

PRACE NAUKOWE

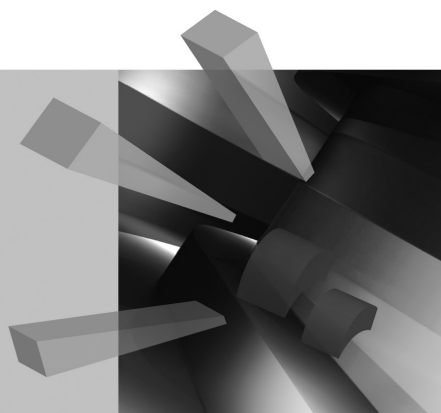
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

261

Efektywność – rozważania nad istotą i pomiarem



Redaktorzy naukowi

Tadeusz Dudycz

Grażyna Osbert-Pociecha

Bogumiła Brycz



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2012

Recenzenci: Wojciech Dyduch, Aldona Frączkiewicz-Wronka, Tadeusz Juja,
Dorota Kuchta, Dagmara Lewicka, Monika Marcinkowska,
Elżbieta Mączyńska, Bronisław Micherda, Krystyna Poznańska,
Maria Sierpińska, Wanda Skoczylas, Henryk Sobolewski,
Agnieszka Sopińska, Waldemar Tarczyński, Grzegorz Urbanek,
Tomasz Wiśniewski, Mirosław Wypych, Dariusz Zarzecki

Redakcja wydawnicza: Elżbieta Kozuchowska, Barbara Majewska

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Adam Dębski

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

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2012

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-238-3

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	9
Agnieszka Bezat-Jarzębowska: Koncepcja pomiaru efektywności technicznej bazująca na zintegrowanym zastosowaniu metody SFA i metody DEA.....	11
Agnieszka Bieńkowska: Przejawy i uwarunkowania efektywności controlingu w przedsiębiorstwie.....	25
Marta Chudykowska: System pomiaru dokonań organizacji – przedmiot i narzędzie poprawy efektywności.....	38
Karolina Daszyńska-Żygadło, Jakub Marszałek: Analiza sektorowych uwarunkowań pojemności zadłużeniowej przedsiębiorstw – empiryczna weryfikacja modelu LKL.....	49
Magdalena Forfa: Opinie właścicieli gospodarstw rolnych dotyczące przydatności sprawozdania z przepływu pieniędzy.....	63
Józefa Monika Gryko, Marta Kluzek: Metodologiczne problemy pomiaru efektywności instrumentów wsparcia przedsiębiorstw.....	77
Jacek Jaworski: Charakter i dynamika zmian wybranych wyznaczników kondycji polskich małych przedsiębiorstw w warunkach kryzysu gospodarczego 2009–2010. Wyniki badań.....	89
Izabela Jonek-Kowalska: Racjonalizacja kosztów jako sposób poprawy efektywności działania w Spółce Restrukturyzacji Kopalń.....	103
Adam Kagan: Pomnażanie wartości właścicielskiej jako miara efektywności ekonomicznej funkcjonowania przedsiębiorstw rolnych.....	116
Tomasz Kijek: Pomiar efektywności kapitału innowacyjnego przedsiębiorstwa przy zastosowaniu metody DEA.....	132
Tomasz Kolakowski: Projekty turystycznego zagospodarowania obiektów dziedzictwa kulturowego na terenie województwa dolnośląskiego – efekty ekonomiczne i metody ich wyceny.....	141
Marzena Krawczyk: Gotowość inwestycyjna determinantą innowacyjności przedsiębiorstw – próba pomiaru.....	160
Iwa Kuchciak: Efektywność inwestowania w formie depozytów i inwestycji alternatywnych.....	173
Małgorzata Kwiedorowicz-Andrzejewska: Wybór formy opodatkowania a korzyści finansowe dla firm z sektora MSP.....	190
Grzegorz Łukasiewicz: Krytyczna analiza modeli pomiaru efektywności w zarządzaniu zasobami ludzkimi.....	202
Edyta Marcinkiewicz: Wpływ krótkiej sprzedaży na efektywność transakcyjną rynku kapitałowego w aspekcie płynności.....	218

Grzegorz Mikołajewicz: Luka wartości w kontekście sprawozdawczości przedsiębiorstwa	231
Anna Motylska-Kuźma: Rynkowe mierniki tworzenia wartości wybranych spółek notowanych na GPW – analiza krytyczna	245
Dariusz Nowak: Ocena i pomiar relacji w międzyorganizacyjnej kooperacji	263
Jarosław Nowicki: Dostosowanie metody skorygowanej wartości bieżącej do wyceny niegiełdowych przedsiębiorstw zarządzanych przez właścicieli	281
Mariusz Nyk: Efektywność wynagrodzeń w sektorze przedsiębiorstw	294
Radosław Pastusiak: Efektywność systemów transakcyjnych zbudowanych w oparciu o analizę techniczną w świetle badań w latach 1960–2004	307
Artur Paździór: Zastosowanie modelu CAPM w warunkach kryzysu	321
Joanna Pioch: Wybrane aspekty wykorzystania macierzy A. Damodarana do analizy decyzji dywidendowych na przykładzie firm sektora chemicznego WGPW za rok 2010	331
Edward Radośniński: Przekształcanie bilansu według Ustawy o rachunkowości do postaci sprawozdania z sytuacji finansowej według taksonomii MSR (<i>IFRS Taxonomy</i>)	343
Józef Rudnicki: Impact of stock splits on trading liquidity – evidence from the New York Stock Exchange	360
Angelika Sabuhoro: Analiza porównawcza logitowych modeli prognozowania zagrożenia finansowego przedsiębiorstw	371
Rafał Siedlecki: Teorie struktury kapitału a cykl życia przedsiębiorstwa	381
Wanda Skoczylas: Innowacje w raportowaniu wyników czynnikiem poprawy efektywności podejmowanych decyzji	390
Michał Soliwoda: Relacje majątkowo-kapitałowe, a rentowność i płynność finansowa spółdzielni mleczarskich	409
Artur Stefański: Zależność między wydatkami inwestycyjnymi a operacyjnymi przepływami pieniężnymi	424
Piotr Szymański: Jakie problemy napotykają eksperci przy wycenie przedsiębiorstw? Wyniki badań	435
Łucja Tomaszewicz, Joanna Trębska: Mnożnik <i>input-output</i> jako makroekonomiczny miernik efektywności inwestycji finansowych sektora przedsiębiorstw	449
Grzegorz Urbanek: Wpływ marki na wyniki przedsiębiorstwa na przykładzie wybranych spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie	466
Mirosław Wypych: Struktura aktywów a złote reguły finansowania (na przykładzie spółek giełdowych)	478

Summaries

Agnieszka Bezat-Jarzębowska: A concept of technical efficiency measurement based on the integrated use of the SFA and DEA methods	24
Agnieszka Bieńkowska: Results and determinants of controlling efficiency in an enterprise	37
Marta Chudykowska: The organisation's performance measurement system – a subject and a tool for the efficiency improvement.....	48
Karolina Daszyńska-Żygadło, Jakub Marszałek: Analysis of sector determinants of debt capacity – empirical verification of LKL model.....	62
Magdalena Forfa: Individual farmers' opinions on the usefulness of cash flow statement	76
Józefa Monika Gryko, Marta Kluzek: Methodological problems of measuring the effectiveness of support instruments for companies	88
Jacek Jaworski: Nature and dynamics of changes of selected determinants of small enterprises condition under the economic crisis 2009–2010. Research results.....	102
Izabela Jonek-Kowalska: Costs rationalization as a method of efficiency improvement in an Enterprise of Coal Mines Restructuring	115
Adam Kagan: Increase of shareholder's value as a measure of the economic efficiency of agricultural enterprises.....	130
Tomasz Kijek: Measurement of enterprise's innovation capital efficiency using DEA method	140
Tomasz Kołakowski: Tourism management projects of cultural heritage objects in Lower Silesia Voivodeship – economic effects and their valuation methods.....	159
Marzena Krawczyk: Investment readiness as a determinant of enterprises innovativeness – trial of measurement	172
Iwa Kuchciak: Efficiency of investment in the form of deposits and alternative investments	189
Małgorzata Kwiedorowicz-Andrzejewska: Choice of form of taxation and financial benefits for enterprises from SME sector	201
Grzegorz Łukasiewicz: Critical analysis of effectiveness measurement models in human resource management	217
Edyta Marcinkiewicz: Influence of short sale on the transactional efficiency of capital market in terms of liquidity	230
Grzegorz Mikołajewicz: Value gap in the context of financial reporting.....	244
Anna Motylska-Kuźma: Market measures of creating value of selected companies listed on the Stock Exchange. Critical analysis.....	262
Dariusz Nowak: Evaluation and measurement of interorganizational cooperation relation	280

Jarosław Nowicki: Adjusted present value method in valuation of non-stock enterprises managed by owners.....	293
Mariusz Nyk: Efficiency of wages in the enterprise sector	306
Radosław Pastusiak: Effectiveness of transaction systems built on the technical analysis in the light of research in 1960-2004.....	320
Artur Paździor: Application of CAPM model in conditions of crisis.....	330
Joanna Pioch: The selected issues in the dividend policy decisions' matrix by A. Damodaran on the example of the WSE chemical companies' in 2010	342
Edward Radosiński: A study based on the IASB Taxonomy on structural relations between a balance sheet and a statement of financial position....	359
Józef Rudnicki: Wpływ podziału akcji na płynność obrotu – przykład Nowojorskiej Giełdy Papierów Wartościowych	370
Angelika Sabuhoro: Comparative analysis of logit models for predicting corporate financial threat	380
Rafał Siedlecki: Capital structure theories vs. the company life cycle.....	389
Wanda Skoczylas: Innovations in results reporting as a factor of decision making efficiency improvement.....	408
Michał Soliwoda: Ratios concerning assets and capital vs. profitability and financial liquidity of dairy cooperatives	423
Artur Stefański: The relationship between investment expenditures and operating cash flows.....	434
Piotr Szymański: What kind of problems do experts face in business valuation? Survey results	448
Łucja Tomaszewicz, Joanna Trębska: Input-output multiplier as a macroeconomic measure of the efficiency of enterprises sector financial investments	465
Grzegorz Urbanek: The effect of brand on company's performance on the example of selected companies listed on the Warsaw Stock Exchange	477
Mirosław Wypych: Structure of assets and the golden financing rules (on the example of the stock listed exchange companies)	488

Wstęp

„Naród, który najekonomiczniej rozporządzi swymi bogactwami i siłami oraz zastosuje je z najlepszym współczynnikiem wydajności, podniesie swój dobrobyt i wyprzedzi znacznie inne narody”. Jakkolwiek słowa te zostały wypowiedziane przez F. Neuhausena w 1913 roku, to są one niezmiennie aktualne. Efektywność była, jest i będzie podstawowym warunkiem wzrostu dobrobytu. I nie zmienia tego fakt, że jest ona różnie rozumiana. Samo słowo efektywność pochodzi od łacińskiego słowa *effectus*, oznaczającego wykonanie, skutek. W dzisiejszych natomiast czasach wielu autorów przypisuje mu dualne znaczenie definiowane jako sprawność i skuteczność. Taki dualny sposób pojmowania efektywności zdefiniował już w 1913 roku Harrington Emerson, współtwórca naukowego zarządzania i autor słynnych dwunastu zasad wydajności. Pisał on, że „efektywność jest właściwą rzeczą robioną we właściwy sposób”¹. Pogląd ten podzielał również P.F. Drucker, który uważał, że jakkolwiek „sprawność”, czyli robienie rzeczy we właściwy sposób, jest ważnym kryterium oceny kierownika, to jednak najistotniejsza jest skuteczność, czyli robienie właściwych rzeczy. Nieodzownym warunkiem robienia właściwych rzeczy jest planowanie ukierunkowane na realizację społecznie użytecznych celów. Natomiast warunkiem sprawności w realizacji tych celów jest pomiar efektów, bez którego nie można śledzić stopnia realizacji celów, a tym samym i zarządzać organizacją. Jakkolwiek ogólnie efektywność mierzy się relacją efektów do nakładów, to już pomiar – zarówno efektów, jak i nakładów – jest niejednokrotnie sprawą skomplikowaną, niejednoznaczną, a przez to i dyskusyjną. Powszechnie stosowana miara efektów, jaką jest zysk księgowy, wzbudza coraz więcej kontrowersji – ze względu na jego memoriałowy charakter oraz zależność od szeregu konwencji i przyjętych standardów. Natomiast pomiar nakładów wykorzystujący standardy księgowe również w coraz większym stopniu ulega napierającej krytyce. Przede wszystkim w standardach księgowych w niewielkim stopniu wykazuje się te aktywa, które we współczesnym świecie coraz częściej stanowią determinujący czynnik sukcesu gospodarczego. Mowa tutaj o aktywach intelektualnych, które z jednej strony trudno jest kwantyfikować, a z drugiej – są bardzo kruche. Ma to oczywiście wpływ na ryzyko prowadzenia działalności gospodarczej.

Te i inne problemy pomiaru efektywności były przedmiotem kolejnej, już piątej konferencji z cyklu „Efektywność źródłem bogactwa narodów”, która odbyła się w dniach 23-25 stycznia 2012 roku w Piechowicach. Konferencja została zorgani-

¹ J. Supernat, *Zarządzanie*, Wydawnictwo Kolonia, Wrocław 2005, s. 174.

wana jako wspólne przedsięwzięcie dwóch uczelni: Politechniki Wrocławskiej oraz Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Jej głównym wyróżnikiem było interdyscyplinarne spojrzenie na efektywność, jej istotę oraz zasady pomiaru, a niniejsza publikacja jest wynikiem prowadzonych dyskusji.

Tadeusz Dudycz, Grażyna Osbert-Pociecha, Bogumiła Brycz

Agnieszka Bezat-Jarzębowska

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB

KONCEPCJA POMIARU EFEKTYWNOŚCI TECHNICZNEJ BAZUJĄCA NA ZINTEGROWANYM ZASTOSOWANIU METODY SFA I METODY DEA

Streszczenie: W artykule przedstawiono koncepcję pomiaru efektywności technicznej opartą na zintegrowanym zastosowaniu metody SFA (*Stochastic Frontier Approach*) i metody DEA (*Data Envelopment Analysis*). Przyjęcie zintegrowanego podejścia – łączącego zalety obu metod przy ograniczeniu ich słabych stron – umożliwiło zachowanie analogii podczas porównywania wyników i formułowanie wiarygodnych wniosków. Przedstawioną koncepcję można traktować jako nową propozycję i rozwinięcie zastosowania nowoczesnych metod służących do oceny efektywności obiektów, ze szczególnym uwzględnieniem prób badawczych obciążonych elementem losowości.

Słowa kluczowe: metoda SFA, metoda DEA, zintegrowane podejście oceny efektywności, koncepcja oceny efektywności technicznej.

1. Wstęp

Pomiar efektywności podmiotów gospodarczych należy do najważniejszych problemów ekonomicznych. Wybitni ekonomiści P.A. Samuelson i W. D. Nordhaus głoszą pogląd, że efektywność jest być może głównym przedmiotem ekonomii i – najogólniej rzecz ujmując – jest ona brakiem marnotrawstwa. Według tych autorów gospodarka funkcjonuje efektywnie, jeśli nie można zwiększyć produkcji jednego dobra bez zmniejszania produkcji innego, co jest jednoznaczne z osiągnięciem granicy możliwości produkcyjnych [Samuelson, Nordhaus 1995, s. 185].

Ocenę efektywności można ujmować bardziej lub mniej kompleksowo, uwzględniając bezpośrednio i pośrednio czynniki oraz uwarunkowania, również w kontekście racjonalności ich wykorzystania. Z uwagi na relatywny charakter efektywności można też ją oceniać na podstawie najbardziej efektywnego referencyjnego odniesienia [Rembisz i in. 2011, s. 108].

Jedną z takich metod oceny racjonalności wykorzystywania czynników wytwórczych jest metoda SFA (*Stochastic Frontier Analysis*), tzw. stochastyczna metoda graniczna. Model graniczny, będący podstawą oceny efektywności, oprócz funkcji

produkcji (najczęściej stosuje się funkcję translogarytmiczną lub funkcję Cobb-Douglasa) uwzględnia dwa składniki losowe, z których jeden odzwierciedla szum statystyczny, drugi zaś modeluje potencjalną nieefektywność.

Natomiast alternatywnym podejściem do funkcji produkcji (na której oparta jest metoda SFA) jest metoda DEA [Rembisz 2011, s. 6]. Odpowiednikiem estymacji funkcji produkcji występującej w metodach stochastycznych jest w metodzie DEA wyznaczenie granicy efektywności [Prędko 2003, s. 87].

Metoda DEA (*Data Envelopment Analysis*) jest relatywnie nowoczesnym narzędziem opartym na nieparametrycznym podejściu do tworzenia krzywej efektywności [Rembisz i in. 2011, s. 108]. Jednym z powodów rosnącej liczby aplikacji tej metody jest możliwość jej zastosowania w kompleksowej ocenie relacji między wieloma efektami i wieloma nakładami. Metoda ta pozwala na ocenę poszczególnych jednostek gospodarczych (np. gospodarstw rolniczych) w pewnej referencji do najwyższego w danych warunkach poziomu efektywności. Jest narzędziem badań na polu mikroekonomii, ale może zostać również wykorzystana do oceny sektorów gospodarki, co implikuje jej wykorzystanie w ujęciu makroekonomicznym [Rembisz i in. 2011, s. 108].

Popularność tego podejścia można argumentować też łatwością prowadzenia obliczeń oraz szerokim zakresem uzyskiwanych wyników w odniesieniu do poszczególnych obiektów (w przypadku metody SFA zakres wyników jest dużo węższy). Jednakże wielu badaczy zapomina o tym, iż w przypadku metod deterministycznych (a taką jest właśnie metoda DEA) nie zakłada się występowania czynnika losowego. A zatem jest logiczną konsekwencją, że stosowanie metody DEA dla obiektów działających w otoczeniu charakteryzującym się losowością może prowadzić do uzyskania wyników błędnych, odbiegających od zdroworozsądkowego wyobrażenia o analizowanych zależnościach.

Autorka artykułu, motywowana wymienionymi przesłankami, pokusiła się o stworzenie podejścia pozwalającego na wykorzystanie mocnych stron obu metod przy jednoczesnym uniknięciu ich słabości. Efekt rozważań prezentowany jest w artykule jako koncepcja pomiaru efektywności technicznej oparta na zintegrowanym zastosowaniu metody SFA i metody DEA.

2. Porównanie metody SFA i metody DEA¹

Metoda SFA (*Stochastic Frontier Analysis*) i metoda DEA (*Data Envelopment Analysis*) są głównymi metodami szeroko stosowanymi w ocenie efektywności obiektów [Bezat 2009, s. 24].

¹ W artykule, ze względu na ograniczenia objętości tekstu, autorka nie przedstawia szczegółowo podłoża teoretycznego i własności metody SFA i metody DEA. Na ten temat powstało wiele publikacji i monografii, np. [Coelli i in. 2005; Cooper i in. 2006 i 2007; Krumbhakar, Lovell 2004].

Pierwsza z nich – metoda SFA – jest stochastyczną procedurą parametrycznego tworzenia granicy efektywności. W stochastycznym podejściu granicznym uwzględniana jest zmienna losowa, która umożliwia rozdzielenie odchyleń od krzywej efektywności na nieefektywność i szумы statystyczne (błędy pomiaru lub efekty losowe spowodowane np. wpływem warunków pogodowych) [Mortimer, Peacock 2002, s. 2]. Granica efektywności wyznaczana jest na podstawie oszacowania parametrów funkcji produkcji za pomocą metody najmniejszych kwadratów i jej pochodnych lub metody maksymalnej wiarygodności [Coelli i in. 2005]. Techniczną nieefektywność określa stopień, w jakim dany obiekt odstaje od granicy efektywności [Coelli i in. 2005]. Głównym celem stosowania metody jest wskazanie efektywnych i nieefektywnych obiektów oraz stworzenie ich rankingu. Dodatkowo metoda umożliwia ocenę wpływu zmiennych zewnętrznych (nieuwzględnionych w przyjętej zależności funkcyjnej) na poziom wskaźnika efektywności.

Druga z nich – metoda DEA – jest nieparametryczną deterministyczną procedurą tworzenia granicy efektywności. Wykorzystanie nieparametrycznego podejścia oznacza, że granica ta jest obwiednią dla obserwacji i – jak napisali Bates, Baines i Whynes – dane mówią same za siebie [Bates i in. 1996, s. 1443]. Ułatwieniem w prowadzeniu badań nad efektywnością przy zastosowaniu metody DEA jest to, że zakładany jest brak występowania składnika losowego oraz że nie jest określana funkcyjna zależność pomiędzy efektami i nakładami, a więc nie definiuje się funkcji produkcji [Coelli i in. 2005; Cooper i in. 2007]. Wyznaczana jest natomiast krzywa będąca obwiednią wszystkich obserwowanych kombinacji efektów i nakładów. Metoda DEA umożliwia pomiar efektywności obiektu względem innych obiektów z badanej grupy. W metodzie DEA efektywność obiektów wyznacza się na podstawie programowania liniowego, a jako obiekty analizy służą tzw. jednostki decyzyjne DMUs² (*Decision Making Units*) [Cooper i in. 2007, s. 22].

W literaturze znaleźć można podejście mówiące, że w przypadku występowania w analizowanej próbie szumów statystycznych zastosowanie metody SFA przeważa nad metodą DEA [Krumbhakar, Lovell 2004, s. 1]³. Model stochastyczny jest bowiem mniej – w porównaniu z modelem deterministycznym – podatny na wpływ wartości odstających (*outliers*) [Sellers-Rubio, Más-Ruiz 2009, s. 663]. Wykorzystanie podejścia stochastycznego daje podstawę do badania determinant zmienności w wartość wskaźnika efektywności [Krumbhakar, Lovell 2004, s. 1]. Można dzięki

² DMU są to podmioty gospodarcze, które wytwarzają dobra materialne i usługi sprzedawane na rynku, przedsiębiorstwa uczestniczące w świadczeniu usług lub organizacje sektora *non profit*, instytucje publiczne, sektory gospodarki narodowej itp.

³ Krumbhakar wskazuje, że efektywność techniczna może zostać wyznaczona za pomocą deterministycznej funkcji produkcji lub jej stochastycznego odpowiednika. Autor pisze dalej, iż ze względu na fakt, że pierwszy model ignoruje efekt szoków losowych, a drugi je uwzględnia, preferowanym podejściem do oceny efektywności technicznej jest stochastyczna funkcja graniczna [Krumbhakar, Lovell 2004, s. 65–66].

temu analizować zmienność otoczenia, która to – w przypadku modelu DEA – była włączana do wskaźnika efektywności technicznej, wpływając na jego wartość.

Kolejnym elementem przemawiającym za metodą SFA jest fakt, że pozwala ona na statystyczną analizę istotności uzyskanych wyników. W tym kontekście Krumbhakar pisze, że główną wadą programowania matematycznego (stosowanego w metodzie DEA) jest liczenie parametrów, a nie ich estymacja za pomocą technik regresyjnych, co utrudnia wnioskowanie statystyczne dotyczące wyznaczonych wartości [Krumbhakar, Lovell 2004, s. 67]. Jednocześnie autor ten dodaje, że – w związku ze sposobem liczenia tych wartości – nieuwzględniany jest w nich błąd standardowy [Krumbhakar, Lovell 2004, s. 69]. Uznanie szumów statystycznych za nieefektywność, jak w metodzie DEA, wpływa na położenie krzywej efektywności, a przez to na ostateczną wartość wskaźnika. Źródłem błędnych wniosków odnośnie do otoczenia wewnętrznego (wewnętrzne determinanty efektywności) badanych za pomocą metody DEA obiektów może być zatem fakt nieuwzględnienia wpływu na poszczególne DMUs ich otoczenia zewnętrznego (zewnętrzne determinanty efektywności). Jak wspomniano, aspekt ten możliwy jest do zbadania przy zastosowaniu metody SFA.

Wśród niektórych badaczy za wadę metody SFA uznawane jest określanie *a priori* postaci funkcyjnej charakteryzującej zależność między efektem i nakładami. Kwestia ta nie jest uznawana przez autorkę za wadę metody, albowiem błędny wybór postaci funkcyjnej może zostać skorygowany za pomocą testów statystycznych, np. ilorazu wiarygodności lub alternatywnie testu Walda, co omówiono w dalszej części artykułu.

Aspektami, które mogą przemawiać za metodą DEA, są, po pierwsze, mniejsza liczebność próby⁴ – relatywnie do SFA – wymagana do przeprowadzenia oceny efektywności [Coelli i in. 2005, s. 64–83]. Jednakże w tym zakresie należy mieć na uwadze, że mała liczebność może spowodować umiejscowienie wielu DMU na krzywej możliwości produkcyjnych, co w następstwie znacznie zwiększy średni wskaźnik efektywności [Adler, Golany 2007, s. 139–153]. Po drugie, w przypadku DEA możliwe jest uwzględnienie wielu efektów, natomiast w metodzie SFA – tylko jednego. Po trzecie, na podstawie badań przeprowadzanych przy wykorzystaniu metody DEA można wskazać benchmarki dla poszczególnych DMU oraz formułować wnioski zarówno w zakresie poziomu efektywności technicznej, jak i efektywności skali każdego DMU, natomiast metoda SFA w odniesieniu do poszczególnych DMU dostarcza je-

⁴ W literaturze dotyczącej metody DEA niekiedy przytacza się postulat $J \geq 3(M+N)$, gdzie: J – liczba obiektów, M – liczba efektów, N – liczba nakładów [Emrouznejad, Amin 2009, s. 486–498]. Warunek ten ustalono za pomocą badań symulacyjnych, kierując się stabilizacją efektywności [Guzik 2009b, s. 25]. Jednakże w literaturze spotyka się zapisy mówiące o typowym dla metod nieparametrycznych (jak np. DEA) „przekleństwie wymiaru” (*curse of dimensionality*), które wymusza zwiększenie liczebności próby w celu wyeliminowania znacznego błędu pomiaru i nieprecyzyjnych oszacowań (wynikających np. z dużego przedziału ufności) [Adler, Golany 2007, s. 139–153; Daraio, Simar 2007, s. 5, 148].

dynie informacji odnośnie do wskaźnika efektywności technicznej. Na temat słabych stron omawianych metod szerzej w publikacji A. Bezat [2011].

Mając na uwadze silną stronę analityczną metody SFA, można stwierdzić, że przeważa ona nad nieparametryczną DEA. Zastosowanie SFA jest szczególnie wskazane, gdy badacz zakłada występowanie szumów statystycznych w informacjach opisujących badane obiekty. Jednak w przypadku gdy celem badania jest uzyskanie szczegółowych wyników dla indywidualnych DMU, zastosowanie znajduje metoda DEA. Niejako naturalna staje się potrzeba zintegrowania obu metod, co było przesłanką stworzenia omawianej w artykule koncepcji.

3. Koncepcja oceny efektywności

Koncepcja prezentowana w artykule zakłada wykorzystanie jako głównego narzędzia oceny efektywności metody SFA i jako uzupełniającego – metody DEA. Na koncepcję składają się dwa zasadnicze kroki: po pierwsze, specyfikacja modelu stochastycznego w metodzie SFA (podrozdział 3.1) oraz, po drugie, specyfikacja modelu deterministycznego w metodzie DEA (podrozdział 3.2).

3.1. Specyfikacja modelu w metodzie SFA

Przy metodzie SFA – jako parametrycznym podejściu – wymagane jest wskazanie *a priori* formy funkcyjnej określającej zależność między nakładem/nakładami a efektem. Niemniej jednak nie jest to uznawane przez autorkę za wadę metody. T. Coelli pisze, że należy oszacować kilka alternatywnych modeli i wyłonić ten preferowany [Coelli 1996, s. 6]⁵. Jednym z najczęściej stosowanych modeli opisujących zależności między nakładem/nakładami a efektem jest funkcja Cobba-Douglasa [Fried i in. 2008]. Przy czym adekwatność tego modelu powinno się testować względem mniej restrykcyjnej formy, jaką jest funkcja translogarytmiczna [Piesse, Thirtle 2000, s. 474]. Przy wyborze postaci funkcyjnej bazuje się na najbardziej popularnych w praktyce ekonometrycznej procedurach testujących. M. Osińska wskazuje na trzy takie procedury, które różnią się zarówno pod względem sposobu konstrukcji, jak i otrzymywanych rezultatów. Obok testu opartego na ilorazie wiarygodności (*Likelihood Ratio* – LR) są to procedury bazujące na: teście Walda (test W) oraz mnożniku Lagrange’a (*Lagrange Multiplier* – LM) [Osińska 2008, s. 66]⁶. Chociaż wszystkie trzy procedury służące do weryfikacji hipotez statystycznych (LR, test W oraz LM) są asymptotycznie równoważne, to jednak pomiędzy ich wartościami zachodzi relacja

⁵ Najczęściej stosowane w badaniach empirycznych są funkcje Cobba-Douglasa oraz translogarytmiczna [Fried i in. 2008], inne to: CES (*Constant Elasticity of Substitution*), ogólna postać funkcji Leontiefa (*generalized Leontief*), znormalizowana kwadratowa (*normalized quadratic*) oraz jej warianty [Battese, Broca 1997, s. 397].

⁶ Wyczerpującą charakterystykę testu Walda oraz mnożnika Lagrange’a, jak również szczegółowe omówienie testu wiarygodności znaleźć można m.in. w pracach [Harvey 1981; Greene 1993; Charemza i Deadman 1997].

($W \geq LR \geq LM$) [Berndt, Savin 1997]. Coelli wskazuje na iloraz wiarygodności (LR) jako procedurę wyboru właściwej postaci funkcyjnej modelu [Coelli 1996, s. 6].

Porównanie prowadzone przy wykorzystaniu ilorazu wiarygodności oparte jest na jego statystyce (LR), która przyjmuje postać:

$$LR^* = -2[\ln L(\hat{\Theta}_R) - \ln L(\hat{\Theta}_N)], \quad (3.1)$$

gdzie: $\ln L(\hat{\Theta}_R)$ – ogarytm wartości największej wiarygodności modelu z restrykcjami; $\ln L(\hat{\Theta}_N)$ – logarytm wartości największej wiarygodności modelu bez restrykcji.

Po określeniu funkcji najlepiej opisującej zależność między nakładami i efektem szacowane są jej parametry. Granica efektywności wyznaczana jest ekonometrycznie za pomocą metody najmniejszych kwadratów i jej pochodnych lub metody maksymalnej wiarygodności [Coelli i in. 2005]⁷. Na podstawie statystyki weryfikacji hipotezy o istotności oszacowania parametru opartej na teście t studenta można określić poprawność doboru zmiennych do modelu i dokonać odpowiednich modyfikacji (usunięcia zmiennych, dla których parametry są nieistotne statystycznie).

Po dokonaniu specyfikacji modelu i oszacowaniu jego parametrów prowadzona jest ocena efektywności badanych obiektów. Wskaźnik efektywności – w przypadku granicznej funkcji stochastycznej – jest mierzony jako stosunek obserwowanego efektu maksymalnego do osiągnięcia efektu w środowisku (otoczeniu) charakteryzowanym przez $\exp(v_i)$ [Krumbhakar, Lovell 2004, s. 65]. Wskaźnik można zapisać jako (ten sam wynik uzyska się przy k nakładach)⁸:

$$TE_i = \frac{y_i}{y_i^*} = \frac{\exp(\beta x_i + v_i - u_i)}{\exp(\beta x_i + v_i)} = \exp(-u_i), \quad (3.2)$$

gdzie: i – indeks oznaczający kolejny obiekt $i=1, \dots, I$, gdzie I to liczba obiektów w próbie; j – indeks oznaczający kolejny nakład $j=1, \dots, l$; y_i – efekt obiektu i ; x_{ij} – nakład j w obiekcie i ; β – wektor parametrów do estymacji; v_i – zmienna losowa reprezentująca błąd losowy, tzw. szum statystyczny; u_i – dodatnia zmienna losowa powiązana z efektywnością techniczną (TE).

Na podstawie formuły 3.2 można stwierdzić, że wskaźnik TE przyjmuje wartości od 0 do 1, a nieefektywność mierzona jest jako stosunek efektu i -tego obiektu do efektu, który jest uzyskiwany przez efektywny obiekt wykorzystujący ten sam wektor nakładów. Poprzez zastosowanie parametrycznej metody SFA można zatem wyznaczyć relatywną efektywność obiektów.

W przypadku metody SFA możliwe jest również dokonanie oceny wpływu zmiennych zewnętrznych (nieuwzględnionych w przyjętej funkcji) na poziom zmiennej u_i ,

⁷ Wartości parametrów funkcji potęgowych, np. funkcji Cobba-Douglasa, wskazują na elastyczności zmiennych określających względem zmiennej określanej [Rembisz 2011].

⁸ Na podstawie T.J. Coelli, D.S.P. Rao, Ch.J. O'Donnell, G.E. Battese [Coelli i in. 2005, s. 244].

[Sellers-Rubio, Más-Ruiz 2009, s. 663; Coelli 1996, s. 7; Battese, Coelli 1995]. Wartość u_i jest powiązana z nieefektywnością techniczną i przyjmuje różne wartości dla poszczególnych obiektów. Wartość ta jest funkcją zbioru obserwowanych zmiennych zewnętrznych (charakteryzujących otoczenie obiektu) [Sellers-Rubio, Más-Ruiz 2009, s. 663]. Zakłada się, że u_i charakteryzuje rozkład ograniczony-normalny z ograniczeniem w zerze, średnią $z_i\delta$ oraz wariancją σ_u^2 ⁹:

$$u_i \sim N^+(z_i\delta, \sigma_u^2), \quad (3.3)$$

gdzie: u_i – dodatnia zmienna losowa powiązana z efektywnością techniczną (TE); z_i – wektor zmiennych objaśniających powiązanych z efektywnością techniczną; δ – wektor parametrów do estymacji.

3.2. Specyfikacja modelu w metodzie DEA

Metoda DEA została zastosowana ze względu na to, że dostarcza wielu szczegółowych informacji dotyczących poszczególnych obiektów w próbie. Wyniki uzyskane przy zastosowaniu tej metody stanowią uzupełnienie wyników metody SFA.

Przyjęta została zasada, że wykorzystanie metody DEA jest słuszne, jeżeli w badanej grupie DMUs obserwowany jest niewielki wpływ szumów losowych. Przyjęcie tego założenia jest niezbędne ze względu na to, że odchylenia od granicy efektywności mogą być spowodowane wystąpieniem zdarzeń losowych, a w przypadku metody DEA przypisywane są one nieefektywności. Bezsposornie może to prowadzić do błędnego wyznaczania wartości wskaźnika efektywności i powodować w następstwie trudności interpretacyjne bądź nawet interpretacje błędne (nieodpowiadające rzeczywistym zależnościom zachodzących między nakładami a efektami).

Test pozwalający na sprawdzenie wpływu technicznej nieefektywności na odchylenia obiektów od granicy efektywności przeprowadzany jest za pomocą współczynnika (γ), który obliczamy (na podstawie wyników uzyskanych dla metody SFA) jako:

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}, \quad (3.4)$$

gdzie: σ_u^2 – wariancja zmiennej u ; σ_v^2 – wariancja zmiennej v .

Współczynnik γ przyjmuje wartości $0 \leq \gamma \leq 1$. Wartość $\gamma = 0$ oznacza, że odchylenia obiektów od granicy efektywności są wyłącznym rezultatem błędów specyfikacji modelu i innych, jak np. szumów statystycznych, nie wynikają natomiast z nieefektywności technicznej. Jeśli hipoteza zerowa ($H_0: \gamma = 0$) jest prawdziwa, oznacza to, że funkcja produkcji jest równoważna z tradycyjną funkcją regresji, której para-

⁹ Zgodnie z podejściem zaprezentowanym przez Battese i Coellego [Battese, Coelli 1995, s. 326].

metry mogą być szacowane przy wykorzystaniu metody najmniejszych kwadratów [Sellers-Rubio, Más-Ruiz 2009, s. 663]. Jednakże jeśli $\gamma > 0$, oznacza to, że dana część całkowitej zmienności związana jest z nieefektywnością.

Jeśli stwierdzone zostanie, że występują podstawy do wykorzystania metody deterministycznej, kolejnym krokiem w ramach przedstawianej koncepcji jest specyfikacja modelu w ramach metody DEA.

W koncepcji przyjęto, że metoda DEA jest metodą uzupełniającą wyniki uzyskane przy zastosowaniu metody SFA. Zatem w modelach DEA przyjmuje się tę samą grupę obiektów i takie same zmienne, jakie wykorzystano (i uznano za statystycznie istotne) przy estymacji parametrów funkcji w ramach aplikacji metody SFA. Dzięki temu krokowi w modelach DEA eliminuje się przypadkowość doboru zmiennych lub/i bazowanie na intuicji eksperckiej w tym zakresie¹⁰.

W metodzie DEA badacz dysponuje wachlarzem dostępnych modeli. Różnią się one głównie w zakresie efektów skali przypisywanych obiektom badanej próby. Wybór modelu wpływa na wartość uzyskanych wskaźników efektywności i – podobnie jak w przypadku doboru zmiennych – również tu bazuje się na wiedzy eksperckiej bądź praktykach stosowanych wśród innych grup badaczy. Założenia odnośnie do efektów skali sformułowane zostały zgodnie z wynikami (tj. efektami skali dla próby) uzyskanymi w przypadku zastosowania dla danej grupy DMUs metody SFA.

Suma parametrów potęgowych funkcji przyjętej w metodzie SFA informuje o proporcji zachodzącej pomiędzy przyrostem efektu i nakładów [Lakner 2009, s. 7]. Jeżeli:

a) $\sum_{j=1}^k \beta_j > 1$, to efekt wzrasta w tempie szybszym niż nakłady (rosnące przychody względem skali);

b) $\sum_{j=1}^k \beta_j < 1$, to efekt wzrasta w tempie wolniejszym niż nakłady (malejące przychody względem skali);

c) $\sum_{j=1}^k \beta_j = 1$, to efekt wzrasta w tym samym tempie co nakłady.

Kolejną kwestią przy specyfikacji modeli DEA jest wybór między danym poziomem efektów i minimalizacją nakładów a danym poziomem nakładów i maksymalizacją efektów, czyli określenie orientacji modelu. W związku z tym, że ocena efektywności oparta na DEA jest uzupełnieniem badań przeprowadzonych przy zastosowaniu metody SFA, za wskazane uznano przyjęcie podejścia zorientowanego na efekt. W metodzie SFA funkcja produkcji modyfikowana jest wertykalnie, za-

¹⁰ Należy jednak już w pierwszym kroku, tj. przy specyfikacji modelu stochastycznego, ograniczyć liczbę nakładów. W metodzie DEA bowiem wraz ze zmniejszaniem się liczby zmiennych (liczby wymiarów) uzyskuje się lepsze oszacowanie granicy efektywności [Daraio, Simar 2007, s. 148].

kłada się maksymalizację efektu przy danym poziomie nakładów, a to odpowiada charakterystyce podejścia zorientowanego na efekt.

W kontekście przyjętych założeń i bazowaniu na wynikach metody SFA możliwe jest wykorzystanie następujących modeli DEA: NIRS-O¹¹, NDRS-O¹², VRS-O¹³. Wilken przyjął analogiczny podział modeli, tzn. na zakładające zmienne, nierosnące i niemające efekty skali [Wilken 2007, s. 16]. Model NIRS-O zapisany został w równaniach 3.5–3.9, model NDRS w równaniach 3.5–3.8 oraz 3.10, natomiast model VRS-O w równaniach 3.5–3.8 oraz 3.11¹⁴. Litera „O” w nazwie modeli oznacza orientację na efekt (*output*), podejście to ma na celu maksymalizację efektów przy wykorzystaniu danego poziomu nakładu/nakładów. Modele NIRS-O, NDRS-O oraz VRS-O tworzone są poprzez rozszerzenie ograniczeń nałożonych na model CRS-O¹⁵ [Cooper i in. 2007, s. 138].

$$\max_{\phi_k, \lambda_i} \phi_k, \quad (3.5)$$

$$\phi y_k \leq \sum_{i=1}^I \lambda_{ik} y_i, \quad (3.6)$$

$$x_{nk} \geq \sum_{i=1}^I \lambda_{ik} x_{ni}, \quad (3.7)$$

$$\lambda_{ik} \geq 0, \quad (3.8)$$

$$\sum_{i=1}^I \lambda_{ik} \leq 1, \quad (3.9)$$

$$\sum_{i=1}^I \lambda_{ik} \geq 1, \quad (3.10)$$

$$\sum_{i=1}^I \lambda_{ik} = 1, \quad (3.11)$$

gdzie: k – indeks oznaczający analizowany obiekt; ϕ – mnożnik poziomu efektów dla obiektu k ¹⁶; i – indeks oznaczający wartości dla kolejnego obiektu $i=1, \dots, I$, gdzie I to liczba obiektów w próbie; y_i – efekt obiektu i ; x_{ni} – nakład n wykorzystywanych przez obiekt i ; n – indeks określający kolejny nakład; λ_{ik} – współczynniki kombinacji liniowej między obiektami i oraz k .

¹¹ W modelu NIRS-O zakłada się nierosnące efekty skali oraz przyjmuje się w nim orientację na efekt.

¹² W modelu NDRS-O zakłada się niemające efekty skali oraz przyjmuje się w nim orientację na efekt.

¹³ W modelu VRS-O zakłada się zmienne efekty skali oraz przyjmuje się w nim orientację na efekt.

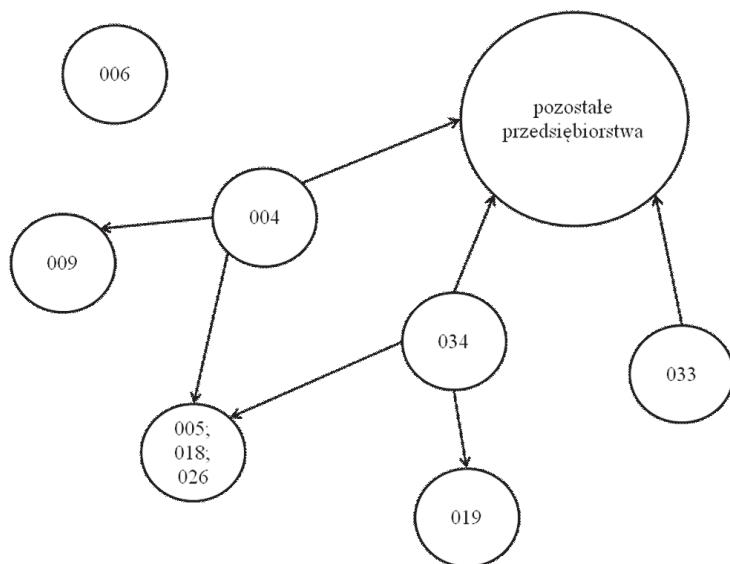
¹⁴ Na podstawie B. Guzik [2009a, s. 165–212].

¹⁵ W modelu CRS-O zakłada się stałe efekty skali oraz przyjmuje się w nim orientację na efekt.

¹⁶ Jest to odwrotność współczynnika efektywności.

Do wyznaczenia wskaźników w modelach DEA zastosowanie znajduje programowanie liniowe (algorytm simplex)¹⁷ [Thanassoulis 2001, s. 11]¹⁸.

Rozszerzeniem wyników uzyskanych przy zastosowaniu metody DEA jest możliwość przeprowadzenia benchmarkingu, czyli wzorowania się na najlepszych [Guzik 2009a, s. 78]. Metoda DEA pozwala na wskazanie benchmarków i obiektów wzorujących się na nich, co w formie wizualizowanej przyjmuje formę grafu benchmarkingu przedstawionego w polskiej literaturze przez Guzika [2009a, s. 79]. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy graf benchmarkingu.



Rys. 1. Przykładowy graf benchmarkingu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Coelli i in. 2005, s. 174].

Strzałka pokazuje kierunek „oddziaływania” i biegnie od obiektu wzorowego do obiektu imitującego. Obiektami wzorcowymi (benchmarkami) w tym przykładzie są obiekty: 004; 033; 034. Obiekt 006 pomimo pełnej efektywności nie jest wzorcem dla innych.

¹⁷ Algorytm simplex to stosowana w matematyce iteracyjna metoda rozwiązywania zadań programowania liniowego za pomocą polepszania (optymalizacji) rozwiązania [Kreko 1973, s. 42-74].

¹⁸ Począwszy od prac Dorfmana, Samuelsona i Solowa [1958], programowanie liniowe stało się akceptowaną metodą wykorzystywaną w ramach oceny efektywności [Daraio, Simar 2007, s. 2].

3.3. Aplikacja koncepcji oceny efektywności

W ramach prowadzonych badań¹⁹ dokonano weryfikacji poprawności przyjętego podejścia. Ze względu na ograniczenia objętości artykułu autorka przedstawia wyniki bardzo skrótowo, jedynie sygnalizując główne spostrzeżenia.

Zaobserwowano porównywalne wartości wskaźników efektywności technicznej dla poszczególnych obiektów zarówno dla modelu głównego (stochastycznego), jak i uzupełniającego (deterministycznego), ale jedynie w przypadku wystąpienia wysokiej (powyżej 0,8) wartości omawianego wcześniej współczynnika (γ), który wskazuje na wpływ technicznej nieefektywności na odchylenia obiektów od granicy efektywności (szacowanej w metodzie SFA). W przypadku niskiej (poniżej 0,3) wartości współczynnika zaobserwowano rozbieżności w wartościach wskaźników efektywności uzyskanych dla metody SFA i dla metody DEA. Dodatkowo zależność między zbieżnością wyników a wartością współczynnika (γ) zauważono również w przypadku analizy efektów skali w całej zbiorowości.

Autorka ma świadomość, że prowadzone badania objęły dość krótki okres, jednakże można je traktować jako wstęp do dalszych aplikacji przedstawionej koncepcji. Niemniej jednak badania te potwierdzają, że – w przypadku dużego udziału szumów losowych na odchylenia obiektów od granicy efektywności – wyniki uzyskiwane przy wykorzystaniu metody DEA wykazują rozbieżność w stosunku do wyników metody SFA.

4. Podsumowanie

W artykule przedstawiono koncepcję oceny efektywności opartą na zintegrowanym zastosowaniu metody SFA i metody DEA. Na koncepcję składają się dwa zasadnicze kroki: po pierwsze, specyfikacja modelu stochastycznego dla metody SFA oraz, po drugie, specyfikacja modelu deterministycznego dla metody DEA.

W przypadku metody SFA przy wyborze postaci funkcyjnej wykorzystuje się iloraz wiarygodności. Parametry modelu szacowane są przy zastosowaniu m.in. metody największej wiarygodności bądź metody najmniejszych kwadratów. W metodzie SFA możliwe jest rozróżnienie źródła odchylenia obiektu od krzywej efektywności, tu wyróżnia się nieefektywność bądź szumy losowe. Wyznaczany jest również wskaźnik informujący, jaką część całkowitej wariancji zmiennych stanowi nieefektywność. Na podstawie sumy wykładników potęgowych przy np. modelu Cobba-Douglasa bądź funkcjach translogarytmicznych określane są efekty skali dla badanej próby. W przypadku metody SFA szczególnie istotne jest uzyskanie informacji o wpływie zmiennych nieuwzględnionych w modelu (tzw. zmiennych zewnętrznych) na wskaźnik efektywności badanych obiektów.

¹⁹ Badania prowadzone były przez autorkę na Wydziale Nauk Ekonomicznych SGGW w Warszawie. Grupę badawczą stanowiły przedsiębiorstwa handlu zbożem (40–70 przedsiębiorstw w zależności od analizowanego roku). Okres badawczy objął lata 2004–2009.

W przypadku metody DEA, ze względu na brak możliwości zweryfikowania poprawności doboru zmiennych, wyboru orientacji modelu oraz efektów skali, przy specyfikacji przyjmuje się założenia oparte na wynikach modelu stochastycznego (tj. wynikach uzyskanych przy zastosowaniu metody SFA). Krok ten uznano za niezbędny ze względu na brak możliwości weryfikacji poprawności uzyskanych wyników w przypadku modeli nieparametrycznych, jakimi są modele DEA. Wykorzystanie metody DEA umożliwia rozszerzenie wyników (w porównaniu z tymi uzyskanymi w przypadku zastosowania metody SFA), szczególnie w odniesieniu do poszczególnych obiektów w badanej próbie. Na podstawie tej metody można bowiem wskazać benchmarki i obiektów wzorujące się na nich, co w formie wizualizowanej przyjmuje formę grafu benchmarkingu; można również określić efekty skali w poszczególnych obiektach.

Przyjęcie zintegrowanego podejścia – łączącego zalety obu metod przy ograniczeniu ich słabych stron – umożliwia zachowanie analogii podczas porównywania wyników i formułowanie wiarygodnych wniosków. Potwierdzono to na podstawie wyników aplikacji stworzonej koncepcji przeprowadzonej na grupie przedsiębiorstw handlowych dla okresu 2004–2009. Zaobserwowano dodatnią zależność między zbieżnością wyników otrzymanych przy zastosowaniu metody SFA i metody DEA a wartością współczynnika (γ). Przy niskiej wartości współczynnika, a zatem niewielkim wpływie nieefektywności na odchylenia obiektów od granicy efektywności (czyli znacznym wpływie szumów losowych), stwierdzono występowanie rozbieżności w uzyskanych wynikach.

Przedstawioną koncepcję można traktować jako nową propozycję i rozwinięcie zastosowania nowoczesnych metod służących do oceny efektywności obiektów, ze szczególnym uwzględnieniem prób badawczych obarczonych elementem losowości. Co również nie bez znaczenia, przy wykorzystaniu podejścia zintegrowanego badacz uzyskuje szerokie spektrum wyników, i to zarówno w odniesieniu do całej próby badawczej, jak i poszczególnych jej obiektów.

Literatura

- Adler N., Golany B., *PCA-DEA. Reducing the curse of dimensionality*, [w:] J. Zhu, W.D. Cook (ed.), *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*, Springer, New York 2007.
- Bates J.M., Baines D., Whynes D.K., *Measuring the efficiency of prescribing by general analysis*, „Journal of Operational Research Society” 1996, vol. 47, s. 12.
- Battese G.E., Broca S.S., *Functional forms of stochastic frontier production functions and models for technical inefficiency effects: A comparative study for wheat farmers in Pakistan*, „Journal of Productivity Analysis” 1997, vol. 8.
- Battese G.E., Coelli T.J., *A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data*, „Empirical Economics” 1995, vol. 20.

- Berndt E.R., Savin N.E., *Conflict among criteria for testing hypotheses in the multivariate regression model*, „Econometrica” 1997, vol. 45.
- Bezat A., *Comparison of the deterministic and stochastic approaches for estimating technical efficiency on the example of non-parametric DEA and parametric SFA methods*, [w:] D. Witkowska (red.), *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, vol. 10, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2009.
- Bezat A., *Zastosowanie metody DEA w analizie efektywności przedsiębiorstw rolniczych*, „Komunikaty, Raporty, Ekspertyzy” nr 545, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
- Charemza W.W., Deadman D., *Nowa ekonometria*, PWN, Warszawa 1997.
- Coelli T.J., Rao D.S.P., O’Donnell Ch.J., Battese G.E., *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 2. ed., Springer, New York 2005.
- Cooper W., Seiford L.M., Tone K., *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses*, Springer, USA 2006.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K., *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References*, 2. ed., Springer, Berlin 2007.
- Daraio C., Simar L., *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis. Methodology and Applications. Methodology and Applications. Series: Studies in Productivity and Efficiency*, Springer, New York 2007.
- Dorfman R., Samuelson P., Solow R., *Linear Programming and Economic Analysis*, McGraw Hill Text, New York 1958.
- Emrouznejad A., Amin G.R., *DEA models for ratio data: Convexity consideration*, „Applied Mathematical Modelling” 2009, vol. 33, s. 1.
- Fried H.O., Lovell C.A.K., Schmidt S.S., *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*, Oxford University Press, New York 2008.
- Greene W.H., *Econometric Analysis*, MacMillan Publishing Company, 2nd ed., New York 1993.
- Guzik B., *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009a.
- Guzik B., *Efektywność w standardowym modelu CCR-DEA przy zmianach rozmiaru zadania*, „Wiadomości Statystyczne”, Czasopismo Głównego Urzędu Statystycznego i Polskiego Towarzystwa Statystycznego, 2009b, nr 11 (582).
- Harvey A.C., *The Econometric Analysis of Time Series*, Philip Allan Publishers, 1981.
- Kreko B., *Lehrbuch der linearen Optimierung. Deutscher Verlag der Wissenschaften*, Berlin 1973.
- Krumbhakar S.C., Lovell C.A.K., *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge 2004.
- Lakner S., *Technical efficiency of organic milk-farms in Germany – the role of subsidies and of regional factors*. Contributed Paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference, Beijing, China 2009.
- Mortimer D., Peacock S., *Hospital Efficiency Measurement: Simple Ratios vs Frontier Methods*, Centre of Health Program Evaluation, Working Paper 135, Australia, 2002.
- Osińska M., *Ekonometryczna analiza zależności przyczynowych*, Wyd. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2008.
- Prędko A., *Analiza efektywności za pomocą metody DEA: Podstawy formalne i ilustracja ekonomiczna*, „Przegląd Statystyczny” 2003, z. 1.
- Rembisz W., *Analityczne właściwości funkcji produkcji rolniczej*, „Komunikaty, Raporty, Ekspertyzy” nr 544, Wyd. IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
- Rembisz W., Sielska A., Bezat A., *Popytowo uwarunkowany model wzrostu produkcji rolno-żywnościowej, Program Wieloletni 2011–2014*, Raport nr 13, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
- Samuelson P.A., Nordhaus W.D., *Ekonomia*, t. 1, PWN, Warszawa 1995.
- Sellers-Rubio R., Más-Ruiz F.J., *Technical efficiency in the retail food industry: the influence of inventory investment, wage levels and age of the firm*, „European Journal of Marketing” 2009, vol. 43, issue 5/6.

Thanassoulis E., *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis, A Foundation Text with Integrated Software*, Kluwer Academic, USA 2001.

Wilken R., *Dynamisches Benchmarking*, Deutscher Universitäts-Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007.

A CONCEPT OF TECHNICAL EFFICIENCY MEASUREMENT BASED ON THE INTEGRATED USE OF THE SFA AND DEA METHODS

Summary: A concept of measurement of technical efficiency based on the integrated use of the SFA method (Stochastic Frontier Approach) and the DEA method (Data Envelopment Analysis) was presented in the paper. The use of the integrated approach that combines the advantages of both methods while limiting their weaknesses allows to compare the results and to formulate reliable conclusions. The presented concept can be treated as a new proposal and development for the use of modern methods for assessing the efficiency of objects, with particular emphasis of research samples burdened with an element of randomness.

Keywords: the SFA method, the DEA method, an integrated approach of efficiency measurement, a concept of measurement of technical efficiency.