

EKONOMICZNA ANALIZA EFEKTYWNOŚCI SZPITALI

WPROWADZENIE

Efektywność funkcjonowania szpitali jest problemem dla systemów ochrony zdrowia na całym świecie, a szczególnie w Polsce. Dlatego przedmiotem zainteresowania przedkładanego artykułu jest przedstawienie ekonomicznych narzędzi analitycznych służących uzyskaniu wiedzy, a przede wszystkim twardych danych dotyczących efektywności szpitali dla potrzeb zarządzania. W artykule uwaga została skoncentrowana na podstawach teoretycznych i narzędziach analitycznych umożliwiających uzyskanie wyników obrazujących nieefektywność szpitali, a więc i sposobów jej ograniczenia.

Po zapoznaniu się z definicjami efektywności oraz metodami szacowania wielkości nieefektywności uwzględniono koszty ponoszone przez szpitale oraz zbadano cztery sposoby oddziaływania na ich wielkość. Poszukując możliwości ograniczania nieefektywności szpitali, należy skoncentrować się na wyjaśnieniu następujących czterech kwestii:

Po pierwsze, należy sprawdzić, czy szpitale osiągają ekonomiczną efektywność rozumianą jako iloczyn efektywności technicznej i alokacyjnej.

Po drugie, należy sprawdzić, czy szpitale są przekapitalizowane, co stanowi wyodrębniony aspekt efektywności alokacyjnej.

Po trzecie, warto określić, jaki wpływ na koszty ponoszone przez szpitale ma stopień ich specjalizacji, a więc interesujące jest, czy szpitale powinny specjalizować się, czy też dostarczać szeroki zakres świadczeń.

Po czwarte, liczba szpitali ma wpływ na wysokość ponoszonych przez nie kosztów, czyli należy określić, czy trzeba zwiększać liczbę pacjentów leczonych w poszczególnych szpitalach ograniczając ich liczbę.

1. ZDEFINIOWANIE EFEKTYWNOŚCI SZPITALI

Różne sposoby definiowania efektywności powodują, że zatracą się poczucie jednoznaczności tego pojęcia, co jest sprzeczne z odczuciem intuicyjnym jego rozumienia. Dlatego proponuję następujące uporządkowanie nieco zróżnicowanych definicji efektywności.

W mikroekonomii w ramach analizy równowagi ogólnej wykorzystywana jest efektywność Pareta¹. Najogólniej można powiedzieć, że osiągnięcie jej oznacza, że nie można poprawić sytuacji żadnej jednostki bez pogorszenia położenia innej jednostki. Efektywność ma być osiągnięta na rynkach produktów, na rynkach czynników i w całej gospodarce, a więc spełnione muszą zostać trzy warunki efektywności Pareta. Pierwszy dotyczy rynków produktów, na których konsumenci nabywają je, aby maksymalizować swoją użyteczność. Drugi warunek odnosi się do rynków czynników, na których zaopatrują się producenci dostarczający produktów na rynki dóbr, czyli dla konsumentów. Oznacza to, że każde dobro jest oceniane (wyceniane, przypisywana jest im wartość) zarówno przez konsumentów, jak i producentów. A więc zgodnie z trzecim warunkiem efektywności Pareta każde dobro musi być tak samo ocenione przez wszystkich uczestników procesu gospodarowania. Dla ułatwienia odwołamy się do modelu uproszczonej gospodarki, w której żyją dwie osoby A i B produkowane są dwa dobra X i Y przy wykorzystaniu dwóch czynników produkcyjnych K i L. Pierwszy warunek oznacza zrównanie krańcowych stóp substytucji między obydwojma dobrami dla obu osób, czyli $MRS_{X,Y}^A = MRS_{X,Y}^B$. Została więc osiągnięta efektywność konsumpcji lub, inaczej, wymiany. Drugi warunek oznacza zrównanie krańcowych stóp technicznej substytucji dla produkcji obu dóbr przy wykorzystaniu obu czynników, czyli $MRTS_{L,K}^X = MRTS_{L,K}^Y$. Dzięki temu została osiągnięta efektywność produkcji. Efektywność gospodarowania oznacza, że jednocześnie została osiągnięta efektywność konsumpcji i produkcji, a więc krańcowa stopa transformacji między dwoma dobrami zrównała się z jednakową dla obu konsumentów krańcową stopą substytucji, czyli $MRT_{X,Y} = MRS_{X,Y}^A = MRS_{X,Y}^B$. Spełnienie pierwszego warunku efektywności Pareta oznacza efektywną dystrybucję dóbr między konsumentami, spełnienie drugiego umożliwia osiągnięcie efektywnej alokacji czynników produkcyjnych między procesy produkcyjne, czyli przedsiębiorstwa. Spełnienie trzeciego warunku oznacza efektywność gospodarowania, czyli dostarczanie konsumentom efektywną kombinację produktów. Efektywność Pareta również określa

¹ V. Pareto, *Manuel d'économie politique*, V. Giard et Briere, Paris 1909.

się mianem efektywności ekonomicznej. Podsumowując, efektywność Pareta oznacza, że z efektywnością:

- konsumpcji wiąże się efektywna dystrybucja dóbr między konsumentami;
- produkcji wiąże się po pierwsze, wykorzystanie najlepszej technologii produkcji, czyli wielkość produkcji odpowiada punktowi z funkcji produkcji, co ma związek z efektywnością techniczną i po drugie, efektywna alokacja czynników między procesy produkcyjne, czy producentów.

Doprecyzowaniu definicji efektywności swe prace poświęcił Farrell² i zgodnie z jego podejściem ekonomiczna efektywność produkcji jest iloczynem dwóch rodzajów efektywności, jakimi są efektywność techniczna i alokacyjna. Jednakże osiągnięcie ekonomicznej efektywności produkcji można przedstawić w odniesieniu do kosztów, przychodów i zysków, a więc mówimy o efektywności kosztowej, przychodowej i zysku. Na kolejnych rysunkach zostaną one przedstawione graficznie i zdefiniowane.

Ponadto badanie efektywności może być zorientowane na produkty lub na czynniki produkcyjne. Orientacja na produkty oznacza, że przedsiębiorstwo dąży do osiągnięcia maksymalnej produkcji z zatrudnienia danych czynników wytwórczych, a orientacja na czynniki prowadzi do minimalizacji zatrudnienia czynników do wytworzenia danej wielkości produkcji. (Będzie o tym mowa przy omawianiu metody DEA.)

Na rysunku 1 przedstawiona jest orientacja na czynniki przy osiągnięciu efektywności, co oznacza, że daną wielkość produkcji chcemy wyprodukować przy minimalnym – niezbędnym z technologicznego punktu widzenia – zatrudnieniu czynników. Aby przedstawić interpretację graficzną przyjmujemy, że jeden produkt Y wytwarzany jest przy zatrudnieniu dwóch czynników X_1 i X_2 , co pokazuje izokwanta ZZ' . Nachylenie linii ograniczenia budżetowego SS' wyznacza stosunek cen czynników.

EFEKTYWNOŚĆ TECHNICZNA oznacza, że dana wielkość produktu Y jest wytwarzana przy minimalnej, niezbędnej ilości zatrudnionych czynników X_1 i X_2 , czyli konieczne jest przejście: $H^A \rightarrow \theta^A H^A$. Przedsiębiorcy osiągający efektywność techniczną muszą znajdować się na izokwancie ZZ' .

EFEKTYWNOŚĆ ALOKACYJNA dla rynkowych cen czynników X_1 i X_2 oznacza, że właściwa (czyli minimalizująca koszty) kombinacja tych czynników została wykorzystana do produkcji Y w ilości wynikającej z izokwanty, czyli konieczne jest przejście: $\theta^A H^A \rightarrow H^E$. Efektywności alokacyjnej odpowiadają

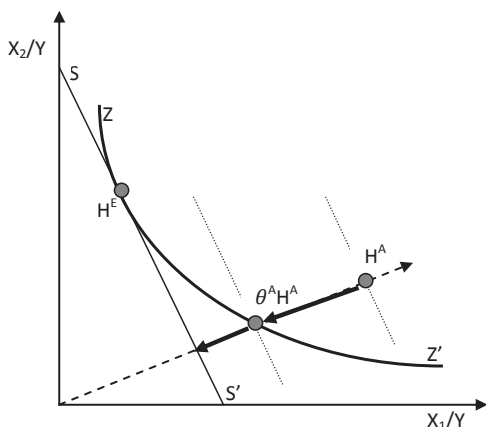
² M.J. Farrell, *The Measurement of Productive Efficiency*, „The Journal of the Royal Statistical Society”, Seria A, nr 120 (III), 1957, s. 253–281.

punkty z linii ograniczenia budżetowego SS' , determinującego najniższe koszty niezbędne do wyprodukowania Y .

EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA w odniesieniu do kosztów, czyli EFEKTYWNOŚĆ KOSZTOWA oznacza, że dana wielkość produkcji Y wytwarzana jest po minimalnych kosztach, a więc konieczne jest przejście: $H^A \rightarrow H^E$, co oznacza, że nieefektywny szpital H^A musi zatrudniać taką ilość i kombinację czynników jak osiągający efektywność szpital H^E .

Rysunek 1

Efektywność ekonomiczna jako efektywność kosztowa przy orientacji na czynniki



gdzie:

ZZ' – izokwanta odpowiadająca danej wielkości produkcji dobra Y przy zatrudnieniu dwóch czynników, X_1 i X_2 ;

SS' – linia ograniczenia budżetowego;

H^E , H^A , $\theta^A H^A$ – szpitale produkujące taką samą wielkość produktu Y (np. ilość określonych procedur medycznych).

Na rysunku 2 przedstawiona jest orientacja na produkty przy osiągnięciu efektywności przychodowej, co oznacza, że przy danym zatrudnieniu czynnika chcemy wyprodukować maksymalną wielkość produkcji. Aby przedstawić interpretację graficzną przyjmujemy, że dwa produkty Y_1 i Y_2 wytwarzane są przy zatrudnieniu jednego czynnika X , co pokazuje krzywa transformacji (możliwości produkcyjnych) ZZ' . Nachylenie linii ograniczenia budżetowego (linia jednakowych przychodów) SS' wyznacza stosunek cen produktów.

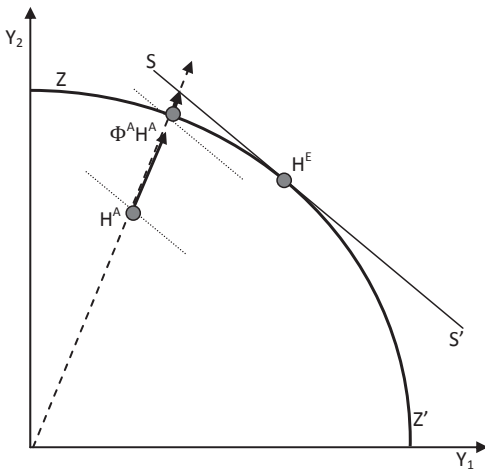
EFEKTYWNOŚĆ TECHNICZNA oznacza, że maksymalna ilość dwóch produktów Y_1 i Y_2 zostaje wytworzona przy zatrudnieniu danej ilości czynnika X , czyli konieczne jest przejście: $H^A \rightarrow \Phi^A H^A$. Przedsiębiorcy osiągający efektywność techniczną muszą znajdować się na krzywej transformacji ZZ' .

EFEKTYWNOŚĆ ALOKACYJNA dla rynkowych cen produktów Y_1 i Y_2 oznacza, że właściwa (czyli maksymalizująca przychody) kombinacja tych produktów została wytworzona w ilości wynikającej z krzywej transfor-

macji, czyli konieczne jest przejście: $\Phi^A H^A \rightarrow H^E$. Efektywności alokacyjnej odpowiadają punkty z linii ograniczenia budżetowego SS' , determinującego najwyższe przychody z zatrudnienia X .

Rysunek 2

Efektywność ekonomiczna jako efektywność przychodowa przy orientacji na produkty



gdzie:

ZZ' – krzywa transformacji (możliwości produkcyjnych) odpowiadająca maksymalnym wielkościom produkcji dóbr Y_1 i Y_2 przy zatrudnieniu czynnika X ;

SS' – linia ograniczenia budżetowego;

$H^E, H^A, \Phi^A H^A$ – szpitale zatrudniające taką samą ilość czynnika X .

EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA w odniesieniu do przychodów, czyli **EFEKTYWNOŚĆ PRZYCHODOWA** oznacza, że dana kombinacja wielkości produkcji Y_1 i Y_2 dostarcza maksymalnych przychodów, a więc konieczne jest przejście: $H^A \rightarrow H^E$, co oznacza, że nieefektywny szpital H^A musi wytwarzać taką kombinację produktów jak osiągający efektywność szpital H^E .

Na rysunku 3 przedstawione jest dochodzenie do efektywności ekonomicznej nakierowanej na zysk przy obu orientacjach, czyli orientacji na czynniki oraz na produkty.

EFEKTYWNOŚĆ TECHNICZNA:

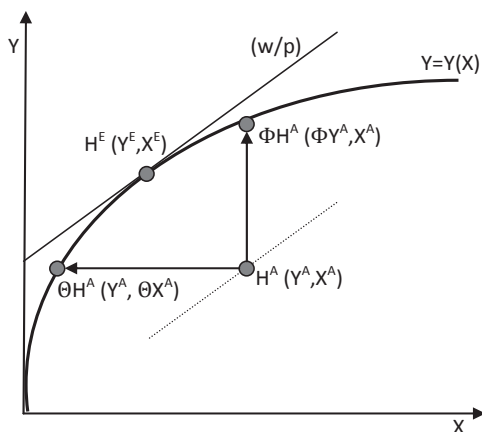
- przy orientacji na produkty oznacza, że wytwarzana jest maksymalna wielkość produktu przy zatrudnieniu danej ilości czynnika, czyli konieczne jest przejście: $H^A(Y^A, X^A) \rightarrow \Phi H^A(\Phi Y^A, X^A)$. Przedsiębiorcy osiągający efektywność techniczną muszą znajdować się na funkcji produkcji, $Y=Y(X)$.

- przy orientacji na czynniki oznacza, że dana wielkość produkcji wytwarzana jest przy zatrudnieniu minimalnej ilości czynnika, czyli konieczne jest przejście: $H^A(Y^A, X^A) \rightarrow \theta H^A(Y^A, \theta X^A)$. Ponownie, przedsiębiorcy osiągający efektywność techniczną muszą znajdować się na funkcji produkcji, $Y=Y(X)$.

EFEKTYWNOŚĆ ALOKACYJNA dla zadanego przez rynek stosunku ceny czynnika do ceny produktu oznacza, że przedsiębiorstwo zatrudnia właściwą ilość czynnika do wytworzenia właściwej wielkości produktu, czyli konieczne są przejścia: $\Phi H^A(\Phi Y^A, X^A) \rightarrow H^E(Y^E, X^E)$ lub $\theta H^A(Y^A, \theta X^A) \rightarrow H^E(Y^E, X^E)$.

Rysunek 3

**Efektywność ekonomiczna jako efektywność zysku
przy orientacji na czynniki i produkty**



gdzie:

$Y=Y(X)$ – funkcja produkcji pokazująca maksymalną wielkość produkcji dobra Y przy zatrudnieniu czynnika X ;

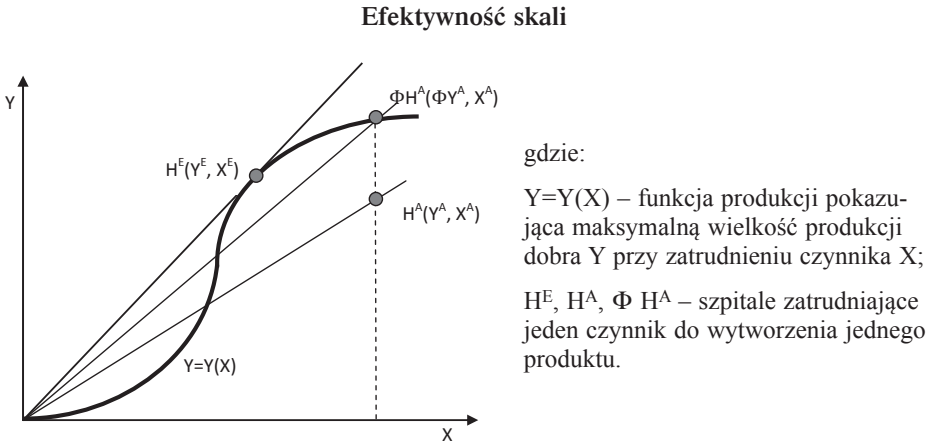
(w/p) – linia ograniczenia budżetowego;

$H^E, H^A, \theta H^A, \Phi H^A$ – szpitale zatrudniające jeden czynnik do wytworzenia jednego produktu.

Istnieje jeszcze efektywność skali, która związana jest z produktywnością. Produkcyjność i efektywność to są różne pojęcia. Jako produktywność rozumiemy TFP (*total factor productivity*), czyli miarę uwzględniającą wszystkie czynniki produkcji. Natomiast miary produktywności uwzględniające jeden czynnik, jak np. produktywność pracy, określane są mianem cząstkowych miar produktywności. Jeśli przedsiębiorstwo znajduje się na funkcji produkcji, np. $Y=Y(X)$ z rysunku 3, to oznacza, że osiąga efektywność techniczną. Rysunek 4 przedstawia efektywność skali i rozróżnienie między efektywnością techniczną a produktywnością. Nachylenie promienia wychodzącego z początku układu współrzędnych Y/X jest miarą produktywności w danym punkcie.

Niefektywne przedsiębiorstwo H^A osiąga efektywność techniczną w ΦH^A , ale może ono zwiększyć produktywność przesuwając się do H^E , gdzie nachylenie promienia będącego w tym punkcie styczną do funkcji produkcji Y/X jest największe, a to oznacza wybór optymalnej wielkości przedsiębiorstwa.

Rysunek 4



EFEKTYWNOŚĆ TECHNICZNA (przy orientacji na produkty) oznacza, że wytwarzana jest maksymalna wielkość produktu przy zatrudnieniu danej ilości czynnika, czyli konieczne jest przejście: $H^A(Y^A, X^A) \rightarrow \Phi H^A(\Phi Y^A, X^A)$.

EFEKTYWNOŚĆ SKALI oznacza osiągnięcie największej produktywności, czyli optymalną skalę (wielkość) przedsiębiorstwa, czyli konieczne jest przejście: $\Phi H^A(\Phi Y^A, X^A) \rightarrow H^E(Y^E, X^E)$.

Podsumowując, efektywność ekonomiczna rozumiana jest jako efektywność Pareta i jest ona osiągana po spełnieniu trzech warunków efektywności. Dotyczy ona efektywności konsumpcji i produkcji. Ekonomiczna efektywność produkcji jest iloczynem efektywności technicznej i alokacyjnej i może być przedstawiana w odniesieniu do kosztów, przychodów i zysku. Efektywność skali oznacza największą produktywność.

2. METODY SZACOWANIA EFEKTYWNOŚCI SZPITALI

W celu oszacowania efektywności prowadzonej działalności wykorzystywane są różne rodzaje mierników. Do najprostszych, które odnoszą się do produktywności, zalicza się wskaźniki (indeksy) proste, jak miara produktywności pracy lub kapitału, oraz złożone wskaźniki, jakimi są indeksy TFP. Mierzenie efektywności polega na porównaniu rzeczywistego funkcjonowania z funkcjonowaniem optymalnym, które odpowiada punktom z granicy najlepszych praktyk. Technicznie osiągalna granica możliwości produkcyjnych jest nieznaną i dlatego konieczne są oszacowania empiryczne. Analiza efektywności polega więc na estymowaniu empirycznej granicy stworzonej przez zaobserwowane funkcjonowanie podmiotów. Można wyróżnić dwie zasadnicze metody oceny granicy efektywności, a mianowicie można konstruować granice deterministyczne i stochastyczne. Takie rozróżnienie jest konsekwencją odmiennego podejścia do błędu pomiaru i szumu statystycznego. Uwzględniając możliwość wykorzystania różnych metod, można posługiwać się metodą parametryczną i nieparametryczną. Różnica między nimi sprowadza się do odmiennego podejścia do postaci funkcyjnej granicy efektywności. W metodach parametrycznych konieczne jest sformułowanie postaci funkcyjnej dla granicy efektywności, a w metodach nieparametrycznych nie trzeba tego robić. Zestawienie metod przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Klasyfikacja metod wyznaczania granicy efektywności

	Deterministyczne	Stochastyczne
Parametryczne	Skorygowana Metoda Najmniejszych Kwadratów (Corrected OLS)	Stochastyczna Funkcja Graniczna (Stochastic Frontier Analysis – SFA)
Nieparametryczne	DEA (Data Envelopment Analysis); Free Disposal Hull (FDH)	Stochastic Data Envelopment Analysis (SDEA)

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnych punktach przedstawione zostaną DEA i SFA.

2.1. Pomiar efektywności szpitali przy wykorzystaniu metody DEA

Punktem wyjścia do badania efektywności była wspomniana już praca Farrella. W badaniach nad efektywnością łączą się ekonomia, a zwłaszcza mikroekonomia, zarządzanie i badania operacyjne. W 1978 r. DEA została opracowana przez A. Charnesa, W.W. Coopera i E. Rhodesa³. Jest to metoda nieparametryczna służąca do badania względnej efektywności, czyli wyznaczonej na podstawie danych ze wszystkich jednostek (DMU – *Decision Making Unit*) objętych badaniem. Oznacza to, że wykorzystując te dane estymuje się granicę (obwiednię) zbioru możliwości produkcji. Granicę tworzą jednostki efektywne, czyli osiągające najlepszy stosunek wyników do nakładów, a interpretuje się ją jako empiryczną funkcję produkcji. Ponieważ porównuje się efektywność wszystkich jednostek względem siebie, to ma ona charakter względny.

Pomimo że metoda DEA jest znana w Polsce od końca lat 90., to dopiero rozpoczyna się jej wykorzystywanie do badania efektywności szpitali i innych podmiotów ochrony zdrowia.

Modele DEA można klasyfikować posługując się kryterium orientacji i korzyści skali. Modele – jeśli są zorientowane – to mogą przyjąć orientację na czynniki (produkcyjne) lub na produkty. W takich modelach wynik efektywności pokazuje zmianę w czynnikach lub produktach umożliwiającą osiągnięcie efektywności. Dla obu orientacji mogą one uwzględniać stałe lub zmienne korzyści skali. Podstawowym modelem zorientowanym, w którym przyjęto założenie o stałych korzyściach skali, jest model CCR (od nazwisk jego twórców, czyli Charnesa, Coopera i Rhodesa). Natomiast model zorientowany i przyjmujący zmienne korzyści skali został nazwany modelem BCC (również od nazwisk twórców, czyli Bankera, Charnesa i Coopera⁴).

Model CCR jest modelem programowania ilorazowego sprowadzonym do modelu liniowego. Wyznaczenie efektywności dla każdej jednostki związane jest z rozwiązaniem dla niej zadania decyzyjnego. Analizowaną jednostkę oznacza się indeksem o . W tym celu przyjmuje się następujące oznaczenia:

n – liczba jednostek objętych badaniem (liczba DMU – *Decision Making Unit*), dla $j = 1, \dots, n$,

s – liczba wytwarzanych produktów, dla $r = 1, \dots, s$,

³ A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes, *Measuring the efficiency of decision making units*, „European Journal of Operational Research”, No. 2, 1978, s. 429–441.

⁴ R.D. Banker, A. Charnes, W.W. Cooper, *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis*, „Management Science”, 1984, No. 30, s. 1078–1092.

- m – liczba czynników, dla $i = 1, \dots, m$,
 x_{ij} – wielkość zatrudnienia i -tego czynnika przez j -tą jednostkę,
 y_{rj} – wielkość r -tego produktu wytworzonego przez j -tą jednostkę,
 v_{io} – zmienna decyzyjna – waga związana z i -tym czynnikiem w zadaniu o -tego obiektu;
 u_{ro} – zmienna decyzyjna – waga związana z r -tym produktem w zadaniu o -tego obiektu;
 θ_o – wskaźnik efektywności o -tej jednostki.

W modelu CCR zorientowanym na czynniki funkcja celu badanej jednostki przyjmuje postać:

$$\max \theta_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_{ro} y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_{io} x_{io}},$$

przy ograniczeniach:

$$\sum_{r=1}^s u_{ro} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{io} x_{ij} \leq 0, \quad \forall j$$

$$u_{ro}, v_{io} > \varepsilon, \quad \forall r, i.$$

Podlegająca maksymalizacji efektywność jest przedstawiona jako iloraz ważonej sumy produktów i ważonej sumy czynników. Zmiennymi decyzyjnymi są u_{ro} i v_{io} , czyli wagi r -tego produktu i i -tego czynnika dla badanej jednostki. Optymalne wartości tych zmiennych pokazują siłę oddziaływania tego produktu i czynnika na wartość wskaźnika efektywności θ_o dla tej jednostki. Jednakże w praktyce wykorzystywana jest postać dualna tego modelu w postaci:

$$\min \left\{ \theta_o - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_{io}^- + \sum_{r=1}^s s_{ro}^+ \right) \right\},$$

przy ograniczeniach:

$$\theta_o x_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{jo} + s_{io}^- \quad i = 1, \dots, m,$$

$$y_{ro} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_{jo} - s_{ro}^+ \quad r = 1, \dots, s,$$

$$\lambda_{jo}, s_{io}^-, s_{ro}^+ \geq 0 \quad \forall j, i, r$$

gdzie:

- θ_o – wskaźnik efektywności (przy braku dla niego ograniczeń),
 λ_{jo} – zmienna decyzyjna: waga j -tej jednostki z punktu widzenia jednostki o -tej,
 s_{ro}^+ – zmienna decyzyjna, tzw. luz (zmienna swobodna), odpowiadająca r -temu produktowi w o -tej jednostce,

- s_{io}^- – zmienna decyzyjna, tzw. luz (zmienna swobodna), odpowiadająca i -temu czynnikowi w o -tej jednostce,
 ε – zmienna infinitesimalna.

Rozwiązanie problemu dualnego dostarcza wskaźnika efektywności θ_o oraz n wag λ_{jo} . Wartości wag większe od zera pokazują, że jednostki im odpowiadające j -te są wzorcami dla o -tej jednostki. Każda z tych wag λ_{jo} pokazuje, w jakich proporcjach należy zatrudnić czynniki j -tej jednostki w o -tej jednostce, aby osiągnęła ona efektywność w stu procentach.

Szczególne znaczenie mają tzw. luzy, które przyjmują wartości nieujemne, a ich wartości dodatnie wskazują możliwość zmiany wielkości zatrudnienia czynników i/lub wytwarzania produktów bez zmiany rozwiązania zadania. Oznacza to, że niezerowe wartości luzów stanowią nieefektywność techniczną jednostki. W ramach tej nieefektywności można wyróżnić czystą nieefektywność techniczną oraz mieszaną nieefektywność (mix-nieefektywność). Aby zlikwidować czystą nieefektywność techniczną należy proporcjonalnie zmniejszyć wszystkie czynniki (proporcjonalnie zwiększyć wszystkie produkty), a zlikwidowanie mieszanej mix-nieefektywności wymaga wyzerowania wszystkich luzów.

Podsumowując, w modelu DEA o -ta jednostka jest efektywna, gdy spełnione są poniższe warunki:

- 1) $\theta_o^* = 1$
- 2) $s_{ro}^{+*} = 0$ oraz $s_{io}^{-*} = 0$.

Spełnienie tylko warunku pierwszego oznacza osiągnięcie tzw. słabej efektywności. Jeśli któryś z luzów ma wartość dodatnią, to istnieje mix-nieefektywność i jednostka jest nieefektywna. Można zmniejszyć zatrudnienie czynnika np. do wielkości $x_{io} - s_{io}^{-*}$, przy utrzymaniu $\theta_o^* = 100\%$ oraz przy niezmienionej wielkości produkcji. Efektywność wyznaczana w modelu DEA jest również efektywnością Pareta.

Dla modelu zorientowanego na czynniki, ale przyjmującego zmienne korzyści skali, czyli modelu BCC, zagadnienie pierwotne można zapisać w postaci:

$$\max \theta_o = \frac{\sum_{r=1}^s u_{ro} y_{ro} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_{io} x_{io}},$$

przy ograniczeniach:

$$\sum_{r=1}^s u_{ro} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{io} x_{ij} - u_o \leq 0 \quad \forall j$$

$$u_{ro}, v_{io} > \varepsilon, \quad \forall r, i.$$

Natomiast zagadnienie dualne modelu BCC przyjmuje postać:

$$\min \theta_o - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^s s_{ro}^+ + \sum_{i=1}^m s_{io}^- \right),$$

przy ograniczeniach:

$$\theta_o x_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{jo} + s_{io}^-$$

$$y_{ro} = \sum_{j=1}^n r_{rj} \lambda_{jo} - s_{ro}^+$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

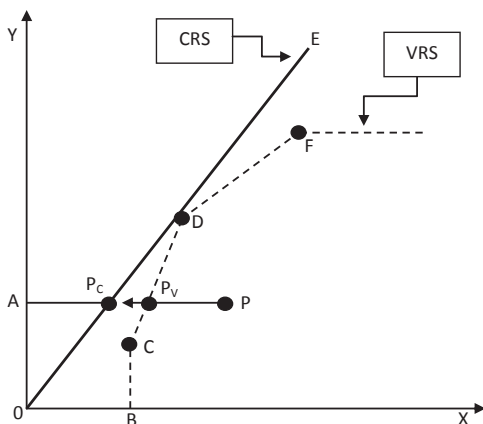
$$\lambda_{jo}, s_{io}^-, s_{ro}^+ \geq 0 \quad \forall j, i, r$$

(przy braku ograniczeń dla θ_o).

Różnice w podejściu do efektywności technicznej modeli CCR i BCC, czyli przy stałych (CRS) i zmiennych (VRS) korzyściach skali, można przedstawić tak, jak na rysunku 5.

Rysunek 5

Efektywność techniczna w modelach zorientowanych na czynniki przyjmujących stałe korzyści skali (CRS) i zmienne korzyści skali (VRS)



Dla jednostki P:

$$TE_{CRS} = AP_C/AP,$$

$$TE_{VRS} = AP_V/AP,$$

$$SE = AP_C/AP_V.$$

Tak więc:

$$TE_{CRS} = AP_C/AP = (AP_C/AP_V)^*$$

$$*(AP_V/AP) = SE * TE_{VRS}.$$

czyli:

$$SE = TE_{CRS}/TE_{VRS}.$$

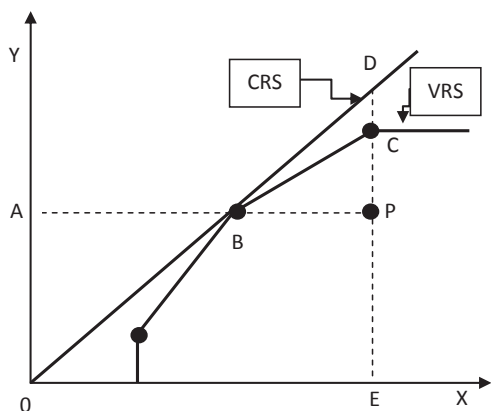
Jednostka P wytwarza jeden produkt Y, jakim jest np. leczenie szpitalne, zatrudniając jeden czynnik X, jakim jest np. personel medyczny. Promień OE stanowi granicę produkcji dla technologii ze stałymi korzyściami skali, a łamana BCDF – dla technologii ze zmiennymi korzyściami skali. Efek-

tywność techniczna przy orientacji na czynniki oznacza ograniczenie tego czynnika „w poziomie”, czyli jednostka P musi przejść do pozycji P_V lub P_C , w zależności od rodzaju korzyści skali. Wybór rodzaju korzyści skali zależy od horyzontu czasowego analizy, jej celu i kontekstu.

Niezależnie od wyboru CRS lub VRS należy wybrać orientację na czynniki lub produkty, co jest przedstawione na rysunku 6.

Rysunek 6

Zorientowanie na czynniki lub produkty przy CRS i VRS w metodzie DEA



Efektywność techniczną można zapisać:

$$TE_{IN,CVR} = AB/AP = EP/ED = TE_{OUT,CRS}$$

gdzie:
indeks IN oraz OUT oznacza zorientowanie na czynniki oraz na produkty.

Wybór orientacji na czynniki lub produkty nie oddziałuje na efektywność, gdyż w obu modelach uzyskuje się tą samą granicę.

Na koniec warto podkreślić, że metoda DEA umożliwia obliczenie efektywności technicznej i kosztowej – CE (przychodowej i zysku – ekonomicznej), co umożliwia obliczenie w sposób pośredni efektywności alokacyjnej jeśli tylko ceny czynników są znane, gdyż $AE = CE / TE$.

W dorobku światowym znajduje się wiele artykułów poświęconych analizie efektywności w ochronie zdrowia. Badania mogą dotyczyć prawie wszystkich lub wybranych szpitali, wybranych podmiotów, jak domy opieki nad osobami starszymi, pojedynczych lekarzy prowadzących praktykę prywatną, czy oddziałów w ramach jednego szpitala. Na koniec chciałabym odwołać się właśnie do takiego badania⁵. Autor bada szpital założony w 2010 r. składający

⁵ Adel Mohammed Al-Shayea, *Measuring hospital's units efficiency: A data envelopment analysis approach*, „International Journal of Engineering and Technology”, December 2011, Vol. 11, No. 06, s. 7–19.

się z 9 oddziałów, a do analizy ich efektywności przyjął dwa czynniki i trzy produkty. Obliczył wskaźniki efektywności i wagi prowadzące do osiągnięcia efektywności dla każdego oddziału szpitalnego w poszczególnych miesiącach badanego okresu.

2.2. Pomiar efektywności szpitali przy wykorzystaniu metody SFA

W metodzie DEA granica produkcyjna pozwalająca obliczyć efektywność techniczną i alokacyjną została wyznaczona metodą nieparametryczną i deterministyczną, natomiast w metodzie SFA granica ta zostanie wyznaczona metodą parametryczną i stochastyczną.

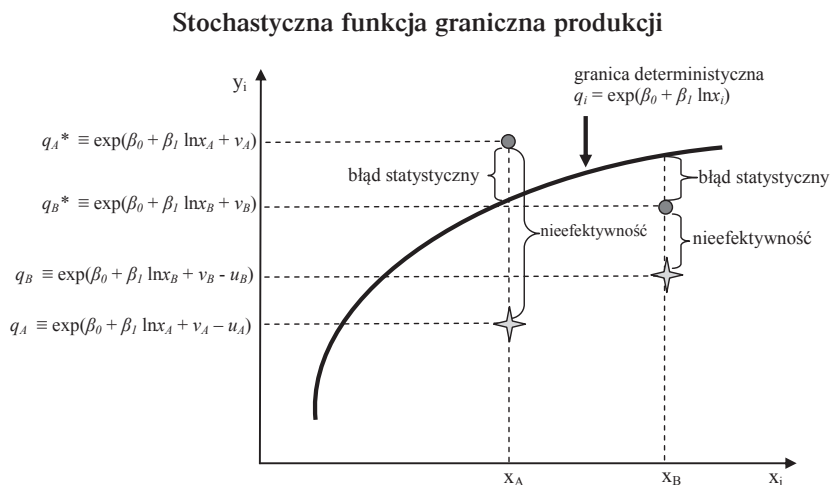
Dwa niezależne zespoły zaproponowały model stochastycznej funkcji granicznej produkcji⁶. Model ten przyjmuje postać:

$$\ln q_i = x_i \beta + v_i - u_i,$$

gdzie: q_i to wielkość produkcji i -tej firmy; x_i to wektor o wymiarach $K \times 1$ logarytmów czynników; β to wektor nieznanych parametrów, u_i to nieujemny składnik losowy mierzący nieefektywność techniczną; v_i to składnik losowy o symetrycznym rozkładzie z zerową wartością oczekiwaną i stałą wariancją. Model ma charakter stochastyczny, gdyż wielkości produkcji są ograniczone od góry przez zmienną stochastyczną $\exp(x_i \beta + v_i)$. Składnik losowy v_i może przyjmować wartość zarówno dodatnią, jak i ujemną. Dlatego właśnie produkty ze stochastycznej granicy przyjmują wielkości nad i pod deterministyczną częścią modelu, jaką jest $\exp(x_i \beta)$. Tę właściwość przedstawia rysunek 7. Wzdłuż osi odciętych mierzone jest zatrudnienie czynnika przez dwie firmy A oraz B , a wzdłuż osi rzędnych – ich wielkość produkcji. Kształt granicy deterministycznej ujawnia istnienie malejących przychodów skali (DRS – *diminishing returns to scale*). Tak więc firma A zatrudnia x_A czynnika do wytworzenia wielkości produkcji q_A , natomiast w przypadku firmy B zatrudnienie czynnika wynosi x_B , a wielkość produkcji to q_B .

⁶ D.J. Aigner, C.A.K. Lovel, P. Schidt, *Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models*, „Journal of Econometrics”, 1977, No. 6, s. 21–37; W. Meeusen, J. van den Broeck, *Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error*, „International Economic Review”, 1977, No. 18, s. 435–444.

Rysunek 7



Źródło: Na podstawie: T.J. Coelli, D.S.P. Rao, C.J. O'Donnell, G.E. Battese, *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 2nd ed., Springer, 2005, s. 244.

Funkcja produkcji Cobba-Douglasa dla firmy produkującej jeden produkt, q_i , przy zatrudnieniu jednego czynnika x_i , przyjmuje postać:

$$\ln q_i = \beta_0 + \beta_1 \ln x_i + v_i - u_i.$$

Po przekształceniu można ją zapisać jako:

$$q_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i + v_i - u_i)$$

i po kolejnym przekształceniu otrzymujemy:

$$q_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i) \times \exp(v_i) \times \exp(-u_i),$$

gdzie: $\exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_i)$ to część deterministyczna; $\exp(v_i)$ to składnik losowy; $\exp(-u_i)$ to nieefektywność.

Z zapisu wynika, że gdyby obie firmy funkcjonowały w sposób efektywny, to wielkości produkcji odpowiadające granicy wynosiłyby:

$$q_A^* \equiv \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_A + v_A) \text{ oraz } q_B^* \equiv \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln x_B + v_B),$$

gdź $u_A = 0$ oraz $u_B = 0$.

Analiza SFA służy określeniu nieefektywności, a miarę przyjętą do wyznaczenia nieefektywności technicznej wyznacza stosunek rzeczywistej wielkości produkcji do wielkości produkcji wynikającej z granicy, czyli:

$$TE_i = \frac{q_i}{\exp(x_i\beta + v_i)} = \frac{\exp(x_i\beta + v_i - u_i)}{\exp(x_i\beta + v_i)} = \exp(-u_i).$$

TE przyjmuje więc wartości od 0 do 1, które są wyznaczone stosunkiem wielkości produkcji i -tego szpitala względem wielkości produkcji szpitala w pełni efektywnego, zatrudniającego taki sam wektor czynników.

Analogicznie, jak w przypadku pomiaru efektywności przy wykorzystaniu metody DEA, tak i w odniesieniu do posługiwania się metodą SFA dorobek literatury światowej świadczy o szerokim wykorzystaniu podejścia ekonometrycznego do badania efektywności w sektorze ochrony zdrowia. Przykładem może być raport i suplement do niego opublikowany przez *Australian Government Productivity Commission*, z którego wynika, że reforma ochrony zdrowia w Australii została poprzedzona badaniem z wykorzystaniem metody SFA⁷.

3. KWESTIA PIERWSZA:

CZY SZPITALA OSIĄGAJĄ EKONOMICZNĄ EFEKTYWNOŚĆ ROZUMIANĄ JAKO ILOCZYN EFEKTYWNOŚCI TECHNICZNEJ I ALOKACYJNEJ

Efektywność techniczna i jej pomiar zostały szczegółowo przedstawione przy omawianiu obu metod jej szacowania, czyli DEA i SFA. W przypadku efektywności alokacyjnej można najprościej stwierdzić, że wymaga ona spełnienia następującego warunku (przy wytwarzaniu jednego produktu dzięki zatrudnieniu dwóch czynników):

$$\frac{MP_i}{MP_j} = \frac{w_i}{w_j},$$

gdzie: MP_i oraz MP_j oznaczają produkty krańcowe czynników i oraz j , a w_i i w_j – ich ceny. Goldman i Grossman⁸ skonstruowali wskaźnik do pomiaru nieefektywności alokacyjnej w następujący sposób. Stosunek krańcowej stopy substytucji $\frac{MP_i}{MP_j}$ do ceny względnej $\frac{w_i}{w_j}$ oznaczyli jako r_{ij} . Stosunek ten

⁷ Raport dostępny jest na stronie: <http://www.pc.gov.au/projects/study/hospitals/report>

⁸ F. Goldman, M. Grossman (1982), *The production and cost of ambulatory medical care in community health centers*, NBER Working Paper Series, WP No. 907.

równa się 1, gdy szpital zatrudnia czynniki w kombinacji minimalizującej koszty. Wskaźnik $r_{ij} > 1$, gdy szpital zatrudnia za dużo czynnika j , zaś $r_{ij} < 1$, gdy szpital zatrudnia za mało czynnika j . A więc mogli zdefiniować wskaźnik nieefektywności e_{ij} jako wartość bezwzględną różnicy r_{ij} i 1, czyli:

$$e_{ij} = |r_{ij} - 1|.$$

W sytuacji, gdy szpital osiąga efektywność alokacyjną, to $e_{ij} = 0$, a gdy jest on nieefektywny to wartość wskaźnika jest dodatnia.

Warto jeszcze przedstawić wnioski sformułowane przez Schmidta i Lovella⁹, z których wynikają nowe miary nieefektywności technicznej i alokacyjnej. Dla wprowadzonego w punkcie 2.2 modelu stochastycznego zapisanego w postaci:

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j \ln x_{ij} + v_i + u_i \quad (u_i \leq 0)$$

sformułowali oni funkcję kosztów postaci Cobb-Duogłasa dla szpitala nieefektywnego technicznie i alokacyjnie w postaci:

$$\ln c_i = M + \frac{1}{r} \ln y_i + \frac{1}{r} \sum_j \beta_j \ln w_{ij} - \frac{1}{r} (v_i - u_i) + (E_i - \ln r),$$

gdzie: $r = \sum_j \beta_j$ i oznacza korzyści skali, M jest funkcją parametrów funkcji kosztów, oraz

$$E_i = \sum_j \left(\frac{\beta_j}{r} \right) \delta_{ji} + \ln \left[\beta_1 + \sum_j \beta_j \exp(-\delta_{ji}) \right],$$

a δ_{ji} pokazuje wartość o jaką j -ty warunek pierwszego rzędu efektywności alokacyjnej nie jest spełniony dla i -tego szpitala.

Z wyprowadzenia Schmidta i Lovella wynika, że przy istnieniu nieefektywności technicznej i alokacyjnej pojawiają się dwa efekty charakterystyczne dla szpitala, będące miernikami tych nieefektywności, czyli $(1/r)u_i$ oraz $(E_i - \ln r)$. Ich wartości określają w procentach, o ile koszty i -tego szpitala przewyższają koszty minimalne niezbędne do poniesienia w procesie produkcyjnym z powodu istnienia obu rodzajów nieefektywności w analizowanym szpitalu.

⁹ P. Schmidt, C.A. Knox Lovell, (1979), *Estimating technical and allocative inefficiency relative to stochastic production and cost frontiers*, „Journal of Econometrics”, No. 9, s. 343–366.

4. KWESTIA DRUGA: CZY SZPITALA SĄ PRZEKAPITALIZOWANE

Kwestia ta jest szczególnym pytaniem związanym z efektywnością alokacyjną, a jako przyczynę tego powszechnego zjawiska przyjmuje się gwałtowny rozwój technologii medycznych. Problem nadwyżek mocy produkcyjnych nie tylko w szpitalach poruszany był wielokrotnie, jednak nie przeprowadzono zbyt wielu badań na ten temat ze względu na ogromne problemy zarówno pojęciowe, jak i z pomiarem. Problemem badawczym jest stwierdzenie, czy szpitale zatrudniają stałe czynniki w wielkości odpowiadającej poziomowi minimalnych kosztów w długim okresie.

Jako pionierską uznaje się pracę Feldsteina¹⁰, w której estymował on funkcję produkcji postaci Cobba-Douglasa dla próby 177 szpitali w UK w celu zbadania ich efektywności i przekapitalizowania. Rodriguez-Alvarez i Knox Lovell¹¹ uznali, że szpitale są biurokratyzowanymi organizacjami, w których osoby pracujące nie odbierają bodźców nakłaniających ich do działań uwzględniających ekonomiczną efektywność. Na tej podstawie uznali nieefektywność techniczną i alokacyjną jako cechę systemową. W swojej analizie wykorzystali podejście dualne do funkcji produkcji i kosztów, a także przedstawili metodologię umożliwiającą estymowanie nadwyżkowych możliwości produkcyjnych w ochronie zdrowia. Wyprowadzili formułę umożliwiającą określenie kosztu krańcowego quasi-stałego czynnika K, i doszli do wniosku, że jeśli wielkość zatrudnionego K jest optymalna, to cena-cień (*shadow price*) r^s , lub otrzymany koszt krańcowy musi się równać cenie rynkowej czynnika r. Jeśli ten warunek nie jest spełniony, to oszacowane odchylenie wyniesie: $q = \frac{r^s}{r}$. Przy $q < 1$ szpital jest przekapitalizowany, a wartość wskaźnika pokazuje wielkość przekapitalizowania.

Do określania wielkości przekapitalizowania szpitali używana jest również metoda odwołująca się do szacowania parametrów funkcji kosztów przeciętnych zaproponowana przez Cowinga i Holtmanna¹². Autorom chodzi o sprawdzenie, czy zatrudniona jest optymalna wielkość stałych czynników,

¹⁰ M.S. Feldstein (1967), *Economic Analysis for Health Service Efficiency: Econometric Studies of the British National Health Service*, North-Holland Publishing Company: Amsterdam.

¹¹ A. Rodriguez-Alvarez, C.A. Knox Lovell (2004), *Excess capacity and expense preference behavior in National Health Systems: an application to the Spanish public hospitals*, „Health Economics”, 13 (2), s. 157–169.

¹² T.G. Cowing, A.G. Holtmann (1983), *Multiproduct short run hospital cost functions: Empirical evidence and policy implications from cross-section data*, „Southern Economic Journal”, No. 49, s. 637–653.

czyli minimalizująca koszty w długim okresie, przy danej wielkości produkcji szpitali. Sformułowali oni funkcję kosztów całkowitych w krótkim okresie C_S , jako sumę kosztów stałych F i zmiennych C_V :

$$C_S = F + C_V(y, w_V, K),$$

gdzie: $F = w_K K$ przedstawia całkowite wydatki na czynnik stały, gdyż jest to iloczyn zasobu kapitału i jego ceny; y to wielkość produkcji; w_V to ceny zmiennych czynników; K to zasób kapitału, który do wzoru wchodzi dwukrotnie – raz jako determinant kosztów stałych i ponownie do kosztów zmiennych. Aby sprawdzić przekapitalizowanie Cowing i Holtmann estymują funkcję kosztów zmiennych i testują hipotezę: $-w_K = \frac{\delta C_V}{\delta K}$, zgodnie z którą zasób kapitału minimalizuje koszty w długim okresie K^* . Alternatywne podejście wykorzystał Feldstein testując hipotezę $\frac{\delta C_S}{\delta K} = 0$. Zawsze poszukiwane jest zatrudnienie zasobu kapitału, które gwarantuje minimalizację kosztów funkcjonowania szpitala w długim okresie.

Pomimo trudności związanych z mierzaniem kosztów szpitali konieczne wydają się badania nad ich przekapitalizowaniem przy wykorzystaniu dostępnych metod.

5. KWESTIA TRZECIA: JAKI WPŁYW NA KOSZTY PONOSZONE PRZEZ SZPITALA MA STOPIEŃ ICH SPECJALIZACJI

Badania skoncentrowane na specjalizacji szpitali i kosztach przez nie ponoszonych wykorzystują pojęcie korzyści zakresu (*economies of scope*) sformułowane przez Baumola, Panzara i Willinga¹³. Stwierdzili oni, że koszty produkcji można obniżyć wytwarzając produkty łącznie zamiast specjalizacji w produkcji każdego z nich, co pokazuje formuła będąca miernikiem korzyści zakresu:

$$S_c = \frac{[C(y_1^*, 0) - C(0, y_2^*) - C(y_1^*, y_2^*)]}{C(y_1^*, y_2^*)},$$

gdzie: $C(y_1^*, 0)$ i $C(0, y_2^*)$ są kosztami ponoszonymi, gdy wytwarzanie obu produktów odbywa się odrębnie; $C(y_1^*, y_2^*)$ jest to koszt łącznego wytworzenia obu pro-

¹³ W.J. Baumol, J.C. Panzar, R.D. Willing (1982), *Contestable markets and the theory of industry structure*, Harcourt Brace Jovanovich, NY.

duktów przy takiej samej wielkości produkcji jak przy produkcji odrębnej. Przy istnieniu korzyści zakresu koszt łącznej produkcji jest niższy od sumy kosztów produkcji odrębnych, czyli $S_c > 0$. Na korzyści zakresu składają się dwa elementy, a mianowicie efekt skali (*a scale effect*) ujawniający przewagę po stronie kosztów, spowodowaną różnymi skalami produkcji, oraz efekt wypukłości (*a convexity effect*) ujawniający przewagę po stronie kosztów spowodowaną samą kombinacją produktów. Z punktu widzenia szpitali, które muszą zdecydować, czy pogłębiać specjalizację, wydaje się, że ten drugi efekt jest ważniejszy. Można obliczyć skutki jego działania przy wykorzystaniu metody DEA. Należy podkreślić, że funkcja kosztów służąca do wyznaczania korzyści zakresu musi być na tyle ogólna, aby uwzględnić dwa źródła tych korzyści, czyli po pierwsze, musi uwzględnić koszty stałe i quasi-stałe, które nie są specyficzne dla produktów i , po drugie, musi uwzględnić komplementarności kosztów polegające na tym, że koszt krańcowy jednego produktu jest malejącą funkcją wielkości produkcji drugiego produktu.

Gaynor, Kleiner, Vogt¹⁴ zaproponowali sposób mierzenia korzyści zakresu w ramach wszystkich zagregowanych produktów, z których każdy obejmuje świadczenia dobrane zgodnie z intensywnością wykorzystania zasobów. Funkcję kosztów szpitala dostarczającego K produktów zapisano następująco:

$$Cost = C(Q_1, Q_2, \dots, Q_K, w),$$

gdzie: Q oznacza zagregowany produkt poszczególnego rodzaju; w to wektor cen czynników. W ramach każdego rodzaju produktu wyróżnia się N medycznych świadczeń. Tak więc w ramach produktu rodzaju k -tego mogą istnieć korzyści zakresu przedstawione przez poniższą funkcję:

$$Q_k = (Q_{k1}^{\sigma_k} + \dots + Q_{kN}^{\sigma_k})^{\frac{1}{\sigma_k}},$$

gdzie wielkość korzyści zakresu wyznaczona jest przez parametr σ_k . Tak więc funkcję kosztów można zapisać w postaci:

$$Cost = C[(Q_{1i}^{\sigma_1} + \dots + Q_{1N}^{\sigma_1})^{\frac{1}{\sigma_1}}, (Q_{2i}^{\sigma_2} + \dots + Q_{2N}^{\sigma_2})^{\frac{1}{\sigma_2}}, \dots, (Q_{Ki}^{\sigma_K} + \dots + Q_{KN}^{\sigma_K})^{\frac{1}{\sigma_K}}, w].$$

Z równania funkcji kosztów wynika, że kiedy jej wartość zmienia się na skutek zmiany wielkości produktu rodzaju Q_K , to jednocześnie koszt każdej jednostki produktu również zmienia się przez zróżnicowanie świadczeń ofe-

¹⁴ M.S. Gaynor, S.A. Kleiner, W.B. Vogt (2013), *Analysis of Hospital Production: an Output Index Approach*, „Journal of Applied Econometrics”, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jae.2371/pdf>

rowanych przez szpital w ramach rodzaju produktu Q_K . Przykładowo, jeśli szpital świadczy usługi ambulatoryjne a i szpitalne s w zakresie kardiologii k i laryngologii l to funkcję kosztów można zapisać jako:

$$Cost = C[(Q_{ak}^{\sigma_a} + Q_{al}^{\sigma_a})^{\frac{1}{\sigma_a}}, (Q_{sk}^{\sigma_s} + Q_{sl}^{\sigma_s})^{\frac{1}{\sigma_s}}, w],$$

w której koszty zmieniają się nie tylko w zależności od świadczeń ambulatoryjnych i szpitalnych, ale również od zakresu świadczeń kardiologicznych i laryngologicznych.

Jeśli funkcja kosztów szpitala jest rosnąca względem wszystkich argumentów, to wartość parametru $\sigma_k > 1$ oznacza istnienie korzyści zakresu przy produkcji wielu świadczeń w ramach produktu każdego rodzaju.

Znajomość istnienia i wielkości korzyści zakresu pozwala więc odpowiedzieć na pytanie, czy szpital powinien specjalizować się, czy też dostarczać szerokiego spektrum świadczeń.

6. KWESTIA CZWARTA: JAK LICZBA SZPITALI WPŁYWA NA WYSOKOŚĆ PONOSZONYCH PRZEZ NIE KOSZTÓW

Zagadnienie liczby szpitali w systemie ochrony zdrowia związane jest z wyznaczeniem takiej liczby szpitali, przy której wszystkie funkcjonują ponosząc minimalne koszty przeciętne. Mamy więc do czynienia z korzyściami skali (*economies of scale*). Jeśli na początku założymy, że szpitale wytwarzają tylko jeden produkt, to osiągnięcie korzyści skali oznacza, że każdy szpital wytwarza taką liczbę jednostek produktu, przy której ponosi minimalne koszty przeciętne wytworzenia każdej jednostki. Miarą korzyści skali jest elastyczność kosztów całkowitych względem produkcji, czyli:

$$\varepsilon = \frac{\frac{\partial C}{\partial y}}{\frac{C}{y}} = \frac{\partial C}{\partial y} y \frac{1}{C} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln y} = \frac{MC}{AC},$$

gdzie: C to koszty całkowite; y to wielkość produkcji; MC to koszty krańcowe; AC to koszty przeciętne. Jeśli $\varepsilon < 1$, to istnieją korzyści skali. Na ogół do mierzenia korzyści skali wykorzystuje się odwrotność ε , czyli S :

$$S = \frac{AC}{MC} = \frac{C}{\frac{\partial C}{\partial y} y} = \frac{1}{\frac{\partial \ln C}{\partial \ln y}}.$$

S przyjmuje wartości dodatnie jeśli istnieją korzyści skali.

Jednak do określania wielkości produkcji, przy której osiągnane jest minimum kosztów przeciętnych przez szpital, trzeba uchylić przyjęte założenie i traktować szpital jako przedsiębiorstwo wytwarzające wiele produktów. A więc trzeba odwołać się do promieniowych kosztów przeciętnych RAC (*Ray Average Costs*), które definiujemy jako iloraz kosztów całkowitych C i wielkości produkcji q , czyli:

$$RAC(q) = \frac{C(rq, (1-r)q)}{q},$$

gdzie: $q_1 = rq$ – wielkość produkcji pierwszego produktu; $q_2 = (1-r)q$ – wielkość produkcji drugiego produktu; r to udział produktu pierwszego w całkowitej wielkości produkcji. Wiadomo, że $RAC(q)$ maleją wtedy, i tylko wtedy, gdy $\frac{dRAC(q)}{dq} < 0$. Ale:

$$\begin{aligned} \frac{dRAC(q)}{dq} &= \frac{1}{q} \left[r \frac{dC}{dq_1} + (1-r) \frac{dC}{dq_2} \right] - \frac{1}{q} \frac{1}{q} C(q) = \frac{1}{q} \frac{1}{q} \left[q_1 \frac{dC}{dq_1} + q_2 \frac{dC}{dq_2} - C(q) \right] = \\ &= \frac{1}{q} \frac{1}{q} \left[q_1 \frac{dC}{dq_1} + q_2 \frac{dC}{dq_2} - C(q) \right], \end{aligned}$$

czyli istnieją korzyści skali, gdy $q_1 \frac{dC}{dq_1} + q_2 \frac{dC}{dq_2} - C(q)$ jest ujemne lub gdy $q_1 \frac{dC}{dq_1} + q_2 \frac{dC}{dq_2}$ jest mniejsze od $C(q)$. Wzór miernika korzyści skali przy dwóch produktach S_2 przyjmuje więc postać:

$$S_2 = \frac{C(q)}{q_1 \frac{dC}{dq_1} + q_2 \frac{dC}{dq_2}},$$

a wynika z niego, że wyrażenie $q_1 \frac{dC}{dq_1} + q_2 \frac{dC}{dq_2}$ jest mniejsze od $C(q)$ tylko wtedy, gdy $S > 1$. Dlatego $RAC(q)$ maleje (rośnie, jest stałe), gdy q rośnie w zależności od tego, czy S jest większe (mniejsze, równe) 1.

Tak więc kombinację produktów, dla których wszystkie RAC osiągają minimum, można wyznaczyć posługując się promieniowymi korzyściami skali S_N , zdefiniowanymi poniższym wzorem:

$$S_N = \frac{C}{\sum_i \frac{\partial C}{\partial y_i}} y_i = \frac{1}{\sum_i \varepsilon_i},$$

gdzie: ε_i to elastyczność kosztów względem i -tego produktu.

Wielkość korzyści skali zależy od dwóch czynników, a mianowicie od korzyści skali związanych z produktem (*Product specific economies of scale*) oraz od korzyści zakresu. Korzyści skali związane z produktem pokazują, jak zmieniają się koszty przy zmianie wielkości produkcji tylko jednego produktu *ceteris paribus*. Przyjmijmy, że funkcja kosztów dla dwóch produktów przyjmuje postać: $C(y_1, y_2)$. Koszty inkrementalne IC_1 zwiększenia produkcji pierwszego produktu z 0 do y_1 przy stałej wielkości produkcji drugiego produktu y_2 , przedstawia wyrażenie:

$$IC_1 = [C(y_1, y_2) - C(0, y_2)].$$

Natomiast przeciętne koszty inkrementalne AIC_1 zwiększenia produkcji pierwszego produktu z 0 do y_1 przy stałej wielkości produkcji drugiego produktu y_2 przedstawia wyrażenie:

$$AIC_1 = \frac{IC_1}{y_1}.$$

Wielkość korzyści skali związanych ze zwiększeniem produkcji pierwszego produktu z 0 do q_1 przy stałej wielkości produkcji drugiego produktu q_2 przedstawia wyrażenie:

$$S_1 = \frac{AIC_1}{MC_1},$$

z którego wynika, że dla $S_1 > 1$ istnieją korzyści skali.

Wpływ korzyści zakresu S_C na promieniowe korzyści skali uwzględnia poniższa formuła:

$$\begin{aligned} S_N &= \frac{\frac{y_1 MC_1}{y_1 MC_1 + y_2 MC_2} S_1 + \left(1 - \frac{y_1 MC_1}{y_1 MC_1 + y_2 MC_2}\right) S_2}{1 - S_C} = \\ &= \frac{\frac{y_1 MC_1}{y_1 MC_1 + y_2 MC_2} S_1 + \left(1 - \frac{y_1 MC_1}{y_1 MC_1 + y_2 MC_2}\right) S_2}{1 - \frac{[C(y_1^*, 0) - C(0, y_2^*) - C(y_1^*, y_2^*)]}{C(y_1^*, y_2^*)}} \end{aligned}$$

Okazuje się, że przy wystarczająco silnych korzyściach zakresu istnieją promieniowe korzyści skali nawet jeśli nie ma korzyści skali związanych z produktem.

PODSUMOWANIE

Analiza kosztów szpitali, zarówno w krótkim, jak i w długim okresie, jest szczególnie ważna, gdyż wyłącznie dzięki znajomości funkcji kosztów można przejść do badania efektywności funkcjonowania szpitali i systemu ochrony zdrowia. Analiza ekonomiczna pomaga odpowiedzieć na różne pytania. Po pierwsze, czy szpitale powinny się specjalizować, czy wprost przeciwnie – dostarczać szerokiego wachlarza świadczeń. Po drugie, ile szpitali powinno funkcjonować w systemie ochrony zdrowia. Ponadto, czy szpitale są przekapitalizowane, za czym przemawia wiele argumentów. Dzięki badaniom empirycznym można zbadać nieefektywność szpitali, a więc określić marnotrawstwo polegające na niewykorzystaniu w pełni przez szpitale posiadanych zasobów, a także kupowanie czynników w niewłaściwej kombinacji z punktu widzenia wydatków szpitala.

BIBLIOGRAFIA

- Adel Mohammed Al-Shayea (2011), *Measuring hospital's units efficiency: A data envelopment analysis approach*, „International Journal of Engineering and Technology”, December 2011, Vol. 11, No. 06, s. 7–19.
- Aigner D.J., Lovel C.A.K., Schidt P. (1977), *Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models*, „Journal of Econometrics”, No. 6.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W. (1984), *Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis*, „Management Science”, No. 30.
- Baumol W.J., Panzar J.C., Willing R.D. (1982), *Contestable markets and the theory of industry structure*, Harcourt Brace Jovanovich, NY.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. (1978), *Measuring the efficiency of decision making units*, „European Journal of Operational Research”, No. 2.
- Coelli T.J., Rao D.S.P., O'Donnell C.J., Battese G.E. (2005), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 2nd ed., Springer.
- Cowing T.G., Holtmann A.G. (1983), *Multiproduct short run hospital cost functions: Empirical evidence and policy implications from cross-section data*, „Southern Economic Journal”, No. 49.
- Farrell M.J. (1957), *The Measurement of Productive Efficiency*, „The Journal of the Royal Statistical Society”, Seria A, nr 120 (III).

- Feldstein M.S. (1967), *Economic Analysis for Health Service Efficiency: Econometric Studies of the British National Health Service*, North-Holland Publishing Company: Amsterdam.
- Gaynor M.S., Kleiner S.A., Vogt W.B. (2013), *Analysis of Hospital Production: an Output Index Approach*, „Journal of Applied Econometrics”, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jae.2371/pdf>
- Goldman F., Grossman M. (1982), *The production and cost of ambulatory medical care in community health centers*, NBER Working Paper Series, WP No. 907.
- Meeusen W., van den Broeck J. (1977), *Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error*, „International Economic Review”, No. 18.
- Pareto V. (1909), *Manuel d'économie politique*, Paris: V. Giard et Briere.
- Rodriguez-Alvarez A., Knox Lovell C.A. (2004), *Excess capacity and expense preference behavior in National Health Systems: an application to the Spanish public hospitals*, „Health Economics”, 13 (2).
- Schmidt P., Knox Lovell C.A. (1979), *Estimating technical and allocative inefficiency relative to stochastic production and cost frontiers*, „Journal of Econometrics” No. 9.

EKONOMICZNA ANALIZA EFEKTYWNOŚCI SZPITALI

Streszczenie

Artykuł przedstawia podstawy ekonomicznej analizy efektywności szpitali. W pierwszym punkcie, opierając się na dorobku naukowym Vilfreda Pareto, zostało zdefiniowane pojęcie efektywności. Ponieważ efektywność można mierzyć na kilka sposobów, przedstawiono podejście od strony kosztów, przychodów i zysku do ekonomicznej efektywności produkcji będącej iloczynem efektywności technicznej i alokacyjnej. W drugim punkcie przedstawiono dwie zasadnicze metody szacowania efektywności, a mianowicie metodę DEA zaczerpniętą z programowania liniowego oraz ekonometryczną metodę SFA będącą podejściem stochastycznym i parametrycznym. W kolejnych czterech punktach uwaga jest skoncentrowana na problemach determinujących efektywność szpitali i systemu ochrony zdrowia. Pierwszym problemem jest to, czy szpitale osiągają efektywność ekonomiczną rozumianą jako iloczyn efektywności technicznej i alokacyjnej. Drugie zagadnienie, pomimo że zaliczane do kwestii efektywności alokacyjnej, zostało wyodrębnione ze względu na swoją

wagę. Chodzi mianowicie o sprawdzenie, czy szpitale są przekapitalizowane. Trzeci problem dotyczy wpływu kosztów ponoszonych przez szpitale na stopień ich specjalizacji. Ostatnia kwestia odnosi się do oddziaływania liczby szpitali na koszty ponoszone przez nie i system ochrony zdrowia.

ECONOMIC ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF HOSPITALS

Summary

The article presents the basics of economic analysis of the efficiency of hospitals. In the first part, the concept of efficiency is defined on the basis of Pareto's legacy. Because efficiency can be measured in several ways, the article presents the approach to the economic efficiency of production, which is the product of technical and allocative efficiency, from the perspective of costs, revenues and profits. The second section describes the two main methods for estimating efficiency, namely the method of DEA drawn from linear programming and the econometric method of the SFA representing stochastic and parametric approach. Attention is focused on the problems of determining the efficiency of hospitals and the healthcare system in the following four points. The first issue is whether hospitals achieve economic efficiency understood as a product of technical and allocative efficiency. The second issue, although connected with allocative efficiency, is treated as a separate one because of its significance. It concerns checking whether hospitals are overcapitalized. The third issue refers to the impact of the costs incurred by hospitals on the degree of their specialization. The last issue concerns the impact of the number of hospitals on costs incurred by hospitals and the healthcare system.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Резюме

Статья представляет собой основы экономического анализа эффективности больничных учреждений. В первом пункте со ссылкой на труды Вильфредо Парето даётся определение понятия эффективности. Поскольку эффективность можно измерять разными способами, использован подход с точки зрения расходов, поступления сумм и прибыли к экономической эффективности производства, представляющей собой результат технической и аллокационной эффективности. Второй пункт касается представления двух основных методов оценки эффективности, в частности, метода DEA (Анализ Оболочки Данных), заимствованного от линейного программирования, а также эконометрического метода SFA, представляющего собой параметрический и стохастический подходы. В следующих четырёх пунктах внимание сконцентрировано на проблемах, определяющих эффективность больничных учреждений и системы здравоохранения. Первая проблема состоит в нахождении ответа на вопрос о том, достигают ли лечебные учреждения экономической эффективности, понимаемой как результат технической и аллокационной эффективности. Второй вопрос, несмотря на то, что относится к проблеме аллокационной эффективности, обособлен по причине своей весомости. А именно, речь идёт о верификации того, являются ли больничные учреждения капитализированными. Третья проблема касается влияния затрат, которые несут больничные учреждения, на уровень их специализации. Последний вопрос касается воздействия количества больничных учреждений на расходы, которые они несут, и на систему здравоохранения.