

Justyna Kujawska

Politechnika Gdańska

WYKORZYSTANIE METOD NIEPARAMETRYCZNYCH DO POMIARU EFEKTYWNOŚCI OPIEKI SZPITALNEJ W POLSCE

Wprowadzenie

Wydatki na opiekę zdrowotną w Polsce w 2010 roku wyniosły 98 845 mln zł (6,98% PKB), z czego środki publiczne stanowiły 72,2% ogółu wydatków, a prywatne 27,8%. W strukturze wydatków publicznych 88,4% stanowiły wydatki NFZ. W strukturze dostawców usług opieki zdrowotnej 35,4% wydatków bieżących przeznaczonych było na funkcjonowanie szpitali i były to w 96,5% środki publiczne¹.

Efektywność funkcjonowania opieki zdrowotnej powinna być w centrum uwagi decydentów zajmujących się organizacją jej funkcjonowania. Zainteresowanie pomiarem efektywności ochrony zdrowia na świecie wynika ze zwiększających się kosztów utrzymania tych systemów². Nieefektywność występuje wtedy, gdy dostawca usług medycznych wykorzystuje relatywnie większą liczbę nakładów w porównaniu z dostawcą, leczącym podobną liczbę pacjentów o podobnej strukturze przypadków, ale zużywającym mniej nakładów³.

W systemie opieki zdrowotnej bada się dwa typy efektywności: tę związaną z działaniami medycznymi i tę związaną z zarządzaniem. Efektywność działań medycznych wynika z decyzji podejmowanych przez lekarza w zakresie wykorzystania zasobów potrzebnych do osiągnięcia stałej jakości wyleczonych pacjentów. Efektywność zarządzania wymaga zastosowania w praktyce zasad mi-

¹ *Narodowy Rachunek Zdrowia za 2010 rok*. GUS, Warszawa 2012, s. 2-4.

² Na ochronę zdrowia w 2010 roku w USA przeznaczono 17,6% PKB i jest to uważane za zbyt wiele, a w Niemczech 11,6% PKB i specjaliści uważają, że to absolutne maximum. *Narodowy Rachunek Zdrowia za 2010* (3-08-2012).

³ W.W. Cooper, L.M. Seiford, J. Zhu: *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston 2004, s. 493.

nimalizacji zużycia zasobów alokowanych w każdej jednostce (np. oddziale szpitalnym itp.), stosującej określoną technologię medyczną tak, aby osiągnąć zaplanowane efekty (np. liczbę leczonych pacjentów)⁴.

Celem opracowania jest zbadanie efektywności opieki zdrowotnej realizowanej przez szpitale w 16 województwach Polski w 2010 roku, przy założonych parametrach definiujących nakłady i efekty.

Efektywne zarządzanie tak dynamiczną i złożoną strukturą, jaką są szpitale wymaga stosowania narzędzi ilościowych, a nie tylko ocen jakościowych, które często mają charakter intuicyjny⁵. Narzędzia, które zostaną zastosowane do oceny efektywności opieki szpitalnej to metody nieparametryczne: taksonomiczna metoda porządkowania liniowego i metoda Data Envelopment Analysis (DEA).

Opis zastosowanych metod

Metoda taksonomiczna polega na klasyfikowaniu zbiorów danych tak, aby uzyskać syntetyczny miernik, który porządkuje liniowo obiekty ze względu na jedną cechę⁶. Badanie polega na uporządkowaniu w ujęciu przestrzennym skończonego zbioru m rzeczywistych obiektów ($Q_i = 1, \dots, m$) charakteryzowanych przez k zmiennych diagnostycznych (x_1, \dots, x_k). Metoda ta pozwala na określenie podobieństwa obiektów, nie ustalając ich hierarchii.

W badaniach taksonomicznych wyróżnia się trzy rodzaje zmiennych: stymulanty, destymulanty, nominanty. Powinno dążyć się do eliminowania nominant ze zbioru zmiennych diagnostycznych, a destymulanty zamieniać na stymulanty zgodnie z wzorami⁷

$$x_{ij} = 1 - x'_{ij}; \text{ lub } x_{ij} = \frac{1}{x'_{ij}}; \text{ lub } x_{ij} = c_j - x'_{ij}, \text{ gdzie: } c_j \geq \max \{x'_{ij}\} \quad (1)$$

gdzie: ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, k$).

⁴ Ibid., s. 493.

⁵ R. Jacobs, P.C. Smith, A. Street.: *Measuring Efficiency in Health Care. Analytic Techniques and Health Policy*. Cambridge University Press, New York 2006, s. 1.

⁶ A. Balicki: *Statystyczna analiza wielowymiarowa i jej zastosowania społeczno-ekonomiczne*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2009, s. 205-207.

⁷ *Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu życia w Polsce w ujęciu dynamicznym*. Red. A. Zeliaś. AE, Kraków 2000, s. 86-95; T. Panek: *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*. SGH, Warszawa 2009, s. 69.



Zmienne diagnostyczne mogą posiadać różne miana i różne obszary zmienności, co uniemożliwia ich bezpośrednie porównanie. Sprowadza się je do porównywalności wykorzystując standaryzację⁸. Najczęściej korzysta się ze wzoru

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (2)$$

Zmienne tak przekształcone mają średnią \bar{z}_j równą 0, oraz odchylenia standardowe $s_k = 1$. W tym opracowaniu zastosowano metodę normalizacji zmiennych przez unitaryzację⁹ wykorzystując wzory

– dla stymulant $z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max\{x_{ij}\}}$ (3)

– dla destymulant $z_{ij} = \frac{\min\{x_{ij}\}}{x_{ij}}$ (4)

Znormalizowane wartości zmiennych agreguje się, obliczając wartości z_i zmiennej agregatywnej Z . Syntetyczna zmienna wzorcowa została opisana i upowszechniona przez Hellwiga (1968 roku), który stworzył taksonomiczną miarę rozwoju. Wzorcem rozwoju w tej metodzie jest obiekt wielowymiarowy o współrzędnych zestandaryzowanych

$$Q_0 = [z_{01} z_{02} \dots z_{0k}] \quad (5)$$

gdzie współrzędne obiektu – wzorca z_{0j} ($j = 1, \dots, k$) przyjmują postać

$$z_{0j} = \begin{cases} \max\{z_{ij}\}, & \text{dla } j \in S \\ \min\{z_{ij}\}, & \text{dla } j \in D \end{cases} \quad (6)$$

⁸ Inne metody to rangowanie, przekształcenia ilorazowe, unitaryzacja, opisane w *Taksonomiczna analiza...*, op. cit., s. 90-91.

⁹ A. Młodak: *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*. Difin, Warszawa 2006, s. 38 oraz A. Malina: *Wielowymiarowa analiza przestrzennego zróżnicowania struktury gospodarki Polski według województw*. AE, Kraków 2004, s. 75.



Zbiory $\{S\} \cup \{D\}$ są zbiorem wszystkich zmiennych diagnostycznych pochodzących z sumy zbiorów stymulant i destymulant. Stymulanty i destymulanty są unormowane przez standaryzację zgodnie z wzorem (2).

Wzorzec rozwoju (6) pozwala na budowę taksonomicznej syntetycznej miary rozwoju

$$z_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0}, (i = 1, \dots, m) \quad (7)$$

gdzie: d_{i0} – odległość obiektu Q_i ($i = 1, \dots, m$) od hipotetycznego obiektu wzorcowego Q_0 obliczona według wzoru

$$d_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^k (z_{ij} - z_{0j})^2} \quad (8)$$

Tak zbudowana odległość d_{i0} jest wykorzystywana do porównania rozwoju badanych obiektów. Interpretacja tej odległości jest następująca: im mniejszą wartość d_{i0} przyjmie dany obiekt, tym osiągnął on wyższy poziom uporządkowania.

Wartość d_0 wyrażona jest wzorem

$$d_0 = \bar{d}_0 - 2s_0 \quad (9)$$

gdzie

$$\bar{d}_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m d_{i0} \quad (10)$$

$$s_0 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (d_{i0} - \bar{d}_0)^2} \quad (11)$$

Syntetyczna taksonomiczna miara rozwoju określona wzorem (7) bazuje na odległości euklidesowej. Jest unormowana i przyjmuje wartości z przedziału $\langle 0, 1 \rangle$, a jej wartości informują, że im mniej różnią się od zera, tym obiekt Q_i jest bardziej rozwinięty ze względu na poziom wielo cechowego zjawiska, czyli bardziej zbliżony do obiektu Q_0 . Wartość miary z_i pozwala na uporządkowanie



liniowe oparte na dystansie do obiektu wzorcowego zbioru obiektów Q_1, \dots, Q_m od „najlepszego do najgorszego” pod względem rozwoju analizowanego zjawiska złożonego – w omawianym przypadku efektywność wykorzystania posiadanych przez szpitale zasobów w poszczególnych województwach.

Nieparametryczna metoda DEA została opracowana w 1978 roku przez A. Charnesa, W. Coopera i E. Rhodesa, która wywodzi się z funkcji produktywności M.J. Farella definiowanej jako iloraz efektu do nakładu¹⁰. Zależność ta została przeniesiona do sytuacji wielowymiarowej i wyrażana jest jako iloraz sumy ważonych efektów do sumy ważonych nakładów. Metoda ta znalazła szerokie zastosowanie w ocenie efektywności podmiotów usługowych i nienastawionych na zysk. Krzywa efektywności jest estymowana na podstawie danych empirycznych wyrażających wielkość nakładów (wejść) i efektów (wyjść). Porównywane obiekty, tzw. jednostki decyzyjne (Decision Making Units – DMU), znajdujące się na krzywej efektywności są w pełni efektywne i ich efektywność (θ) wynosi 100%, natomiast jednostki leżące poniżej krzywej są nieefektywne i ich nieefektywność wynosi $1 - \theta$. Jest to efektywność względna DMU, co oznacza, że wyniki efektywności w grupie badanych obiektów ustalane są w stosunku do najlepszych DMU w tej grupie.

Przyjęto model CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) zorientowany na wejścia, który jest uważany za precyzyjny model do określania nieefektywności¹¹. Model CCR zakłada określenie na podstawie danych, charakteryzujących poszczególne obiekty, efektywności każdej DMU w porównaniu do pozostałych. Można go zapisać w notacji wektorowo-macierzowej¹²

$$(LP_o) \quad \max \mathbf{u}y_o \quad (12)$$

$$\text{przy ograniczeniach} \quad \mathbf{v}x_o = 1 \quad (13)$$

$$-\mathbf{v}X + \mathbf{u}Y \leq 0 \quad (14)$$

$$\mathbf{v} \geq 0, \mathbf{u} \geq 0 \quad (15)$$

Problem dualny jest wyrażony

$$(DLP_o) \quad \min \quad (16)$$

$$\text{przy ograniczeniach} \quad \theta x_o - X\lambda_o \geq 0 \quad (17)$$

$$Y\lambda_o \geq y_o \quad (18)$$

$$\lambda_o \geq 0 \quad (19)$$

¹⁰ W.W. Cooper, L.M. Seiford, K. Tone: *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London 2000, s. 21.

¹¹ W.W. Cooper, L.M. Seiford, J. Zhu: Op. cit., s. 493.

¹² W.W. Cooper, L.M. Seiford, K. Tone: Op. cit., s. 43-44; B. Guzik.: *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*. UE, Poznań 2009, s. 70.



gdzie:

X – macierz wejść wszystkich obiektów,

Y – macierz wyjść wszystkich obiektów,

v – wektor wag wejść,

u – wektor wag wyjść,

x_o – wektor wejść obiektu o -tego,

y_o – wektor wyjść obiektu o -tego,

θ – współczynnik efektywności,

λ_o – wektor wag intensywności w zadaniu dla obiektu o -tego.

Współczynniki λ_o , nazywane są też współczynnikami benchmarkingowymi¹³. Rozszerzają one możliwości analityczne modelu CCR o określenie formuł benchmarkingowych dla obiektów nieefektywnych. Wartości tych współczynników pokazują proporcje, w jakich efektywne DMU, wchodzące do zbioru odniesienia, mogą przyczynić się do usunięcia nieefektywności jednostek nieefektywnych¹⁴. Do obliczenia modelu DEA zaimplementowano program DEA Solver-LV (makro)¹⁵.

System ochrony zdrowia w Polsce

Ochrona zdrowia w Polsce finansowana jest ze składek celowych (ubezpieczenie zdrowotne). Poborem i ewidencją składek zajmuje się Zakład Ubezpieczeń Społecznych (ZUS), który przekazuje środki do NFZ. Zadaniem NFZ jest zarządzanie ochroną zdrowia, którą zapewniają publiczne i niepubliczne zakłady opieki zdrowotnej.

Dokonano analizy efektywności szpitalnej opieki zdrowotnej (szpitale ogólne) na podstawie zbiorczych danych z 16 województw. Opieka ta jest finansowana i nadzorowana przez 16 Oddziałów Wojewódzkich NFZ (w metodzie taksonomicznej to obiekty, w modelu DEA to DMU). Podstawowym założeniem w prezentowanej analizie jest wykorzystanie ogólnodostępnych danych statystycznych dotyczących wszystkich szpitali w każdym województwie, gromadzonych przez GUS, Ministerstwo Zdrowia i NFZ¹⁶. Charakterystykę obiektów

¹³ B. Guzik: Op. cit., s. 56.

¹⁴ W.W. Cooper, L.M. Seiford, K. Tone: Op. cit., s. 54.

¹⁵ Producentem programu jest firma Saitech.

¹⁶ Wykorzystano dane z 2010 roku.



i MU zawiera tabela 1. Przedstawiono zmienne diagnostyczne nazywane także parametrami charakteryzującymi opiekę szpitalną, które zostały jednocześnie uwzględnione w obliczeniach.

Tabela 1

Podstawowe dane dotyczące ochrony zdrowia w województwach w 2010 roku

Województwa	Liczba ubezpieczonych	Liczba lekarzy na 10 000 ubezpieczonych	Liczba pielęgniarek i położnych na 10 000 ubezpieczonych	Liczba łóżek na 10 000 ubezpieczonych	Leczeni w trybie stacjonarnym bez ruchu mm	Leczeni w trybie dziennym
Dolnośląskie	2 799 052	17,4	38,2	50,5	579 890	162 950
Kujawsko-pomorskie	2 044 077	15,5	34,2	44,1	353 025	76 381
Lubelskie	2 132 554	20,9	42,4	52,9	436 990	59 370
Lubuskie	987 397	12,4	31,4	42,4	164 808	59 951
Łódzkie	2 480 623	23,2	42,1	54,6	620 501	1 471
Małopolskie	3 187 551	18,6	37,6	44,8	562 300	118 906
Mazowieckie	5 109 046	22,8	40,0	47,3	1 037 551	375 361
Opolskie	940 221	13,2	33,8	46,7	174 637	18 909
Podkarpackie	2 052 366	13,4	38,9	46,6	399 788	91 901
Podlaskie	1 153 986	21,2	41,8	51,7	231 984	15 036
Pomorskie	2 186 566	18,8	34,0	39,8	360 165	203 881
Śląskie	4 463 140	20,3	42,4	58,2	913 494	176 033
Świętokrzyskie	1 248 505	15,6	39,7	51,6	258 192	4 589
Warmińsko-mazurskie	1 404 721	13,9	32,5	42,6	255 464	68 853
Wielkopolskie	3 364 886	17,2	36,0	46,5	695 592	72 166
Zachodniopomorskie	1 656 044	16,2	33,5	47,0	299 926	56 848
Suma	37 210 735	18,6	38,2	48,7	7 344 307	1 562 606

Źródło: Na podstawie statystyk GUS, NFZ i Ministerstwa Zdrowia.

W literaturze polskiej dotyczącej metod taksonomicznych nie ma zbyt wielu przykładów odnoszących się do badania opieki zdrowotnej. Obszerniejsze opracowanie dotyczy porządkowania wybranych krajów europejskich ze wzglę-



du na finansowanie ochrony zdrowia ze środków publicznych oraz funkcjonowanie opieki zdrowotnej¹⁷. Jako zmienne diagnostyczne wykorzystano: PKB per capita, liczbę łóżek szpitalnych na osobę, przeciętną długość pobytu, udział liczby lekarzy i liczby pielęgniarek w ogólnej liczbie ludności, udział osób powyżej 65 roku życia, udział osób poniżej 14 roku życia oraz wydatki publiczne na opiekę zdrowotną per capita. Analizę nakładów na opiekę zdrowotną w województwach w 2005 roku¹⁸ oparto na następujących zmiennych: liczba lekarzy pracujących, liczba lekarzy specjalistów, liczba pracowni tomografii i rezonansu, liczba stacji dializ, liczba łóżek szpitalnych, wydatki samorządów w tys. zł¹⁹. Częściej niektóre wskaźniki dotyczące ochrony zdrowia i opieki społecznej są elementem badania poziomu życia: długość życia, wskaźnik śmiertelności niemowląt, liczba pacjentów przypadająca na jednego lekarza itp²⁰..

W literaturze polskiej i światowej istnieje bardzo dużo przykładów badania efektywności opieki zdrowotnej metodą DEA. Badaniu podlegała zarówno efektywność zarządzania, jak i wykorzystania środków finansowych, a także innych materialnych zasobów (efektywność techniczna). Różna jest też skala przeprowadzanych badań, np. badania efektywności szpitali w ramach większych jednostek (np. administracyjnych) czy badania systemów opieki zdrowotnej poszczególnych państw. W przypadku porównywania pojedynczych szpitali lub grup szpitali wykorzystywano zbliżone zestawy zmiennych, jako nakłady i efekty²¹. Najczęściej jako nakłady przyjmowano: koszty operacyjne, z wyłączeniem kosztów pracy, liczbę łóżek szpitalnych oraz przeliczoną na pełne etaty (Full Time Equivalent – FTE) liczbę personelu, całkowite aktywa (majątek), złożoność świadczonych usług mierzoną liczbą oferowanych usług klinicznych. Natomiast jako efekty: liczbę dni hospitalizacji, liczbę wizyt pacjentów dochodzących oraz liczbę zabiegów chirurgicznych, czas przeznaczony na kształcenie, obejmujący szkolenia stażystów oraz inne szkolenia profesjonalne.

¹⁷ *Ochrona zdrowia na świecie*. Red. K. Ryć, Z. Skrzypczak. Lex a Wolters Kluwer business, Warszawa 2011, s. 197-211,

¹⁸ B. Suhecki: *Ekonometria przestrzenna*. C.H. Beck, Warszawa 2010, s. 68; I. Laskowska, K. Lewandowska: *Badanie efektywności ochrony zdrowia*. „Wiadomości Statystyczne” 2009, nr 3.

¹⁹ B. Suhecki: Op. cit. Z badania tego wynika, że województwo mazowieckie cechowało się najwyższymi wydatkami na opiekę zdrowotną w 2005 roku.

²⁰ *Taksonomiczna analiza...*, op. cit., s. 103, 136.

²¹ J.P. Harrison, N. Kirkpatrick: *Evaluating the Efficiency of Inpatient Rehabilitation Facilities Under the Prospective Payment System*. „Journal Health Care Finance” 2009, No. 36(1), s. 9; P. Nayar, Y.A. Ozean: *Data Envelopment Analysis Comparison of Hospital Efficiency and Quality*. „Journal of Medical Systems” 2008, No. 32, s. 195; J.P. Harrison, C. Sexton: *The Improving Efficiency Frontier of Religious Not-for-Profit Hospitals*. „Hospital Topics: Research and Perspectives on Healthcare” 2006, Winter, No. 84, s. 7.

Miary efektywności i wyniki

W opracowaniu przyjęto założenie, że zastosowane metody będą bazowały na tych samych danych statystycznych zawartych w tabeli 1. Przyjęto, że parametry powszechnie stosowane do analizy efektywności poszczególnych szpitali mogą być wykorzystane w modelach odnoszących się do grup szpitali. Założenie takie jest uprawnione, ponieważ parametry te opisują procesy tam realizowane. Problemem jest także zmierzenie końcowego efektu funkcjonowania szpitala – poprawy zdrowia jego pacjentów. Parametr ten jest trudny do bezpośredniego pomiaru, szczególnie przy założeniu wykorzystywania standardowych danych statystycznych. W związku z tym do opisu tych rezultatów wykorzystuje się zmienne zastępcze (proxies), takie jak liczba hospitalizowanych pacjentów czy liczba pacjentów dochodzących²².

Do badania efektywności szpitali wykorzystano zmienne diagnostyczne (destymulanty) liczbę pracujących lekarzy, pielęgniarek i położnych oraz liczbę łóżek szpitalnych (na 10 000 osób objętych ubezpieczeniem), traktowane jako zasoby, które przy stałych efektach powinny być minimalizowane. Jako wyjścia przyjęto: liczbę pacjentów hospitalizowanych oraz liczbę wizyt pacjentów dochodzących (stymulanty), traktowane jako efekty, które powinny być maksymalizowane. Szpitalna opieka zdrowotna, realizowana przez zakłady opieki zdrowotnej, będzie bardziej efektywna w tych województwach, dla których taksonomiczna miara rozwoju będzie jak najmniejsza.

Wyniki dotyczące obliczonej taksonomicznej miary efektywności opieki zdrowotnej realizowanej przez szpitale w poszczególnych województwach przedstawione są w tabeli 2.

Szpitalna opieka zdrowotna w poszczególnych województwach nie jest realizowana efektywnie. Posiadane zasoby nie są optymalnie wykorzystywane, na co wskazują wysokie wartości syntetycznej taksonomicznej miary rozwoju (efektywności). Dla prawie wszystkich województw jej wartość oscyluje w granicach 1. Najniższą wartość miara taksonomiczna osiągnęła w województwie mazowieckim i śląskim, co upoważnia do stwierdzenia, że w tych województwach szpitale ogólne najlepiej wykorzystują posiadane zasoby.

²² J.L. Hu, Y.F. Huang: *Technical Efficiencies in Large Hospitals: A Managerial Perspective*. „International Journal of Management” 2004, December, Vol. 21, No. 4, s. 509.



Tabela 2

Syntetyczna taksonomiczna miara efektywności opieki zdrowotnej w województwach w 2010 roku

Lp.	Województwo	Syntetyczna taksonomiczna miara efektywności z_i	Miejsce w rankingu
1	Dolnośląskie	0,9696	14
2	Kujawsko-pomorskie	0,9752	15
3	Lubelskie	0,9686	11
4	Lubuskie	0,9353	3
5	Łódzkie	0,9451	5
6	Małopolskie	0,9785	16
7	Mazowieckie	0,8659	1
8	Opolskie	0,9422	4
9	Podkarpackie	0,9690	12
10	Podlaskie	0,9485	6
11	Pomorskie	0,9496	7
12	Śląskie	0,9249	2
13	Świętokrzyskie	0,9533	8
14	Warmińsko-mazurskie	0,9594	9
15	Wielkopolskie	0,9659	10
16	Zachodniopomorskie	0,9694	13

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych z tabeli 1.

Zastosowanie metody DEA do analizy efektywności funkcjonowania szpitali wymaga określenia nakładów oraz efektów. Miarą efektywności są efekty uzyskiwane przez badane DMU. Wybór orientacji modelu jest determinowany celem, jakim jest osiągnięcie ustalonych efektów przy najmniejszym użyciu nakładów. Menedżerowie szpitali i decydenci mają na ogół większą kontrolę nad wielkością nakładów niż możliwościami oddziaływania na efekty. W większości krajów przykładą się większą wagę do redukcji kosztów niż do rozszerzania możliwości realizacji usług medycznych przy ustalonych kosztach²³. W tym opra-

²³ L. O'Neill, M. Rauner, K. Heidenberger, M. Krause: *A Cross-national Comparison and Taxonomy of DEA-based Hospital Efficiency Studies*. „Socio-Economic Planning Sciences” 2008, No. 42, s. 170.

cowaniu przyjęto więc model zorientowany na wejścia. W tym badaniu przedmiotem porównania są szpitale, które otrzymują zdecydowaną wartość środków na działalność leczniczą z NFZ. Zgodnie z metodyką DEA, wykonano obliczenia dla kilkunastu wariantów zmiennych wejścia i wyjścia. Wyniki wybranego wariantu przedstawione są w tabeli 3.

Tabela 3

Podstawowe wyniki obliczania efektywności metodą DEA

(DMU)	Województwo	Współczynnik efektywności θ	Miejsce w rankingu	Zbiór odniesienia	Wartości wag intensywności λ	
					DMU G	DMU L
A	Dolnośląskie	0,751703	4	DMU: G, L	0,2919	0,3033
B	Kujawsko-pomorskie	0,516175	9	DMU: G, L	0,0476	0,3324
C	Lubelskie	0,458076	10	DMU: G, L	0,1837	0,2697
D	Lubuskie	0,306122	14	DMU: G,	0,1597	
E	Łódzkie	0,596248	8	DMU: G, L	0,4526	0,1652
F	Małopolskie	0,652948	7	DMU: G, L	0,3348	0,2353
G	Mazowieckie	1,00	1		1,0000	
H	Opolskie	0,294115	15	DMU: L		0,1912
I	Podkarpackie	0,675153	5	DMU: G, L	0,0847	0,3414
J	Podlaskie	0,243346	16	DMU: G, L	0,1099	0,1291
K	Pomorskie	0,657509	6	DMU: G,	0,5432	
L	Śląskie	1,00	1		1,0000	
M	Świętokrzyskie	0,353303	13	DMU: L		0,2826
N	Warmińsko-mazurskie	0,401777	12	DMU: G, L	0,1119	0,1526
O	Wielkopolskie	0,898352	3	DMU: G, L	0,1505	0,5905
P	Zachodniopomorskie	0,410938	11	DMU: L	0,0297	0,2946

Źródło: Ibid.

Dwie w pełni efektywne jednostki (DMU: G, L) należy uznać za liderów, którzy stanowią zbiór odniesienia dla pozostałych nieefektywnych jednostek. Warto podkreślić, że stopień nieefektywności pozostałych jednostek jest bardzo zróżnicowany – najmniej efektywna jednostka DMU J ma współczynnik efek-



tywności θ równy 0,243. Średnia wartość współczynnika efektywności θ wynosi 0,576. Obie w pełni efektywne jednostki, DMU G i DMU L, pojawiają się z taką samą częstotliwością 12 razy na liście odniesienia (reference set) dla jednostek nieefektywnych. Te DMU stanowią podstawę do obliczenia projekcji CCR, czyli określają sposób, w jaki można usunąć nieefektywność pozostałych 14 DMU. Wagi intensywności w formułach benchmarkingowych dla poszczególnych nieefektywnych jednostek interpretuje się w ten sposób, że każda taka jednostka powinna w określonym stopniu wykorzystać „technologie” (czyli sposoby funkcjonowania) stosowane w jednostkach efektywnych. Przykładowo, aby szpitale w województwie dolnośląskim (DMU A) uzyskały pełną efektywność, powinny wykorzystać 29,2% technologii szpitali województwa mazowieckiego (DMU G) i 30,3% technologii szpitali województwa śląskiego (DMU L).

Dla jednostek nieefektywnych można obliczyć projekcję, w której określa się wymagane korekty wejść, zapewniające osiągnięcie pełnej efektywności. Przykładowo, dla szpitali województwa dolnośląskiego (DMU A) można zmniejszyć wskaźniki liczby lekarzy o 24,8%, liczby pielęgniarek o 35,8% i liczby łóżek o 37,4%, aby osiągnąć pełną efektywność CCR. Przy założeniu, że model skierowany jest na wejścia, wymaganą zmianę należy interpretować w ten sposób, że aktualne wyjścia w nieefektywnych jednostkach byłyby możliwe do osiągnięcia przy zmniejszonych zasobach tak, aby uzyskać porównywalną efektywność z liderami.

Podsumowanie

Analiza efektywności opieki zdrowotnej, w tym leczenia szpitalnego, jest bardzo popularna w Polsce i na świecie, co potwierdzają liczne publikacje, praktycznie z każdego kontynentu. Tutaj zaproponowano wykorzystanie taksonomicznej miary rozwoju i metody DEA do badania efektywności funkcjonowania szpitali ogólnych w poszczególnych województwach. Zaprezentowane obliczenia pozwoliły na ustalenie względnej efektywności szpitali w poszczególnych województwach. Na podstawie zebranych informacji statystycznych można stwierdzić, że posiadane zasoby są efektywniej wykorzystywane w szpitalach znajdujących się w województwie mazowieckim i śląskim.

Bibliografia

- Balicki A.: *Statystyczna analiza wielowymiarowa i jej zastosowania społeczno-ekonomiczne*. UG, Gdańsk 2009.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K.: *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London 2000.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Zhu J.: *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston 2004.
- Guzik B.: *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*. UE, Poznań 2009.
- Harrison J.P., Kirkpatrick N.: *Evaluating the Efficiency of Inpatient Rehabilitation Facilities Under the Prospective Payment System*. „Journal Health Care Finance” 2009, No. 36(1).
- Harrison J.P., Sexton C.: *The Improving Efficiency Frontier of Religious Not-for-Profit Hospitals*. „Hospital Topics: Research and Perspectives on Healthcare” 2006, Winter, No. 84.
- Hu J.L., Huang Y.F.: *Technical Efficiencies in Large Hospitals: A Managerial Perspective*. „International Journal of Management” 2004, December, Vol. 21, No. 4.
- Jacobs R., Smith P.C., Street A.: *Measuring Efficiency in Health Care. Analytic Techniques and Health Policy*. Cambridge University Press, New York 2006.
- Laskowska I., Lewandowska K.: *Badanie efektywności ochrony zdrowia*. „Wiadomości Statystyczne” 2009, nr 3.
- Malina A.: *Wielowymiarowa analiza przestrzennego zróżnicowania struktury gospodarki Polski według województw*. AE, Kraków 2004.
- Młodak A.: *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*. Difin, Warszawa 2006.
- Narodowy Rachunek Zdrowia za 2010 rok*. GUS, Warszawa 2012.
- Nayar P., Ozean Y.A.: *Data Envelopment Analysis Comparison of Hospital Efficiency and Quality*. „Journal of Medical Systems” 2008, No. 32.
- Ochrona zdrowia na świecie*. Red. K. Ryć, Z. Skrzypczak. Lex a Wolters Kluwer business, Warszawa 2011.
- O’Neill L., Rauner M., Heidenberger K., Kraus M.: *A Cross-national Comparison and Taxonomy of DEA-based Hospital Efficiency Studies*. „Socio-Economic Planning Sciences” 2008, No. 42.
- Panek T.: *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*. SGH, Warszawa 2009.
- Sucheck B.: *Ekonometria przestrzenna*. C.H. Beck, Warszawa 2010.
- Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu życia w Polsce w ujęciu dynamicznym*. Red. A. Zeliaś. AE, Kraków 2000.

USING NONPARAMETRIC METHODS FOR THE MEASUREMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE HOSPITAL CARE IN POLAND

Summary

The aim of this paper is to present the possibility of using multidimensional comparison analysis and DEA to evaluate the efficiency of the hospitals for with the payer is the National Health Fund (NHF). There were used Hellwig's taxonomical meter of development and DEA method letting to analyze the relative efficiency of the units surveyed. The obtained results allow to determine the relative efficiency of hospitals care in individual voivodships.