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Johnes, J., 2006, *Data Envelopment Analysis and Its Application to the Measurement of Efficiency in Higher Education*, Economics of Education Review, vol. 25, iss. 3, s. 273–288.
- Kuziak, K., 2003, *Koncepcja wartości zagrożonej VaR (Value at Risk)*, <http://www.statsoft.pl/portals/0/Downloads/kuziak.pdf> [dostęp: 20.04.2014].
- Nazarko, J., Jakuszewicz, I., Urban, J., 2008, *Metoda DEA w analizie jednostek produkcyjnych*, w: Nazarko, J., Kiełtyka, L. (red.), *Narzędzia informatyczne w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Difin, Warszawa.
- Pasewicz, W., Śwityk, M., 2010, *Zastosowanie DEA do oceny efektywności technicznej działalności dydaktycznej uczelni publicznych w 2005 roku*, Folia Pomoranae Universitatis Technologiae Stetinensis, Seria Oeconomica, vol. 280, nr 59, s. 87–98.

- Perez, K., 2012, *Efektywność funduszy inwestycyjnych: podejście techniczne i fundamentalne*, Difin, Warszawa.
- Staniszewska-Garsztka, A., Garsztka, P., 2011, *Badanie efektywności działalności szkół podstawowych w gminach województw lubelskiego, wielkopolskiego i zachodniopomorskiego z zastosowaniem metody DEA*, w: Appenzeller, D. (red.), *Analiza danych gospodarczych – metody i zastosowania*, Zeszyty Naukowe, nr 203), Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań, s. 86–103.
- Zamojska, A., 2009, *Zastosowanie metody DEA w klasyfikacji funduszy inwestycyjnych*, Przegląd Statystyczny, vol. 56, nr 3–4, s. 51–66.