Stefan Grzesiak, Agnieszka Wyrozębska

Wykorzystanie metody DEA (Analizy Obwiedni Danych) do oceny efektywności technicznej oddziałów szpitalnych

Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 36/2, 253-272

2014

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, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MUZEUM HISTORII POLSKI

UNIWERSYTET SZCZECIŃSKI
WYDZIAŁ NAUK EKONOMICZNYCH I ZARZĄDZANIA

STUDIA I PRACE WYDZIAŁU NAUK EKONOMICZNYCH I ZARZĄDZANIA NR 36

Stefan Grzesiak*
Agnieszka Wyrozębska**
Uniwersytet Szczeciński

WYKORZYSTANIE METODY DEA (ANALIZY OBWIEDNI DANYCH) DO OCENY EFEKTYWNOŚCI TECHNICZNEJ ODDZIAŁÓW SZPITALNYCH

STRESZCZENIE

W artykule zaproponowano zastosowanie metody DEA i procedury NPE do oceny efektywności w skali mikro w ochronie zdrowia. Rozważania na temat przydatności obu podejść zilustrowano przykładem empirycznym oceny efektywności technologicznej dla wybranych dziesięciu oddziałów chorób wewnętrznych. Zgodnie z metodą DEA w wariancie CCR ukierunkowanym na nakłady okazało się, że tylko 60% badanych oddziałów ma rezerwy efektywności technicznej. Ponieważ ocena efektywności dla tych samych jednostek z użyciem procedury NPE okazała się zupełnie odmienna, powstaje problem wiarygodności informacji uzyskiwanej z obu źródeł. Konieczne jest przeprowadzenie pogłębionych badań porównawczych obu metod z udziałem różnych klas obiektów.

Słowa kluczowe: efektywność, Data Envelopment Analysis (DEA), efektywność non profit (NPE), oddział szpitalny.

* Adres e-mail: stegrz49@wneiz.pl.

** Adres e-mail: a.wyrozebska@gmail.com.

Wprowadzenie

Sektor ochrony zdrowia w Polsce i innych krajach ulega coraz częściej presji poprawy efektywności działania i podnoszenia jakości swoich dokonań. Nacisk władz, społeczności lokalnych oraz interesariuszy stymulują rozwój rynku usług medycznych i tym samym wprowadzanie nowoczesnych metod zarządzania [Nazarko, Komuda, Kuźmicz, Szubzda, Urban, 2008]. Dodatkowymi czynnikami są konieczność dostosowania standardów opieki do rosnących oczekiwań pacjentów oraz ogromny wzrost kosztów spowodowany procesami demograficznymi [Kozierkiewicz, 2011].

Specyfika sektora ochrony zdrowia często nie pozwala na bezpośrednie przeniesienie wzorców zarządzania z sektora prywatnych przedsiębiorstw produkcyjnych i usługowych. Sektor ten charakteryzuje złożoność wpływów otoczenia oraz ograniczony dopływ środków finansowych, których zasady wydatkowania podlegają szczegółowym regulacjom i nadzorowi. Działalność wszystkich instytucji sektora publicznego, w tym ochrony zdrowia, nie podlega normalnym regułom konkurencji i nie jest zorientowana na zysk. Brakuje obiektywnych kryteriów ich oceny, gdyż nie jest ona możliwa w typowych realiach rynkowych.

Odrębnym tematem rozważań jest dystrybucja środków finansowych, która często nie jest powiązana z efektywnością gospodarowania podmiotów świadczących usługi medyczne. W warunkach permanentnego niedoboru środków ważne jest więc stworzenie stymulatorów racjonalnego gospodarowania. Jednym z popularnych sposobów są rankingi oparte na systematycznej analizie porównawczej szpitali, przychodni i innych jednostek. Taka ocena – przez wskazanie punktów odniesienia – może być traktowana jako substytut konkurencyjności [Nazarko, Chrabołowska, 2005] i dzięki temu przyczyniać się do efektywnej alokacji pieniędzy publicznych, dbałości o efektywność realizowanych procedur medycznych, podnoszenia jakości świadczonych usług oraz doskonalenia zarządzania instytucjami ochrony zdrowia [Nazarko, Kuźmicz, Szubzda, Urban, 2008].

W dotychczasowej praktyce podstawą oceny funkcjonowania jednostki świadczącej usługi medyczne jest analiza wyników finansowych. Jednak oprócz, wstępnej oceny gospodarności za pomocą na przykład wskaźników rentowności potrzebne są inne, sprawne metody pozwalające na precyzyjne określenie, które szpitale, przychodnie lub oddziały są aktywniejsze, przedsiębiorcze, oraz wskazanie, jakie czyn-

niki mają na to wpływ. Jedną z takich propozycji jest metoda DEA (*Data Envelopment Analysis*). W światowych badaniach porównawczych efektywności w ochronie zdrowia metoda ta zajmuje ważne miejsce [Chalos, Cherian, 1995].

Metoda DEA jest od kilkunastu lat coraz częściej wymieniana w literaturze i stosowana do pomiaru i oceny efektywności instytucji i przedsiębiorstw. Pomimo wielu zastrzeżeń formułowanych pod jej adresem oraz braków, jakie ma niewątpliwie, często jest wykorzystywana przez autorów zajmujących się zastosowaniami metod badań operacyjnych.

Pogłębione i ciekawe rozważania na temat wad i zalet wspomnianej metody przeprowadził nieżyjący już B. Guzik [2009], który zmodyfikował ją pod kątem dostosowania aplikacji do ustalania efektywności instytucji non profit. Zaproponował podejście nazwane przez niego NPE, w którym nie ma problemu redundancji[1], będącej jedną z głównych wad podejścia DEA.

W prezentowanym artykule autorzy proponują zastosowanie metody DEA i jej zmodyfikowanej wersji do oceny efektywności technicznej (technologicznej) oddziałów wewnętrznych wybranych szpitali w województwach: lubuskim, małopolskim i kujawsko-pomorskim.

1. Pojęcie i koncepcja pomiaru efektywności w metodzie DEA

Efektywność jest jednym z terminów najczęściej wymienianych i jednocześnie krańcowo odmiennie definiowanych w naukach ekonomicznych. Praktycznie każdy z autorów inaczej go rozumie. Nie próbując od nowa definiować ani uzasadniać przyjęcia określonej terminologii założono (zgodnie z rozważaniami w pracy [Grzesiak, 1997]), że efektywność jest kompozycją dwóch składowych:

a) sprawności, rozumianej ogólnie jako stosunek otrzymanych efektów do poniesionych nakładów;
b) skuteczności, określanej jako stopień osiągnięcia założonego na wstępie celu.

Nawiązując do wymienionego na wstępie przedmiotu badania, efektywność technologiczna w dużej mierze pokrywa się ze sprawnością i jest łatwiejsza do pomiaru, a w konsekwencji do oceny na tle ustalonego benchmarku. Ocena skuteczno-

[1] Szerzej o tym w następnej części artykułu.

ści często nie jest mierzalna i ma charakter subiektywny, co jest ważne w przypadkach oceniania postępowania instytucji zasadniczo niegenerujących zysku w wyniku prowadzenia swej działalności.

Ocena poziomu efektywności wymaga umiejętności jej pomiaru. W teorii ekonomicznej i praktyce gospodarczej są stosowane różne miary efektywności ekonomicznej zależnie od tego, co uznaje się za efekt, a co za zasób lub nakład. Różne relacje mogą wyrażać stosunek uzyskanych efektów, takich jak przykładowo produkcja, liczba wykonanych usług, wartość dodana, zysk do posiadanych zasobów lub poniesionych nakładów – kapitału ludzkiego, majątku trwałego, inwestycji, zużytych materiałów i energii itp.

Efektywność alokacyjna oznacza, że zasoby czynników produkcji zostały przyporządkowane do poszczególnych procesów tak, żeby uzyskać maksymalną liczbę świadczonych usług. Efektywność techniczna natomiast jest zorientowana na nakłady, co oznacza, że celem działalności jest minimalizacja nakładów z zachowaniem ustalonych efektów.

Z punktu widzenia pomiaru efektywności istotne jest to, że każdy system wykorzystuje różne rodzaje zasobów w pewnych ilościach i dostarcza do otoczenia określoną liczbę wytworzonych przez siebie usług. Każdy stosunek liczby wytworzonych produktów do ilości zużytych zasobów lub poniesionych nakładów określa efektywność badanego systemu.

W analizie efektywności jednostek sektora ochrony zdrowia założono, że każdy podmiot można scharakteryzować na podstawie jego elementów wejściowych (nakłady, wejścia systemu) i wyjściowych (efekty, wyjścia systemu) oraz procesów przekształcających nakłady w efekty. Liczba i charakter zrealizowanych w szpitalu procedur jest ograniczona wartością kontraktu z NFZ i tym samym z góry ustalona. Z tego powodu przyjmuje się, że w określonych warunkach proces świadczenia usług medycznych charakteryzuje się tym większą efektywnością, im lepiej wykorzystuje niezbędne do tego zasoby lub nakłady.

Duże zainteresowanie badaniami nad efektywnością funkcjonowania szpitali i innych jednostek ochrony zdrowia jest wynikiem zachodzących w nich zmian o charakterze jakościowym. Najważniejszą z nich wydaje się ewolucja pozycji strategicznej szpitali ze zorientowanej publicznie na zorientowaną rynkowo, co nierozerwalnie wiąże się z potrzebą dokonywania nieustających inwestycji w rozwój i przeznaczanie coraz większych nakładów na bieżące funkcjonowanie. Przesłankami badań nad efek-

tywnością tego sektora są odpowiedzi na pytania, które szpitale są efektywniejsze od pozostałych oraz jakie czynniki lub komórki mają największy wpływ na poziom tej efektywności. W praktyce za dobre są uznawane te szpitale, które zarabiają same na siebie i nie stanowią finansowego obciążenia dla organów tworzących.

W kontekście przeprowadzanych badań konieczne jest podkreślenie kluczowego problemu, jakim jest jakość danych statystycznych. Z reguły szpitale dysponują danymi, które wzajemnie trudno porównywać. Różnorodny sposób ujmowania podstawowych danych statystycznych dotyczących asortymentów leków, liczby zatrudnionych itp. może powodować znaczne rozbieżności.

Konstrukcja prostych wskaźników w postaci stosunku pojedynczego efektu do pojedynczego nakładu nie pozwala na jednoznaczne uwzględnienie wielu wymiarów działalności podmiotu. Ponadto jeżeli podmioty działają na rynkach zniekształconych w wyniku stosowania ustalonych cen, dotacji i braku konkurencyjności, rynkowe wskaźniki nie mogą dać pełnej i precyzyjnej oceny działalności danego podmiotu. W takiej sytuacji szczególnie użyteczne jest ich ocenianie z metodą DEA [Ćwiąkała-Małys, Nowak, 2009].

Wśród różnych metod oceny efektywności DEA uzyskała wielką popularność właśnie dlatego, że jest dość uniwersalna i może być stosowana zarówno do porównywania efektywności na przykład banków i innych firm komercyjnych, jak i instytucji non profit – szkół, uczelni, sądów czy szpitali [Rogowski, 1999].

2. Charakterystyka metody DEA

Pod koniec lat 70. XX wieku A. Charnes, W.W. Cooper i E. Rhodes zwrócili uwagę na kwestię porównywania między sobą efektywności różnych systemów [Charnes, Cooper, Rhodes, 1978] za pomocą koncepcji sformułowanej 20 lat wcześniej przez M.J. Farrella [Farrell, 1957]. Efektywność oznaczała tu stosunek sumy ważonych efektów do sumy ważonych nakładów. Tak powstała Data Envelopment Analysis, określana w języku polskim jako metoda analizy danych granicznych, analizy obwiedni danych, metoda granicznej analizy danych lub metoda analizy efektywności granicznej [Kucharski, 2011]. Jest ona oparta na koncepcji efektywności granicznej (ang. *best practice frontier*), w której zakłada się, że wszystkie jednostki powinny być zdolne do działania na założonym poziomie produktywności, określonym przez efektywne jednostki działające w danym sektorze [Nazarko, Chrabołow-

ska, 2005]. DEA umożliwia analizę efektywności skończonej liczby obiektów tak zwanych jednostek decyzyjnych (*Decision Making Unit* – DMU). Definicja DMU jest elastyczna i ogólna. Przez jednostki decyzyjne rozumie się na przykład przedsiębiorstwa, instytucje publiczne, szkoły, uniwersytety, biblioteki, sądy i szpitale, oddziały szpitalne oraz banki o różnej charakterystyce [Rogowski, 1999]. Wymogiem jest, aby grupa badanych obiektów była w miarę jednolita, co umożliwia dokonanie wiarygodnych porównań.

Kryterium doboru jednostek powinien być jednorodny cel działalności oraz warunki rynkowe. Metodę DEA należy stosować w przypadku obiektów, których działalność charakteryzują takie same czynniki, z wyjątkiem różnic w wielkości i intensywności ich stosowania. Liczba badanych jednostek nie powinna być ani zbyt mała, ani zbyt duża. DEA wyznacza efektywność konkretnych obiektów względem całej grupy. Jeżeli grupa jest zbyt mała, istnieje niebezpieczeństwo mylnej identyfikacji jednostek nieefektywnych jako efektywne [Ćwiąkała-Małys, Nowak, 2009]. Zbyt duża liczba DMU przyczynia się natomiast do zachwiania jednorodności grupy.

Metoda badania efektywności granicznej DEA pozwala na analizę działalności podmiotów, które charakteryzują się wieloma nakładami i wynikami. Wykorzystując empiryczne wielkości nakładów i efektów, poszukuje się dla danego obiektu wag maksymalizujących efektywność. Na tej podstawie estymuje się liniową funkcję (krawędź) łączącą zbiór możliwości produkcyjnych. Krawędź jest wyznaczona przez jednostki mające najlepsze relacje efektów do nakładów.

Pod uwagę wzięto n obiektów, z których każdy konsumuje I różnych nakładów i osiąga R różnych efektów. Obiekt h_o zużywa tym samym x_{io} nakładu i oraz wytwarza y_{ro} efektu r. Każdy nakład x_{io} charakteryzowany jest wagą v_i, a efekt y_{ro} wagą u_r. Przyjęto, że poziomy nakładów i wyników są nieujemne, przy czym przynajmniej jeden nakład i jeden wynik jest dodatni. Efektywność h_o jest definiowana jako iloraz ważonej sumy wyników do ważonej sumy nakładów:

$$\theta = h_o(u,v) = \frac{\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^{I} v_i x_{io}} \tag{1}$$

gdzie:

h_i – efektywność obiektu o ($o = 1, \ldots, n$),

y_{ro} – r-ty efekt obiektu o,

x_{io} – i-ty nakład obiektu o,
u_r – waga określająca ważność efektu r,
v_i – waga określająca ważność nakładu i,
R – liczba efektów dla obiektu o ($r = 1, \ldots, R$),
I – liczba nakładów dla obiektu o ($i = 1, \ldots, I$).

W celu jej pomiaru porównuje się uzyskane przez daną jednostkę relacje wyników (efektów) i nakładów do tych, które charakteryzują jednostki najlepsze w badanym zbiorze. Wyznaczona za pomocą metody DEA efektywność ma więc charakter względny. Jednostki znajdujące się na krawędzi (tzw. obwiedni) uważa się za efektywne, a ich względna efektywność wynosi jeden ($\theta = 1$). Jednostki nieefektywne leżą natomiast poniżej obwiedni. W ich przypadku efektywność jest mniejsza niż jeden. W metodzie DEA miarą nieefektywności jest odległość między punktem empirycznym charakteryzującym daną jednostkę a estymowaną krawędzią zbioru możliwości produkcyjnych czyli ($1 - \theta$). Model DEA może być zorientowany na wyniki lub nakłady. W pierwszym przypadku uznaje się, że zasoby są dane i dąży się do maksymalizacji efektów, natomiast drugie podejście jest stosowane wówczas, gdy celem jest minimalizacja nakładów.

W modelach zorientowanych na nakłady uzyskuje się informacje, o ile mniej jednostka efektywna zużyłaby nakładów, by osiągnąć taki sam poziom wyników, jak dana jednostka. Na przykład, oszacowana miara efektywności na poziomie 0,83 oznacza, że dana jednostka będzie efektywna, jeśli swój dotychczasowy poziom wyników uzyska zużywając 17% mniej nakładów niż w rzeczywistości. Innymi słowy, w modelach o orientacji na nakłady nieefektywne jednostki mogą zwiększyć swoją efektywność w wyniku redukcji nakładów, a całkowita efektywność techniczna obiektu określa, o ile proporcjonalnie należy zredukować nakłady, aby osiągnąć efekty na tym samym poziomie. Z kolei w modelach DEA zorientowanych na wyniki otrzymuje się odpowiedź na pytanie: jaki poziom wyników uzyskałaby jednostka efektywna, gdyby wykorzystała dostępne dla danej jednostki nakłady. Uzyskana w tym przypadku efektywność na poziomie 0,83 oznacza, że dana jednostka produkuje średnio o 17% mniej niż jednostki efektywne, które wykorzystują takie same nakłady. Na wybór orientacji mają wpływ uwarunkowania rynkowe danych podmiotów.

Odpowiedni model programowania liniowego CCR zorientowany na nakłady ma następującą postać[2]:

$$\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ri} \rightarrow \max \tag{2}$$

$$\sum_{p=1}^{P} v_p x_{pi} = 1 \tag{3}$$

$$\sum_{r=1}^{R} u_r y_{ri} - \sum_{p=1}^{P} v_p x_{pi} \leq 0 \tag{4}$$

$$u_r \geq 0 \tag{5}$$

$$v_p \geq 0 \tag{6}$$

a jego wersja dualna jest następująca (dla obiektu *o*):

$$\theta^* \rightarrow min \tag{7}$$

$$\sum_{p=1}^{P} \lambda_i x_{pi} \leq \theta x_{po} \tag{8}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_{ri} \geq y_{ro} \tag{9}$$

$$\lambda_i \geq 0 \tag{10}$$

gdzie:

θ – współczynnik efektywności obiektu

λ_i – współczynniki kombinacji liniowej (i = 1, 2, …, n).

Rozwiązując model CCR, otrzymano całkowitą efektywność techniczną danego obiektu. W modelu zorientowanym na nakłady równa się ona θ, w modelu zorientowanym na efekty 1 / θ jeżeli θ = 1, to dana jednostka jest efektywna.

[2] CCR – model ze stałymi efektami skali, skrót od nazwisk twórców: Charnes, Cooper, Rhodes.

Podsumowując, metoda DEA koncentruje się na badaniu relacji między poziomem wielu nakładów i wielu efektów. Sprowadzenie ich do syntetycznych wielkości umożliwia obliczenie współczynników efektywności, przy czym nie wymaga uprzedniej znajomości wag. W trakcie obliczeń wyszukiwane są bowiem wagi maksymalizujące efektywność każdego obiektu. Ostatecznie metoda DEA pozwala na ustalenie krzywej efektywności (ang. *production frontier*). Jeśli obiekty znajdują się na tej krzywej, uznaje się je za efektywne technicznie, a gdy występują poza nią, są nieefektywne. Efektywność obiektu jest mierzona względem innych obiektów z badanej grupy [Kisielewska, 2005]. Dzięki analizie efektywności działania na tle innych obiektów o takim samym profilu działalności możliwe jest ustalenie realistycznych celów oraz sformułowanie programów poprawy istniejącego stanu w kierunku osiągania postawionych celów.

Wśród wielu zalet metody DEA wymienia się jej ogólność i obiektywność, a wśród wad nieodporność na nietypowe wyniki obserwacji oraz nadmiarowość rozwiązań – liczba jednostek wyznaczających poziom stuprocentowej efektywności kształtuje się zwykle w granicach 30–50%. Wymienione wady i zalety DEA skłoniły do poszukiwania innych metod, które zachowując jak najwięcej elementów korzystnych, byłyby jednocześnie wolne od słabych stron tego podejścia. Cytowany wcześniej B. Guzik wziął pod uwagę specyfikę instytucji non profit i zaproponował zastąpienie w niej rzeczywistych wartości rezultatów i nakładów wyceną ich jednostek. W przedstawionej procedurze NPE (efektywności non profit) wycenę nakładów i rezultatów przeprowadził z punktu widzenia całego układu badanych obiektów a nie poszczególnych jednostek.

Przyjęto, że istnieje zbiór J obiektów, N nakładów oraz R rezultatów (efektów) dla określonej działalności. Zbiór informacji o wielkości nakładów oraz rezultatów w obiektach oznaczono[3]:

x_{nj} – wielkość nakładu n-tego ($n = 1, \ldots, N$) w j-ym obiekcie,

y_{rj} – wielkość rezultatu r-tego ($r = 1, \ldots, R$) w j-ym obiekcie, przy czym

$$x_n = \sum_{j=1}^{J} x_{nj}, \qquad y_r = \sum_{j=1}^{J} y_{rj} \tag{11}$$

są sumarycznymi nakładami i rezultatami we wszystkich obiektach.

Założono, że a_n i b_r to odpowiednio wyceny jednostki n-tego nakładu i r-tego efektu w całym układzie badanych obiektów. Nie są one znane, ale należy je wyzna-

[3] Konstrukcję zadania (11)–(19) zaczerpnięto z pracy [Guzik, 2009].

czyć do oceny efektywności poszczególnych obiektów. Zwartościowanie wszystkich poniesionych przez układ nakładów (A) oraz osiągniętych efektów (B) wyniesie wtedy:

$$A = \sum_{n=1}^{N} a_n y_n, \qquad B = \sum_{r=1}^{R} b_r x_r \tag{12}$$

Zwartościowanie wszystkich nakładów obiektu j-ego (A_j) oraz zwartościowanie wszystkich jego rezultatów (B_j) można przedstawić:

$$A_j = \sum_{n=1}^{N} a_n x_{nj}, \qquad B_j = \sum_{r=1}^{R} b_r y_{rj}, \quad 1 \le j \le J \tag{13}$$

Jednostkowe wyceny nakładów i wyników uzyskuje się przez rozwiązanie zadania programowania liniowego: znaleźć takie jednostkowe wyceny nakładów oraz rezultatów a_n i b_r, aby zmaksymalizować wynik działalności całego układu

$$B - A \rightarrow max \tag{14}$$

przy ograniczeniach

$$B_j - A_j \le 0 \tag{15}$$

$$\sum_{r=1}^{R} b_r = 1 \tag{16}$$

Dla tych rezultatów i nakładów, których to dotyczy, wyceny są nie mniejsze lub nie większe od z góry określonych

$$b_r \ge b_r^*, \qquad a_n \le a_n^* \tag{17}$$

Wyceny jednostkowe są nieujemne

$$b_r, a_n \ge 0 \left(n = 1, ..., N; r = 1, \ldots, R \right) \tag{18}$$

Jako wskaźniki efektywności obiektów można przyjąć ilorazy

$$E_j = \frac{B_j}{A_j}, \qquad 1 \le j \le J \tag{19}$$

Im obiekt ma lepszą pozycję, tym jego wskaźnik efektywności jest większy, przy czym w związku z zależnościami (11) $0 \le E_j \le 1$.

3. Przykład wykorzystania DEA i NPE do oceny efektywności funkcjonowania oddziałów

Podmioty działające w branży medycznej wymagają specyficznych metod i narzędzi do zarządzania nimi, ponieważ zdrowie to dobro, które wymaga szczególnego traktowania. Dysproporcja między ilością dostępnych środków a praktycznie nieograniczonym popytem na usługi medyczne wymaga takiej organizacji świadczenia usług, aby zapewnić maksymalny efekt po ustalonych kosztach. Zarządzanie jednostką ochrony zdrowia wymaga przede wszystkim posiadania przez podmioty odpowiedzialne za jej funkcjonowanie wiarygodnych i kompletnych informacji, które pozwolą na efektywne planowanie, ustalenie realnych celów, koordynowanie i kontrolowanie przebiegu realizacji procedur medycznych, a w efekcie na zbilansowanie działalności.

Zdecydowanie największym źródłem przychodów dla szpitali jest kontrakt z Narodowym Funduszem Zdrowia. Stanowi on przeważnie 95% przychodów ogółem i gwarantuje stałość wpływów. Z uwagi na charakter rozliczeń pomiędzy stronami przychody od głównego płatnika nie są zapłatą za wszystkie wykonane na jego rzecz (a raczej na rzecz pacjentów) usługi. Fundusz w razie schorzenia wymagającego wielu interwencji z różnych obszarów medycyny płaci za jedną, wybraną procedurę. Oznacza to, że finansowanie nie obejmuje wszystkich przeprowadzonych czynności, podczas gdy koszty ich wykonywania są generowane we wszystkich obszarach. Jednocześnie szpital przejmuje na siebie uregulowanie wszystkich należności (wobec pracowników, dostawców). Jednym z oddziałów szpitalnych, którego najczęściej dotyka ten problem z uwagi na bardzo szerokie spektrum działalności, jest oddział wewnętrzny. Celowe i konieczne byłoby przede wszystkim dokonanie oceny efektywności funkcjonowania oddziałów wewnętrznych nie tylko w aspekcie ekonomicznym.

W artykule przedstawiono analizę porównawczą efektywności działania 10 oddziałów wewnętrznych wybranych szpitali powiatowych z użyciem metod DEA i NPE, przy czym do badania wykorzystano dane empiryczne o takim samym zakresie.

Zastosowano model CRR zorientowany na minimalizację nakładów przy niezmienionych efektach. W przypadku oddziałów szpitalnych zarządzający mają większy wpływ na nakłady, gdyż wyniki są w dużym stopniu z góry określone przez ograniczone wartości kontraktu z NFZ. W modelach zorientowanych na nakłady strategia polegająca na zmniejszaniu nakładów przy danych efektach powinna prowadzić do wzrostu efektywności jednostek nieefektywnych. Obliczenia przeprowadzono z założeniem stałych efektów skali. Obliczono nowe wielkości nakładów,

które powinny być poniesione przez obiekty nieefektywne w sytuacji optymalnego gospodarowania środkami.

Założono, że działalność oddziałów można scharakteryzować za pomocą pięciu zmiennych: dwóch zmiennych wejściowych – kosztów osobowych i kosztów zużycia materiałów i energii oraz trzech zmiennych wyjściowych: liczby osobodni, liczby punktów z NFZ oraz przychodów z działalności podstawowej. Dane do analizy pochodzą bezpośrednio z badanych szpitali i dotyczą pierwszego kwartału 2013 roku. Obliczenia wykonano w arkuszu kalkulacyjnym Excel.

Wśród nakładów, jakie ponosiły szpitale na działalność oddziałów, największe były następujące:

x_1 – koszty osobowe, w tym koszty wynagrodzeń, świadczeń na rzecz pracowników oraz wartości kontraktów,

x_2 – koszty zużycia materiałów i energii.

Przedstawienie najbardziej kosztochłonnego nakładu za pomocą liczby etatów lub etatów przeliczeniowych mogłoby być niewiarygodne, ponieważ szpitale prowadzą tylko przybliżone statystyki tego typu, więc zdecydowano się na ujęcie tej zmiennej w jednostkach pieniężnych. Zapewniło to porównywalność między oddziałami, w których zatrudnione były osoby na kontrakt ze stawką godzinową, a nie etatową. Drugie pod względem kosztochłonności były nakłady materiałowe, wśród których największą pozycję stanowiły leki.

Jako efekty (rezultaty) przyjęto następujące pozycje:

y_1 – liczbę osobodni, czyli iloczyn liczby pacjentów i liczby dni, jaką przebywali na oddziale,

y_2 – liczbę punktów NFZ wykonanych, określającą rzeczywiste rozmiary usług, jakie świadczył dany oddział,

y_3 – przychody z działalności podstawowej, czyli realny dochód ze świadczonych usług, ograniczony kontraktem z NFZ.

Dane do przykładu analizy efektywności technicznej przedstawiono w tabeli 1.

Otrzymane rezultaty wskazują, że efektywne okazały się oddziały oznaczone jako DMU 2, DMU 6, DMU 8 i DMU 9. Oznacza to, że znalazły się one na krzywej efektywności. Wyniki poniżej 1 odnotowały oddziały, które powinny poprawić relacje między nakładami i efektami. Oddział DMU 1, aby osiągnąć efektywność, powinien zużywać 1 – 0,8649 = 0,1351 jednostek mniej nakładów na uzyskanie dotychczasowego efektu.

Tabela 1. Nakłady, efekty i wyniki dla badanych oddziałów wewnętrznych

Lp.	Nakłady		Efekty			Wyniki modelu DEA CCR zorientowanego na nakłady Θ
	koszty osobowe (zł)	koszty zużycia materiałów i energii (zł)	liczba punktów NFZ	przychody działalności podstawowej (zł)	liczba osobodni	
DMU 1	233 491,96	56 065,89	8 664,88	344 597,76	1 011,00	0,8649
DMU 2	317 448,55	102 311,96	17 415,44	759 854,16	1 736,00	1,0000
DMU 3	388 387,60	191 672,46	18 269,93	880 059,96	1 431,00	0,6882
DMU 4	449 262,74	188 810,75	21 924,41	948 028,89	3 769,00	0,8995
DMU 5	241 758,24	85 497,00	9 988,54	472 194,52	1 819,00	0,9034
DMU 6	356 485,57	194 034,54	25 794,48	1 416 180,96	3 897,00	1,0000
DMU 7	387 842,38	128 933,50	15 755,14	712 605,76	2 685,00	0,8944
DMU 8	233 379,80	46 153,78	8 587,52	317 286,47	1 109,00	1,0000
DMU 9	276 178,25	89 142,75	10 782,31	484 084,60	2 258,00	1,0000
DMU 10	763 846,00	107 902,62	15 158,03	778 746,84	1 890,00	0,9770

Źródło: opracowanie własne.

Na tej podstawie można wyznaczyć nowe, mniejsze wielkości nakładów, które pozwoliłyby na osiągnięcie niezmienionych efektów przez wszystkie nieefektywne jednostki decyzyjne. Ponieważ jednak mamy do czynienia z dwoma nakładami, więc do oszacowania koniecznych redukcji każdego z nich posłużono się *Raportem wrażliwości* wygenerowanym dla każdej nieefektywnej jednostki. Wykorzystano podane w nim wyceny dualne dla ograniczeń dotyczących łącznej wartości poniesionych nakładów i łącznej wartości uzyskanych efektów. Pozwoliło to na wyznaczenie dla każdego z nich kombinacji złożonej z efektywnych obiektów, która przy nie większych nakładach pozwoli na osiągnięcie co najmniej takich samym efektów. Wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Po obliczeniu kombinacji liniowych nakładów ponoszonych przez efektywne jednostki możliwe jest oszacowanie realnej i zapewniającej efektywność wielkości nakładów dla pozostałych obiektów. Na przykład dla DMU 4 będzie to oznaczać, że koszty osobowe powinny wynosić 0,5201 tego, co wydaje DMU 6, 0,0575 tego, co wydaje DMU 8, oraz 0,7432 tego, co wydaje DMU 9. W tabelach 3 i 4 zaprezentowano wartości kosztów osobowych oraz koszty zużycia materiałów i energii dla każdego nieefektywnego oddziału.

Tabela 2. Wyceny dualne dla ograniczeń łącznej wartości nakładów

Wyceny dualne dla ograniczeń	DMU 1	DMU 3	DMU 4	DMU 5	DMU 7	DMU 10
DMU 2 Łączna wartość nakładów	0,2120	0,1926	0,0000	0,0000	0,0000	0,7126
DMU 6 Łączna wartość nakładów	0,0014	0,5782	0,5201	0,1282	0,2058	0,1675
DMU 8 Łączna wartość nakładów	0,5748	0,0000	0,0575	0,1159	0,4421	0,0000
DMU 9 Łączna wartość nakładów	0,0000	0,0000	0,7432	0,5274	0,6169	0,0000
Łączna wartość nakładów	0,8649	0,6882	0,8995	0,9034	0,8944	0,9770

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Nowe wartości kosztów osobowych nieefektywnych oddziałów

Koszty osobowe		DMU 1	DMU 3	DMU 4	DMU 5	DMU 7	DMU 10
A	Obecnie ponoszone	233 491,96	388 387,60	449 262,74	241 758,24	387 842,38	763 846,00
B	Możliwe do osiągnięcia	201 958,42	267 281,17	404 108,67	218 404,18	346 885,60	285 940,85
C	Różnica (B – A)	–31 533,54	–121 106,43	–45 154,07	–23 354,06	–40 956,78	–477 905,15
D	Stosunek (B/A %)	86,49	68,82	89,95	90,34	89,44	37,43

Źródło: opracowanie własne.

Analizując wyniki uzyskane przez model zorientowany na nakłady, można stwierdzić, że przy tak zdefiniowanych efektach nieefektywne oddziały, aby znaleźć się na krzywej efektywności technicznej, czyli osiągnąć efektywność techniczną równą 1, powinny zdecydowanie ograniczyć koszty. Możliwe do osiągnięcia oszczędności, które dotyczą tylko jednego kwartału, są znaczne. W przypadku DMU 1 nakłady powinny być niższe o 13,59%, co w przypadku kosztów osobowych pozwoliłoby na oszczędności w wysokości 31,5 tys. zł kwartalnie, a więc 126,0 tys. zł rocznie. Największe sugerowane oszczędności z tytułu kosztów osobowych dotyczą oddziału oznaczonego jako DMU 10 i wynoszą aż 62,57%. Biorąc pod uwagę, że same koszty osobowe oddziału stanowią niemal 100% osiąganych przychodów, realne oszczędności z tego tytułu wyniosą 477,9 tys. zł kwartalnie. Jednocześnie dziwi fakt, że przy tak ogromnej niegospodarności efektywność całego oddziału została oceniona na 0,977.

Tabela 4. Nowe wartości kosztów materiałowych nieefektywnych oddziałów

Koszty zużycia materiałów i energii		DMU 1	DMU 3	DMU 4	DMU 5	DMU 7	DMU 10
A	Obecnie ponoszone	56 065,89	191 672,46	188 810,75	85 497,00	128 933,50	107 902,62
B	Możliwe do osiągnięcia	48 494,08	131 905,45	169 833,94	77 237,91	115 317,92	105 417,13
C	Różnica (B – A)	–7 571,81	–59 767,01	–18 976,81	–8 259,09	–13 615,58	–2 485,49
D	Stosunek (B/A %)	86,49	68,82	89,95	90,34	89,44	97,70

Źródło: opracowanie własne.

Z uwagi na duże uproszczenie modelu nie można na podstawie przedstawionego przykładu wyciągać wniosków o ogólnej efektywności działania oddziałów szpitalnych. Liczba i dobór zmiennych wynikał głównie z zamiaru ilustracji prezentowanej metody. W przypadku rzeczywistej, pogłębionej analizy należałoby przeprowadzić pełną procedurę doboru zmiennych oraz wnikliwie zbadać: własności statystyczne zmiennych.

Na podstawie osiągniętych wyników można przypuszczać, że metoda DEA jest mało różnicująca i uznaje zbyt wiele obiektów za wzorcowo efektywne. Z tego powodu porównawczo wykorzystano podejście NPE.

Metodą NPE ustalono efektywność techniczną badanych oddziałów, przyjmując takie same założenia i dane wejściowe. Ponadto założono, że każdy nakład i efekt ma przynajmniej dziesięcioprocentowe znaczenia w końcowym rezultacie. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 5.

W rezultacie wykorzystania metody NPE maksymalną efektywność technologiczną przekształcania nakładów w efekty odnotował tylko jeden oddział – DMU 6. Jest to również jeden z czterech liderów wyłonionych przez metodę DEA. Na niezłej pozycji znalazł się również DMU 2 z efektywnością powyżej 80%.

Według metody NPE najniższą efektywność miału oddziały DMU 10 oraz DMU 3 (58% i 61%). O ile metoda DEA również wskazała DMU 3 jako najgorszy oddział, o tyle DMU 10 znalazł się na piątej pozycji (tuż za liderami) z efektywnością wynoszącą 98%. We wszystkich przypadkach NPE oceniła efektywność techniczną gorzej niż DEA. Oceny były niższe średnio o 22%.

Tabela 5. Efektywność oddziałów szpitalnych ustalona metodą NPE

Lp.	Nakłady	Efekty	Wynik (efekt–nakład)	Efektywność (efekt/nakład)
DMU 1	55 615,03	36 135,06	–19 479,97	0,650
DMU 2	90 625,23	79 115,76	–11 509,47	0,873
DMU 3	149 145,97	90 977,79	–58 168,18	0,610
DMU 4	153 586,58	100 010,53	–53 576,05	0,651
DMU 5	73 379,22	49 673,51	–23 705,71	0,677
DMU 6	147 315,14	147 315,14	0,00	1
DMU 7	112 985,27	74 984,09	–38 001,18	0,664
DMU 8	49 899,41	33 474,60	–16 424,81	0,671
DMU 9	78 919,34	51 293,09	–27 626,25	0,650
DMU 10	138 482,40	80 902,49	–57 579,91	0,584

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 6 podano ranking oddziałów według obu zastosowanych metod dla zilustrowania powstałych różnic.

Tabela 6. Porównanie rankingu badanych oddziałów szpitalnych

Lp.	NPE	Ranga	DEA	Ranga
DMU 1	0,6497	8	0,8649	9
DMU 2	0,8730	2	1	1
DMU 3	0,6100	9	0,6882	10
DMU 4	0,6512	6	0,8995	7
DMU 5	0,6769	3	0,9034	6
DMU 6	1	1	1	1
DMU 7	0,6637	5	0,8944	8
DMU 8	0,6708	4	1	1
DMU 9	0,6499	7	1	1
DMU 10	0,5842	10	0,9770	5

Źródło: opracowanie własne.

Rankingi wyraźne różnią się między sobą, zwłaszcza pod względem doboru liderów badanej grupy. NPE okazała się bardziej krytyczna i selektywna. Jak pokazały symulacje, wskazała ona tylko jednego lidera, który może stać się benchmarkiem dla pozostałych.

Podsumowanie

Wyniki analiz DEA i NPE mogą dostarczyć cennych informacji wspomagających zarządzanie jednostkami ochrony zdrowia. DEA nie tylko umożliwia identyfikację obszarów wymagających poprawy, ale także wskazuje na możliwości ich rozwoju. Pozwala także odpowiedzieć na pytania dotyczące między innymi mocnych i słabych stron badanych jednostek, sposobu alokacji środków finansowych pomiędzy nie lub optymalnej wielkości tych jednostek.

Systematyczna ocena jednostek sektora ochrony zdrowia może przynieść wiele korzyści nie tylko płatnikowi, dysponującemu ograniczonymi środkami publicznymi, ale przede wszystkim podmiotom poddanym badaniom. Wyniki analizy dostarczają ważnych informacji o gospodarności jednostek i ich efektywności w porównaniu z innymi komórkami. Wskazują również możliwe do osiągnięcia wyniki, skalę oszczędności oraz czynniki, które wywierają największy wpływ na efektywność funkcjonowania jednostek.

Ważne jest, że można analizować działalność jednostek, wykorzystując jednocześnie wiele nakładów i efektów. Nie jest wymagane, aby użytkownik sam przypisywał wagi do każdego rodzaju nakładów i efektów, co sprzyja obiektywizmowi oceny. Metoda umożliwia przeprowadzenie wielokryterialnej oceny działalności ze względu na możliwość uwzględnienia w analizie zarówno zmiennych ilościowych, jaki i jakościowych, wyrażonych różnymi jednostkami miary. Ponadto nie jest wymagana znajomość zależności zachodzących między nakładami a efektami oraz nie ma potrzeby ścisłego określenia funkcji produkcji. Wykorzystuje się technikę programowania liniowego, które pozwala na analizę dużej liczby obiektów, zmiennych i relacji między nimi. Wadą metody DEA jest jej tolerancyjność, w której wyniku spośród badanych obiektów 40% zostało uznanych za w pełni efektywne. Z tego powodu badanie uzupełniono metodą NPE, która pozwoliła na wyłonienie tylko jednego lidera badanej grupy oddziałów.

Autorzy uważają, że metoda DEA z powodzeniem może być stosowana w analizie podmiotów sektora ochrony zdrowia. Umożliwia wzbogacenie warsztatu metodologicznego wykorzystywanego przez analityków do badania efektywności oddziałów szpitalnych. Przedstawione w artykule wyniki badań – chociaż o ograniczonym zakresie – pokazują, że oddziały są zróżnicowane pod względem efektywności ich działania, a w poszczególnych podmiotach tkwią rezerwy poprawy ich efektyw-

ności. Autorzy są przekonani, że analiza porównawcza efektywności może być jednym z ważnych stymulatorów podwyższania jakości świadczonych usług, poprawy efektywności wydatkowania środków publicznych i ich alokacji oraz doskonalenia zarządzania w jednostkach non profit. Przedstawione w artykule spostrzeżenia mogą być, zdaniem autorów, punktem wyjścia do dalszych, bardziej rozbudowanych analiz i dyskusji. Wskazane byłoby prowadzenie systematycznych analiz opartych na przedstawionych metodach dla jednorodnych podmiotów, na przykład innych oddziałów szpitali lub szpitali o podobnym profilu działalności. Tego rodzaju badania pozwoliłyby na zbudowanie obiektywnych rankingów, umożliwiających ich pogłębioną i ciągłą ocenę.

Literatura

Adamczyk J., Nitkiewicz T. (2008), *DEA jako metoda oceny rozwoju równoważonego przedsiębiorstw energetycznych*, „Problemy Ekologii, Baza Danych o Zawartości Polskich Czasopism" Vol. 12, nr 1.

Augustyniak W.M. (2012), *Efektywność Polskich Regionalnych Portów Lotniczych* (rozprawa doktorska), Wydział Zarządzania, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań.

Becker A., Becker J. (2009), *Zastosowanie metody granicznej analizy danych do oceny gospodarowania województw Polski*, red. W. Bojar, Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą, Bydgoszcz.

Chalos P., Cherian J. (1995), *An Application of Data Envelopment Analysis to Public Sector Performance Measurement and Accountability*, „Journal of Accounting and Public Policy", Vol. 160.

Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. (1978), *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*, „European Journal of Operational Research" No. 2.

Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. (2000), *Data Envelopment Analysis: a Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-solver Software*, Kluwer, Dordrecht.

Ćwiąkała-Małys A., Nowak W. (2009), *Sposoby klasyfikacji modeli DEA*, „Badania Operacyjne i Decyzje" nr 3, Wrocław.

Farrell M.J. (1957), *The Measurement of Productive Efficiency*, „Journal of the Royal Statistical Society" Series A.

Feruś A. (2006), *Zastosowanie metody DEA do określania poziomu ryzyka kredytowego przedsiębiorstw*, „Bank i Kredyt" nr 7.

Grzesiak S. (1997), *Metody ilościowe w badaniu efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw*, Rozprawy i Studia t. 266, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin.

Guzik B. (2009), *Propozycja metody szacowania efektywności instytucji non profit*, „Roczniki Ekonomiczne" nr 2.

Kisielewska M. (2005), *Charakterystyka wybranych metod pomiaru efektywności bazujących na krzywych efektywności*, Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.

Kucharski A. (2011), *Metoda DEA w ocenie efektywności gospodarczej*, Łódź.

Kozierkiewicz A. (2011), *Restrukturyzacja zakładów opieki zdrowotnej w Polsce*, Przewodnik przygotowania projektu, SGH w Warszawie, Katedra Rachunkowości Menadżerskiej, Ministerstwo Zdrowia, Departament Ubezpieczenia Zdrowotnego, Warszawa.

Machała R. (2001), *Praktyczne zarządzanie finansami firmy,* Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Mielnik M., Ławrynowicz M. (2002), *Badanie efektywności technicznej banków komercyjnych w Polsce metodą DEA*, „Bank i Kredyt" nr 5.

Moshiri H., Aljunid S.M., Amin R.M., Dahlui M., Ibrahm W.N. (2011), *Measuring Efficiency of Teaching Hospitals in Malaysia*, „International Journal of Business and Management", Malaysia, Vol. 6, No. 4.

Nazarko J., Chrabołowska J. (2005), *Benchmarking w ocenie efektywności krajowych spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Taksonomia, nr 12.

Nazarko J., Komuda M., Kuźmicz K., Szubzda E., Urban J. (2008), *Metoda DEA w badaniu efektywności instytucji sektora publicznego na przykładzie szkół wyższych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej, Badania Operacyjne i Decyzje, nr 4, Wydział Zarządzania.

Nazarko J., Kuźmicz K., Szubzda E., Urban J. (2008), *Ogólna koncepcja benchmarkingu i jego stosowalność w szkolnictwie wyższym*, w: *Benchmarking w systemie szkolnictwa wyższego*, red. J. Woźnicki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

Szymańska E. (2009), *Zastosowanie metody DEA do badania efektywności gospodarstw trzodowych*, „Journal of Agribusiness and Rural Development" 2(12).

Rogowski G. (1996), *Analiza i ocena działalności banków z wykorzystaniem metody DEA*, „Bank i Kredyt" nr 9.

Rogowski G. (1999), *Metody analizy i oceny działalności banku na potrzeby zarządzania strategicznego*, Wydawnictwo WSB w Poznaniu, Poznań.

Zarzecki D. (1997), *Wykorzystanie wskaźników finansowych w ocenie przedsiębiorstwa. Podstawowe zagadnienia*, Interbook, Szczecin.

USE OF DEA METHOD FOR VALUATION OF TECHNICAL EFFICIENCY OF HOSPITAL DEPARTMENTS

Abstract

In the paper authors suggest a use of DEA method and NPE procedure to evaluate efficiency in micro scale in health care. Deliberations about usability of both approaches are illustrated in an empirical example of technical efficiency evaluation for ten chosen departments of internal medicine. Accordingly to DEA method used in CCR variant focused on expenditures, it turned out, that only 60% of examined departments have technical efficiency reserves. Due to the fact, that efficiency evaluation for the same departments performed with use of NPE procedure turned out completely different, the problem of credibility of acquired information from both places arise. It is necessary to conduct more detailed comparison analysis for both methods with use of various class objects.

Translated by Mateusz Grzesiak

Keywords: data envelopment analysis, hospital, efficiency, non-profit.
Kod JEL: C44.