

BOGUSŁAW GUZIK

PROPOZYCJA METODY SZACOWANIA EFEKTYWNOŚCI INSTYTUCJI NON PROFIT

Streszczenie: W artykule zaproponowano nawiązującą do metody DEA, ale prostszą pojęciowo i obliczeniowo, metodę ustalania efektywności instytucji non profit (NPE). Metoda DEA, jak pokazuje wiele doświadczeń empirycznych, ma wadę redundancji, czyli zbędnego zwielokrotnienia liczby rozwiązań efektywnych. Niekiedy nawet połowę lub więcej obiektów uznaje ona za efektywne w 100%. Proponowana metoda jest pozbawiona tej wady. Rozważania na temat metody DEA i metody NPE zilustrowano przykładem określania technologicznej efektywności województw Polski w zakresie ochrony zdrowia. Metoda DEA w wariantcie CCR ukierunkowanym na nakłady wskazała tu, że 9 na 16 województw Polski jest efektywnych w sensie nakładów na służbę zdrowia. Metoda NPE wskazała tylko dwa takie województwa.

Słowa kluczowe: efektywność, Data Envelopment Analysis (DEA), non-profit.

1. WSTĘP

Mówiąc o efektywności, mieć będziemy na myśli tzw. efektywność „technologiczną”¹, czyli efektywność technologii przekształcania nakładów w rezultaty. Badanie nad efektywnością technologiczną jednostek gospodarczych lub non-profit są przedmiotem zainteresowania wielu ekonomistów i praktyków. Wśród metod oceny efektywności wielką popularność uzyskała w ostatnich latach metoda DEA. Jest ona dość uniwersalna i może być (i jest) stosowana do określania efektywności instytucji non profit² oraz efektywności instytucji bizne-

¹ W literaturze powszechnie jest ona nazywana efektywnością „techniczną”. Używając słowa „technologiczny” chcielibyśmy uniknąć skojarzenia, że sprawa ma aspekt inżynierski.

² Np. szkół, sądów, szpitali, uniwersytetów, zob. G. Rogowski, *Metody analizy i oceny działalności banku na potrzeby zarządzania strategicznego*, Wydawnictwo WSB w Poznaniu, Poznań 1999, s. 151.

sowych³. Wśród wielu zalet metody DEA wymienia się jej ogólność (co jest prawdą), a wśród wad, np. złożoność obliczeniową (co raczej prawdą nie jest przy obecnych możliwościach informatycznych) oraz nieodporność na nietypowe wyniki obserwacji⁴. Rzadko pośród wad wymienia się redundancję (nadmiarowość) rozwiązań – liczba jednostek wyznaczających poziom 100-procentowej efektywności kształtuje się zwykle w granicach 30%–50%.

W artykule chcemy zaproponować metodę nawiązującą do metody DEA, ale prostszą pojęciowo i obliczeniowo oraz pozbawioną wady nadmiarowości rozwiązań. W paragrafie 2 sformułowano problem badania efektywności technologicznej i przedstawiono ogólne podejście, a w następnym podano przykład, którym ilustrowano zagadnienia badania efektywności. W paragrafie 4 scharakteryzowano ustalanie efektywności metodą DEA, gdyż do niej właśnie nawiązuje proponowana metoda. Proponowaną metodę ustalania efektywności instytucji non profit (w skrócie NPE) opisano w paragrafie 5, a odpowiadającą jej ilustrację przykładową przedstawiono w paragrafie 6. Paragrafy 7–9 mają charakter uzupełniający. Rozważania na temat metody DEA i metody NPE zilustrowano przykładem określania efektywności (technologicznej) ochrony zdrowia w Polsce.

2. PROBLEM BADANIA EFEKTYWNOŚCI TECHNOLOGICZNEJ; SFORMUŁOWANIE PROBLEMU

Problem oceny efektywności jednostek z pewnego zbioru można sformułować następująco:

1. Ustalono zbiór ocenianych obiektów (jednostek badania) O_1, \dots, O_J (np. szkół, szpitali, urzędów publicznych; banków, filii przedsiębiorstwa; regionów kraju; krajów).

³ Głównie banków, np. M. Gospodarowicz, *Procedury analizy i oceny banków*, „Materiały i Studia”, zeszyt 103, NBP, Warszawa 2000; T. Kopczewski, *Efektywność technologiczna i kosztowa banków komercyjnych w Polsce w latach 1997–2000, cz. I*, „Materiały i Studia”, zeszyt 113, NBP, Warszawa 2000; T. Kopczewski, M. Pawłowska, *Efektywność technologiczna i kosztowa banków komercyjnych w Polsce w latach 1997–2000, cz. II*, „Materiały i Studia”, zeszyt 135, NBP, Warszawa 2001; M. Pawłowska, *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, „Materiały i Studia”, NBP, zeszyt 192, Warszawa 2005; A. Domagała, *Postulat homogeniczności jednostek decyzyjnych w metodzie DEA. Sugestie teoretyczne a wyniki symulacji empirycznych* [w:] *Ekonometria finansowa*, „Zeszyty Naukowe AE w Poznaniu”, Wyd. AE Poznań, Poznań 2007 oraz przemysłu, np. A. Prędko, *Stale i zmienne czynniki produkcji w badaniu efektywności kosztowej za pomocą metody DEA*, „Przegląd Statystyczny” 2002/3, Warszawa 2002; A. Prędko, *Analiza efektywności za pomocą metody DEA. Podstawy formalne i ilustracja ekonomiczna*, „Przegląd Statystyczny”, 2003/1, Warszawa 2003.

2. Ustalono zestaw N nakładów, a także zestaw R rezultatów⁵ działalności, w odniesieniu do których będzie oceniana efektywność obiektów⁶.
3. Zebrano informacje o wielkości poszczególnych rezultatów oraz różnych nakładów w badanych obiektach:

y_{rj} – wielkość rezultatu r -tego rodzaju ($r = 1, \dots, R$) w obiekcie j -ym ($j = 1, \dots, J$);
 x_{nj} – wielkość nakładu n -ego rodzaju ($n = 1, \dots, R$) w obiekcie j -ym.

4. Należy określić efektywność technologiczną poszczególnych obiektów.

Ocena efektywności dokonywana jest zazwyczaj za pomocą pewnego *miernika efektywności*, który porównując nakłady danego obiektu z jego rezultatami, pozwala ocenić umiejętność (sprawność) obiektu w przekształcaniu nakładów w efekty oraz pozwala uszeregować obiekty ze względu na tę sprawność. W szczególności można postulować by miernik efektywności:

- (a) przyjmował wartości z przedziału $[0, 1]$,
- (b) porządkował obiekty tak, że jego wyższa wartość oznacza wyższą efektywność,
- (c) określał efektywność względną obiektu w badanym zbiorze obiektów.

Są to postulaty na ogół oczywiste, ale warto je sobie uświadomić, gdyż może być inaczej. Na przykład:

- w niektórych kontekstach miernik nie jest unormowany w przedziale $[0, 1]$ ⁷,
- miernik może porządkować obiekty odwrotnie⁸,
- nie zawsze obiekt najlepszy ma 100-procentową skuteczność⁹.

Naturalnie, prawie zawsze można przekształcić miernik efektywności nie spełniający postulatów (a),(b),(c) w miernik te postulaty spełniający.

⁴ Wady i zalety metody DEA omawia np. G. Rogowski, dz.cyt., s. 150–151

⁵ Mówimy o *rezultatach* a nie, jak to się to często robi, o *efektach*, gdyż rozróżniając dwa podstawowe rodzaje efektywności – *efektywność* wynikową oraz *efektywność* kosztową, trzeba by było w przypadku badania *efektów* – *rezultatów* mówić o efektywności *efektowej*. Brzmieć dobrze to nie może.

⁶ Najpierw – co nie zawsze się dostrzega – trzeba określić, z jakiego punktu widzenia badana będzie efektywność. Np. jeśli interesuje nas stopa zwrotu z kapitału w oddziałach firmy, to „nakładem” jest kapitał oddziału, a „rezultatem” jest zysk oddziału. Jeśli natomiast interesuje nas efektywność prowadzenia poszczególnych działalności przez poszczególne oddziały, to wszystkie oddziały trzeba oceniać nie według ogólnego *ROA*, lecz według *ROA* w poszczególnych działalnościach, rezultaty tej ostatniej oceny, niekoniecznie będą (i na ogół nie będą) takie, jak według oceny ogólnej.

⁷ Stopa zwrotu z aktywów może być ujemna.

⁸ Według wskaźnika kosztów rangowanie jest odwrotne.

⁹ Np. w danej grupie egzaminacyjnej niekoniecznie znajdzie się jakiś student zasługujący na ocenę celującą.

Wskaźnik efektywności

Efektywność obiektu rozumiana jest zazwyczaj jako iloraz przyrównujący rezultaty uzyskane przez obiekt do poniesionych przezeń nakładów:

$$(1) \quad E = \frac{\text{Rezultaty}}{\text{Nakłady}}.$$

Ta prosta formuła ma znaczenie praktyczne tylko wtedy, gdy jednostka uzyskuje jeden rezultat przy użyciu tylko jednego nakładu. Np. jeśli „rezultatem” jest zysk, a „nakładem” jest wartość aktywów, wówczas wskaźnik efektywności (1) to nic innego jak *ROA*.

Znacznie gorzej jest, gdy jednostka uzyskuje kilka rezultatów przy zastosowaniu kilku nakładów. Wówczas wzór (1) na ogół jest tylko sugestią podejścia do wyznaczania efektywności. Dla przykładu przyjmijmy, że interesuje nas efektywność finansowa firmy. Wskaźnik efektywności dla obiektu numer j byłby wtedy określony w prosty sposób jako iloraz wartości rezultatów przez wartość nakładów:

$$(2) \quad E_j = \frac{\sum_{r=1}^R c_r y_{rj}}{\sum_{n=1}^N c_n x_{nj}},$$

gdzie:

c_r – jednostkowa wartość r -tego rezultatu (np. cena sprzedaży jednostki r -tego produktu),

c_n – jednostkowa wartość n -tego nakładu (np. cena nabycia jednostki n -tego nakładu),

Przez analogię więc, gdybyśmy oceniając obiekt non profit, znali „obiektywne” (np. rynkowe) ceny rezultatów oraz nakładów i kierowali się czystą efektywnością ekonomiczną, problemu by nie było. Należałoby obliczyć iloraz efektywności (2). Jeśli jednak cen tych nie znamy – a tak jest najczęściej w przypadku instytucji non-profit – to dla ustalenia efektywności obiektów trzeba jakoś wycenić nakłady i rezultaty. Znając takie wyceny, efektywność można ustalić na podstawie wzoru (2), przy czym jednak:

c_r – to tylko wycena jednostki r -tego rezultatu,

c_n – to tylko wycena jednostki n -tego nakładu .

Licznik wzoru (2) będzie wtedy swego rodzaju *zwartościowaniem* rezultatów j -ego obiektu, a mianownik – *zwartościowaniem* jego nakładów¹⁰.

¹⁰ Jednostkowe wyceny powinny być, w zasadzie, jednolite dla wszystkich obiektów (aby jednolity był punkt odniesienia); choć oczywiście może być potrzebne ich korygowanie ze względu na „obiektywną” trudność/łatwość uzyskiwania rezultatów przez niektóre obiekty.

Podobnie przebiega procedura badania efektywności, gdy wprowadzie znane są ceny (lub ich odpowiedniki), ale chcemy przeprowadzić ocenę efektywności ze względu na jakąś inną niż finansowa przesłankę funkcjonowania instytucji.

3. DANE LICZBOWE DO PRZYKŁADU USTALANIA EFEKTYWNOŚCI

Rozważania będziemy ilustrować przykładem dotyczącym oceny efektywności ochrony zdrowia w Polsce w 2004/2005 r. w przekroju wojewódzkim. By uniknąć nieporozumień musimy podkreślić, że mówiąc o efektywności mamy na myśli wyłącznie efektywność technologiczną, a więc to, w jakim stopniu posiadane przez dane województwo środki są transformowane na wzrost poziomu zdrowotnego. Nie mamy na myśli efektywności społecznej; bo tu każdy nakład na zdrowie jest niezbędny. Dlatego też województwo najbardziej technologicznie efektywne to niekoniecznie to, w którym poziom opieki zdrowotnej jest najwyższy, a tylko to, w którym z posiadanych środków udaje się utrzymać relatywnie najlepszy poziom opieki. Z kolei województwo o najmniejszej efektywności, to niekoniecznie to, w którym poziom opieki jest najgorszy, lecz tylko to, w którym posiadane środki nie są efektywnie wykorzystane (inni wykorzystaliby je lepiej)¹¹.

Tabela 1. Wyniki obserwacji zmiennych charakteryzujących służbę zdrowia w przekroju województw

Rezultaty i nakłady	Obiekty (województwa)															
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16
Zdrowi (%)	55,4	54,6	53,8	52,8	50,9	53,0	53,6	59,0	57,0	55,9	55,3	56,3	54,5	58,0	54,6	56,8
Leżenie na 10 tys.	132,5	177,3	184,8	260,7	33,6	280,6	248,9	278,8	79,4	171,9	250,2	431,6	43,4	350,4	358,2	144,7
Majątek na 10 tys.	67,5	50,9	32,7	116,1	41,0	66,0	16,3	23,4	61,4	72,4	65,0	72,8	47,7	31,9	34,0	66,8
Lekarze na 10 tys.	35,2	27,2	34,0	23,2	37,5	33,2	44,6	23,0	23,1	37,7	37,8	33,7	26,6	20,0	29,1	32,6
Pielęgniarki na 10 tys.	75,4	63,0	76,5	66,9	89,7	85,5	68,1	71,9	70,5	69,8	66,5	75,1	69,2	61,8	61,3	62,3

Źródła: www.csioz.gov.pl/biuletyn; www.stat.gov.pl/dane_spol-gosp/warunki_zycia

Kody województw:

O1	Dołnośląskie	O9	Podkarpackie
O2	Kujawsko-pomorskie	O10	Podlaskie
O3	Lubelskie	O11	Pomorskie
O4	Lubuskie	O12	Śląskie
O5	Łódzkie	O13	Świętokrzyskie
O6	Małopolskie	O14	Warmińsko-mazurskie
O7	Mazowieckie	O15	Wielkopolskie
O8	Opolskie	O16	Zachodniopomorskie

¹¹ Efektywność ekonomiczna to punkt widzenia NFZ, efektywność społeczna – to punkt widzenia Ministra Zdrowia.

Przykład zaplanowany został wyłącznie jako ilustracja i w żadnej mierze nie aspiruje do rozwiązania zagadnienia oszacowania ekonomicznej efektywności opieki zdrowotnej w Polsce.

Zmienne charakteryzujące rezultaty:

- 1) *odsetek osób pozytywnie oceniających swój stan zdrowia, zdrowi,*
- 2) *liczba osób leczonych w szpitalach ogólnych, leczeni.*

Zmienne charakteryzujące nakłady:

- 1) *wartość aktywów trwałych netto w sektorze ochrony zdrowia na 10 tys. osób (w tys. zł), majątek,*
- 2) *liczba lekarzy na 10 tys. mieszkańców (osoby), lekarze,*
- 3) *liczba pielęgniarek na 10 tys. mieszkańców (osoby), pielęgniarki.*

4. USTALANIE EFEKTYWNOŚCI METODĄ DEA

Przed omówieniem proponowanej procedury badania efektywności obiektów non profit przedstawimy idee metody DEA, gdyż do niej nawiązuje proponowana procedura. Łatwiej też będzie porównać wyniki, stopień komplikacji itp. Poza tym metodę DEA, ze względu na jej popularność, trzeba w chwili obecnej traktować jako pewien wzorzec proceduralny ustalania efektywności.

Istnieje wiele wariantów metody DEA¹². Tu zastosujemy standardowy jej wariant mianowicie metodę CCR¹³ zorientowaną na nakłady. Ustalenie efektywności każdego obiektu odbywa się wówczas poprzez rozwiązanie związanego z tym obiektem liniowego zadania decyzyjnego, w którym maksymalizuje się efektywność obiektu. Mianowicie wyznacza się „wirtualne” minimalne nakłady dające taki sam rezultat, jaki był osiągnięty w rzeczywistości. Ów minimalny nakład jest kombinacją nakładów w poszczególnych obiektach. Dla ustalenia efektywności trzeba rozwiązać po jednym zadaniu dla każdego obiektu (choć z formalnego punktu widzenia można je wszystkie połączyć w jedno „duże” zadanie).

Oznaczmy numer rozpatrywanego obiektu przez o („obiekt”). W zadaniu dotyczącym danego obiektu wyznaczany jest jego wskaźnik efektywności (oznaczany powszechnie w DEA grecką literą theta, θ) oraz współczynniki najlepszej – z punktu widzenia minimalizacji nakładów – kombinacji „technologii” poszczególnych obiektów (owe współczynniki w DEA zazwyczaj oznaczane są greckimi literami lambda, λ). Wśród tych kombinacji może być oczywiście tech-

¹² Dobry przegląd metod zawierają prace: G. Rogowski, dz.cyt., § 5.1.; M. Gospodarowicz, dz.cyt., rozdz. 4

¹³ Metodę CCR zaproponowali A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes w artykule *Measuring the efficiency of decision making units*, „European Journal of Operational Research” 1978, 2 (nazwa CCR pochodzi od pierwszych liter nazwisk). Praca ta wzmiankowana jest prawie we wszystkich opracowaniach dotyczących metody DEA.

nologia badanego obiektu. „Technologią” obiektu jest zestawienie jego nakładów i rezultatów (w naszym przykładzie jest to odpowiednia kolumna tabeli 1).

Ogólne sformułowanie zadania CCR oraz jego aplikację dla naszego przykładu zawiera aneks 1.

Rozwiązanie przykładu

W tabeli 2 przedstawiono wyniki metody CCR ukierunkowanej na nakłady. Rozwiązanie zadania dla obiektu o -tego podaje odpowiedni wiersz tabeli. Są to:

- współczynniki $\lambda_{o,1}, \lambda_{o,2}, \dots, \lambda_{o,16}$ optymalnej dla obiektu o -tego kombinacji technologii poszczególnych obiektów,
- wskaźnik efektywności obiektu o -tego, θ_o (wartość w ostatniej kolumnie).

Można sformułować następujące przykładowe wnioski:

- Obecna technologia obiektu pierwszego realizuje tylko 84% technologii optymalnej.
- Optymalną technologią dla obiektu pierwszego jest następująca kombinacja technologii z innych obiektów:
30% technologii obiektu nr 13 plus 10% technologii obiektu nr 14 plus 59% technologii obiektu nr 16.

Na podstawie tabeli 1 ustalamy, że byłyby to następująca technologia w zakresie nakładów:

$$\text{majątek} = 0,3 \times 47,7 + 0,1 \times 31,9 + 0,59 \times 66,8 = 56,7;$$

$$\text{lekarze} = 0,3 \times 26,6 + 0,1 \times 20,0 + 0,59 \times 32,6 = 29,1;$$

$$\text{pielęgniarki} = 0,3 \times 69,2 + 0,1 \times 61,8 + 0,59 \times 62,3 = 63,4^{14}.$$

Tabela 2. Rozwiązania optymalne zadań metody DEA

Obiekt o	Współczynniki kombinacji $\lambda_{o,j}$ ($j = 1, \dots, 16$) dla obiektu numer o																Efektywność θ_o
	$\lambda_{o,1}$	$\lambda_{o,2}$	$\lambda_{o,3}$	$\lambda_{o,4}$	$\lambda_{o,5}$	$\lambda_{o,6}$	$\lambda_{o,7}$	$\lambda_{o,8}$	$\lambda_{o,9}$	$\lambda_{o,10}$	$\lambda_{o,11}$	$\lambda_{o,12}$	$\lambda_{o,13}$	$\lambda_{o,14}$	$\lambda_{o,15}$	$\lambda_{o,16}$	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,30	0,10	0	0,59	0,84
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,23	0,30	0	0,44	0,98
3	0	0	0	0	0	0	0,21	0,43	0	0	0	0	0,32	0	0	0	0,88
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0,67	0	0,10	0,86
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,72	0	0,20	0,66
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0,83	0,87
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,54	0	0,42	0,90
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Źródło: Obliczenia własne.

¹⁴ Gdyby obiekt O1 zastosował tę „technologię” do realizacji takich wyników jakie zaobserwowano (55,44; 32,5), jego efektywność wyniosłaby 1.

Metoda DEA dostarcza wielu innych możliwości analizy¹⁵. Najważniejszy dla nas wniosek dotyczy jednak efektywności poszczególnych obiektów.

- Otóż okazuje się, że w sensie metody DEA (przy przyjętej liście rezultatów oraz przyjętej liście nakładów) aż dziewięć! województw jest w pełni efektywnych pod względem ochrony zdrowia: łódzkie, mazowieckie, opolskie, podkarpackie, śląskie, świętokrzyskie, warmińsko-mazurskie, wielkopolskie i zachodniopomorskie.
- Tak wysoka częstość obiektów w pełni efektywnych jest „podejrzana” w tym sensie, że trudno oczekiwać, aby połowa województw w Polsce charakteryzowała się najlepszym wykorzystaniem zasobów służby zdrowia.
- Zbadano również inne warianty metody CCR (mianowicie: bez warunku $\theta \leq 1$; bez zorientowania; z różnymi założeniami co do korzyści skali) i we wszystkich przypadkach liczba obiektów w pełni efektywnych według metody DEA wynosiła 4–6 (25–56%).

Na podstawie tych wyników, a także innych wyników własnych oraz innych autorów można sformułować przypuszczenie, że metoda DEA – przynajmniej w jej standardowych wariantach – jest za mało „krytyczna” i za słabo selekcjonuje obiekty na lepsze i gorsze. Dlatego spróbowano wykorzystać inne podejście, zbieżne z klasycznymi poglądami na temat efektywności, którą intuicyjnie rozumie się jako optymalność przekształcania nakładów w rezultaty.

5. PROPONOWANA METODA USTALANIA EFEKTYWNOŚCI INSTYTUCJI NON PROFIT; INFORMACJA LICZBOWA

Zakładamy ten sam rodzaj informacji wyjściowej, co w metodzie DEA, a więc, że dany jest:

1. zbiór obiektów O_1, \dots, O_j ;
2. zestaw N nakładów oraz zestaw R rezultatów działalności.
3. zbiór informacji o wielkości poszczególnych nakładów oraz poszczególnych rezultatów w poszczególnych obiektach:

x_{nj} – wielkość nakładu n -ego ($n = 1, \dots, R$) w obiekcie j -ym ($j = 1, \dots, J$),
 y_{rj} – wielkość rezultatu numer r ($r = 1, \dots, R$) w obiekcie j -ym.

Oznaczmy:

$$(3) \quad x_n = \sum_{j=1}^J x_{nj} \quad \text{– sumaryczny nakład } n\text{-tego rodzaju we wszystkich obiektach,}$$

$$(4) \quad y_r = \sum_{j=1}^J y_{rj} \quad \text{– sumaryczna wielkość } r\text{-tego rezultatu w całym układzie.}$$

¹⁵ Wiele możliwości opisuje M. Gospodarowicz, dz.cyt., rozdz. 4, zwłaszcza § 4.9.

Idea procedury

Punktem wyjścia procedury NPE jest próba wyceny poszczególnych nakładów oraz poszczególnych rezultatów. Inaczej jednak niż w metodzie DEA, będzie to wycena z punktu widzenia *całego układu* badanych obiektów, a nie z punktu widzenia jednostkowego obiektu. Niech więc:

- (5) $a_n \geq 0$ to wycena jednostki n -tego nakładu w całym badanym układzie obiektów,
 $b_r \geq 0$ to wycena jednostki r -tego rezultatu w całym układzie obiektów.

Współczynników tych nie znamy. Właśnie je chcemy ustalić z punktu widzenia całego układu, aby móc oceniać efektywność poszczególnych obiektów.

Jednostkowym wycenom nakładów a_n odpowiada następujące *zwartościowanie* wszystkich poniesionych przez układ nakładów:

$$(6) \quad A = \sum_{n=1}^N a_n y_n \quad (\text{wycena jednostkowa} \times \text{''ilość''}).$$

Natomiast jednostkowym wycenom rezultatów b_r odpowiada następujące *zwartościowanie* rezultatów uzyskanych przez cały układ obiektów:

$$(7) \quad B = \sum_{r=1}^R b_r x_r \quad (\text{wycena jednostkowa} \times \text{''ilość''}).$$

Analogicznie, „zwartościowanie” A_j wszystkich nakładów obiektu j -ego oraz „zwartościowanie” B_j jego wszystkich rezultatów wynosi odpowiednio:

$$(8) \quad A_j = \sum_{n=1}^N a_n x_{nj} \quad (1 \leq j \leq J);$$

$$(9) \quad B_j = \sum_{r=1}^R b_r y_{rj} \quad (1 \leq j \leq J).$$

Zadanie ustalania jednostkowych wycen nakładów i wyników (NPE)

Proponujemy ustalać jednostkowe wyceny jako rozwiązanie następującego zadania programowania liniowego:

Należy określić takie jednostkowe wyceny nakładów oraz rezultatów w całym układzie obiektów, a_n oraz b_r ($n = 1, \dots, N$; $r = 1, \dots, R$), ażeby:

zmaksymalizowany został wynik działalności całego układu

$$(10) \quad B - A \rightarrow \max \quad \text{czyli} \quad \sum_{r=1}^R b_r y_r - \sum_{n=1}^N a_n x_n \rightarrow \max$$

przy następujących warunkach ograniczających:

- dla każdego obiektu wycena jego rezultatów jest nie większa od wyceny nakładów:

$$(11) \quad B_j - A_j \leq 0 \quad \text{czyli} \quad \sum_{r=1}^R b_r y_{rj} - \sum_{n=1}^N a_n x_{nj} \leq 0 \quad \text{dla każdego } j = 1, 2, \dots, J;$$

- suma wycen rezultatów jest znormalizowana:

$$(12) \quad \sum_{r=1}^R b_r = 1;$$

- dla tych rezultatów r , i tych nakładów n , których to dotyczy wyceny są nie mniejsze od z góry określonych:

$$(13) \quad b_r \geq b_r^*,$$

$$(14) \quad a_n \geq a_n^*,$$

(gwiazdka oznacza przyjętą wartość minimalną).

- wyceny jednostkowe są nieujemne:

$$(15) \quad b_r, a_n \geq 0 \quad (n = 1, \dots, N; r = 1, \dots, R).$$

Ranking obiektów NPE

Wskaźnikiem efektywności obiektu może być iloraz „zwartościowania” jego rezultatów przez „zwartościowanie” jego nakładów:

$$(16) \quad E_j = \frac{B_j}{A_j} \quad (1 \leq j \leq J).$$

Obiekt ma tym lepszą pozycję, im jego wskaźnik efektywności E_j jest większy. Z uwagi na warunki (11) jest $0 \leq E_j \leq 1$.

6. PRZYKŁAD

Za pomocą metody NPE ustalimy efektywność technologiczną poszczególnych województw w zakresie opieki zdrowia. Przyjmujemy, że każdy rezultat ma przynajmniej 10% znaczenia w rezultacie globalnym. To samo dotyczy nakładów.

Makietę zadania podano w aneksie 2. Uzyskane rozwiązanie podaje tabela 3.

Tabela 3. Efektywność województw w zakresie służby zdrowia według metody NPE

Funkcja celu	Wycena rezultatów		Wycena nakładów		
	b_1	b_2	a_1	a_2	a_3
-536,96	0,900	0,100	0,100	0,100	1,328

Województwo	Rezultat	Nakład	Wynik = (Rezultat – Nakład)	Efektywność
<i>Dolnośląskie</i>	63,14	110,39	-47,25	0,572
<i>Kujawsko-pomorskie</i>	66,86	91,46	-24,60	0,731
<i>Lubelskie</i>	66,90	108,25	-41,35	0,618
<i>Lubuskie</i>	73,55	102,76	-29,21	0,716
<i>Łódzkie</i>	49,21	126,96	-77,75	0,388
<i>Małopolskie</i>	75,75	123,45	-47,70	0,614
<i>Mazowieckie</i>	73,12	96,52	-23,39	0,758
<i>Opolskie</i>	80,97	100,11	-19,14	0,809
<i>Podkarpackie</i>	59,28	102,06	-42,79	0,581
<i>Podlaskie</i>	67,49	103,69	-36,20	0,651
<i>Pomorskie</i>	74,79	98,58	-23,79	0,759
<i>Śląskie</i>	93,81	110,37	-16,56	0,850
<i>Świętokrzyskie</i>	53,43	99,32	-45,88	0,538
<i>Warmińsko-mazurskie</i>	87,25	87,25	0,00	1
<i>Wielkopolskie</i>	85,00	87,71	-2,70	0,969
<i>Zachodniopomorskie</i>	65,62	92,66	-27,05	0,708

Źródło: Opracowanie własne.

Generalne wnioski można sformułować następująco:

- W rezultacie wykorzystania metody NPE największą efektywnością technologiczną przekształcania nakładów w rezultaty działalności służby zdrowia charakteryzowało się województwo warmińsko-mazurskie. Nieco gorszą efektywność zanotowano w województwie wielkopolskim.
- Proponowana metoda jest bardziej selektywna niż metoda DEA. Jak pokazują symulacje, wybiera ona jeden, co najwyżej dwa, trzy obiekty w charakterze obiektów o 100% lub prawie 100% efektywności. Metoda DEA zaś jest bardzo „rozrzutna”. Jak już zauważyliśmy, często typuje wielu liderów, przez co zagadnienie oceny efektywności staje się nieokreślone¹⁶.
- Spośród liderów według metody DEA (województwa łódzkie, mazowieckie, opolskie, podkarpackie, śląskie, świętokrzyskie, warmińsko-mazurskie, wielkopolskie i zachodniopomorskie) na niezłych pozycjach – efektywność powyżej 80% – znalazły się, oprócz województw warmińsko-mazurskiego i wielkopolskiego, tylko województwa śląskie i opolskie. Najgorzej według NPE oceniono poziom efektywności technologicznej w województwach łódzkim oraz świętokrzyskim, które według DEA były liderami!

¹⁶ Wspomnieć jednak trzeba, że w tej sytuacji proponuje się niekiedy rozwiązywanie tzw. rozszerzonego zadania DEA, aby ustalić ranking obiektów, np. G. Rogowski, dz.cyt., s. 143–144. Jest to jednak wyjście poza założenia metody.

Dla ilustracji, w tabeli 4 podano ranking województw według obu zastosowanych metod.

Tabela 4. Porównanie rankingu województw

Województwo	Ranking CCR	Ranking NPE
Dolnośląskie	15	14
Kujawsko-pomorskie	10	7
Lubelskie	12	11
Lubuskie	14	8
Łódzkie	1	16
Małopolskie	16	12
Mazowieckie	1	6
Opolskie	1	4
Podkarpackie	1	13
Podlaskie	13	10
Pomorskie	11	5
Śląskie	1	3
Świętokrzyskie	1	15
Warmińsko-mazurskie	1	1
Wielkopolskie	1	2
Zachodniopomorskie	1	9

Źródło: Opracowanie własne.

- Oba rankingi bardzo wyraźnie się różnią, zwłaszcza, jeśli chodzi o liderów, co związane jest z mającą miejsce w metodzie CCR redundancją obiektów efektywnych.

7. UWAGI DOTYCZĄCE METODY NPE

1. Po prawej stronie warunku (11) występuje zero, gdyż mówimy tutaj o instytucjach *non profit*, a zatem nie nastawionych na zysk, czyli takich, że różnica między „zyskiem” a „nakładem” nie jest dodatnia. Oczywiście jest tym lepiej, im różnica ta jest – co do skali – mniejsza, a więc, im różnica (11) jest bliższa stanowi równowagi, czyli zera. To zaś, tym razem dla całego układu, postuluje właśnie funkcja celu (10). Osiągnie ona największą i równą zero wartość, gdy wszystkie obiekty będą efektywne w tym sensie, że dla każdego z nich różnica (11) jest zerowa, a więc gdy żaden obiekt nie będzie przynosił „strat”.

Naturalnie, można zreformułować zadanie i oceniać efektywność obiektów przy dodatkowym kryterium, iż obiekt najlepszy „wygospodarował” pewną, ustaloną przez prowadzącego badanie, „nadwyżkę” $D > 0$. W tym wypadku warunek (11) miałby postać:

$$(17) \quad B_j - A_j \leq \Delta;$$

a wskaźnik efektywności należy liczyć według wzoru:

$$(18) \quad E_j = \frac{B_j}{A_j + \Delta} \quad {}^{17}.$$

2. W warunku (11) nierówność orzeka *mniejsze równe*, bowiem jest to typowy zwrot zadań na maksymalizację (w przypadku nierówności 1, zadanie będzie rozbieżne). Dodajmy, że zadanie nie jest „tradycyjnym” zadaniem *maksymalizacji rezultatów działalności*, lecz zadaniem ustalania *jednostkowych wycen nakładów i rezultatów*. Nakłady i rezultaty są znane, poszukiwane są natomiast „najlepsze” z punktu widzenia układu wyceny nakładów i rezultatów.

3. Warunek (12) normalizuje jednostkowe wyceny rezultatów w tym sensie, że nie mogą one przyjmować dowolnych wartości dodatnich (wtedy zadanie byłoby rozbieżne), a tylko takie, które sumują się do 1. Z konstrukcji przedstawionego zadania decyzyjnego wynika, że wyceny rezultatów muszą się dostosować do wyceny nakładów z uwagi na komplementarność obu rodzajów wycen w funkcji celu oraz warunkach ograniczających. Tak więc warunek ten w pewnym sensie „normalizuje” także wyceny nakładów.

To, że prawa strona warunku (12) jest równa 1, nie powoduje utraty ogólności i nie zmienia kontekstu zadania, gdyż ważne są *proporcje* między wycenami nakładów a wycenami rezultatów, a nie ich wartości bezwzględne¹⁸. Przy postulatcie (12) współczynniki b_r to po prostu wagi poszczególnych rezultatów w rezultacie „łącznym”.

4. Występujące w funkcji celu (10) wartości y_r oraz x_n mają jasną interpretację, gdy nakłady i efekty wyrażone są w jednostkach naturalnych absolutnych. Jest to wówczas sumaryczny rezultat oraz sumaryczny nakład. W przypadku, gdy to, co ogólnie nazywane jest nakładami lub rezultatami wyrażone jest w liczbach względnych (np. wskaźniku natężenia), ta interpretacja na ogół nie ma miejsca¹⁹. Zauważmy jednak, że wartość y_r lub wartość x_n jest po prostu krotnością średnich z wartości dla poszczególnych „obiektów” (*suma = średnia × liczba obserwacji*):

$$(19) \quad \bar{x}_n = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J x_{jn} \quad \text{oraz} \quad \bar{y}_r = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J y_{jr}$$

Średnia \bar{x}_n lub \bar{y}_r ma sensowną interpretację jako wskaźnik wielkości przypadającej na „średni” obiekt²⁰.

¹⁷ Wyniki dla różnych wartości D (0 oraz dodatnich) niekoniecznie są identyczne.

¹⁸ Rozwiązanie zadania nie zmienia się, jeśli wycena nakładów i rezultatów zachowuje takie same proporcje, np. układy cen nakładu i rezultatu jak 100:200; 1:2; 4:8 są analogiczne.

¹⁹ Np. średnia z wojewódzkich wskaźników na 10 tys. nie jest średnią liczbą w kraju na 10 tys.

²⁰ Np. średnia z wojewódzkich liczb lekarzy równa 32 oznacza, że na „średnie” województwo przypadało 32 lekarzy.

5. Optymalizacja względem liczb y_r oraz x_n oznacza to samo, co optymalizacja względem J -krotności średnich \bar{y}_r oraz \bar{x}_n , dlatego funkcję celu (10) można zapisać jako:

$$(20) \quad \sum_{r=1}^R b_r \bar{y}_r - \sum_{n=1}^N a_n \bar{x}_n \rightarrow \max.$$

Oznacza to maksymalizację nadwyżki dla średniego obiektu. Interpretacja ta ma miejsce niezależnie od rodzaju jednostek pomiaru.

6. Wobec sumowania wycen rezultatów do jedynki (por. warunek (12)) minimalne wyceny rezultatów muszą dawać w sumie liczbę mniejszą od 1.

7. Zadanie (10) – (15) jest „zwykłym” zadaniem programowania liniowego ciągłego i można je rozwiązać zwykłymi algorytmami, np. *Solverem Excela*. Dodajmy, że rozwiązanie tego zadania wymaga tylko jednorazowego zastosowania algorytmu simpleks. Z kolei metoda DEA wymaga rozwiązania sekwencji J zadań decyzyjnych o podobnych do zadania (10) – (15) rozmiarach. Z obliczeniowego punktu widzenia proponowana metoda jest więc J razy efektywniejsza od metody DEA.

8. PODSUMOWANIE²¹

Celem artykułu było wykazanie różnic pomiędzy metodą DEA a NPE, aby wskazać rozwiązanie bardziej efektywne. Autor podkreślił wadę metody DEA (redundancję), która uwypukla się poprzez zbyt szerokie uznanie obiektów w 100% efektywnych. Jednocześnie przeciwstawił jej prostszą metodę NPE. Następnie na przykładzie służby zdrowia zbadał jej efektywność w poszczególnych województwach. Metoda DEA w wariacie CCR ukierunkowanym na nakłady wskazała tu, że 9 na 16 województw Polski jest efektywnych w sensie nakładów na służbę zdrowia. Metoda NPE wskazała tylko dwa takie województwa – warmińsko-mazurskie i wielkopolskie.

Aneks 1. Sformułowanie algebraiczne zadania CCR

Linowe zadanie CCR ukierunkowane na nakłady dla obiektu o -tego ($1 \leq o \leq J$)

I. Dane:

y_{rj} – poziom r -tego wyniku w obiekcie j -ym ($j = 1, \dots, J; r = 1, \dots, R$),
 x_{nj} – zużycie nakładu n -tego w obiekcie j -ym ($n = 1, \dots, N$).

I. Zmienne decyzyjne:

$$(21) \quad \theta_o; \lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{oJ}.$$

²¹ Podsumowanie jest uzupełnieniem poroczenyjnym wykonanym przez Redaktora w związku ze śmiercią autora.

III. Funkcja celu:

$$(22) \quad \theta_o \rightarrow \min.$$

IV. Warunki ograniczające:

$$(23) \quad \sum_{j=1}^J y_{or} \lambda_{oj} \geq y_{or} \quad (\text{dla } r = 1, \dots, R);$$

$$(24) \quad \sum_{j=1}^J x_{on} \lambda_{oj} \leq x_{on} \theta_o \quad (\text{dla } n = 1, \dots, N);$$

$$(25) \quad \theta_o \leq 1.$$

V. Warunki znakowe:

$$(26) \quad \theta_o; \lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{oJ} \geq 0.$$

Ideą zadania jest znalezienie dla obiektu o -tego:

- (I) takich współczynników $\{\lambda_{oj}; j = 1, \dots, J\}$ „optymalnej” kombinacji technologii stosowanych przez poszczególne obiekty oraz
- (II) takiego współczynnika θ_o ($0 < \theta_o \leq 1$) proporcjonalnych zmian nakładów w obiekcie o -tym, że:
 - (a) „kalkulowany” rezultat²² optymalnej kombinacji technologii poszczególnych obiektów jest równy empirycznemu rezultatowi obiektu o -tego; mówi o tym warunek (23);
 - (b) „kalkulowany” nakład każdego z czynników²³ jest nie większy od empirycznego nakładu tego czynnika w obiekcie o -tym; mówi o tym warunek (24) w połączeniu z warunkiem (25).

Makieta zadania dla obiektu o -tego

Przykładowo, makieta zadania CCR dla obiektu $o = 9$ ma postać:

I. Dane:

Tabela 1.

II. Zmienne decyzyjne:

$$\theta_o; \lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{o16}^{24}.$$

²² Podaje go lewa strona warunku (23).

²³ Jest to lewa strona warunku (24).

²⁴ Dla danego zadania mamy 17 zmiennych decyzyjnych a ogólnie $17 \times @@@16 = 272$ zmienne decyzyjne.

III. Funkcja celu:

$$\theta_o \rightarrow \min$$

IV. Warunki ograniczające:

$$\begin{aligned} [\text{zdrowi}] & 55,441_{o,1} + 54,291_{o,2} + 53,801_{o,3} + \dots + 54,641_{o,15} + 56,821_{o,16} = 57,04 \\ [\text{leczeni}] & 132,51_{o,1} + 177,31_{o,2} + 184,81_{o,3} + \dots + 358,21_{o,15} + 144,71_{o,16} = 79,4 \\ [\text{majątek}] & 67,51_{o,1} + 50,91_{o,2} + 32,71_{o,3} + \dots + 34,01_{o,15} + 66,81_{o,16} \leq 61,4 \quad q_o \\ [\text{lekarze}] & 35,21_{o,1} + 27,21_{o,2} + 34,01_{o,3} + \dots + 29,11_{o,15} + 32,61_{o,16} \leq 23,1 \quad q_o \\ [\text{pielęgniarki}] & 75,41_{o,1} + 63,01_{o,2} + 76,51_{o,3} + \dots + 61,31_{o,15} + 62,31_{o,16} \leq 70,5 \quad q_o \\ [\text{efektywność}] & 1 \geq \theta_o \\ [\text{znaki zmiennych}] & \theta_o; \lambda_{o,p}, \lambda_{o,2}, \dots, \lambda_{o,16} \geq 0. \end{aligned}$$

Pochyłym drukiem oznaczono wielkości, które dotyczą tylko rozpatrywanego obiektu (numer o)²⁵.

Aneks 2. Makieta zadania NPE

Makieta zadania decyzyjnego dla naszego przykładu ma formę:

I. Dane:

Tabela 1, Tabela 5.

Tabela 5. Wartości średnie na województwo:

Rezultaty		Nakłady		
Zdrowi (%)	Leczeni (na 10 tys.)	Majątek (na 10 tys.)	Lekarze (na 10 tys.)	Pielęgniarki (na 10 tys.)
55,10	214,19	54,12	31,16	70,84

Źródło: Obliczenia własne.

II. Zmienne decyzyjne:

$$a_1, a_2, a_3, b_1, b_2,$$

III. Funkcja celu:

$$(55,1 b_1 + 214,19 b_2) - (54,12 a_1 + 31,16 a_2 + 70,84 a_3) \rightarrow \text{maksimum}$$

IV. Warunki ograniczające i znakowe:

$$[O1] \quad (55,44 b_1 + 132,5 b_2) - (67,5 a_1 + 35,2 a_2 + 77,4 a_3) \leq 0$$

$$[O2] \quad (54,59 b_1 + 177,3 b_2) - (50,9 a_1 + 27,2 a_2 + 63,0 a_3) \leq 0$$

.....

²⁵ Dla projektowania obliczeń (np. pod *Solverem Excela*) warto zauważyć, że przy przejściu od obiektu do obiektu makieta zadania pozostaje w zasadzie bez zmian, zmieniają się tylko wyrazy wolne warunków. Np. dla obiektu $o = 16$ będzie to ciąg liczb 58,01; 350,4; 31,9; 20,0; 61,8.

$$\begin{array}{ll}
 \text{[O16]} & (56,82 b_1 + 144,7 b_2) - (66,8a_1 + 32,6 a_2 + 62,3 a_3) \leq 0 \\
 \text{[suma]} & b_1 + b_2 = 1 \\
 \text{[min. } b] & b_1, b_2 \geq 0,1 \\
 \text{[min } a] & a_1, a_2, a_3 \geq 0,1 \\
 \text{[znaki]} & b_1, b_2, a_1, a_2, a_3 \geq 0.
 \end{array}$$

BIBLIOGRAFIA

- Charnes A., Cooper W.W, Rhodes E., *Measuring the efficiency of decision making units*, "European Journal of Operational Research" 1978, 2.
- Domagała A., *Postulat homogeniczności jednostek decyzyjnych w metodzie DEA. Sugestie teoretyczne a wyniki symulacji empirycznych* [w:] *Ekonometria finansowa*, „Zeszyty Naukowe AE w Poznaniu”, Wyd. AE Poznań, Poznań 2007.
- Gospodarowicz M., *Procedury analizy i oceny banków*, „Materiały i Studia”, zeszyt 103, NBP, Warszawa 2000.
- Kopczewski T., *Efektywność technologiczna i kosztowa banków komercyjnych w Polsce w latach 1997–2000, cz. I*, „Materiały i Studia”, zeszyt 113, NBP, Warszawa 2000.
- Kopczewski T., Pawłowska M., *Efektywność technologiczna i kosztowa banków komercyjnych w Polsce w latach 1997–2000, cz. II*, „Materiały i Studia”, zeszyt 135, NBP, Warszawa 2001.
- Osiewalska A., Osiewalski J., *Próba oceny efektywności kosztowej polskich bibliotek akademickich*, www.oss.wroc.pl/biuletyn
- Pawłowska M., *Konkurencja i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, „Materiały i Studia”, NBP, zeszyt 192, Warszawa 2005.
- Prędko A., *Stale i zmienne czynniki produkcji w badaniu efektywności kosztowej za pomocą metody DEA*, „Przegląd Statystyczny” 2002/3, Warszawa 2002.
- Prędko A., *Analiza efektywności za pomocą metody DEA. Podstawy formalne i ilustracja ekonomiczna*, „Przegląd Statystyczny”, 2003/1, Warszawa 2003.
- Rogowski G., *Metody analizy i oceny działalności banku na potrzeby zarządzania strategicznego*, Wydawnictwo WSB w Poznaniu, Poznań 1999.

THE PROPOSITION OF AN ESTIMATING METHOD OF NON PROFIT INSTITUTION EFFECTIVENESS

Summary: In the article it was proposed the method of establish non profit institution effectiveness (NPA) which refer to the DEA method but it is simpler in the sense of definition and calculation. The DEA method, as show many empirical investigations, has a fault of redundanttion that means unnecessary number of multiple effective solutions. Sometimes the method recognizes even half or more of objects as effective in 100%. The method proposed in the article is deprived of that fault. To illustrate the deliberations on the DEA and NPE methods it was provided an example of describing

technological effectiveness of Polish provinces in the area of health protection. The DEA method in the CCR variant oriented to the capital investment indicated that 9 of 16 Polish provinces are effective in the sense of the capital investment in the health service. The NPE method indicated only two such provinces.

Key words: effectiveness, Data Envelopment Analysis (DEA), non-profit.

*Prof. zw. dr hab. Bogusław Guzik
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Wydział Informatyki
i Gospodarki Elektronicznej
al. Niepodległości 10
61-875 Poznań*