

# Joanna Podgórska

---

## Wybrane metody pomiaru efektywności podmiotów leczniczych

---

Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. Pragmata tes Oikonomias 11, 53-70

---

2017

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Joanna PODGÓRSKA

Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie

## Wybrane metody pomiaru efektywności podmiotów leczniczych

**Synopsis:** W niniejszym artykule dokonano przeglądu badań nad efektywnością podmiotów leczniczych. Zaprezentowano wybrane metody pomiaru efektywności podmiotów sektora opieki zdrowotnej oraz zweryfikowano możliwości wykorzystania najczęściej stosowanych w tym celu narzędzi. Niniejszy artykuł wskazuje, iż w praktyce istnieje wiele metod służących ocenie efektywności podmiotów leczniczych, jednakże za najpopularniejsze metody szacowania wielokryterialnej efektywności w przypadku sektora ochrony zdrowia uznać należy metodę DEA i SFA. Ilościowo przeważają badania wykorzystujące analizę obwiedni danych (DEA), których wyniki mogą przynieść istotne informacje o gospodarności jednostek oraz ich efektywności względem porównywanych podmiotów z sektora.

**Słowa kluczowe:** efektywność, podmiot leczniczy, metoda DEA.

### Wprowadzenie

W dobie obserwowanych trendów, takich jak pogłębiająca się nierównowaga między zapotrzebowaniem na świadczenia zdrowotne a możliwością ich zaspokojenia, coraz częściej poszukuje się skutecznych metod pomiaru efektywności podmiotów leczniczych. Badanie efektywności w sektorze opieki zdrowotnej wymaga uwzględnienia wielu czynników, które należy analizować na kilku różnych, wzajemnie powiązanych ze sobą poziomach: systemu jako całości, organizacji opieki zdrowotnej, a także poszczególnych procesów. Jest to zatem problem złożony i wieloaspektowy. Złożoność tego zagadnienia wynika przede wszystkim ze znacznej liczby celów stawianych przed podmiotami leczniczymi, do których zaliczyć można cele finansowe, medyczne oraz społeczne. Efektywne wykorzystanie zasobów opieki zdrowotnej stanowi z kolei warunek poprawy dostępności i jakości usług leczniczych.

Wzmózione zainteresowanie mierzaniem czynników wytwórczych, działalności, a także wyników podmiotów leczniczych można zatem przypisać

zwiększonej trosce o koszty ponoszone w sektorze ochrony zdrowia, wynikającej m.in. z ograniczoności zasobów, a także wzrostu presji społeczeństwa dotyczącej jakości i dostępności dostarczanych usług zdrowotnych.

Niniejszy artykuł ma na celu prezentację wybranych metod pomiaru efektywności podmiotów leczniczych. Dokonano w nim przeglądu badań nad efektywnością podmiotów sektora opieki zdrowotnej oraz zweryfikowano możliwości wykorzystania najczęściej stosowanych w tym celu narzędzi. Wskazano, iż istnieje wiele metod służących ocenie efektywności podmiotów leczniczych. Ich wybór zależy m.in. od celu dokonywanego pomiaru. Za najpopularniejsze metody szacowania wielokryterialnej efektywności w przypadku sektora ochrony zdrowia uznaje się metody DEA i SFA. Ilościowo przeważają jednak badania wykorzystujące analizę obwiedni danych (DEA).

## **1. Metody szacowania wielokryterialnej efektywności w sektorze ochrony zdrowia**

Problematyka czynników kształtujących efektywność w ochronie zdrowia jest tematem wielu badań empirycznych. Dotyczą one m.in. sposobu finansowania podmiotów leczniczych oraz jego wpływu na poziom efektywności jednostek [6], siły konkurencji na rynku usług zdrowotnych i jej wpływu na efektywność badanych podmiotów [15], ale także zakresu usług oferowanych przez podmioty lecznicze, które warunkowały poziom efektywności badanych jednostek [66]. Przedmiotem badań bywa ponadto struktura własnościowa podmiotów leczniczych [10], [29], [20], [48], [50], [7], [4], a nawet wpływ wielkości podmiotu leczniczego na jego efektywność [42], [46], [64].

Do pomiaru efektywności organizacji wykorzystuje się różne metody. Można podzielić je na trzy podstawowe grupy: wskaźniki ilorazowe, metody parametryczne oraz nieparametryczne [55]. Wskaźniki ilorazowe najczęściej stosowane są jako uzupełnienie szczegółowych wyników analiz. Metody parametryczne stosuje się w przypadku modeli o ściśle określonej strukturze, którą trzeba zidentyfikować. Narzędzia te wymagają przyjęcia założeń dotyczących postaci funkcji produkcji. Funkcja ta określa relacje między nakładami a wynikami. Daje odpowiedź na pytanie, jaki maksymalny produkt można uzyskać przy danych nakładach [14]. Metody nieparametryczne wykorzystywane są z kolei do mierzenia efektywności technicznej oraz umożliwiają analizę ponoszonych nakładów i efektów [63]. Metody te opierają się na technikach ekonometrycznych celem estymacji parametrów specyficznej funkcjonalnej formy funkcji produkcji. Funkcja ta dostarcza informacje na temat wielkości maksymalnego produktu, jaki można uzyskać przy

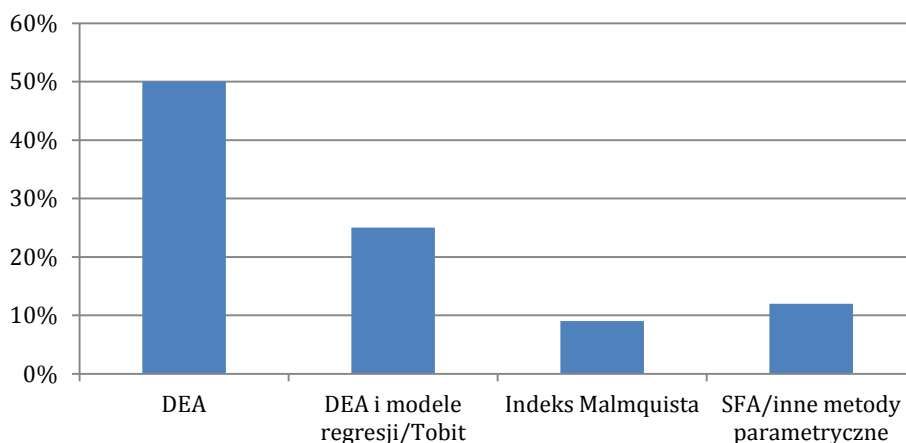
danych nakładach. Parametry funkcji ustala się za pomocą klasycznych narzędzi estymacji ekonometrycznej [3]. Podejście nieparametryczne wykorzystuje techniki programowania matematycznego i nie nakłada żadnych warunków na formę funkcjonalną. Wykorzystywane są dane obserwowane, aby wywnioskować kształt granicy – tworząc empiryczną funkcję graniczną [52]. Najpopularniejsze metody parametryczne to stochastyczna granica efektywności SFA (*Stochastic Frontier Approach*), TFA (*Thick Frontier Approach*) oraz DFA (*Distribution Free Approach*). W praktyce oceny efektywności bazujące na wykorzystaniu funkcji produkcji mają zwykle charakter fragmentaryczny, uwzględniający jedynie część kategorii efektywności [58]. Z kolei wśród metod nieparametrycznych wyróżnia się analizę obwiedni danych DEA (*Data Envelopment Analysis*), której twórcami są A. Charnes, W.W. Cooper i E. Rhodes, oraz metodę swobodnego ustalania obwiedni FOR [5]. Za najpopularniejsze metody szacowania wielokryterialnej efektywności w przypadku sektora ochrony zdrowia uznaje się metody DEA i SFA. Ilościowo przeważają jednak badania wykorzystujące DEA [5], [65], [31], [59], z uwagi na ich prostą i jednocześnie elastyczną konstrukcję, umożliwiającą porównanie różnych nakładów i efektów, bez dodatkowych założeń, które cechują metody parametryczne [34].

## 2. Badania nad efektywnością podmiotów leczniczych

W porównaniu do innych sektorów gospodarki, tworzenie mierników efektywności w sektorze ochrony zdrowia stanowi ogromne wyzwanie ze względu na złożoność procesu świadczenia usług oraz silny wpływ otoczenia na funkcjonowanie podmiotu leczniczego. Szerokiej analizy dotyczącej badań nad efektywnością podmiotów leczniczych dokonał B. Hollingsworth. Przeanalizował on 188 opracowań, których przedmiotem były różne warianty efektywności. Ponad połowa z badań dotyczyła podmiotów leczniczych, jakimi są szpitale. Badania obejmowały również personel medyczny, apteki, przychodnie, domy opieki oraz nabywców świadczeń zdrowotnych. W większości przypadków do oceny podmiotów leczniczych używano nieparametrycznych metod szacowania efektywności (głównie analizę obwiedni danych DEA). I chociaż to właśnie metoda DEA była dominująca w przeanalizowanych przez autora badaniach, to Hollingsworth zwraca równocześnie uwagę na fakt rosnącej popularności metod parametrycznych, coraz częściej wykorzystywanych w tego typu badaniach. Wykres 1 prezentuje wyniki analizy, jakiej dokonał autor.

W 50% przeanalizowanych przez Hollingswortha badań zastosowano wyłącznie metodę analizy obwiedni danych. Autor zaznacza, iż w opracowaniach opublikowanych do 1997 roku DEA zastosowana była aż w 60%.

W ¼ opracowań zastosowano metodę DEA wraz z innymi modelami – regresji liniowej i tobitowym. Indeks Malmquista, wykorzystywany do oceny zmian efektywności w czasie, użyto w 9% opracowań, a metodę parametryczną SFA wraz z innymi parametrycznymi metodami – w 12% [27]. A. Emrouznejada, B.R. Parker i G. Tavares, dokonując przeglądu ponad 4000 opracowań (publikacji i innych materiałów naukowych, które ukazały się w latach 1978–2007), także zaobserwowali znaczny wzrost zainteresowania metodą DEA, zwłaszcza w kontekście efektywności systemu opieki zdrowotnej. W przeanalizowanych opracowaniach opieka zdrowotna i badanie efektywności szpitali (obok sektora bankowego i edukacyjnego) okazały się najpopularniejszym obszarem analiz, w których stosowano metodę DEA [18].



**Wykres 1.** Metody wykorzystywane do badania efektywności w ochronie zdrowia

Źródło: [27].

W literaturze polskiej i światowej istnieje bardzo wiele przykładów użycia DEA w badaniu efektywności sektora zdrowotnego, zwłaszcza w odniesieniu do szpitali, co prezentowali m.in. B. Hollingsworth i S.J. Peacock [28]. Badaniu podlegają zarówno efektywność zarządzania, jak i wykorzystania środków finansowych, a także innych materialnych zasobów (efektywność techniczna). Różna jest skala przeprowadzanych badań – analiza obwiedni danych stosowana była w wielu krajach do oceny efektywności całych systemów zdrowotnych, ale także do oceny pojedynczych jednostek, np. szpitali. Otrzymane w wyniku analizy dane dostarczały cennych informacji oraz wskazówek zarządczych, będących niejednokrotnie podstawą do racjonalnej alokacji refundacji. W Polsce metoda DEA znana jest od końca lat 90. i wciąż obserwowany jest wzrost jej popularności.

J. Rój wykorzystwała metodę DEA do zbadania efektywności usługowej szpitali w Polsce. Badaniem objęto polskie szpitale ogólne opieki krótkoterminowej II poziomu referencyjnego, należące do samorządu wojewódzkiego [51]. Celem badań było udowodnienie, iż poprawa efektywności usługowej szpitali jest istotnym czynnikiem uzasadniającym stosowanie przedmiotowego mechanizmu finansowania szpitali, wprowadzonego w ramach reformy systemu opieki zdrowotnej. Autorka udowodniła, że przechodzenie od podmiotowego mechanizmu finansowania do finansowania przedmiotowego, będące rezultatem wprowadzonej w Polsce reformy systemu opieki zdrowotnej z 1999 roku, przyczyniło się do poprawy efektywności usługowej szpitali. W dalszej kolejności wykorzystwała metodę analizy obwiedni danych do oceny znaczenia czynnika finansowego w rozwoju technologii medycznych w klinice uniwersyteckiej [52]. W badaniach zastosowano metodę DEA – model zorientowany na wyniki o stałych efektach skali, analizę stochastycznej funkcji granicznej, indeks Malmquista, indeks Malmquista-Luenbergera oraz analizę korelacji liniowej. W wyniku dokonanych analiz sformułowano wnioski o występowaniu związku (o charakterze ujemnym) pomiędzy czynnikiem finansowym a rozwojem technologii medycznych w klinice uniwersyteckiej. Autorka ustaliła relacje wyników w ujęciu poszczególnych zadań wykonywanych przez klinikę uniwersytecką i docelowo określiła wpływ zmian technologii kliniki uniwersyteckiej na jej efektywność technologiczną [52]. M. Jewczak i A. Żółtaczek ocenili efektywność techniczną podmiotów sektora ochrony zdrowia w Polsce na przykładzie szpitali ogólnych. W badaniu również zastosowano metodę DEA – model o zmiennych efektach skali, oraz indeks Malmquista. Ocena efektywności technicznej szpitali ogólnych w poszczególnych województwach w Polsce została przeprowadzona dla danych statystycznych z lat 1999–2009 i miała stanowić podstawę decyzji dotyczących kreowania regionalnej polityki zdrowotnej w Polsce [30]. S. Nieszporska podjęła z kolei próbę wykazania, za pomocą metody DEA, zależności pomiędzy ewentualną nieefektywnością objętych analizą szpitali a wybranymi zmiennymi, m.in. socjo-demograficznymi [40]. Użyła również DEA (model zorientowany na nakłady ze zmiennymi efektami) w badaniu efektywności leczenia zaćmy w Polsce [41].

Przykładem zastosowania metody DEA na świecie jest z kolei próba oceny efektywności szpitali, jakiej dokonali norwescy naukowcy. Badaniem objęto 48 szpitali, w 10-letnim horyzoncie czasowym [6]. Celem analizy była weryfikacja, czy wprowadzona w 1997 roku reforma (zakładająca m.in. zmianę sposobu finansowania szpitali) wpłynęła na efektywność szpitali oraz jakość świadczonych przez nie usług. W wyniku analiz autorzy uznali, iż sytuacja ta jest bardzo prawdopodobna.

We Włoszech przy użyciu metody DEA dokonano analizy efektywności technicznej 85 prywatnych i publicznych szpitali [47]. P. Byrnes i M. Fre-

eman oszacowali (za pomocą dwóch modeli DEA zorientowanych na nakładach) efektywność działania usługodawców w zakresie leczenia chorób psychicznych oraz uzależnień w hrabstwie Columbus w Stanach Zjednoczonych. Uzyskane wyniki pozwoliły na określenie przeciętnej efektywności oraz odpowiednio przeciętnej kosztowo efektywnej skuteczności leczenia usługodawców [8]. Efektywność z użyciem metody DEA oceniano także w jednej z austriackich prowincji, gdzie obliczono i porównano wyniki efektywności dla poszczególnych oddziałów szpitalnych w określonych dziedzinach medycznych [26].

W 1999 r. badaniu efektywności poddano 95 fińskich szpitali – analizę przeprowadzono po zmianie sposobu finansowania szpitali w Finlandii [35]. Ci sami autorzy przeprowadzili badania (tym razem przy użyciu metody SFA), gdzie ujęto efekty działalności szpitali w zakresie prowadzonego kształcenia, badań oraz leczenia i dokonano oceny ich efektywności kosztowej. Autorzy określili jednocześnie właściwy poziom finansowania poszczególnych wymiarów działalności szpitala, które niezbędne są w rozwoju technologii medycznych [36].

Na przestrzeni wielu lat dokonano wielu modyfikacji modeli badających efektywność jednostek, w tym także modeli DEA. Należy pamiętać, że analiza obwiedni danych dostarcza wiarygodnych wyników jedynie w postaci względnej efektywności danej jednostki decyzyjnej w relacji do badanej grupy. Na podstawie otrzymanych rezultatów powinna być możliwa ocena badanych podmiotów w dalszej perspektywie czasu, co jest możliwe przy zastosowaniu pomiaru zmian efektywności w czasie, przeprowadzonych za pomocą indeksu Malmquista i indeksu Malmquista–Luenbergera [52].

### 3. Podejście parametryczne

Analiza stochastycznej funkcji granicznej (SFA) to powszechnie stosowana metoda zaliczana do metod całościowych – wykorzystywanych do ogólnej oceny działalności różnych organizacji, w tym również podmiotów leczniczych. Model SFA został zaproponowany jednocześnie przez D.J. Aignera, C.A.K. Lovella i P. Schmidta oraz W. Meeusena i J. van Den Broeckę [1], [38]. SFA jest metodą graniczną, opartą na założeniu, że wszystkie jednostki powinny być zdolne do działania na określonym poziomie efektywności. Poziom ten wyznaczany jest przez wzorcowe, efektywnie działające jednostki danego sektora. Stanowią one odniesienie dla pozostałych, wskazując na docelowy zakres (granice) poprawy efektywności. Tworzą zatem wzorcowy poziom efektywności – przy najmniejszych nakładach wejściowych osiągają najlepsze wyniki lub przy określonych nakładach ponoszą najniższe koszty [65]. W odróżnieniu od pozostałych parametrycznych

metod, SFA uwzględnia zakłócenia losowe, mogące wpływać na ostateczne wyniki pomiaru efektywności. W stochastycznym podejściu granicznym uwzględniana jest zmienna losowa, która umożliwia rozdzielenie odchyłeń od krzywej efektywności na nieefektywność i szумы statystyczne [39]. SFA szacuje efektywny koszt lub produkcję, uwzględniając stochastyczny charakter danych wejściowych [1]. W omawianym podejściu wymagane jest wskazanie *a priori* formy funkcyjnej określającej zależność między nakładem (nakładami) a efektem. Granica efektywności wyznaczana jest przy pomocy metody najmniejszych kwadratów i jej pochodnych lub metody maksymalnej wiarygodności [12]. Za pomocą stochastycznej analizy granicznej można oceniać efektywność na dwa sposoby – poprzez:

- porównanie aktualnej wielkości produkcji z maksymalną, jaką dałoby się uzyskać przy ustalonych nakładach czynników (analiza efektywności technicznej),
- porównanie faktycznie poniesionego kosztu z najmniejszym, przy którym dałoby się uzyskać ustaloną wielkość produkcji (analiza efektywności kosztowej) [65].

Do szacowania efektywności metodą SFA używa się z reguły standardowego modelu w postaci:

$$\ln(y_i) = x_i\beta + v_i - u_i, \text{ dla } i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

gdzie  $y_i$  oznacza produkcję,  $x_i$  to wektor logarytmów wartości zmiennych objaśniających,  $\beta$  odpowiada estymowanemu wektorowi nieznanych parametrów,  $v_i$  to składniki losowe mające niezależne identyczne rozkłady normalne o średniej zero i skończonej wariancji ( $\sigma_v^2$ ),  $u_i$  to z kolei nieujemna zmienna losowa reprezentująca techniczną nieefektywność [53].

Mając oszacowaną funkcję graniczną, można oszacować dla każdego obiektu (w relacji do oszacowanej funkcji) efektywność techniczną.

$$TE_i = \frac{y_i}{\exp(x_i\beta)} = \frac{\exp(x_i\beta - u_i)}{\exp(x_i\beta)} = \exp(-u_i) \quad (2)$$

Efektywność techniczną w przypadku SFA definiuje się jako stosunek osiągniętych efektów (przy danych nakładach) do granicznej wielkości efektu, w środowisku uwzględniającym czynnik losowy określony przez stochastyczną funkcję graniczną. Efektywność kosztową uzyskuje się z kolei przez porównanie faktycznie poniesionego kosztu z najmniejszym, przy którym dałoby się uzyskać ustaloną wielkość produkcji. W zależności od potrzeb dobierana jest odpowiednia postać funkcji produkcji lub funkcji kosztu – stochastyczny model graniczny. W przypadku oceny efektywności technicznej stosowane są modele zbudowane na podstawie funkcji produkcji, a w przypadku efektywności kosztowej – na podstawie funkcji kosztu [65].



W przeciwieństwie do metody DEA, stochastyczna analiza graniczna pozwala na dokonanie oceny statystycznej istotności wpływu zadanych zmiennych na poziom nieefektywności danej jednostki. Wśród głównych ograniczeń metody należy wskazać na konieczności przyjęcia założeń odnośnie do postaci rozkładu obu komponentów składnika losowego oraz funkcji produkcji. Szczegółową charakterystykę oraz wady i zalety obu metod w kontekście analizy efektywności służby zdrowia przedstawił m.in. B. Hollingsworth [27].

Metody parametryczne, w przeciwieństwie do metod nieparametrycznych, bazują zazwyczaj na pojedynczej optymalizacji. W przypadku metod nieparametrycznych jest to  $n$  problemów optymalizacyjnych. W rezultacie, otrzymane rozwiązania są bardziej dopasowane do poszczególnych jednostek [54].

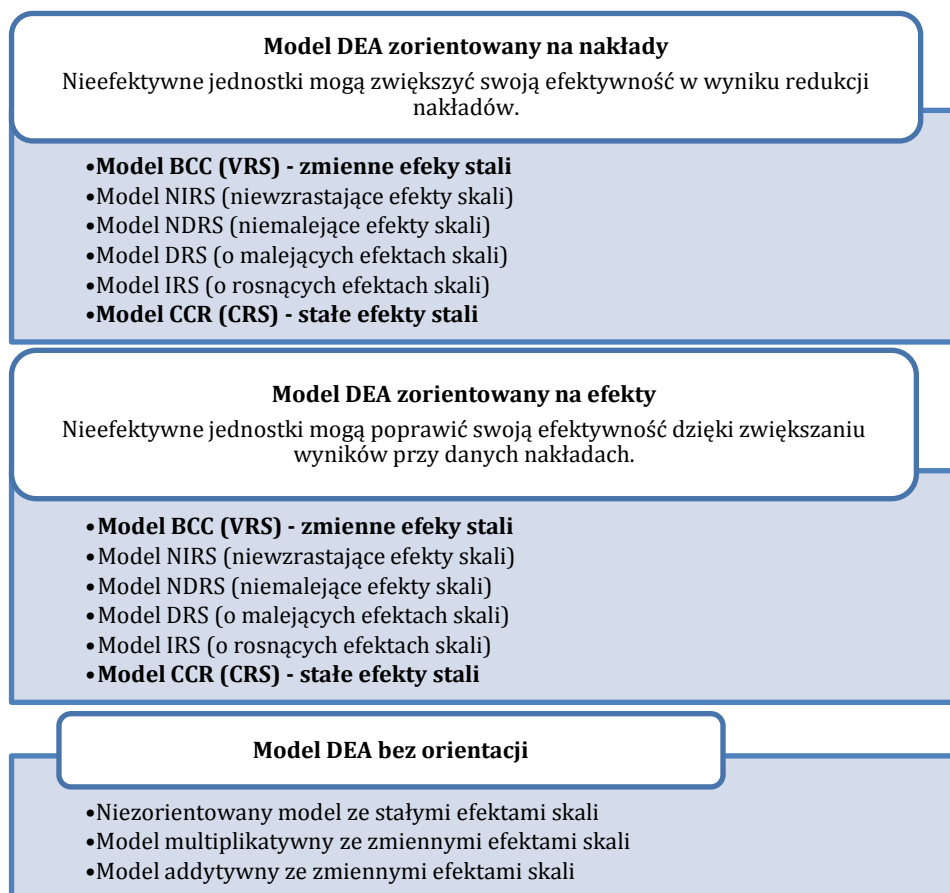
#### 4. Podejście nieparametryczne

Analiza obwiedni danych (DEA) po raz pierwszy opisana została w literaturze jako narzędzie do mierzenia efektywności organizacji, którym brakowało nastawienia na generowanie zysku [11]. Metoda została rozwinięta na podstawie koncepcji produktywności M.J. Farella, definiującej miarę efektywności jako iloraz pojedynczego wyniku i pojedynczego nakładu, poprzez uogólnienie jej do przykładu: wiele nakładów – wiele produktów (wyników), a więc do sytuacji wielowymiarowej [52]. DEA wykorzystywano w badaniu efektywności różnych sektorów, takich jak: ochrona zdrowia, edukacja, sektor wojskowy czy branża przewozów lotniczych, a także w licznych badaniach dotyczących efektywności banków. Dzięki jej zastosowaniu możliwe było dostarczenie pełnego zakresu informacji dotyczących mocnych oraz słabych stron analizowanych oddziałów bankowych, szczegółowych informacji dotyczących poziomu efektywności każdego z nich oraz wykorzystania poszczególnych nakładów i tworzenia wyników, a także wartości (ilości) straconych nakładów/wyników [54]. W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat największy wkład w rozwój metody DEA wnieśli m.in.: W.W. Cooper, R. Färe, S. Grosskopf, D. Margaritis, A. Charnes, A.Y. Lovell, L.M. Seiford, E. Thanassoulis, R.D. Banker, T. Sueyoshi, J. Zhu, W.D. Cook [13], [22], [61], [60], [45], [57], [56], [2], [67]. W Polsce metodę DEA w swoich pracach wykorzystywali między innymi: G. Rogowski, J. Rój, M. Pawłowska, A. Feruś, A. Domagała, B. Guzik [49], [51], [52], [43], [21], [16], [17], [23], [24]. Efektywność w metodach nieparametrycznych określana jest jako relacja faktycznej produktywności do największej możliwej produktywności [25]. W wyniku zastosowania metody DEA, uzyskuje się (w postaci krzywej) tzw. obwiednię DEA. Krawędź (obwiednia) zbioru moż-

liwości produkcyjnych wyznaczana jest przez jednostki mające najlepsze relacje osiągniętych wyników do ponoszonych nakładów. Estymowana obwiednia traktowana jest jako empiryczna funkcja produkcji. Metoda DEA nie ma na celu wskazania najbardziej efektywnej jednostki, lecz grupy takich jednostek, które znajdują się na „obwiedni”. Ich względna efektywność wynosi jeden (lub 100%). Wszystkie pozostałe badane podmioty, położone w pewnej odległości od krzywej, charakteryzuje gorsza efektywność względem jednostek położonych na krawędzi. Zatem odległość pozostałych podmiotów od obwiedni odzwierciedla ich poziom nieefektywności. Aby znaleźć się na granicy efektywnej, należy zredukować nakłady bądź zwiększyć efekty w jednostkach nieefektywnych [33]. Aby ocenić, czy jednostka (podmiot) jest, czy nie jest efektywna w danej grupie analizowanych podmiotów, nie trzeba wiedzieć, w jaki konkretny sposób nakłady przekształcają się w efekty – wystarczy wiedza o tym, jak duże były nakłady i jakie uzyskano efekty. Co więcej, metoda DEA pozwala na jednoczesne wykorzystanie wielu nakładów i efektów, co umożliwia uwzględnienie więcej niż jednego celu stawianego przed jednostkami decyzyjnymi.

W metodzie DEA wyróżnić możemy modele zorientowane na nakłady, efekty (wyniki) bądź modele bez orientacji. Kryterium orientacji formuluje się w odniesieniu do nakładów lub wyników. W pierwszym przypadku celem jest określenie, jak bardzo można zredukować nakłady bez jednoczesnego pogorszenia efektów w sposób proporcjonalny (modele radialne) lub nieproporcjonalny (modele addytywne). W wyniku zastosowania modelu uzyskujemy informacje, o ile mniej jednostka efektywna zużyłaby nakładów, aby osiągnąć ten sam poziom wyników, co dana jednostka. Przykładowo, oszacowana miara efektywności na poziomie 0,80 oznacza, że dana jednostka będzie efektywna, jeśli swój dotychczasowy poziom wyników uzyska, zużywając 20% mniej nakładów niż w rzeczywistości. W przypadku modelu zorientowanego na efekty (model radialny lub addytywny) dokładnie ustala się, jakie powinny być realizowane poziomy wyników, gdyby nakłady wykorzystano w taki sam sposób, jak w najbardziej efektywnych jednostkach. Skalkulowana efektywność na poziomie 0,80 oznacza, że dana jednostka „produkuje” średnio o 20% mniej niż jednostki efektywne, wykorzystując ten sam poziom nakładów.

Możemy wyodrębnić również modele DEA zakładające stałe i zmienne korzyści skali (efekty skali). Pierwotna postać metody DEA to model CCR zakładający wyłącznie stałe efekty skali. Model dopuszczający zmienne efekty skali BCC dopasowuje obwiednię w sposób bardziej ciasny, przez co więcej jednostek może zostać uznane za efektywne [62]. Podział modeli DEA z uwzględnieniem orientacji i rodzaju efektów skali przedstawiono na ryc. 1.



Ryc. 1. Modele DEA

Źródło: [21], s. 46; [14], s. 10.

W modelu o zmiennych korzyściach skali wszystkie zaobserwowane plany produkcyjne są możliwe. Co więcej, każdy plan, który zużywa więcej nakładu lub pozwala uzyskać mniej wyniku, jest również możliwy, podobnie jak wypukła kombinacja istniejących planów. Jednostki są porównywane do istniejących planów produkcyjnych lub ich wypukłej kombinacji [32]. Model BCC różni się od modelu podstawowego CCR wprowadzonym dodatkowym ograniczeniem, dzięki któremu możliwe jest analizowanie efektywności skal. W modelu DEA, w którym przyjmuje się założenie o stałych korzyściach skali (stałych efektach skali), funkcja produkcji – wyznaczona przez najlepsze w badanej grupie jednostki – jest linią prostą. Plany produkcyjne mogą być skalowane proporcjonalnie. Każdy możliwy plan prowadzi do innego możliwego planu, jeśli wszystkie nakłady i wyniki zostaną pomnożone przez taką samą liczbę. Względna efektywność danej jednostki

jest taka sama w przypadku orientacji na nakłady, jak i orientacji na wyniki [14]. Rozwiązanie modelu CCR pozwala ustalić:

- obiekty efektywne i nieefektywne oraz ich ranking,
- technologie optymalne, ich strukturę i formuły benchmarkingowe dla obiektów nieefektywnych,
- nadwyżki nakładów oraz deficyty rezultatów w obiektach nieefektywnych,
- charakterystyki dotyczące wrażliwości zadania na zmiany nakładów i rezultatów oraz wag funkcji celu,
- typ korzyści skali [24].

W literaturze przedmiotu wymienia się także inne modele, które charakteryzuje brak orientacji. Ich wadą jest to, że nie określają one jednoznacznie (jak modele CCR i BCC) poziomu efektywności – wykorzystują nieradialną miarę efektywności [16].

Metodę analizy obwiedni danych porównać można do analizy wskaźników rentowności, gdzie jednostka, której wskaźnik rentowności jest wyższy, uważana jest za efektywniejszą [34]. Warto także nadmienić, że efektywność w sensie DEA odpowiada efektywności w sensie Pareto. Badana jednostka jest bowiem w pełni efektywna (w sensie DEA) tylko wtedy, gdy nie jest możliwa redukcja – w przypadku nakładów, lub zwiększenie – w przypadku efektów – żadnego z nakładów lub efektów bez pogorszenia innych. W przypadku oceny efektywności podmiotu leczniczego obiekt analizy określany jest terminem jednostki decyzyjnej DMU, podczas gdy przedmiotem analizy jest efektywność, z jaką dana jednostka decyzyjna dokonuje transformacji posiadanych nakładów w wyniki (efekty). Metoda DEA pozwala w pierwszej kolejności na ustalenie funkcji produkcji/kosztów na podstawie danych obserwowanych, a dotyczących danej próby podmiotów leczniczych, a następnie na określenie efektywności technologicznej/kosztowej jednostek, mierzonej relatywnie do efektywności wszystkich innych podmiotów z grupy objętej badaniem.

## 5. Indeks Malmquista

W przypadku analiz, gdzie otrzymuje się względne miary efektywności, niezbędna jest dalsza analiza z wykorzystaniem otrzymanych współczynników efektywności. Pomiar zmian efektywności w czasie jest możliwy dzięki indeksowi produktywności Malmquista. Indeks został wprowadzony przez D. Cavesa, L. Christiensen i E. Diewerta [9], którzy wykorzystali ideę zaproponowaną przez S. Malmquista [37], zakładającą użycie funkcji odległości do formułowania syntetycznego indeksu zmian wybranego czynnika pomiędzy dwoma punktami w czasie. Metodologię D. Cavesa i in. rozwinęli

R. Färe, S. Grosskopf, M. Norris i Z. Zhang [19]. Zaproponowana przez autorów metodologia sprawia, że zasady indeksu Malmquista współdziałają z metodami nieparametrycznymi, takimi jak DEA. Indeks Malmquista ma następującą postać [34]:

$$M = \left[ \frac{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^t(y^t, x^t)} \frac{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

gdzie:

$D^t(y^{t+1}, x^{t+1})$  – oznacza efektywność przy wykorzystaniu technologii produkcji z roku pierwszego dla danych roku drugiego,

$D^{t+1}(y^t, x^t)$  – oznacza efektywność przy zastosowaniu technologii z okresu drugiego dla danych z okresu pierwszego,

$D^t(y^t, x^t)$  oraz  $D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})$  – oznaczają efektywności, odpowiednio dla okresu pierwszego i drugiego w ramach dostępnej wówczas technologii i wartości zmiennych.

Efektem zastosowania indeksu jest współczynnik produktywności jednostki decyzyjnej w czasie  $t$  oraz  $t+1$ . Mierzy zatem średni geometryczny postęp w zakresie technologii, zachodzący między dwoma wybranymi okresami. Gdy indeks przyjmuje wartości  $> 1$ , oznacza to, że nastąpił relatywny wzrost produktywności, przy wartości  $= 1$  mamy do czynienia z produktywnością na niezmiennym poziomie, a gdy wskaźnik jest  $< 1$ , w jednostce nastąpił spadek produktywności [44].

$$M = \frac{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^t(y^t, x^t)} \left[ \frac{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D^t(y^t, x^t)}{D^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Pierwsza część równania określa przeciętną zmianę efektywności jednostek pomiędzy obu okresami, czyli zmianę w relatywnej efektywności między okresem  $t$  a  $t+1$  (liniową odległość jednostki od granicy produkcji). Druga część wyraża postęp technologiczny [34]. Indeks Malmquista dekomponowany jest zwykle na dwa składniki, co daje obraz źródeł ewentualnej nieefektywności technologicznej. W stosunku do każdej poddanej badaniu jednostki można zatem określić zmianę relacji nakładów i usług między czasem  $t$  i  $t+1$  oraz określić czynniki mające na to wpływ. Iloczyn tych dwóch zmian określa całkowitą zmianę efektywności, czyli wartość indeksu Malmquista.

## Podsumowanie

Do szacowania efektywności podmiotów leczniczych wykorzystywane są różne rodzaje mierników. Każda spośród stosowanych metod posiada

swoje zalety i wady. Istotą jest wybór tej, która będzie mieć odpowiednie zastosowanie do objętych badaniem jednostek.

Dorobek literatury światowej świadczy o szerokim wykorzystaniu podejścia ekonometrycznego do badania efektywności w sektorze ochrony zdrowia, gdzie znaczącą pozycję zajmuje metoda analizy obwiedni danych. Mimo faktu, iż duża – światowa – popularność metody nie znajduje podobnego odzwierciedlenia w literaturze i praktyce krajowej, to z powodzeniem może być stosowana również w analizie podmiotów leczniczych sektora opieki zdrowotnej w Polsce. Wyniki analiz mogą przynieść istotne informacje o gospodarności jednostek oraz ich efektywności względem porównywanych podmiotów z sektora. Mogą wskazać możliwe do osiągnięcia wyniki, obszary oszczędności oraz czynniki, które wywierają największy wpływ na ich efektywność.

## Literatura

- [1] Aigner D., Lovell C.A., Schmidt P., *Formulation and estimation of stochastic frontier production function models*, „Journal of Econometrics” 1997, 6, s. 21.
- [2] Banker R.D., Cooper W.W., Seiford L.M., Thrall R.M., Zhu J., *Returns to scale in different DEA models*, „European Journal of Operational Research” 2004, vol 154; [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00174-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00174-7).
- [3] Baran J., Pietrzak M., *Analiza efektywności wybranych branż polskiego agrobiznesu bazująca na metodzie DEA*, „Roczniki Nauk Rolniczych” 2007, Seria G, t. 9, z. 3, s. 15–16.
- [4] Barbetta G.P., Turati G., Zago A.M., *On the impact of ownership structure and hospital efficiency in Italy*, University of Milan, 2001.
- [5] Berger A.N., Humphre D.B., *Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research*, „European Journal of Operational Research” 1997, Volume 98, Issue 2.
- [6] Bjørn E., Hagen T.P., Iversen T., Magnussen J., *The Effect of Activity-Based Financing on Hospital Efficiency: A Panel Data Analysis of DEA Efficiency Scores 1992–2000*, „Health Care Management Science” 2003, Kluwer Academic Publishers, 6; <http://dx.doi.org/10.1023/A:1026212820367>.
- [7] Brown S., *Ownership and inefficiency*, „Health Economics” 2003, vol. 12(2).
- [8] Byrnes P., Freeman M., *Using DEA Measures of Efficiency and Effectiveness in Contractor Performance Fund Allocation*, „Public Productivity & Management Review” 1999, Volume 23, No. 2; <http://dx.doi.org/10.2307/3380779>.

- [9] Caves D., Christensen L., Diewert E., *The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity*, „Econometrica” 1982, 50(6).
- [10] Chang Hsihui, Cheng Mei-Ai, Das Somnath, *Hospital ownership and operating efficiency: Evidence from Taiwan*, „European Journal of Operational Research” 2004, 159; [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00412-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00412-0).
- [11] Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E., *Measuring the efficiency of decision making units*, „European Journal of Operational Research” 1978, 2.
- [12] Coelli T., Rao P., O'Donnell Ch.J., Battese G., *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Second Edition, Springer, New York, 2005, s. 64–83.
- [13] Cooper W.W., *New approaches for analyzing and evaluating the performance of financial institutions*, „European Journal of Operational Research” 1997, 98; [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00341-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00341-4).
- [14] Ćwiakała-Małys A., Nowak W., *Sposoby klasyfikacji modeli DEA*, „Badania Operacyjne i Decyzje” 2009, nr 3, s. 6–12.
- [15] Dalmau-Matarradona E., Puig-Junoy J., *Market structure and hospital efficiency: evaluating potential effects of deregulation in a national health service*, „Review of Industrial Organization” 1998, Vol. 13.
- [16] Domagała A., *Metoda data envelopment analysis jako narzędzie badania względnej efektywności technicznej*, „Badania Operacyjne i Decyzje” 2007, nr 3–4, s. 30.
- [17] Domagała A., *Przestrzenno-czasowa analiza efektywności jednostek decyzyjnych metodą Data Envelopment Analysis na przykładzie banków polskich*, „Badania Operacyjne i Decyzje” 2007, nr 3–4.
- [18] Emrouznejad A., Parker A., Tavares G., *Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarzy literature in DEA*, „Journal of Socio-Economics Planning Science” 2008, 42(3), s. 2.
- [19] Färe R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z., *Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialised Countries*, „The American Economic Review” 1994, vol. 84.
- [20] Farsi M., Fillipini M., *Effects of ownership, subsidization and teaching activities on hospital costs in Switzerland*, „Health Economics” 2007, vol. 17; <http://dx.doi.org/10.1002/hec.1268>.
- [21] Feruś A., *Zastosowanie metody DEA do określania poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw*, „Bank i Kredyt” 2006, nr 7, Warszawa.
- [22] Färe R., Grosskopf S., Margaritis D., *Malmquist Productivity Indexes and DEA*, „International Series in Operations Research & Management Science” 2011, vol. 164.

- [23] Guzik B., *O pewnej możliwości uwzględnienia substytucji nakładów w modelach DEA*, „Badania Operacyjne i Decyzyjne” 2007, nr 3–4.
- [24] Guzik B., *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009, s. 65.
- [25] Helta M., *Zastosowanie metody DEA do opracowania rankingu efektywności spółek Agencji Nieruchomości Rolnych w 2006 roku*, „Roczniki Nauk Rolniczych” 2009, Seria G, t. 96, z. 3, s. 107–111.
- [26] Hofmarcher M. M., Paterson I., Riedel M., *Measuring Hospital Efficiency in Austria – A DEA Approach*, „Health Care Management Science 2002”, Volume 5, Issue 1; <http://dx.doi.org/10.1023/A:1013292801100>.
- [27] Hollingsworth B., *Non-Parametric and Parametric Applications Measuring Efficiency in Health Care*, „Health Care Management Science” 2003, no. 6, s. 204.
- [28] Hollingsworth B, Peacock S.J., *Efficiency Measurement In Health and Health Care*, Routledge NY, 2008.
- [29] Horwitz J.R., *Making profits and providing care: comparing nonprofit, for-profit, and government hospitals*, „Health Affairs” 2005, vol. 24; <http://dx.doi.org/10.1377/hlthaff.24.3.790>.
- [30] Jewczak M., Żółtaczek A., *Ocena efektywności technicznej podmiotów sektora opieki zdrowotnej w Polsce w latach 1999–2009 w ujęciu przestrzenno-czasowym na przykładzie szpitali ogólnych*, „Problemy Zarządzania” 2011, vol. 9, nr 3 (33).
- [31] Kisielewska M., *Charakterystyka wybranych metod pomiaru efektywności bazujących na krzywych efektywności*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu” 2005, nr 4.
- [32] Korhonen P.J., Syrjänen M.J., *Evaluation of Cost Efficiency in Finnish Electricity Distribution*, „Annals of Operations Research” 2003, 121, s. 112; <http://dx.doi.org/10.1023/A:1023355202795>.
- [33] Kudła J., *Zastosowanie analizy obwiedni danych do badań jakości usług ze szczególnym uwzględnieniem sektora bankowego*, „Ekonomia” 2003, nr 11, s. 46–63.
- [34] Kudła J., *Efektywność i jakość w nieparametrycznych badaniach banków*, [w:] *Jakość a wzrost efektywności oddziałów bankowych*, red. J. Kudła, K. Opolski, Wydawnictwa Fachowe CeDeWu.pl, Warszawa 2006, s. 71–77.
- [35] Linna M., Häkkinen U., *Determinants of Cost efficiency of Finnish Hospitals: A Comparison of DEA and SFA*, Helsinki University of Technology, System Analysis Laboratory, Research Reports A78, 1999.
- [36] Linna M., Häkkinen U., *Reimbursing for the Costs of Teaching and research In Finnish Hospitals: a Stochastic Frontier Analysis*, „International Journal of Health Care Finance and Economics” 2006, vol. 6, no. 10; <http://dx.doi.org/10.1007/s10754-006-6256-z>.



- [37] Malmquist S., *Index Numbers and Indifference Curves*, „Trabajos de Estadística” 1953, 4, 1.
- [38] Meeusen W., van Den Broeck J., *Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error*, „International Economic Review” 1977, vol. 8; <http://dx.doi.org/10.2307/2525757>.
- [39] Mortimer D., Peacock S., *Hospital Efficiency Measurement: Simple Ratios vs Frontier Methods*, Centre of Health Program Evaluation, Working Paper, 135, Australia 2002, s. 135.
- [40] Nieszporska S., *Efektywność techniczna szpitali i jej determinanty*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Prace Katedry Rachunkowości” 2007, nr 30.
- [41] Nieszporska S., *Efektywność leczenia zaćmy w Polsce*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, Wydawnictwo SAN, t. 14, z. 10, Łódź 2013.
- [42] Ozcan Y.A., Luke R.D., *A national study of the efficiency of hospitals in urban markets*, „Health Services Research 1993”, vol. 27.
- [43] Pawłowska M., *Wpływ fuzji i przejęć na efektywność w sektorze banków komercyjnych w Polsce w latach 1997–2001*, „Bank i Kredyt” 2003, nr 2.
- [44] Perek A., *Wykorzystanie metody DEA do oceny efektywności banków spółdzielczych w Polsce*, „Economics and Management” 2014, 3, s. 231; <http://dx.doi.org/10.12846/j.em.2014.03.15>.
- [45] Portela M., Thanassoulis E., *Developing a decomposable measure of profit efficiency using DEA*, „Journal of the Operational Research Society” 2007, 58; <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602166>.
- [46] Preyraa C., Pinka G., *Scale and scope efficiencies through hospital consolidations*, „Journal of Health Economics” 2006, vol. 25.
- [47] Rebba V., Rizzi D., *Measuring Hospital Efficiency through Data Envelopment Analysis when Policymakers Preferences Matter*, Working Papers, Department of Economics, Ca' Foscari University of Venice, No. 13, 2006.
- [48] Roggenkamp S.D., Lin Y., Ozcan Y.A., *Administrative cost efficiency in hospitals*, mimeo, 1998.
- [49] Rogowski G., *Metody analizy i oceny działalności banku na potrzeby zarządzania strategicznego*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, Poznań 1998.
- [50] Rosko M.D., *Performance of US teaching hospitals: A panel analysis of cost inefficiency*, „Health Care Management” 2004, vol. 7; <http://dx.doi.org/10.1023/B:HCMS.0000005393.24012.1c>.
- [51] Rój J., *Efektywność usługowa jako kryterium wyboru mechanizmu finansowania szpitali*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny” 2003, R. LXV, z. 4.
- [52] Rój J., *Znaczenie czynnika finansowego w rozwoju technologii medycznych w klinice uniwersyteckiej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2011, s. 171–178.

- [53] Rusielik R., *Efektywność zarządzania portfelem inwestycyjnym OFE przez powszechne towarzystwa emerytalne – przykład zastosowania analizy granicznej*, „Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych” 2011, t. XII/2, s. 303.
- [54] Sikora D., Kulczycki A., *Efektywność oddziały banku detalicznego jako czynnik przewagi konkurencyjnej*, CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2008, s. 124–136.
- [55] Suchecka J., *Metody oceny efektywności technicznej szpitali*, [w:] *Szpital publiczny w polskim systemie ochrony zdrowia. Zarządzanie i gospodarka finansowa*, red. R. Holly, J. Suchecka, Uniwersytet Medyczny w Łodzi i Krajowy Instytut Ubezpieczeń, Łódź – Warszawa 2009, s. 120–121.
- [56] Sueyoshi T., *Measuring Technical, Allocative and Overall Efficiencies Using DEA Algorithm*, „Journal of the Operational Research Society” 1992, vol. 43, no. 2; <http://dx.doi.org/10.2307/2583358>.
- [57] Sueyoshi T., Sekitani K., *Measurement of Returns to Scale by a Non-Radial DEA Model: A Range-Adjusted Measure Model*, „European Journal of Operational Research” 2007, vol. 176, no. 3; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2005.10.043>.
- [58] Szymańska E., *Efektywność przedsiębiorstw – definiowanie i pomiar*, „Roczniki Nauk Rolniczych” 2010, Seria G, t. 97, z. 2, s. 159.
- [59] Tavares G., *A Bibliography of Data Envelopment Analysis (1978–2001)*, RUTCOR Research Report 2002.
- [60] Thanassoulis E., Kortelainen M., Allen R., *Improving envelopment in Data Envelopment Analysis under variable returns to scale*, „European Journal of Operational Research” 2012, 218; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2011.10.009>.
- [61] Thanassoulis E., Portela M., Graveney M., *Using DEA to Estimate Potential Savings at GP units at Medical Specialty Level*, „Socio-Economic Planning Sciences” 2014, 48; <http://dx.doi.org/10.1016/j.seps.2013.11.001>.
- [62] Tripe D., *Efficiency in integrated banking markets – Australia and New Zealand*, 2004, [http://www.rbnz.govt.nz/research\\_and\\_publications/seminars\\_and\\_workshops/27apr2004/27apr04\\_tripec.pdf](http://www.rbnz.govt.nz/research_and_publications/seminars_and_workshops/27apr2004/27apr04_tripec.pdf) [dostęp: 12.08.2015].
- [63] Vincova K., *Using DEA model to measure efficiency*, [w:] *Analysis of aspect of competitiveness and readiness of selected Slovak Companies for EU membership*, Kosice 2005, s. 24.
- [64] Wang J., Zhao Z., Mahmood A., *Relative efficiency, scale effect, and scope effect of public hospitals: evidence from Australia*, „IZA Discussion Paper” 2006, nr 2520.
- [65] Wardzińska K., *Stochastyczna analiza graniczna – przegląd zastosowań*, „Economics and Management” 2012, 4, s. 124–128.

- [66] Weaver M., Deolalikar A, *Economies of scale and scope In Vietnamese hospitals*, „Social Science & Medicine” 2004, vol. 59; <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2003.10.014>.
- [67] Zhu J., Cook W.D., *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*, Springer, Boston 2007; <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-71607-7>.

### **Selected Methods of Measuring the Effectiveness of Healthcare Entities**

**Summary:** This article presents studies of healthcare entities efficiency, selected methods of measuring the effectiveness of them and the possibilities of using the most commonly used methods for estimating effectiveness in the healthcare sector. This article indicates that in practice there are many methods for estimating the effectiveness of healthcare entities, however the DEA and SFA methods should be considered the most popular methods for estimating multi-criteria effectiveness in the healthcare sector. However, quantitatively, research using a data envelopment analysis (DEA) prevails, the results of which may bring important information about the unit's efficiency compared to the entities in the sector.

**Keywords:** efficiency, healthcare entities, data envelopment analysis (DEA).