

Joanicjusz NAZARKO\*,  
Marta KOMUDA\*, Katarzyna KUŹMICZ\*,  
Elżbieta SZUBZDA\*, Joanna URBAN\*

## METODA DEA W BADANIU EFEKTYWNOŚCI INSTYTUCJI SEKTORA PUBLICZNEGO NA PRZYKŁADZIE SZKÓŁ WYŻSZYCH

W artykule przedstawiono podstawowe przesłanki przeprowadzania analiz porównawczych efektywności działania instytucji sektora publicznego. Opisano ogólną koncepcję metody DEA, która obecnie zajmuje na świecie wiodącą pozycję w tego typu badaniach. Omówiono przykłady zastosowań metody DEA w różnych obszarach sektora publicznego w kilku krajach. Sformułowano konkluzję o zasadności stosowania analizy porównawczej efektywności działania instytucji sektora publicznego również w warunkach polskich. Rozważania zilustrowano wynikami obliczeń efektywności działania polskich uczelni technicznych. Wskazano, że większość badanych uczelni posiada rezerwy efektywności technicznej i alokacyjnej

Słowa kluczowe: *metoda DEA, efektywność, sektor publiczny, szkoła wyższa*

### 1. Wprowadzenie

Sektor publiczny podlega obecnie coraz większej presji zwiększania efektywności i podnoszenia jakości swoich działań. Nacisk władz, społeczności lokalnych, interesariuszy oraz mediów stymuluje rozwój sektora publicznego i tym samym wprowadzanie nowoczesnych metod zarządzania. W Polsce dodatkowym czynnikiem jest konieczność dostosowania się do standardów obowiązujących w Unii Europejskiej. Specyfika sektora publicznego często nie pozwala jednak na bezpośrednie przeniesienie wzorców zarządzania z sektora prywatnego. Charakteryzuje się on złożonością wpływów otoczenia i jego niestabilnością (częste zmiany polityczne i prawne), wielo-

---

\* Wydział Zarządzania, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok, e-mail: j.nazarko@pb.edu.pl, martaKom@pb.edu.pl, eszubzda@pb.edu.pl

ścią i niejednoznacznością celów, mnogością interesariuszy ze sprzecznymi oczekiwaniami i preferencjami oraz obawą przed innowacyjnością. Innym czynnikiem charakteryzującym sektor publiczny jest ograniczoność środków finansowych, których zasady wydatkowania podlegają szczegółowym regulacjom i nadzorowi. Z drugiej strony, działalność instytucji sektora publicznego nie podlega presji konkurencyjnej i nie jest zorientowana na zysk. Brak jest również obiektywnych kryteriów jej oceny. Osobnym i dyskusyjnym tematem jest podział środków budżetowych, który często nie odnosi się do efektywności gospodarowania nimi przez instytucje publiczne.

Istotne staje się zatem wykreowanie stymulatorów racjonalnego gospodarowania środkami publicznymi oraz poprawy jakości świadczonych usług przez instytucje sektora publicznego. Jednym ze sprawdzonych sposobów [17], [19], [20] jest systematyczne badanie porównawcze efektywności działania jednostek sektora publicznego. Taka ocena – poprzez wskazanie punktów odniesienia (benchmarków) – może być traktowana jako substytut konkurencyjności i dzięki temu przyczyniać się do efektywnej alokacji środków publicznych, dbałości o efektywność realizowanych procesów, podnoszenia jakości świadczonych usług oraz doskonalenia zarządzania instytucjami publicznymi.

Obecnie, w światowych badaniach porównawczych efektywności w sektorze publicznym znaczącą pozycję zajmuje metoda analizy obwiedni danych DEA (ang. *Data Envelopment Analysis*) [4], [21]. Światowa popularność metody nie znajduje jednakże należytego odzwierciedlenia w literaturze i praktyce krajowej.

## 2. Istota metody DEA

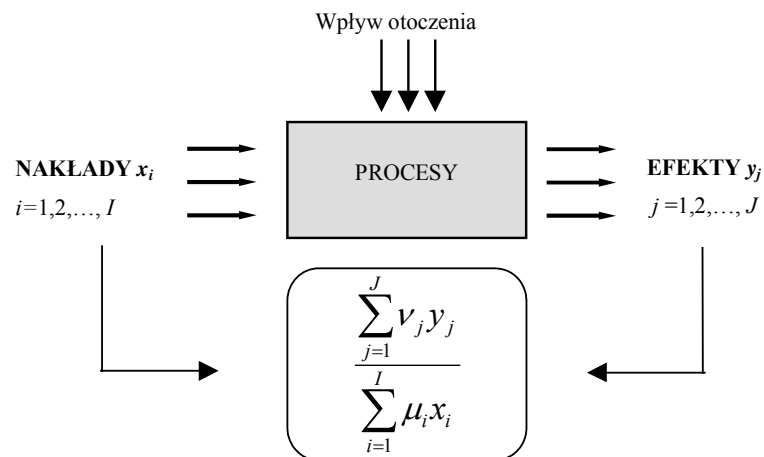
Ocena efektywności działania dowolnej organizacji jest ściśle związana z pojęciem jej produktywności [9]. Produktywność i jej pomiar to pojęcia złożone, różnie rozumiane i interpretowane zarówno przez świat nauki, jak i biznesu. Współcześnie produktywność traktowana jest jako pojęcie ekonomiczno-społeczne o strukturze wielopoziomowej. Jej zadaniem jest optymalizacja działań gospodarczych, publicznych, administracyjnych i instytucjonalnych przy uwzględnieniu czynników ludzkich i społecznych [24].

Z punktu widzenia pomiaru produktywności istotne jest to, iż każdy system wykorzystuje różne rodzaje zasobów w pewnych ilościach i dostarcza do otoczenia określone ilości wytworzonych przez siebie produktów. Każdy stosunek ilości wytworzonych produktów (dóbr lub usług) do ilości zużytych lub wykorzystywanych zasobów określa produktywność badanego systemu [10].

W analizie produktywności jednostek sektora publicznego założono, że każdą instytucję sektora publicznego można scharakteryzować na podstawie jej zasobów wejściowych (nakłady, wejścia systemu), efektów (wyjścia systemu) oraz procesów

transformacji przekształcających zasoby w efekty. Proces charakteryzuje się większą produktywnością, jeżeli efektywniej wykorzystuje niezbędne do zrealizowania produkcji zasoby.

W przypadku obiektów charakteryzujących się pewną wartością nakładów i wyników, produktywność można więc zdefiniować jako iloraz ważonej sumy efektów do ważonej sumy nakładów przy uwzględnieniu wpływu otoczenia (rys. 1).



gdzie:

- $x_i$  –  $i$ -ty nakład,
- $y_j$  –  $j$ -ty efekt,
- $I$  – liczba nakładów,
- $J$  – liczba efektów,
- $\mu_i$  – wagi określające ważność poszczególnych nakładów,
- $v_j$  – wagi określające ważność poszczególnych efektów.

**Rys. 1.** Koncepcja produktywności

Źródło: opracowanie własne na podstawie [13], [34]

W wyniku pomiaru produktywności obiektu można ocenić efektywność wykorzystania zasobów materialnych, finansowych i ludzkich, którymi dysponuje obiekt. Możliwa jest również analiza efektywności działania na tle innych obiektów z tego samego sektora. Wynika z tego, że pomiar produktywności umożliwia ustalenie realistycznych celów oraz sformułowanie programów poprawy stanu istniejącego w kierunku osiągnięcia postawionych celów.

W metodzie DEA jako obiekty analizy przyjmuje się tzw. jednostki decyzyjne DMU (ang. *Decision Making Unit*). Względna produktywność jednostki decyzyjnej w metodzie DEA jest definiowana na podstawie wyników, określonych przez relacje między zmiennymi wejściowymi i wyjściowymi w analizowanych jednostkach. Jednostki efektywne tworzą wzorcowy poziom efektywnościowy [6].

Metoda oparta jest na koncepcji efektywności granicznej (ang. *best practice frontier*), w której zakłada się, że wszystkie jednostki powinny być zdolne do działania na założonym poziomie produktywności, określonym przez efektywne jednostki działające w danym sektorze. Jednostki osiągające niższy poziom produktywności od granicznego działają nieefektywnie. Zakres poprawy ich efektywności jest wyznaczany poprzez odniesienie ich wyników do wyników jednostek efektywnych [17], [18].

W analizie DEA bada się skończoną liczbę jednostek decyzyjnych (DMU) o jednakowo zdefiniowanych nakładach i wynikach. Grupę jednostek decyzyjnych mogą stanowić przedsiębiorstwa produkcyjne, handlowe i usługowe, szczególnie zaś jednostki sektora publicznego, gdzie typowe kryteria oparte na współczynnikach finansowych nie są adekwatne przy ocenie tego rodzaju działalności. Jednostki nastawione na realizację określonych funkcji publicznych nie są ukierunkowane na osiągnięcie zysku. Oceniając ich efektywność, należy mierzyć sprawność gospodarowania przy określonych zasobach, nie odnosząc się tylko do współczynników finansowych. Stąd metoda DEA znalazła szerokie zastosowanie w badaniach jednostek sektora publicznego [4], [21].

Wyznaczenie efektywności jednostek metodą DEA polega na rozwiązaniu dla każdej jednostki oddzielnie zadania programowania liniowego. Postać zadania zależy od orientacji modelu. W przypadku modelu zorientowanego na efekty maksymalizowane są efekty przy określonych nakładach (1), natomiast w wypadku modelu zorientowanego na nakłady minimalizowane są nakłady przy niezmiennym poziomie efektów (2) [26].

Przedstawiony model – od inicjałów nazwisk twórców zwany modelem CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) – zakłada stałe efekty skali, przez co wyklucza możliwość analizy wzrastających lub malejących efektów skali. Modyfikacja, poprzez wprowadzenie zmiennego efektu skali, nastąpiła w modelach BCC (Banker, Charnes, Cooper) [7].

Metoda DEA nie wymaga uprzedniej znajomości wag. Dla każdej jednostki ustala się rozwiązanie zagadnienia programowania liniowego, w którym relacja efekty/nakłady jest maksymalizowana przy zadanych ograniczeniach. W ten sposób zostają wyeksponowane silne strony jednostki. Ponadto pozwala to ustalić tzw. „martwe” zasoby, które nie wpływają w istotnym stopniu na osiągane wyniki danej jednostki [34].

Model CCR opisany jest następująco:

$$\max z = \sum_{j=1}^J v_{j,m} y_{j,m}$$

przy założeniach:

$$\sum_{i=1}^I u_{i,m} x_{i,m} = 1$$

$$\min z' = \sum_{i=1}^I u'_{i,m} x_{i,m}$$

przy założeniach:

$$(1) \quad \sum_{j=1}^J v'_{j,m} y_{j,m} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J v_{j,m} y_{j,n} - \sum_{i=1}^I u_{i,m} x_{i,n} \leq 0$$

$$n = 1, 2, \dots, N$$

$$u_{i,m}, v_{j,m} \geq \varepsilon; i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J$$

$$\sum_{j=1}^J v'_{j,m} y_{j,n} - \sum_{i=1}^I u'_{i,m} x_{i,n} \leq 0$$

$$n = 1, 2, \dots, N$$

$$u'_{i,m}, v'_{j,m} \geq \varepsilon; i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J$$

gdzie:

- $N$  – liczba porównywanych jednostek decyzyjnych,
- $m$  – jednostka decyzyjna, dla której wyliczana jest efektywność,
- $z$  – ważona suma efektów  $m$ -tej jednostki decyzyjnej,
- $z'$  – ważona suma nakładów  $m$ -tej jednostki decyzyjnej,
- pozostałe oznaczenia jak na rysunku 1.

Metoda DEA, jako metoda nieparametryczna, nie wymaga również znajomości zależności funkcyjnej między nakładami a efektami. Krzywa efektywności jest estymowana na podstawie danych empirycznych o wielkościach nakładów i efektów [34].

Istotną zaletą metody jest także możliwość włączenia do analizy zmiennych środowiskowych. Zmienne te obrazują czynniki będące poza kontrolą DMU, ale wpływające na jej efektywność [26]. Na przykład socjalno-ekonomiczne pochodzenie studentów może wpływać na wyniki ich osiągnięć w uczelni, natomiast uczelnia nie ma wpływu na status rodzin, z których pochodzą studenci.

Dokonując oceny efektywności, należy pamiętać o rozgraniczeniu obszarów ocen na techniczny, alokacyjny i kosztowy.

Za miarę efektywności technicznej przyjmuje się relację między produktywnością danego obiektu a maksymalną produktywnością, jaką można uzyskać przy tych samych nakładach w danych warunkach technologicznych [25]. Efektywność techniczna może być zorientowana na nakłady bądź na efekty [25]. W pierwszym przypadku, mierząc efektywność sprawdza się, czy założona wielkość efektów osiągnięta jest przy minimalnej wielkości nakładów. W drugim natomiast mierzy się, czy przy określonych nakładach osiąga się maksymalne efekty.

Efektywność alokacyjną można mierzyć, gdy dysponuje się informacjami na temat cen nakładów (zorientowana na nakłady) lub efektów (zorientowana na efekty). Miara ta dostarcza informacji, czy wykorzystana kombinacja nakładów lub efektów jest właściwa z ekonomicznego punktu widzenia [10].

Efektywność kosztową natomiast mierzy się przez porównanie faktycznie poniesionego kosztu z najmniejszym, przy którym można uzyskać ustalone efekty (na podstawie granicznej funkcji kosztu) [22]. W literaturze ukształtował się pogląd, że metoda DEA jest najbardziej odpowiednia do badań efektywności technicznej [3], [31].

### 3. Przykłady użycia metody DEA do oceny efektywności jednostek sektora publicznego

Metodę DEA wykorzystano do pomiaru efektywności jednostek sektora publicznego w wielu projektach badawczych. Stosowano ją między innymi do oceny efektywności miast, szpitali, bibliotek i szkół wyższych.

W 2005 roku w Finlandii metodą DEA zbadano efektywność kosztową 353 miast [14]. Z analizy wykluczono miasta mniejsze niż liczące 2000 mieszkańców oraz miasta Archipelagu Alandzkiego. W badaniu uwzględniono trzy obszary działalności miast: opiekę zdrowotną, pomoc socjalną oraz działalność oświatową i kulturalną. Analiza objęła dziewięcioletni horyzont czasowy (1994–2002). Dla każdego roku zbudowano cztery modele DEA z jedną zmienną wejściową (całkowite wydatki miasta na opiekę zdrowotną, pomoc socjalną i edukację) oraz sześcioma, siedmioma lub dziesięcioma zmiennymi wyjściowymi (liczba dni spędzonych przez dzieci w przedszkolach, liczba dni spędzonych przez dzieci w przedszkolach rodzinnych, liczba wizyt w przychodniach, liczba wizyt w gabinetach dentystycznych, liczba wizyt w szpitalach, liczba dni spędzonych w domach starców, liczba dni spędzonych w domach opieki specjalnej, liczba godzin nauczania w szkołach podstawowych i średnich, liczba wypożyczeń książek w bibliotekach publicznych). Każdy z modeli zakładał stałe efekty skali. Wyniki analizy wykazały znaczne różnice w efektywności działania miast. Wskazano również, że większość miast efektywnych to miasta małe, usytuowane na południu Finlandii.

W Bułgarii metodą DEA zbadano efektywność 24 dzielnic miasta Sofia [16]. Zgodnie z prawem bułgarskim każde miasto powyżej 300 000 mieszkańców jest podzielone na dzielnice i dzielnice te stanowią odrębne jednostki administracyjne. Badanie objęło okres od 1999 do 2002 roku. Zbudowano model składający się z jednej zmiennej wejściowej (wydatki dzielnicy) oraz ośmiu zmiennych wyjściowych (liczba ludności, długość dróg, powierzchnia trawników, parków, ogrodów, liczba uczniów w szkołach podstawowych i średnich, liczba dzieci w przedszkolach, liczba łóżek w szpitalach, liczba bibliotek i zamieszkała powierzchnia miasta). Badanie wykazało, że 14 dzielnic nie działało efektywnie, z czego większość były to dzielnice małe z niskim budżetem. Porównanie modeli uwzględniających stałe i zmienne efekty skali wykazało ponadto, że część badanych dzielnic nie wykorzystywała możliwości efektów skali.

Metodę DEA zastosowano również w wielu krajach do oceny efektywności pracy szpitali [1], [3], [12], [27]. Uzyskane wyniki badań dostarczyły cennej informacji zarządczej i podstawy do racjonalnej alokacji refundacji.

W 2000 roku w Norwegii metodą DEA dokonano oceny efektywności 48 szpitali [1]. Głównym celem analizy było sprawdzenie, czy wprowadzona w 1997 roku zmiana sposobu finansowania szpitali w Norwegii wpłynęła na ich efektywność oraz ja-

kość świadczonych usług. Badanie objęło dziewięcioletni horyzont czasowy (pięć lat przed reformą i cztery lata po reformie 1992–2000). Zbadano efektywność techniczną oraz efektywność kosztową. Zbudowano model, składający się z czterech zmiennych wejściowych (liczba lekarzy, liczba pozostałych pracowników szpitala, koszty medyczne, koszty całkowite) oraz dwóch zmiennych wyjściowych (liczba pacjentów hospitalizowanych pomnożona przez refundację zgodną z systemem DRG i liczba pacjentów dochodzących pomnożona przez refundację płaconą za każdą wizytę). Wyniki analizy wskazały, że efektywność techniczna szpitali wzrosła po roku 1997, czyli po przeprowadzeniu reformy służby zdrowia w Norwegii, natomiast efektywność kosztowa nieznacznie spadła. Przyczyny obniżenia efektywności kosztowej przypisywano jednak nie reformie, lecz wzrostowi płac lekarzy, który nastąpił po reformie.

We Włoszech przeprowadzono badania efektywności technicznej 85 szpitali publicznych i prywatnych z Veneto [27]. Dane do analizy uzyskano z bazy danych Ministerstwa Zdrowia regionu Veneto. Autorzy przetestowali cztery modele, w których wykorzystano pięć zmiennych wejściowych (liczba lekarzy, liczba pielęgniarek, liczba pozostałych pracowników szpitala, liczba łóżek szpitalnych oraz liczba przyjęć pacjentów nieubezpieczonych (zmienna środowiskowa)) oraz trzy zmienne wyjściowe (liczba pacjentów hospitalizowanych pomnożona przez refundację zgodną z systemem DRG, liczba pacjentów przebywających jeden dzień w szpitalu i liczba pacjentów ostrego dyżuru). W jednym z modeli na wagi nałożono ograniczenia uwzględniające preferencje zarządzających. Analiza wykazała, że nałożenie ograniczeń na wagi zmniejsza średnią efektywność szpitali. Potwierdzono też hipotezę, że uwzględnienie warunków, w jakich działa szpital, poprzez dodanie do modelu zmiennej środowiskowej, pozwala lepiej ocenić jego efektywność. Porównanie modeli uwzględniających stałe i zmienne efekty skali wykazało, że większość badanych szpitali nie wykorzystywała możliwości efektów skali, a co za tym idzie zmiana skali działalności w przypadku tych szpitali mogłaby wpłynąć na poprawę ich efektywności. Jednakże autorzy badania podkreślili, że menedżerowie szpitali zazwyczaj nie mają wpływu na skalę działalności szpitala, że jest to najczęściej decyzja organów władz państwowych.

Inny przykład stanowi badanie efektywności szpitali w Finlandii [12]. Analizę przeprowadzono na 95 jednostkach w 1994 roku, czyli rok po zmianie sposobu finansowania szpitali, na taki, który uzależnił wysokość refundacji od efektywności działania szpitali. Badanie oparto na czterech modelach, w których użyto czterech zmiennych wejściowych (koszty operacyjne, liczba godzin przepracowanych przez lekarzy, liczba godzin przepracowanych przez innych pracowników szpitala, koszty materiałów i wyposażenia) oraz czterech grup zmiennych wyjściowych (zmienne dotyczące pacjentów hospitalizowanych, zmienne dotyczące pacjentów dochodzących, zmienne związane z aktywnością szkoleniową szpitala i zmienne związane z aktywnością naukową szpitala). Wyniki analizy wykazały, że średnia efektywność kosztowa szpitali wyniosła między 84% a 92%. Wyliczono również efektywność techniczną i alokacyj-

ną szpitali. Średnia efektywność techniczna wyniosła 95% w przypadku modeli zakładających zmienne efekty skali i 91% dla modeli o stałych efektach skali. Natomiast średnia efektywność alokacyjna wyniosła między 93% (CCR) a 95% (BCC). Efektywność skali wyniosła 96%. Oznaczało to, że większość szpitali wykorzystywała możliwości efektów skali.

Metoda DEA została także użyta do oceny efektywności bibliotek. Należy podkreślić, że większość wcześniejszych badań dotyczących efektywności bibliotek była oparta na podejściu zasobowym. Główne wskaźniki oceny jakości funkcjonowania opisywały rozmiar i ogólny zakres zasobów oraz usług prowadzonych przez biblioteki. Porównywanie zasobów w zakresie liczby książek czy liczby stanowisk dostępnych dla użytkowników prowadziło do sytuacji, w której niesłusznie za efektywne jednostki uważane były tylko biblioteki dużych uczelni. Zastosowanie metody DEA pozwoliło na bardziej obiektywną ocenę bibliotek.

Przykładem wykorzystania metody DEA do zbadania efektywności technicznej bibliotek jest analiza 118 bibliotek uniwersyteckich z trzech krajów niemieckojęzycznych (Austria, Niemcy, Szwajcaria) i trzech krajów anglojęzycznych (Stany Zjednoczone, Australia, Kanada) [28]. Głównym celem badania było sprawdzenie, jak pod względem efektywności plasują się biblioteki austriackie w stosunku do bibliotek z innych krajów. Wykorzystując analizę statystyczną i merytoryczną opracowano model składający się z dwóch nakładów (liczba pracowników biblioteki oraz liczba książek) i czterech efektów (liczba prenumerowanych czasopism, liczba godzin pracy biblioteki w ciągu tygodnia, liczba zakupionych książek). Wybrano model zorientowany na wyniki, uzasadniając, że w przypadku bibliotek bardziej istotna jest kontrola wyników niż nakładów. Analiza wykazała, że efektywność bibliotek austriackich jest porównywalna z efektywnością bibliotek z innych krajów (średnia efektywność bibliotek austriackich wyniosła 69%, podczas gdy średnia efektywność wszystkich badanych bibliotek 67%). Wyniki badań pozwoliły ponadto wysnuć wniosek, że efektywność techniczna bibliotek uniwersyteckich krajów niemieckojęzycznych i angielskojęzycznych nie różni się istotnie oraz że wielkość biblioteki nie wpływa na jej efektywność.

Metoda DEA została również użyta do analizy efektywności kosztowej 88 bibliotek akademickich w USA [32]. Zbudowano model składający się z jednej zmiennej wejściowej (koszty) oraz sześciu zmiennych opisujących efekty (liczba wypożyczeń, liczba zapytań o księgozbiór, liczba szkoleń bibliotecznych, liczba wypożyczeń wewnątrzbibliotecznych, tygodniowa liczba godzin pracy biblioteki). Wyniki analizy wykazały, że efektywność kosztowa 47 bibliotek wyniosła powyżej 80%. Wykazano ponadto, że nie wszystkie biblioteki wykorzystywały efekty skali. W podsumowaniu autorzy podkreślali niedoskonałości badania. Stwierdzono, że nie uwzględniono w nim jednego istotnego efektu, jakim są tworzone zbiory elektroniczne. Efekt ten pominięto ze względu na brak danych.

Również dyrektorzy bibliotek w Tajwanie wybrali do analizy wielowymiarowej własnych jednostek metodę DEA [5]. Zastosowano model z uwzględnieniem zmien-



nych opisujących m.in.: zbiory biblioteczne, pracowników i studentów, wydatki, użytkowaną powierzchnię i liczbę stanowisk dla użytkowników, zakres usług, kanały komunikacji, zdalny dostęp, godziny pracy, dostęp do baz danych. W wyniku analizy stwierdzono m.in., że biblioteki z małych uniwersytetów wykazują efektywność na równi z dużymi. Były to nowo powstałe biblioteki, szybko rozwijające się, które w analizie wskaźnikowej uzyskiwały słabe wyniki. Zastosowanie metody DEA umożliwiło obiektywną ocenę bibliotek z uniwersytetów o różnej wielkości. Stanowiło to m.in. podstawę do ubiegania się przez mniejsze jednostki o zwiększone środki finansowe.

#### **4. Przykłady użycia metody DEA do oceny efektywności szkół wyższych**

Metoda DEA znalazła szerokie zastosowanie w obszarze szkolnictwa wyższego. Wyniki analizy DEA mogą bowiem dostarczyć cennych informacji wspomagających zarządzanie uczelniami wyższymi. DEA nie tylko umożliwia identyfikację obszarów wymagających poprawy, ale także wskazuje możliwości ich rozwoju. Pozwala także odpowiedzieć na pytania dotyczące m.in.: mocnych i słabych stron uczelni, sposobu alokacji środków finansowych pomiędzy podstawowe jednostki organizacyjne lub też optymalnej wielkości tych jednostek.

W Austrii [11] badania za pomocą metody DEA pozwoliły na zbadanie efektywności wydziałów nauk przyrodniczych i nauk technicznych. Powodem wyboru tych jednostek jest częstość ich występowania na większości uczelni austriackich oraz gwarancja największego zróżnicowania zmiennych wyjściowych w obszarze dydaktyki, badań naukowych i współpracy z przemysłem. Dane do analizy, pochodzące z rocznych raportów dziekanów wydziałów (ABIV – Arbeitsberichte des Institutsvorstandes), zostały udostępnione przez Austriacką Konferencję Rektorów. Opracowany model składał się z dwóch zmiennych wejściowych (liczba nauczycieli akademickich, powierzchnia wydziału) oraz dwunastu zmiennych wyjściowych (środki finansowe zapewnione przez strony trzecie, liczba ukończonych projektów na liczbę pracowników ogółem, liczba ukończonych projektów na wydziale, liczba egzaminów, liczba dyplomantów, liczba monografii, raportów, prezentacji, liczba innych publikacji, liczba otrzymanych patentów, liczba doktorantów). Efektem badań była pierwsza w historii Austrii systematyczna analiza efektywności badanych jednostek. Zdaniem autorów projektu wykazano, że metoda ta przewyższa tradycyjne podejścia, oparte na prostym rachunku wskaźników. Stosowanie metody nie tylko umożliwia wyznaczenie efektywności wydziałów, ale także pomaga sprecyzować możliwości poprawy dla każdego z nich. Autorzy podkreślają użyteczność

DEA jako alternatywnego narzędzia benchmarkingu uczelni. Badania empiryczne wykazały, że około połowa badanych wydziałów działała efektywnie. Zastosowane modele DEA pozwoliły wskazać efekty skali oraz relatywnie dużą heterogeniczność badanych jednostek. Ponadprzeciętna efektywność małych i dużych jednostek dowodzi, że nie zachodzą proste, linearne efekty skali. Autorzy wskazują na zależność sześcienną pomiędzy efektywnością a wielkością jednostki. Podkreślają także dużą korelację między osiągnięciami w badaniach naukowych oraz współpracą z przemysłem. Badania pozytywnie zweryfikowały również hipotezę, że jednostki odnoszące sukcesy w nauce są również silne w dydaktyce.

W Afryce Południowej [33], opierając się na próbie 10 spośród 21 publicznych uczelni, przeprowadzono badania efektywności tych jednostek na przestrzeni czterech lat. Dane do analizy pochodziły z bazy danych South African Post-Secondary Education (SAPSE). Uwzględniając ograniczenia metody przetestowano siedem modeli. W każdym z nich wykorzystano liczbę absolwentów oraz wskaźniki charakteryzujące zaangażowanie w badania naukowe jako zmienne wyjściowe, przy zastosowaniu różnych zmiennych wejściowych, takich jak: koszty całkowite, środki finansowe, liczba studentów, liczba pracowników. Wykazane różnice efektywności w okresie badawczym umożliwiły wskazanie czterech głównych czynników determinujących efektywność uczelni. Po pierwsze, znaczący przyrost liczby studentów powoduje wzrost efektywności. Wzrost liczby studentów skutkuje zmniejszeniem kosztów jednostkowych kształcenia studenta. Po drugie, efektywność kształcenia studenta jest związana z jakością naboru. Po trzecie, jakość kadry naukowej (mierzona liczbą stopni i tytułów naukowych) wpływa pozytywnie na efektywność. Czwartym czynnikiem mającym wpływ na efektywność jest wysokość kosztów stałych i efektywność gospodarowania środkami finansowymi.

Przykładem zastosowania metody DEA w sektorze szkolnictwa wyższego są również badania efektywności 45 kanadyjskich uczelni wyższych [15]. Do analizy wykorzystano dziewięć różnych modeli. Jako zmienne wyjściowe użyto m.in.: liczbę studentów z podziałem na studentów według rodzaju studiów, liczbę sponsorowanych grantów badawczych itp. Wśród zmiennych wejściowych uwzględniono liczbę kadry naukowej z podziałem na nauki ścisłe i humanistyczne, liczbę pracowników pozyskujących granty itd. Uczelnie podzielono na podgrupy, zgodnie z zasadą stosowaną przez magazyn *Maclean's*, prezentujący coroczny przegląd kanadyjskich szkół wyższych. Wyróżniono trzy typy kanadyjskich uczelni (*comprehensive with medical school, comprehensive without medical school and primarily undergraduate*). Średnia efektywność badanych jednostek wynosiła 94%. Autorzy podkreślają konieczność alternatywnego rozpatrywania zmiennych dotyczących np. badań naukowych zarówno jako nakłady, jak i efekty. Podkreślano, że w badaniach nie uwzględniono aspektu usługi publicznej jako efektu funkcjonowania uczelni. Nie uwzględniono również innych zmiennych jakościowych. Autorzy wskazują na większą wiarygodność DEA w porównaniu z prostymi metodami opartymi na rachunku wskaźników. Podkreślają

użyteczność metody jako narzędzia benchmarkingu stosowanego przez uczelnie. Rekomendują DEA do badań bardziej homogenicznych jednostek, np. wydziałów.

Kolejnym przykładem zastosowania DEA w szkolnictwie wyższym są badania poziomu efektywności i zmiany produktywności na przestrzeni pięciu lat ponad 500 jednostek zapewniających doskonalenie zawodowe w Anglii [2]. Należy zauważyć, że w czasie przeprowadzania badań można było wyróżnić pięć głównych typów ww. jednostek. Największą grupą wśród podmiotów zapewniających doskonalenie zawodowe były tzw. *general/tertiary colleges*, oferujące szeroką gamę kursów zawodowych i akademickich na różnych poziomach, zarówno dla młodzieży, jak i osób dorosłych. Jednostki o nazwie *Sixth Form Colleges* kształciły młodzież w wieku 16–19 lat na poziomie zaawansowanych kursów akademickich. Jednostki zwane *Specialist Colleges* koncentrowały się na obszarach wiedzy związanych ze sztuką, tańcem, teatrem, rolnictwem, ogrodnictwem itd. Czwartą grupę stanowiły *Specialist Designated Institutions* zorientowane na dorosłych. Piątą grupę natomiast stanowiły tzw. *External Institutions*, szczególnie ukierunkowane na osoby z problemami w nauce. Jako zmienne wejściowe do modelu DEA zastosowano zmienne dotyczące jakości i liczby studentów oraz nauczycieli. Uwzględniono między innymi zmienną środowiskową, określającą sytuację społeczno-ekonomiczną studentów. Okazało się, że ma to istotny wpływ na zdobywanie edukacji oraz na jej kontynuowanie bądź rezygnację z niej. W zależności od liczby uczniów z ubogich rodzin szkoły otrzymywały dodatkową dotację rządową, związaną z realizacją polityki poszerzania dostępu do nauki i wyrównywania szans edukacyjnych. Wykazano również, że płeć, pochodzenie etniczne oraz stopa bezrobocia w miejscu zamieszkania mają wpływ na kontynuowanie nauki (dziewczeta oraz przedstawiciele mniejszości narodowych wykazywały większą konsekwencję w realizowaniu zamierzeń edukacyjnych). Osiągnięcia studentów, mierzone jako liczba studentów kontynuujących naukę w szkole oraz liczba zdobywanych kwalifikacji stanowiły zmienne wyjściowe. Badania wykazały, że średnia efektywność analizowanego sektora wyniosła między 82 a 86%. Jest to wartość nieco niższa w porównaniu do wyników badań podobnych sektorów non-profit w Anglii, tj. np. uczelni (średnia efektywność ok. 94%) [8], czy opieki zdrowotnej (średnia efektywność na poziomie powyżej 90%) [3]. Wykazano, że jednostki *Specialist Colleges* cechują się najwyższą średnią efektywnością (średnio 89–95%), podczas gdy *general/tertiary* i *External Colleges* były najmniej efektywne.

## 5. Zastosowanie metody DEA do oceny efektywności polskich publicznych uczelni technicznych

Podobnie jak inne instytucje sektora publicznego, uczelnie wyższe podlegają presji zwiększania efektywności w wydawaniu środków publicznych, aktywnego poszukiwania funduszy poza dotacją z budżetu państwa, a także zdobywania rynku educa-

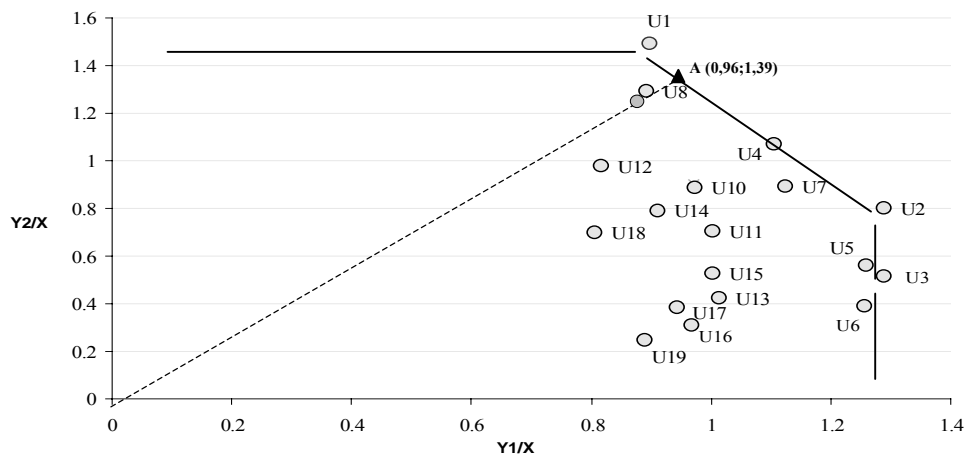
cyjnego. Z jednej strony, nieustającym problemem wielu uczelni jest niedostatek środków finansowych, a z drugiej, koszty publicznego szkolnictwa wyższego zaczynają być trudne do udźwignięcia dla budżetów wielu – nawet bogatych – krajów [8], [23]. Wiele przytoczonych w artykule przykładów zagranicznych wskazuje na celowość i konieczność podjęcia również w Polsce problematyki efektywności funkcjonowania szkolnictwa wyższego, przy czym nie tylko w aspekcie ekonomicznym.

Jako poglądowy przykład obliczeniowy wyznaczania efektywności działania szkół wyższych metodą DEA w artykule przedstawiono analizę porównawczą efektywności działania 19 polskich publicznych uczelni technicznych.

W badaniu zastosowano model DEA, zorientowany na maksymalizację efektów przy niezmiennych nakładach (CCR-O). Uczelnie mają większy wpływ na osiągnięte wyniki niż na wielkość posiadanych zasobów. Obliczenia przeprowadzono przy założeniu stałych efektów skali.

Dla uproszczenia założono, że działalność uczelni można scharakteryzować za pomocą trzech zmiennych: jednej zmiennej wejściowej – wysokość dotacji dydaktycznej ( $x$ ) oraz dwóch zmiennych wyjściowych – liczba tzw. studentów przeliczeniowych, tzn. z uwzględnieniem wskaźników kosztochłonności kierunków studiów ( $y_1$ ) [29] oraz liczba grantów krajowych i międzynarodowych ( $y_2$ ) [30]. Dane do analizy uzyskano z Głównego Urzędu Statystycznego oraz Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego za rok akademicki 2005/2006 (tab. 1).

Taki układ zmiennych (jedna zmienna wejściowa i dwie zmienne wyjściowe) umożliwia przejrzystą interpretację graficzną uzyskanych wyników w dwuwymiarowym układzie współrzędnych ( $y_1/x$  i  $y_2/x$ ) (rys. 2). W tabeli 1 przedstawiono relacje zmiennych wyjściowych do zmiennej wejściowej dla analizowanych uczelni.



Rys. 2. Graficzna prezentacja wyników pomiaru efektywności metodą DEA

Źródło: Opracowanie własne.

Na rysunku 2 w układzie współrzędnych  $y_1/x$ ,  $y_2/x$  umiejscowiono punkty odpowiadające rozpatrywanym uczelniom. Granicę efektywności wyznaczają wyniki trzech uczelni (U1, U2, U3). Punkty oznaczające pozostałe uczelnie, leżące poniżej krzywej efektywności, wykazały nieefektywność. Im większa odległość od granicy efektywności, tym większe możliwości poprawy. W przypadku uczelni U8 możliwe jest na przykład zwiększenie liczby studentów przeliczeniowych i liczby grantów o ok. 7,5% przy niezmięnionej wysokości dotacji (przesunięcie do punktu A wzdłuż prostej OA tak, aby został zachowany stosunek efektów).

**Tabela 1.** Dane znormalizowane charakteryzujące uczelnie techniczne w roku akademickim 2005/2006 oraz wyniki obliczeń efektywności ich działania

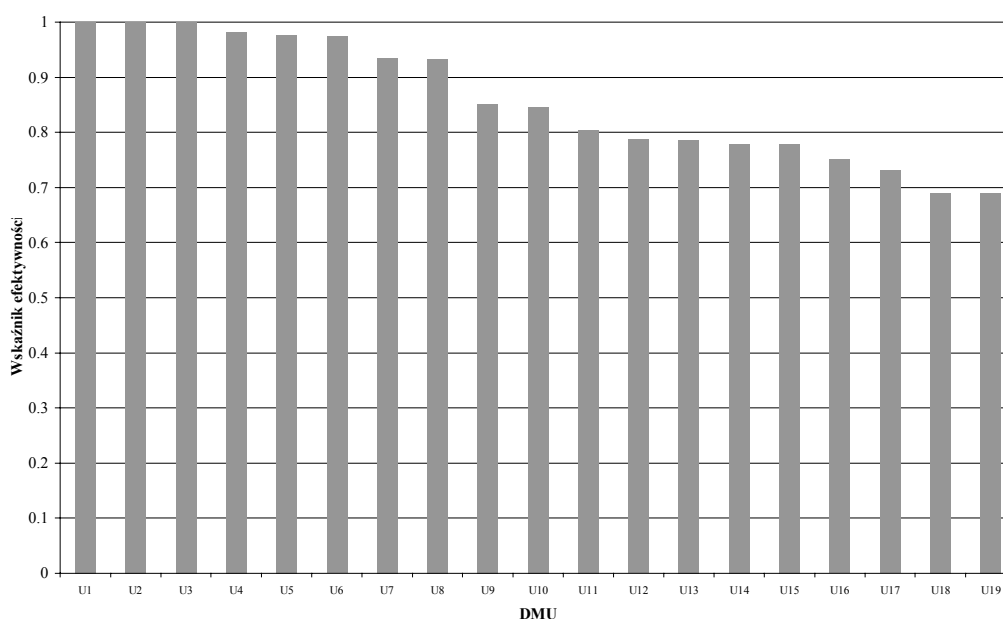
Kod uczelni	$Y_1/X$ Liczba studentów przeliczeniowych/kwota dotacji dydaktycznej (w mln zł)	$Y_2/X$ Liczba grantów/kwota dotacji dydaktycznej (w mln zł)	Wartość wskaźnika efektywności
U1	268,40	2,20	100,0%
U2	385,68	1,18	100,0%
U3	385,27	0,76	100,0%
U4	331,16	1,57	98,2%
U5	376,72	0,83	97,7%
U6	375,78	0,58	97,4%
U7	336,80	1,31	93,5%
U8	267,13	1,90	93,2%
U9	290,69	1,33	85,2%
U10	291,09	1,30	84,5%
U11	300,17	1,04	80,4%
U12	244,84	1,44	78,7%
U13	303,08	0,63	78,6%
U14	272,54	1,16	77,9%
U15	300,37	0,77	77,9%
U16	289,66	0,45	75,1%
U17	282,07	0,56	73,1%
U18	241,43	1,03	69,0%
U19	266,21	0,36	69,0%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Głównego Urzędu Statystycznego oraz Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (obliczeń wskaźnika efektywności dokonano za pomocą programu DEA Solver).

Przeprowadzona analiza – z wykorzystaniem modelu DEA o stałych efektach skali zorientowanego na efekty, uwzględniającego trzy zmienne – wskazała tylko trzy uczelnie efektywne spośród 19 badanych uczelni w roku akademickim 2005/2006. Można zatem stwierdzić, że większość analizowanych w tym czasie szkół wyższych posiadała możliwości uzyskania wyższego wskaźnika efektywności.

W celu sprawdzenia, czy wielkość uczelni ma wpływ na efektywność działania uczelni, obliczono korelację między wyznaczonym wskaźnikiem efektywności i liczbą nauczycieli akademickich. Korelacja wyniosła 0,08. Można zatem stwierdzić, że o efektywności działania uczelni nie decyduje skala prowadzonej działalności.

Zestawienie efektywności względnej polskich uczelni technicznych przedstawiono na rysunku 3.



**Rys. 3.** Względna efektywność polskich uczelni technicznych wyznaczona metodą DEA

Źródło: Opracowanie własne.

Należy jednak podkreślić, że z uwagi na duże uproszczenie modelu nie można na podstawie przedstawionego przykładu wyciągać wniosków o ogólnej efektywności działania polskich uczelni technicznych. Doboru zmiennych oraz ich liczby dokonano głównie w celu ilustracyjnym. W rzeczywistej analizie należałoby przeprowadzić pełną procedurę doboru zmiennych oraz dokonać wnikliwego badania własności statystycznych zmiennych. Przedstawiony przykład miał na celu zaprezentowanie metody DEA i zaproponowanie jej jako narzędzia oceny efektywności działania szkół wyższych w Polsce. Autorzy uważają, że badania porównawcze efektywności szkół wyższych mogą dostarczyć cennych informacji zarządczych, które mogłyby być podstawą między innymi do ustalania wysokości dotacji budżetowej czy też finansowania badań naukowych.

## 6. Podsumowanie

Systematyczna ocena jednostek sektora publicznego może przynieść wiele korzyści nie tylko władzom, dysponującym ograniczonymi środkami publicznymi, ale przede wszystkim podmiotom poddanych badaniom. Wyniki analizy DEA niosą istotne informacje o gospodarności jednostki i jej efektywności względem porównywanych instytucji z sektora. Wskazują również możliwe do osiągnięcia wyniki, obszary oszczędności oraz czynniki, które wywierają największy wpływ na efektywność funkcjonowania jednostek.

Przykłady implementacji metody DEA na świecie pozwalają stwierdzić, że zastosowanie jej do oceny efektywności instytucji sektora publicznego jest zasadne. Metoda umożliwia bowiem przeprowadzenie wielokryterialnej oceny działalności ze względu na możliwość uwzględnienia w analizie zmiennych ilościowych, jakościowych oraz środowiskowych. Autorzy uważają, że metoda DEA z powodzeniem może być stosowana również w analizie polskich podmiotów sektora publicznego.

Przedstawione w artykule wyniki badań – chociaż o ograniczonym zakresie – pokazują, że krajowe publiczne uczelnie techniczne są zróżnicowane pod względem efektywności ich działania. Wskazują, że w poszczególnych uczelniach tkwią rezerwy poprawy ich efektywności.

Autorzy wyrażają przekonanie, że analiza porównawcza efektywności może być jednym z ważnych stymulatorów podwyższania jakości świadczonych usług, poprawy efektywności wydatkowania środków publicznych i ich alokacji oraz doskonalenia zarządzania instytucjami publicznymi.

Prezentowane w artykule badania są nowością w kraju i powinny stanowić, zdaniem autorów, punkt wyjścia do dalszych szczegółowych analiz i dyskusji.

## Bibliografia

- [1] BJØRN E., HAGEN T. P., IVERSEN T., MAGNUSSEN J., *The effect of activity-based financing on hospital efficiency: A panel data analysis of DEA efficiency scores 1992–2000*, Health Care Management Science, 2003, Vol. 6, Nr 4, 271–283.
- [2] BRADLEY S., JOHNES J., LITTLE A., *The measurement and determinants of efficiency and productivity in the FE sector in England*, Lancaster University Management School Working Paper, 2006/036.
- [3] BYRNES P., VALDMANIS V., *Analyzing technical and allocative efficiency of hospitals* [w:] A. Charnes, W. Cooper, A. Lewin, L. Seiford (eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Kluwer, Boston 1994.
- [4] CHALOS P., CHERIAN J., *An application of Data Envelopment Analysis to public sector performance measurement and accountability*, Journal of Accounting and Public Policy, Elsevier Science Inc., New York 1995, Vol. 160, 143–160.
- [5] CHIANG K., YA-CHI L., *Comparing University Libraries of Different University Size*, Libri, Monachium 1999, Vol. 49, 150–158.

- [6] 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, 2000.
- [7] COOPER W.W., SEIFORD L.M., ZHU J.(eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Springer (Kluwer Academic Publishers), Boston 2004.
- [8] JOHNES J., *Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education*, Economics of Education Review, 2006.
- [9] KOSIERADZKA A., *Ocena i analiza produktywności w przedsiębiorstwie [w:] Strategie wzrostu produktywności firmy*. Materiały konferencji naukowej (red. A. Stabryła), Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2000, 284–293.
- [10] KOSIERADZKA A., LIS S., *Produktywność. Metody analizy oceny i tworzenia programów poprawy*, Oficyna Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000, 12.
- [11] LEITNER K., PRIKOSZOVITS J., SCHAFFHAUSER-LINZATTI M., STOWASSER R., WAGNER K., *The impact of size and specialisation on universities' department performance: A DEA analysis applied to Austrian universities*, Higher Education, Springer Netherlands, 2007, Vol. 53, 517–538.
- [12] LINNA M., HÄKKINEN U., *Determinants of Cost efficiency of Finnish Hospitals: A Comparison of DEA and SFA*, Helsinki University of Technology, System Analysis Laboratory, Research Reports A78, 1999.
- [13] LIS S. (pod red.), *Vademecum produktywności*, Agencja Wydawniczo-Poligraficzna „PLACET”, Warszawa 1999.
- [14] LOIKKANEN H. A., SUSILUOTO I., *Cost efficiency of Finnish municipalities in basic service provision 1994–2002*, Urban Public Economics Review, 2005, 4, 39–64.
- [15] McMILLAN M., DATTA D., *The relative efficiencies of Canadian universities: a DEA perspective*, Canadian Public Policy – Analyse de Politiques, 1998, Vol. XXIV, No. 4.
- [16] MICHAÏLOV A., TOMOVA M., NENKOVA P., *Cost efficiency in Bulgarian municipalities*, Working Paper, Faculty of Finance and Accounting, University for the National and World Economy, Sofia, Bulgaria, 2003.
- [17] NAZARKO J., CHRABOŁOWSKA J., *Benchmarking w ocenie efektywności krajowych spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Taksonomia, 2005, Nr 12, 38–47.
- [18] NAZARKO J., JAKUSZEWICZ I., URBAN J., *Metoda DEA w analizie jednostek produkcyjnych [w:] Narzędzia informatyczne w zarządzaniu i inżynierii produkcji* (red. nauk. J. Nazarko, L. Kiełtyka), Difin, Warszawa 2008, 34–43.
- [19] NAZARKO J., KUŹMICZ K., SZUBZDA E., URBAN J., *Basic benchmarking concepts and conditions for their introduction in the corporate and public sectors [w:] Założenia dotyczące rozwoju systemu informacji zarządczej w szkołach wyższych w Polsce* (red. J. Woźnicki), Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007, 212–228.
- [20] NAZARKO J., KUŹMICZ K., SZUBZDA E., URBAN J., *Ogólna koncepcja benchmarkingu i jego stosowalność w szkolnictwie wyższym [w:] Benchmarking w systemie szkolnictwa wyższego* (red. J. Woźnicki), Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008, 16–32.
- [21] ODECK J., *Evaluating target achievements in the public sector: an application of a rare non-parametric DEA and Malmquist indices*, Journal of Applied Economics, 2005, Vol. VIII, No. 1, 171–190.
- [22] OSIEWALSKA A., OSIEWALSKI J., *Próba oceny efektywności kosztowej polskich bibliotek akademickich*, 1999, <http://www.oss.wroc.pl/biuletyn/ebib03/efektywn.html>, 27.01.2008.
- [23] ÖNSEL Ş., ÜLENGİN F., ULUSOY G., AKTAŞ E., KABAK Ö., TOPCU Y.İ., *A new perspective on the competitiveness of nations*, Socio-Economic Planning Sciences, 2008, Vol. 42, 221–246.
- [24] PAWLAK W.P., *Produktywność. Podstawy [w:] Zarządzanie przez jakość*, Moduł 03 (01, 02), Wydawnictwo Bellona, Warszawa 1995.



- [25] PAWŁOWSKA M., *Wpływ fuzji i przejęć na efektywność w sektorze banków komercyjnych w Polsce w latach 1997–2001*, Bank i Kredyt, 2003, nr 2.
- [26] RAMANATHAN R., *An introduction to Data Envelopment Analysis. A tool for performance measurement*, Sage Publications, New Delhi 2003.
- [27] REBBA V., RIZZI D., *Measuring Hospital Efficiency through Data Envelopment Analysis when Policy-makers' Preferences Matter*, Working Papers, Department of Economics, Ca' Foscari University of Venice, No. 13/WP/2006.
- [28] REICHMANN G., *Measuring University Library Efficiency using Data Envelopment Analysis*, Libri 2004, Vol. 54, 136–146.
- [29] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 2 kwietnia 2007 r. w sprawie wskaźników kosztochłonności poszczególnych kierunków, makrokierunków i studiów międzykierunkowych studiów stacjonarnych oraz stacjonarnych studiów doktoranckich w poszczególnych dziedzinach nauki (Dz. U. z 2007 r. Nr 65 poz. 435)
- [30] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 9 maja 2008 r. w sprawie zasad podziału dotacji z budżetu państwa dla uczelni publicznych i niepublicznych (Dz. U. z 2008 r. nr 89 poz. 544).
- [31] RUGGIERO J., *On the measurement of technical efficiency in the public sector*, European Journal of Operational Research, Elsevier, 1996, Vol. 90, 553–565.
- [32] SAUNDERS E.S., *Cost Efficiency in ARL Academic Libraries*, The Bottom Line: Managing Library Finances, 2003, Vol. 16, Nr 1.
- [33] TAYLOR B., HARRIS G., *Relative efficiency among South African universities: a data envelopment analysis*, Higher Education, 2004, Vol. 47, 73–89.
- [34] THANASSOULIS E., *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis: A Foundation Text with Integrated Software*, Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2003.

### **The DEA method in public sector institutions efficiency analysis on the basis of higher education institutions**

Public sector is being currently under intensified pressure to increase efficiency and improve quality of its activity. The pressure of government, local society, stake holders and media stimulates public sector development and motivates to experiment with new management methods. In the article basic premises of comparative analysis of public sector institutions efficiency are presented. In the global studies on comparative analysis of efficiency the Data Envelopment Analysis (DEA) is the leading method applied. In the article the general concept and key features of the DEA method are described. The examples of DEA implementation in different areas of public sector worldwide are presented. The conclusion is formulated that undertaking similar studies in Polish environment is justified. Considerations are illustrated with the calculation of Polish public technical universities efficiency. In the DEA model proposed the didactic subsidy comprises the input and the number of students and scientific grants is treated as the output. It is indicated that the majority of the universities under scrutiny possesses reserves of technical and allocative efficiency. The authors are convinced that the comparative analysis of efficiency can be one of the important stimulators of public service quality, public spending and public institutions management improvement.

Keywords: *DEA method, efficiency, public sector, higher education institution*