

Anna Ćwiąkała-Malys*, Wioletta Nowak

Uniwersytet Wrocławski

NIEPARAMETRYCZNE I PARAMETRYCZNE METODY POMIARU EFEKTYWNOŚCI

Streszczenie: W artykule skupiono się na technicznej i ekonomicznej efektywności oraz różnych metodach ich pomiaru. Dokonano analizy porównawczej nieparametrycznych i parametrycznych granicznych metod pomiaru efektywności. W celu pomiaru technicznej efektywności wykorzystano metodę granicznej analizy danych (DEA) oraz metodę swobodnego ustalania obwiedni (FDH). Z kolei trzy parametryczne metody, tzn. stochastyczną graniczną metodę (SFA), metodę swobodnego rozkładu (DFA) i metodę grubej granicy (TFA) zastosowano do pomiaru ekonomicznej efektywności. W artykule pokazano, że różne metody pomiaru efektywności generują niespójne wnioski.

Słowa kluczowe: efektywność techniczna

1. Wstęp

W dobie globalizacji presja konkurencji zmusza podmioty gospodarcze do poszukiwania rozwiązań, których skutkiem jest stała poprawa efektywności ich działalności. Sytuacja taka implikuje potrzebę badań i analiz efektywności.

Najbardziej popularną metodą badania szeroko rozumianej efektywności jest analiza wskaźnikowa. Użyteczność decyzyjna tej analizy zależy nie tylko od jej poprawności, ale przede wszystkim od właściwego doboru i interpretacji wskaźników finansowych. Wskaźniki umożliwiają ocenę różnych aspektów działalności podmiotu. Stanowią cenne źródło informacji o zagrożeniach i szansach na poprawę wyników finansowych podmiotu. Innymi słowy, za ich pomocą można określić mocne i słabe strony działalności podmiotu. Wykorzystuje się je do porównań z planem, wynikami działalności w poprzednich okresach lub też z innymi podmiotami, które działają w danym sektorze. Ze względu na to, że pogarszanie się sytuacji finansowej podmiotu jest na ogół procesem stopniowym, istotne jest obserwowanie wartości poszczególnych wskaźników w dłuższym horyzoncie czasu. W praktyce najczęściej stosuje się wskaźniki rentowności, płynności, zadłużenia oraz obrotowości. Zagadnieniom analizy wskaźnikowej poświęcono wiele opracowań, np. [7; 11; 18].

* Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2009 jako projekt badawczy.

Wskaźniki przedstawiają zależności między elementami jednego sprawozdania lub elementami różnych sprawozdań. Jednak konstrukcja wskaźników w postaci ilorazu nie pozwala na uwzględnienie jednorazowo wielu wymiarów działalności podmiotu. W związku z tym do oceny efektywności coraz częściej stosuje się także inne metody.

Celem niniejszego artykułu jest przegląd różnych koncepcji efektywności oraz analiza sposobów jej pomiaru na przykładzie podstawowych nieparametrycznych i parametrycznych metod pomiaru efektywności.

2. Wybrane koncepcje efektywności

Pojęcie efektywności odnosi się do wielu obszarów aktywności podmiotów gospodarczych. W związku z tym w literaturze ekonomicznej są opisywane różne rodzaje efektywności. Najczęściej wyodrębnia się efektywność techniczną i ekonomiczną. Podmiot gospodarczy jest efektywny technicznie, gdy minimalizuje nakłady, by osiągnąć dany (zaplanowany) poziom wyników lub uzyskuje maksymalne wyniki z danego (zaplanowanego) poziomu nakładów. Pojęcie efektywności ekonomicznej jest znacznie szersze. W tym przypadku podmiot dokonuje optymalnych wyborów nakładów lub wyników z uwzględnieniem ich cen rynkowych. Podmiot minimalizujący koszty jest efektywny kosztowo, maksymalizujący przychód – efektywny dochodowo. Wyodrębnia się także efektywność alokacji nakładów i wyników.

Poszczególne rodzaje efektywności są ze sobą powiązane. Podmiot jest efektywny ekonomicznie, jeśli jest efektywny pod względem technicznym i alokacyjnym. Na przykład dany podmiot cechuje efektywność kosztowa, jeśli jest efektywny technicznie i alokacyjnie ze względu na ponoszone nakłady. Inaczej mówiąc, nieefektywność techniczna czy alokacyjna nakładów generują nieefektywność kosztową.

Koncepcja **efektywności technicznej** powstała na początku lat 50. XX w. Za jej twórców uważa się przede wszystkim T.C. Koopmansa [14], G. Debreu [9] i M.J. Farrell [13]. Według Koopmansa, w przypadku wielu nakładów i wyników, efektywność techniczna występuje, gdy nie można zwiększyć poziomu jednego z wyników i/lub zredukować jednego z nakładów bez jednoczesnego zmniejszenia wielkości innego wyniku lub zwiększenia poziomu innego nakładu [16, s. 369]. Efektywność w ujęciu Koopmansa ma charakter intuicyjny. W literaturze jest także znana jako efektywność Pareta–Koopmansa.

Odmienną definicję efektywności zaproponował M.J. Farrell. Przez efektywność techniczną rozumiał relację między produktywnością danego podmiotu a produktywnością podmiotu wzorcowego. Dany podmiot jest bardziej produktywny niż drugi, jeśli jest w stanie wygenerować ten sam poziom produktu (produktów) przy zaangażowaniu mniejszych nakładów bądź jeśli produkuje więcej przy tym samym poziomie nakładów co inny podmiot. Wzrost produktywności oznacza, że wyniki rosną szybciej niż nakłady lub nakłady zmniejszają się w większym stopniu niż wyniki. W celu pomiaru efektywności technicznej danego podmiotu należy porównać

uzyskane przez niego relacje wyników produkcji i nakładów do tych, które charakteryzują jednostki najlepsze w danej branży czy gałęzi. Efektywność techniczna Farrella ma charakter względny. Często jest nazywana efektywnością Debreu–Farrell, ze względu na to, że Farrell w swojej pracy nawiązał do aksjomatycznego ujęcia miary efektywności Debreu.

Jednostki efektywne konstytuują krzywą efektywności (granice możliwości produkcyjnych), a ich względna efektywność wynosi 100% lub 1. Natomiast jednostki nieefektywne znajdują się poniżej tej granicy. W ich przypadku wartość względnej efektywności jest mniejsza niż 100%. Innymi słowy, nieefektywność techniczną danego podmiotu określa jego odległość od granicy możliwości produkcyjnych wyznaczonej przez najlepsze w badanej grupie podmioty.

Efektywność techniczna Farrella może być zorientowana na nakłady albo wyniki. Wybór orientacji zależy od charakteru działalności danego podmiotu. Miara efektywności zorientowana na wyniki jest przydatna do oceny podmiotów, których celem jest maksymalizacja wpływów. W tym przypadku poziomy wyników są podstawowymi zmiennymi wpływającymi na decyzje producenta. Miarę zorientowaną na nakłady zaleca się natomiast w przypadku podmiotów skoncentrowanych głównie na minimalizacji kosztów działalności. Rodzaj orientacji ma nie tylko teoretyczne, ale także praktyczne konsekwencje. Wartości miary efektywności zorientowanej na nakłady i zorientowanej na wyniki są równe tylko w przypadku stałych korzyści skali.

Interpretacja miary efektywności zorientowanej w przestrzeni nakładów lub wyników zależy od tego, czy jest to miara radialna, czy nieradialna. W przypadku miar radialnych wszystkie nakłady lub odpowiednio wyniki są skalowane w ten sam sposób. Inaczej, nieefektywność zwiększa się proporcjonalnie do odległości od krawędzi możliwości produkcyjnych. Zastosowanie miar nieradialnych oznacza brak jednolitego mnożnika dla poszczególnych nakładów (wyników). Może bowiem zaistnieć sytuacja, że każdy nakład lub wynik jest skalowany inaczej.

Wielkość radialnej miary efektywności zorientowanej na nakłady informuje, o ile dany podmiot powinien zredukować wszystkie swoje nakłady, aby być efektywnym, przy zachowaniu dotychczasowych wyników. Techniczną efektywność liczy się jako jeden minus maksymalna proporcjonalna redukcja wszystkich nakładów, która jeszcze pozwala uzyskać dane wyniki. Na przykład oszacowana miara efektywności na poziomie 85% oznacza, że dany podmiot będzie efektywny, jeśli swój dotychczasowy poziom wyników uzyska, zużywając 15% mniej nakładów niż w rzeczywistości. Inaczej mówiąc, jednostka efektywna zużyłaby 15% mniej nakładów, by osiągnąć ten sam poziom wyników co dany podmiot. Nieefektywne jednostki zwiększają swoją efektywność w wyniku proporcjonalnego zmniejszenia nakładów.

Wielkość radialnej miary efektywności zorientowanej na wyniki ukazuje, o ile powinny zwiększyć się wyniki podmiotu, aby był on efektywny, przy założeniu, że nie zmienia się poziom użytych przez niego nakładów. Na przykład oszacowana miara efektywności na poziomie 0,85 oznacza, że dany podmiot produkuje średnio

o 15% mniej niż jednostki efektywne ponoszące nakłady na tym samym poziomie. Strategia polegająca na zwiększaniu wyników przy danych nakładach prowadzi do wzrostu efektywności podmiotów nieefektywnych. Interpretacja miar nieradialnych nie jest tak jednoznaczna.

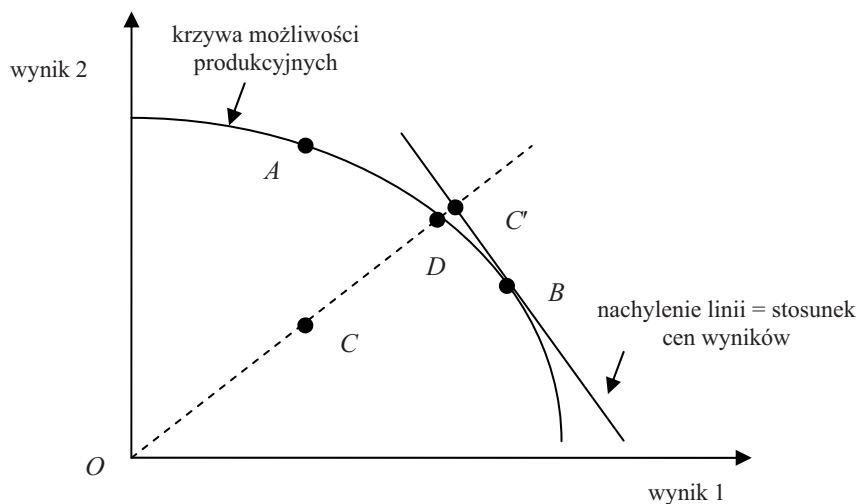
W literaturze postuluje się tzw. pożądane cechy miary technicznej efektywności. Jedną z nich jest jednorodność. Miara zorientowana na nakłady powinna być jednorodna stopnia -1 względem poziomów nakładów. Innymi słowy, dopuszczalne skalowanie nakładów musi prowadzić do odwrotnie proporcjonalnego skalowania miary efektywności, natomiast miara zorientowana na wyniki powinna być liniowo jednorodna względem poziomów wyników. Ponadto, miara technicznej efektywności powinna być nierosnąca względem nakładów i niemalejąca względem wyników oraz przyjmować wartość z przedziału domkniętego od zera (pełna nieefektywność) do jeden (pełna efektywność). Poza tym, nie powinna zależeć od jednostek, w których wyrażane są nakłady i wyniki. Ważną jej cechą, zwłaszcza, gdy nie wszystkie dane są dodatnie, jest translacyjna niezmienniczość. Dodanie rzeczywistej liczby do nakładów lub wyników nie powinno zmienić wskazań pomiaru. Istotne jest również, aby każdy nakład (wynik) był w taki sam sposób porównywany z poziomem efektywnego nakładu (wyniku). Poza tym, agregacja nakładów i wyników nie powinna wpływać na wyniki pomiaru efektywności w badanej próbie [17, s. 765-766]. Stosowane w praktyce miary na ogół nie spełniają wszystkich wymienionych cech. W związku z tym podejmowane są próby, których celem jest konstrukcja idealnej miary.

Efektywność kosztowa charakteryzuje te podmioty gospodarcze, które przy ustalonych cenach czynników produkcji stosują poziomy nakładów umożliwiające uzyskanie zadanych wyników najmniejszym kosztem. Wartość zużytych nakładów w celu otrzymania danego poziomu wyników jest najmniejsza, jeśli są one zaangażowane w proporcjach określonych przez ich ceny rynkowe. Nieefektywność kosztowa oznacza, że podmiot, aby uzyskać dane wyniki, stosuje kombinację nakładów, która generuje większe koszty niż określone przez zasadę minimalizacji kosztów w teorii producenta. W celu wyznaczenia efektywności kosztowej niezbędna jest zatem znajomość cen rynkowych poszczególnych nakładów.

Efektywność dochodowa cechuje podmioty, które przy ustalonych cenach produktów i danych nakładach osiągają poziomy wyników maksymalizujące ich przychód.

Nieefektywność alokacyjna nakładów występuje, gdy krańcowa stopa substytucji czynników wytwórczych nie jest określona przez relację ich cen rynkowych, natomiast efektywność alokacyjna wyników wymaga, by stopa zamiany wyników była wyznaczona przez stosunek ich cen. Graficzna interpretacja radialnej miary efektywności zorientowanej na nakłady oraz efektywności kosztowej jest przedstawiona na rys. 1.

Na rysunku 1 punkty *A*, *B*, *C*, *D*, *E* oznaczają pięć hipotetycznych kombinacji nakładu 1 i nakładu 2, z których w procesie produkcyjnym otrzymuje się dany po-



Rys. 2. Ilustracja koncepcji efektywności technicznej zorientowanej na wyniki

Źródło: opracowanie własne.

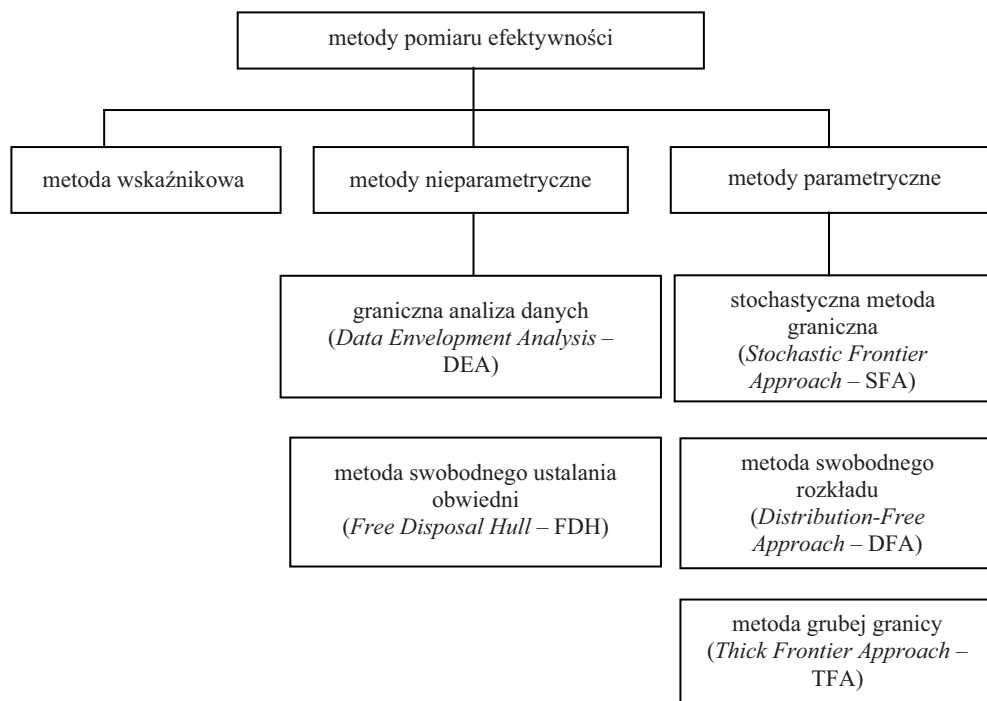
W literaturze istnieje wiele różnych metod pomiaru efektywności technicznej i ekonomicznej.

3. Metody pomiaru efektywności

W celu pomiaru efektywności technicznej stosuje się głównie metody nieparametryczne, natomiast metody parametryczne uważa się za bardziej odpowiednie do estymacji efektywności ekonomicznej. Podstawowa różnica między tymi dwoma rodzajami metod polega na tym, że metody nieparametryczne nie wymagają funkcyjnej zależności między nakładami i wynikami, natomiast w metodach parametrycznych zakłada się odpowiednią postać funkcji produkcji. W metodach nieparametrycznych struktura modelu nie jest założona *a priori*, lecz jest dostosowywana do danych. Metody parametryczne stosuje się w przypadku modeli o ściśle określonej strukturze, którą trzeba zidentyfikować. Od postaci struktury zależy odpowiednio liczba estymowanych parametrów. W metodach nieparametrycznych wykorzystuje się programowanie liniowe, natomiast charakterystyczną cechą metod parametrycznych jest stosowanie technik ekonometrycznych.

Zasadniczy podział stosowanych w praktyce metod pomiaru efektywności, z uwzględnieniem wspomnianej wcześniej metody wskaźnikowej, przedstawia rys. 3.

Wśród podstawowych metod nieparametrycznych wymienia się metodę granicznej analizy danych DEA oraz metodę swobodnego ustalania obwiedni FDH, nato-



Rys. 3. Podział metod pomiaru efektywności

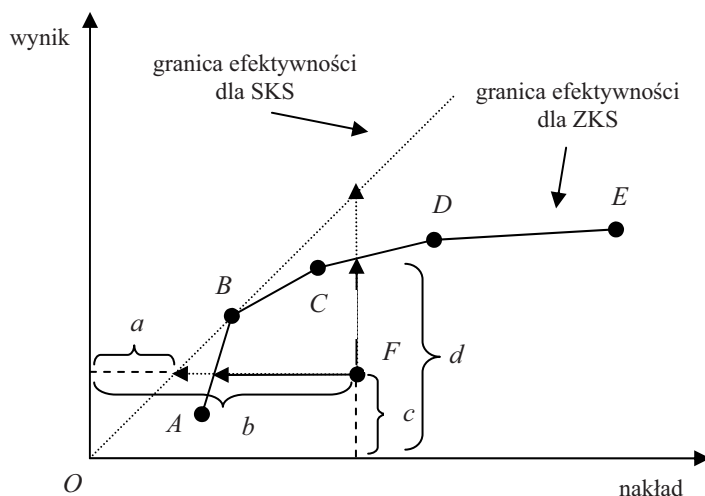
Źródło: opracowanie własne.

miast do podstawowych metod parametrycznych zalicza się stochastyczną metodę graniczną SFA, metodę swobodnego rozkładu DFA i metodę grubej granicy TFA.

3.1. Metody nieparametryczne

Metoda DEA należy do najczęściej stosowanych metod określania efektywności względnej podmiotów gospodarczych. Zapoczątkowali ją w 1978 r. A. Charnes, W.W. Cooper i E.L. Rhodes [5]. Autorzy przedstawili wersję modelu o stałych korzyściach skali. Rozszerzenie tego modelu o przypadek zmiennych korzyści zaproponowali w 1984 r. R.D. Banker, A. Charnes i W.W. Cooper [2]. Intensyfikacja prac badawczych dotyczących pomiaru efektywności z wykorzystaniem tej metody nastąpiła po 1995 r. [12]. Praktyczne wykorzystanie metody DEA ułatwił rozwój oprogramowania komputerowego. Dzięki takim programom, jak EMS czy Win4DEAP jednoczesne rozwiązywanie zagadnień programowania liniowego dla każdego badanego podmiotu stało się łatwiejsze, zwłaszcza w przypadku dużego zbioru danych.

DEA umożliwia analizę efektywności skończonej liczby jednostek decyzyjnych¹, które charakteryzują się wieloma nakładami i wynikami. Na podstawie danych empirycznych wyodrębnia się jednostki, które relatywnie najlepiej wykorzystują posiadane zasoby. Jednostki te wyznaczają krawędź zbioru możliwości produkcyjnych – krzywą efektywności. Kształt tej krzywej zależy od rodzaju korzyści skali. Granice efektywności w modelach DEA, przy założeniu stałych i zmiennych korzyści skali, pokazano na rys. 4.



Rys. 4. Granice efektywności w modelach DEA ze stałymi i zmiennymi korzyściami skali

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 4 przedstawia wielkości nakładów i wyników dla sześciu hipotetycznych jednostek decyzyjnych *A-F*, które wykorzystują jeden nakład (w różnych ilościach) w celu uzyskania jednego wyniku (o różnym poziomie). Spośród nich jednostka *B* charakteryzuje się najlepszą relacją wyniku do nakładu. Przy założeniu stałych korzyści skali, jednostkę tę traktuje się jako punkt odniesienia dla pozostałych, a jednostki *A*, *C*, *D*, *E* oraz *F* uważa się za nieefektywne. Krzywa efektywności jest linią prostą łączącą punkty *O* oraz *B*. W przypadku zmiennych korzyści skali fragmentami liniową krzywą efektywności na płaszczyźnie nakład-wynik wyznaczają jednostki *A-E*. Nieefektywna jest jedynie jednostka *F*.

W modelach DEA zorientowanych na nakłady jednostki nieefektywne mogą osiągnąć względną efektywność równą 1 na skutek redukcji nakładu do poziomu wyznaczonego przez granicę efektywności dla danej wartości wyniku. Przy założe-

¹ Przez jednostki decyzyjne (DMU – *Decision Making Unit*) rozumie się np. przedsiębiorstwa, uczelnie wyższe, szpitale, banki, organizacje *non-profit*.

niu stałych korzyści skali, radialną miarę względnej efektywności zorientowanej na nakłady dla jednostki F można przedstawić jako stosunek a/b .

W modelach zorientowanych na wyniki, 100-procentowa efektywność względna jest możliwa, jeśli dla danego poziomu nakładu jednostka zwiększy poziom wyniku, na tyle by znaleźć się na granicy możliwości produkcyjnych. W przypadku zmiennych korzyści skali, radialną miarę względnej efektywności zorientowanej na wyniki dla jednostki F graficznie przedstawia się jako relację c/d .

W celu pomiaru efektywności przyjmuje się, że badana grupa obejmuje n jednostek decyzyjnych. Każda jednostka wykorzystuje m takich samych nakładów (w różnych ilościach) i uzyskuje s tych samych wyników (o różnych poziomach)².

Efektywność j -tej jednostki decyzyjnej jest definiowana jako ważona suma jej wyników do ważonej sumy nakładów:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}, \quad (1)$$

gdzie: u_r – waga, która określa znaczenie r -tego wyniku,

v_i – waga określająca znaczenie i -tego nakładu,

x_{ij} – i -ty nakład wykorzystywany przez j -tą jednostkę decyzyjną,

y_{rj} – r -ty wynik uzyskany przez j -tą jednostkę, przy czym: $i = 1, 2, \dots, m$;
 $j = 1, 2, \dots, n$; $r = 1, 2, \dots, s$.

Nieliniową funkcję celu (1) przekształca się do postaci liniowej, aby zastosować programowanie liniowe, oraz przyjmuje się dodatkowe ograniczenia umożliwiające znalezienie optymalnego rozwiązania. Zagadnienie programowania liniowego rozwiązuje się dla każdej jednostki. Na przykład w modelu o stałych korzyściach skali, zorientowanym na nakłady, wskaźnik efektywności θ_0 dla jednostki decyzyjnej oznaczonej indeksem 0 wyznacza się, rozwiązując zadanie³:

$$\min \theta_0 \quad (2)$$

przy ograniczeniach:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_0 x_{i0}, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, \quad (4)$$

² Zakłada się, że wielkości nakładów i wyników są nieujemne, przy czym dla każdej jednostki decyzyjnej przynajmniej jeden nakład i jeden wynik są dodatnie.

³ Tak sformułowane zadanie nosi nazwę dualnego. Pierwotne jest następujące: $\max \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$, przy ograniczeniach $\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$; $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$, $u_r, v_i > 0$, $\forall i, j, r$.

$$\lambda_j \geq 0, \quad \forall j. \quad (5)$$

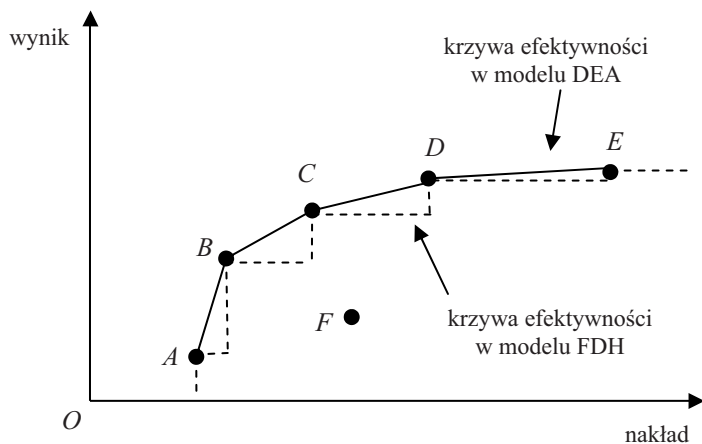
Z (2)-(5) wynika, że w modelu przyjmuje się m ograniczeń dotyczących nakładów, s ograniczeń odnośnie do wyników oraz n ograniczeń dla wag. W modelu o zmiennych korzyściach skali dodatkowo przyjmuje się założenie

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1. \quad (6)$$

Literatura dotycząca metody DEA jest bardzo bogata i różnorodna. W ciągu 30 lat istnienia metoda ta podlegała licznym modyfikacjom metodologicznym. Konstruowano nowe miary, wprowadzano różne ograniczenia na wagi związane z nakładami i wynikami, stosowano różne modele estymacji granicy itd.

Odmianą metody DEA jest zaproponowana przez D. Deprinsa, L. Simara oraz H. Tulkensa **metoda FDH** [10]. W metodzie tej nie przyjmuje się założenia o wypukłości zbioru możliwości produkcyjnych. Krzywa efektywności wyznaczona za pomocą tej metody znajduje się wewnątrz krzywej wyznaczonej w modelach DEA. W związku z tym oszacowania miar efektywności w modelach FDH są większe niż w DEA.

Różnice w konstrukcji granic możliwości produkcyjnych w obu rodzajach modeli przedstawia rys. 5. Linią ciągłą zaznaczono granicę efektywności w modelu DEA o zmiennych korzyściach skali, a przerywaną – granicę efektywności w modelu FDH.



Rys. 5. Krzywe efektywności w modelach DEA i FDH

Źródło: opracowanie własne.

W deterministycznych metodach nieparametrycznych nie uwzględnia się wpływu czynników losowych na efektywność danego podmiotu. Pomijane są także kwe-

stie dotyczące błędów pomiaru. Jakikolwiek odchylenie od granicy efektywności jest traktowane jako przejaw nieefektywności, a nie np. szok losowy. Ponadto metody te są wrażliwe na obserwacje nietypowe. Niewielka zmiana rozmiaru badanej grupy może zasadniczo zmienić wyniki pomiaru efektywności. Nawet jedna obserwacja nietypowa zmienia położenie krzywej efektywności. Co więcej, użyteczność metody DEA czy FDH jest niewielka, gdy stosuje się je do badania efektywności względnej dla małej liczby jednostek. W tym przypadku może się zdarzyć, że krzywą efektywności utworzą wszystkie jednostki lub większość z nich.

3.2. Metody parametryczne

W modelach parametrycznych krzywą efektywności wyznacza, estymowana za pomocą klasycznych narzędzi ekonometrycznych, funkcja kosztów (lub rzadziej funkcja produkcji). Obserwowane odchylenia od tej krzywej częściowo są konsekwencją występowania czynników przypadkowych, pozostających poza kontrolą podmiotu, a częściowo wynikają z nieefektywności podmiotu. Innymi słowy, nieefektywność jest jednym z czynników wyjaśniających różnicę między obserwowanym dla danego podmiotu poziomem kosztów a poziomem kosztów prognozowanym na podstawie estymowanej funkcji kosztów. Model składa się z odpowiednio wyspecyfikowanej funkcji kosztów oraz dwóch składników losowych. Jeden z nich uwzględnia wpływ błędów losowych, a drugi modeluje nieefektywność.

Modele SFA, DFA i TFA różnią się założeniami dotyczącymi oddzielenia błędu losowego od nieefektywności. Słabą stroną tych modeli jest to, że przyjmowane *a priori* założenia są trudne do weryfikacji.

Stochastyczną metodę graniczną SFA opracowali niezależnie D. Aigner, C.A.K. Lovell i P. Schmidt [1] oraz W. Meeusen i J. van den Broeck [15]. W metodzie tej zakłada się, że czynnik losowy ma rozkład normalny (symetryczny względem zera), natomiast nieefektywność ma rozkład jednostronny, ograniczony od dołu przez zero lub rozkład eksponencjalny. *A priori* przyjmuje się, że błąd losowy może być, z jednakowym prawdopodobieństwem, zarówno dodatni, jak i ujemny. Z kolei rozkład nieefektywności wynika z tego, że przyczynia się ona do wzrostu, a nie do obniżenia kosztów. W związku z tym nieefektywność należy dodawać do funkcji kosztów, a nie od niej odejmować. Przyjmuje się również, że nieefektywność nie jest skorelowana ze zmiennymi objaśniającymi.

Stochastyczna graniczna funkcja kosztów dla i -tego podmiotu ma postać:

$$c_i = c(X_i, \beta) + u_i + v_i, \quad (7)$$

gdzie: $u_i \leq 0$ – nieefektywność o rozkładzie asymetrycznym,

v_i – czynnik losowy o normalnym rozkładzie.

Funkcja kosztów $c(x_i, \beta)$ zależy od wektora nakładów X_i oraz od nieznanego wektora parametrów β .

W metodzie DFA [3] przyjmuje się postać funkcji kosztów taką jak w metodzie SFA, ale nie zakłada się określonego kształtu rozkładu nieefektywności u_i . Ponadto zakłada się, że przeciętna efektywność każdej jednostki jest stała w czasie, a odchylenia od niej są spowodowane przez czynnik losowy. Nieefektywność może być estymowana w różny sposób, np. na podstawie wartości zmiennych sztucznych dla danej jednostki czy za pomocą uogólnionej metody najmniejszych kwadratów.

Cechą charakterystyczną metody TFA [4] jest podział badanej grupy podmiotów na klasy. Na podstawie danych empirycznych wyodrębnia się cztery klasy według poziomu kosztu przeciętnego. Do dolnego kwartyla należą podmioty o najniższych kosztach przeciętnych, natomiast do górnego – o najwyższych. W przeciwieństwie do SFA i DFA, postać funkcji jest estymowana tylko dla wyodrębnionej grupy jednostek, tzn. należących do dolnego kwartyla. Inaczej, na podstawie kwartyla jednostek o najniższych kosztach przeciętnych (poniżej średniej w badanej próbie) estymuje się tzw. grubą granicę (*thick frontier*).

W metodzie zakłada się, że odchylenia zaobserwowane w danym kwartylu są spowodowane przez czynnik losowy, natomiast odchylenia między kwartyłami są skutkiem nieefektywności. Metoda TFA nie pozwala na oszacowanie efektywności poszczególnych podmiotów.

4. Podsumowanie

Pomiar efektywności jest szczególnie istotny w obecnej sytuacji gospodarczej. Nie chodzi tu jedynie o jednostki produkcyjne, ale też o te, które działają w warunkach szczególnych gospodarczo, np. szkoły wyższe, szpitale. Ocena efektywności w ujęciu ilościowym powinna być podstawowym narzędziem podejmowania decyzji gospodarczych. Im jest ona dokładniejsza, tym uzyskane dzięki niej informacje ekonomiczne są rzetelniejsze i trafniejsze. Efektywność bądź jej brak stają się kierunkowskazem w procesie kontynuacji działania podmiotu gospodarczego.

W teorii ekonomii występują nie tylko różne koncepcje efektywności, ale także różne metody jej pomiaru. Wyniki pomiaru efektywności otrzymane za pomocą różnych metod nie zawsze są w pełni porównywalne. Brak porównywalności wynika nie tylko z różnic w założeniach, ale także ze stosowanych danych, np. metody parametryczne, w przeciwieństwie do nieparametrycznych, uwzględniają dodatkowo ceny nakładów.

Należy zauważyć, że użyteczność decyzyjna poszczególnych metod zależy w dużej mierze od tego, czy generują podobne rozkłady efektywności. Zatem stosowane metody powinny prowadzić do takiego samego uporządkowania jednostek według ich względnej efektywności, tzn. identyfikować te same jednostki jako relatywnie efektywne lub nieefektywne. Ponadto uzyskane wyniki efektywności powinny być stabilne w czasie. Dopuszczalne są pewne różnice w efektywności, wynikające np. z wprowadzenia nowej technologii, ale wyniki pomiaru nie powinny zmieniać się w sposób radykalny z roku na rok. Wyniki pomiaru efektywności generowane przez

metody nieparametryczne i parametryczne powinny być spójne (a przynajmniej zbliżone) z oceną efektywności uzyskaną za pomocą metod wskaźnikowych.

Literatura

- [1] Aigner D., Lovell C.A.K., Schmidt P., *Formulation and estimation of stochastic frontier production function models*, „Journal of Econometrics” 1977, vol. 6, s. 21-37.
- [2] Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W., *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis*, „Management Science” 1984, vol. 30, s. 1078-1092.
- [3] Berger A.N., „Distribution-free” estimates of efficiency in the U.S. banking industry and tests of the standard distributional assumptions, „The Journal of Productivity Analysis” 1993, vol. 4, s. 261-292.
- [4] Berger A.N., Humphrey D.B., *The dominance of inefficiencies over scale and product mix economies in banking*, „Journal of Monetary Economics” 1991, vol. 28, s. 117-148.
- [5] Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.L., *Measuring the efficiency of decision making units*, „European Journal of Operational Research” 1978, no. 2, s. 429-444.
- [6] Cook W.D., Seiford L.M., *Data envelopment analysis (DEA) – thirty years on*, „European Journal of Operational Research” 2009, vol. 192, s. 1-17.
- [7] Ćwiakała-Małys A., Nowak W., *Zarys metodologiczny analizy finansowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2005.
- [8] Ćwiakała-Małys A., Nowak W., *Sposoby klasyfikacji metod badania efektywności względnej DEA*, „Badania Operacyjne i Decyzje” 2009, nr 3-4.
- [9] Debreu G., *The coefficient of resource utilization*, „Econometrica” 1951, vol. 19, s. 273-292.
- [10] Deprins D., Simar L., Tulkens H., *Measuring labor efficiency in post Office*, [w:] *The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements*, eds. M. Marchand, P. Pestieau, H. Tulkens, Elsevier, 1984, s. 345-367.
- [11] Dudycz T., Wrzosek S., *Analiza finansowa: problemy metodyczne w ujęciu praktycznym*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2003.
- [12] Emrouznejad A., Parker B.R., Tavares G., *Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the 30 years of scholarly literature in DEA*, „Socio-Economic Planning Sciences” 2008, vol. 42, s. 151-157.
- [13] Farrell M.J., *The measurement of productive efficiency*, „Journal of the Royal Statistical Society” 1957, Series A, vol. 120, s. 253-290.
- [14] Koopmans T.C., *An analysis of production as an efficient combination of activities*, [w:] *Activity Analysis of Production and Allocation*, Wiley, New York 1951.
- [15] Meeusen W., van den Broeck J., *Efficiency estimation from Cobb-Douglas production function with composed error*, „International Economic Review” 1977, vol. 18, s. 435-444.
- [16] Ruggiero J., *A new approach for technical efficiency estimation in multiple output production*, „European Journal of Operational Research” 1998, vol. 111, s. 369-380.
- [17] Sueyoshi T., Sekitani K., *An occurrence of multiple projections in DEA-based measurement of technical efficiency: Theoretical comparison among DEA models from desirable properties*, „European Journal of Operational Research” 2009, vol. 196, s. 764-794.
- [18] Sierpińska M., Jachna T., *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.

NONPARAMETRIC AND PARAMETRIC METHODS OF EFFICIENCY MEASUREMENT

Summary: The article focuses on the technical and economic efficiency and various methods of their measurement. It provides a comparison of nonparametric and parametric frontier efficiency methods. The nonparametric techniques of Data Envelopment Analysis (DEA) and Free Disposal Hull (FDH) are applied to measure the technical efficiency. On the other hand, three parametric approaches: Stochastic Frontier Approach (SFA), Distribution-Free Approach (DFA) and Thick Frontier Approach (TFA) are used to measure the economic efficiency. The article shows that various efficiency methods do not yield consistent results.