

# Pomiar efektywności działalności badawczej jednostek organizacyjnych wydziału

Andrzej Szuwarzyński

*Instytucje edukacji wyższej są zobowiązane do prowadzenia działalności badawczej. Celem tego artykułu jest zbadanie efektywności badań wydziału oraz zależności między wyjściami z badań i różnymi miernikami wejść. Wykorzystując dane z 12 jednostek organizacyjnych wybranego wydziału, zbudowano model wykorzystując metodę DEA. Wyniki analizy zostały wykorzystane do sformułowania wskazówek dla władz wydziału, które mogą wspomagać proces zarządzania wydziałem.*

## 1. Wprowadzenie

Mierniki powinny być częścią systemu informacyjnego wspomagającego pracowników wszystkich szczebli struktury organizacyjnej i muszą mieć związek ze strategią działania uczelni. Wiele decyzji, zarówno w obszarze działalności dydaktycznej, jak i badawczej, niesie ze sobą konsekwencje finansowe. Mierniki muszą odzwierciedlać skutki, jakie generują podejmowane na ich podstawie decyzje, pozwalając na ocenę efektywności wykorzystania zasobów, które są angażowane w procesy na uczelniach. Napotyka się tu problemy w ilościowym ujęciu wieloaspektowej działalności szkoły wyższej. Stosowane obecnie metody oceny jednostek naukowych pozwalają na ustalanie ich kategorii, jednakże nie zapewniają informacji, które byłyby przydatne w procesie zarządzania działalnością badawczą uczelni.

Każda uczelnia zobowiązana jest również do prowadzenia okresowych ocen pracowników w obszarach dydaktyki, badań i działalności organizacyjnej. Jednakże w wielu przypadkach oceny te mają charakter opisowy. Nawet jeżeli są sparametryzowane, nie zapewniają dostatecznych informacji pozwalających na prowadzenie właściwej polityki kadrowej.

Ilościowa ocena efektywności funkcjonowania wyższych uczelni powinna być prowadzona na każdym poziomie struktury szkolnictwa wyższego. Uczelnie muszą mieć narzędzia zapewniające warunki do kreowania i efektywnego wykorzystywania kapitału intelektualnego swoich pracowników.

## 2. Metoda DEA

Jedną z dynamicznie rozwijających się metod oceny efektywności funkcjonowania organizacji jest *Data Envelopment Analysis* (DEA). Twórcami tej metody są A. Charnes, W.W. Cooper i E. Rhodes, którzy w roku 1978 opublikowali artykuł stanowiący podstawy teoretyczne tego sposobu podejścia do oceny efektywności (Charnes, Cooper i Rhodes 1978). Model przez nich zaproponowany znany jest pod nazwą CCR (jest to akronim utworzony z pierwszych liter nazwisk autorów). Od tego czasu ukazało się ponad 4 000 artykułów opublikowanych w pismach naukowych lub rozdziałach książek. Zidentyfikowano około 2 500 autorów (Emrouznejad, Parker i Tavares 2008: 152). Metoda ta znajduje zastosowanie w wielu obszarach, w tym również w szkolnictwie wyższym.

DEA jest zorientowanym na dane sposobem podejścia do oceny efektywności pewnego zdefiniowanego zestawu obiektów zwanych *Decision Making Units* (DMU), które przekształcają wielokrotne wejścia na wielokrotne wyjścia (Cooper, Seiford i Zhu 2004: 1). Definicja DMU jest raczej swobodna, aby zapewnić elastyczność w jej wykorzystaniu w szerokim zakresie możliwych zastosowań. Ogólnie DMU jest traktowana jako obiekt odpowiedzialny za konwersję wejść w wyjścia, którego działanie ma być ocenione (Cooper, Seiford i Tone 2000: 22). Na potrzeby DEA operuje się pojęciem efektywności względnej, podkreślając wykorzystywanie jedynie informacji, które są możliwe do empirycznego zaobserwowania. Definicję efektywności względnej można sformułować: „DMU jest klasyfikowana jako w pełni (100%) efektywna na podstawie dostępnych danych wtedy i tylko wtedy, gdy wyniki innych DMU nie wskazują, że niektóre z ich wejść lub wyjść mogą być poprawione bez pogorszenia niektórych innych wejść lub wyjść” (Cooper, Seiford i Zhu 2004: 3). Ten sposób podejścia nie wymaga od użytkownika określenia wag, jakie mają być przypisane do poszczególnych wejść i wyjść, jak ma to miejsce w innych metodach, a także nie wymaga określania zależności funkcyjnej, co jest konieczne w podejściu opartym na analizie regresji (Cooper, Seiford i Tone 2000: 2).

Oszacowanie względnej efektywności polega na wyznaczeniu linii granicznej (*frontier line*) wyznaczającej wydajność najlepszych DMU i względem tej linii mierzona jest efektywność innych DMU jako odchylenie od niej. DEA pozwala na identyfikację najlepszych punktów, które mogą być wykorzystane jako „benchmarki” w poszukiwaniu rozwiązań ulepszających efektywność obiektów zaklasyfikowanych jako nieefektywne (Cooper, Seiford i Tone 2000: 4).

Jednym z głównych celów analiz DEA jest poprawienie efektywności nieefektywnych DMU, co jest określane jako projekcja na granicę możliwości produkcyjnych (*production frontier*).

Można zastosować dwa podstawowe modele. Pierwszy nazywany jest *modelem skierowanym na wejścia* (*input-oriented*), który dąży do minimali-

zacji wartości wejść przy zachowaniu przynajmniej danych poziomów wyjść. Drugi jest określany jako *model skierowany na wyjścia (output-oriented)*, który próbuje maksymalizować wyjścia bez wymagania zwiększenia którejkolwiek z wartości obserwowanych wejść (Cooper, Seiford i Tone 2000: 41). W dalszej części artykułu wykorzystano podstawowy model CCR zorientowany na wejścia.

Pierwszym krokiem w formułowaniu modelu jest określenie zestawu DMU, czyli obiektów będących przedmiotem oceny oraz zmiennych opisujących wejścia i wyjścia. Nie ma sztywnych reguł sposobu doboru tych zmiennych, jednakże można określić pewne wytyczne (Cooper, Seiford i Tone 2000: 22):

- Wszystkie wejścia i wyjścia dla każdej DMU muszą przyjmować wartości dodatnie.
- Dobór obiektów ocenianych oraz opisujące je zmienne charakteryzujące wejścia i wyjścia powinny odzwierciedlać cele stawiane przez analityków lub menedżerów. Pojawia się tu często problem z dostępem do właściwych danych. W przypadku opisywania działalności szkoły wyższej wiele danych, które dobrze odzwierciedlałyby badane zjawiska, jest niedostępnych.
- Preferuje się w zasadzie mniejszą liczbę wejść i większą liczbę wyjść.
- Jednostki miary różnych wejść i wyjść nie muszą być zgodne (np. liczba osób, powierzchnia, wydane pieniądze).

Istnieje też praktyczna zasada (*rule of thumb*) (Cooper, Seiford i Tone 2000: 103, 252) określająca relację między sumaryczną liczbą wejść i wyjść oraz badanych obiektów (DMU). Wskazane jest, aby liczba DMU ( $n$ ) przekraczała łączną liczbę wejść i wyjść ( $m + s$ ) kilkukrotnie. Zaleca się, aby:

$$n \geq \max(m \times s, 3(m+s)), \quad (1)$$

gdzie:

$n$  – liczba DMU,

$m$  – liczba wejść,

$s$  – liczba wyjść.

Podkreśla się, że wybór wejść i wyjść jest decydujący dla poprawnego wykorzystania DEA. Dlatego powszechnie rekomenduje się prowadzenie analiz na zróżnicowanych zestawach wejść i wyjść, zaczynając od małego zestawu na wstępie, który następnie stopniowo jest powiększany. Określenie, który ze wskaźników ma być zaklasyfikowany jako wejście lub wyjście, może czasem okazać się dość trudne. Wejścia są identyfikowane poprzez fakt, że mniejsza ich liczba jest lepsza z punktu widzenia osiągnięcia celu, jaki stawiamy przed analizą (np. minimalizacji kosztów), podczas gdy wyjścia identyfikuje się przez fakt, że ich większa liczba jest lepsza z punktu widzenia postawionego celu (np. więcej publikacji) (Leitner, Schaffhauer-Linzatti, Stowasser i Wagner 2005: 533).

Przy formułowaniu modelu konieczne jest też uwzględnienie kilku innych postulatów (Guzik 2009: 27–28). Zbiór obiektów poddawanych analizie musi być jednorodny lub prawie jednorodny, co gwarantuje, że nie będą porównywane obiekty, które z natury rzeczy są inne. Musi być zachowany jednolity kierunek preferencji, tj. wielkość uznana za wyjście musi być tak zdefiniowana, że jej wzrost oceniany jest pozytywnie z punktu widzenia celu działania badanych obiektów, natomiast wielkość uznana za wejście jest tak określona, że jej wzrost przy ustalonym poziomie wyjść oceniany jest niekorzystnie.

Podstawowy model CCR (Cooper, Seiford i Tone 2000: 23) zakłada określenie na podstawie danych charakteryzujących poszczególne obiekty efektywności każdej DMU w porównaniu z pozostałymi. Można go zapisać w notacji wektorowo-macierzowej (Cooper, Seiford i Tone 2000: 43–44; Guzik 2009: 70):

$$(LP_o) \quad \max uy_o$$

$$\begin{aligned} \text{przy ograniczeniach:} \quad & vx_o = 1, \\ & -vX + uY \leq 0, \\ & v \geq 0, u \geq 0. \end{aligned} \tag{2}$$

Problem dualny jest wyrażony:

$$(DLP_o) \quad \min \theta$$

$$\begin{aligned} \text{przy ograniczeniach:} \quad & \theta x_o - X\lambda_o \geq 0, \\ & Y\lambda_o \geq y_o, \\ & \lambda_o \geq 0, \end{aligned} \tag{3}$$

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,

$\theta$  – współczynnik efektywności,

$\lambda_o$  – wektor wag intensywności w zadaniu dla obiektu  $o$ -tego.

Współczynniki  $\lambda_o$ , nazywane są też współczynnikami benchmarkingowymi (Guzik 2009: 56). Rozszerzają możliwości analityczne modelu CCR o okre-

ślenie formuł benchmarkingowych dla obiektów nieefektywnych. Wartości tych współczynników pokazują proporcje, w jakich efektywne DMU wchodzące do zbioru odniesienia mogą się przyczynić do usunięcia nieefektywności (Cooper, Seiford i Tone 2000: 54).

Dodatkowo definiowane są nadwyżki wejścia  $s^-$  oraz niedobory wyjścia  $s^+$ , określane jako wektory luzów (*slack*) w następujący sposób:

$$s^- = \theta x_o - X\lambda, \quad s^+ = Y\lambda - y_o, \quad (4)$$

gdzie:  $s^- \geq 0$ ,  $s^+ \geq 0$  dla każdego możliwego rozwiązania  $(\theta, \lambda)$  zadania (DLP<sub>0</sub>).

Efektywność CCR można zdefiniować w następujący sposób (Cooper, Seiford i Tone 2000: 45). Jeżeli optymalne rozwiązanie  $(\theta^*, \lambda^*, s^{*-}, s^{*+})$  z powyższych dwóch LP spełnia warunek  $\theta^* = 1$  i jest zerowy luz ( $s^{*-} = 0$ ,  $s^{*+} = 0$ ), wtedy DMU<sub>0</sub> jest nazywana efektywną CCR. W przeciwnym przypadku DMU<sub>0</sub> jest nazywana nieefektywną CCR.

Pierwszy z tych dwóch warunków odnosi się do „efektywności radialnej” (*radial efficiency*). Jest to także nazywane „efektywnością techniczną”, ponieważ wartość  $\theta^* < 1$  oznacza, że wszystkie wejścia mogą być równoległe zredukowane bez zmiany proporcji, w jakiej są wykorzystywane. Ponieważ  $(1 - \theta^*)$  jest maksymalną proporcjonalną redukcją dopuszczalną w zbiorze możliwości produkcyjnych, każde dalsze redukcje związane z niezerowymi luzami zmieniają proporcje wejść. Dlatego nieefektywności związane ze zidentyfikowanymi niezerowymi luzami są określane jako mieszane nieefektywności (*mix inefficiencies*). Inne nazwy są także używane do scharakteryzowania tych dwóch źródeł nieefektywności. Efektywność CCR jest także nazywana efektywnością Pareto-Koopmansa, która określa DMU jako w pełni efektywną, jeżeli i tylko jeżeli nie jest możliwe poprawienie żadnego wejścia i wyjścia bez pogorszenia żadnych innych wejść i wyjść. Ta ostatnia definicja przypisywana jest ekonomistom V. Pareto i T. Koopmansowi. Zaimplementowana była później przez M.J. Farrella, innego ekonomisty, który wykazał, jak zastosować tę koncepcję do danych empirycznych.

Przedstawiony model został zaimplementowany w formie programu (makro) w arkuszu kalkulacyjnym MS Excel (Cooper, Seiford i Tone 2000), który został wykorzystany w części obliczeniowej artykułu.

Podobnie jak każda metoda, DEA ma zarówno zalety, jak i wady. Do podstawowych zalet można zaliczyć (Guzik 2009: 29):

- możliwość badania obiektów opisanych wieloma wejściami oraz wieloma wyjściami,
- to, że nie wymaga szczegółowego rodzaju informacji, tak jak metody wskaźnikowe czy modele ekonometryczne, gdyż za jej pomocą ustala się globalnie, z jaką efektywnością wielowymiarowy układ wejść jest przekształcany w wielowymiarowy układ wyjść,

- wejścia oraz wyjścia niekoniecznie muszą być wyrażone w jednostkach pieniężnych i mogą być określane w jednostkach naturalnych.

Do wad można zaliczyć (Guzik 2009: 30):

- dużą wrażliwość wyników na nietypowe dane w obiektach uznanych za wzorcowe,
- niestabilne wyniki w przypadku silnego skorelowania oraz zależności liniowych w obrębie wyjść lub w obrębie wejść, lub pomiędzy wyjściami a wejściami.
- względny charakter efektywności obiektu, gdyż określana jest na podstawie pozostałych obiektów i może dojść do sytuacji, że oceniany obiekt w porównaniu z innymi znajdującymi się w badanym zbiorze będzie efektywny, a w porównaniu z innym zbiorem może okazać się nieefektywny.

### 3. Pomiar efektywności w szkolnictwie wyższym

Tak jak już wspomniano, metoda DEA znalazła szerokie zastosowanie w badaniu efektywności instytucji szkolnictwa wyższego – zarówno w obszarze działalności dydaktycznej, badawczej, jak i organizacyjnej. Poniżej przedstawiono kilka przykładów związanych z prowadzeniem działalności naukowo-badawczej w kontekście zarządzania kapitałem intelektualnym czy też oceną uczelni oraz jednostek organizacyjnych wewnątrz uczelni.

Przykładem zastosowania DEA w kontekście zarządzania kapitałem intelektualnym jest opracowanie dotyczące uniwersytetów austriackich (Leitner, Schaffhauser-Linzatti, Stowasser i Wagner 2005: 529–537). Głównym motywem, który skłonił autorów do przeprowadzenia takiej analizy, była reorganizacja austriackiego systemu szkolnictwa wyższego, co wymusiło zwrócenie większej uwagi na procesy decyzyjne związane z alokacją ograniczonych zasobów. Autorzy podkreślają, że właściwe zarządzanie kapitałem intelektualnym na uniwersytecie ma znaczący wpływ na wyniki i efektywne wykorzystanie zainwestowanych środków finansowych. DEA pozwoliła na dokonanie porównania funkcjonowania różnych wydziałów, dyscyplin czy kierunków studiów i zdefiniowanie obszarów, gdzie należy podjąć działania zarządcze mające na celu doskonalenie funkcjonowania. Zastosowano model zorientowany na wejścia, co pozwoliło na analizowanie wpływu zmian różnych zmiennych wejściowych, które mogą być interpretowane jako różne formy kapitału intelektualnego, na różne wyjścia. Ważnym elementem każdego modelu DEA jest właściwy dobór zmiennych charakteryzujących wejścia i wyjścia. Jako wejścia przyjęto kadre oraz powierzchnie zajmowane przez jednostki. Wyjścia podzielono na trzy kategorie związane z trzema obszarami:

- współpracą z przemysłem (np. środki finansowe pochodzące ze źródeł zewnętrznych, zakończone, zamówione projekty indywidualne i wydziałowe),

- procesem kształcenia (np. liczba egzaminów, liczba zakończonych prowadzonych prac dyplomowych),
- badaniami (np. monografie, oryginalne artykuły, raporty z projektów, patenty, prezentacje, inne publikacje, liczba zakończonych, nadzorowanych prac doktorskich).

Autorzy dokonali rankingu tych jednostek, przyjmując jako kryterium efektywność wykorzystywania kapitału intelektualnego. Zwrócono uwagę na wspomniane zalety metody DEA, która umożliwia wykorzystywanie zmiennych o różnych skalach oraz włączanie jednocześnie wielu wejść i wyjść. Poza rankingiem wyniki pozwoliły zidentyfikować różnice w profilach poszczególnych uczelni, mimo tego, że funkcjonują w identycznych warunkach. Wynika to ze zróżnicowanych celów. Stwierdzono, że liczba zatrudnionych jest, jak się wydaje, najbardziej istotnym wskaźnikiem, co przekłada się na to, że małe jednostki (DMU) działają bardziej efektywnie i skupiają się na specyficznych obszarach działalności, tj. współpracy z przemysłem, kształceniu lub badaniach. Uzyskane rezultaty stanowią również podstawę do poszukiwania potencjalnych kierunków usprawnień, polegających głównie na przygotowaniu zmian w strukturach uczelni oraz zmianach w alokacji zasobów.

Przykładem zastosowania DEA w kontekście działalności badawczej uczelni jest analiza przeprowadzona dla uniwersytetów australijskich (Abbott i Doucouliagos 2004: 251–262). Motywem do podjęcia tych badań była konieczność wprowadzenia zmian w sposobie finansowania działalności badawczej na uniwersytetach. Do momentu wprowadzenia zmian badania były finansowane raczej na podstawie instytucjonalnego statusu uczelni, a nie na podstawie konkretnych pomiarów ich rezultatów badań. Podkreślić trzeba, że był to podobny system do funkcjonującego w Polsce sposobu finansowania z budżetu działalności statutowej. Po wprowadzeniu zmian strukturalnych w systemie australijskiego szkolnictwa wyższego, zamiast finansowania na podstawie typu instytucji i jej wielkości, wprowadzono model finansowania oparty na ocenie charakteru i wartości ich wyników badań. Spowodowało to, że uniwersytety były zobowiązane do konkurowania między sobą o środki budżetowe na badania. Powiązanie finansowania badań z osiąganymi rezultatami oznaczało, że odpowiednie ministerstwo musiało monitorować i oceniać wyniki działalności badawczej w celu określenia sposobów alokacji środków finansowych.

Przy definiowaniu zmiennych charakteryzujących badania natknęto się na problem ustalenia jakości poszczególnych wyjść z badań. Jako wskaźnik charakteryzujący wyjście związane z działalnością badawczą przyjęto indeks publikacji, wykorzystujący dane o materiałach z konferencji naukowych, rozdziałach książek, książkach i artykułach w pismach. Zastosowano ważony indeks publikacji z następującymi wagami: 1 za materiały konferencyjne, 2 za rozdział w książce, 3 za artykuł w czasopiśmie i 4 za książkę.

Przyjęto trzy podstawowe wejścia: wpływy z badań, liczba kadry akademickiej i pracowników administracyjnych oraz wielkość uniwersytetu.

Uzyskane rezultaty wykazały, że przychody z badań i kadra akademicka są dodatnio powiązane z wyjściami z badań. Chociaż ogólna wielkość kadry ma dodatni wpływ na wyjścia z badań, jednakże ten efekt szybko zanika, gdy liczba kadry nieakademickiej rośnie. Są także zauważalne różnice między uniwersytetami. Tradycyjne i wiodące uniwersytety mają bardziej przejrzyste wyjścia z badań.

Przykładem zastosowania DEA do oceny efektywności funkcjonowania wydziałów jest analiza przeprowadzona na jednym z amerykańskich college'ów (Tauer, Fried i Fry 2007: 473–482). Dokonano tu próby oceny efektywności funkcjonowania wydziałów w zakresie działalności dydaktycznej, badawczej, organizacyjnej i dodatkowej. Podobnie jak w poprzednich przykładach, głównym motywem do prowadzenia takich badań były względy finansowe – ograniczanie funduszy publicznych oraz brak możliwości podnoszenia czesnego. Podkreślono, że odpowiednie proporcje między poszczególnymi obszarami aktywności (dydaktyka, badania) wydziałów muszą być zgodne z misją uczelni. W opracowanym modelu zdefiniowano tylko jedno wejście – przychody pochodzące z kilku źródeł. Wyjścia zostały pogrupowane w cztery kategorie wskaźników związanych z:

- realizacją procesu kształcenia – m.in. liczba godzin (kredyty), liczba absolwentów na różnych poziomach kształcenia, publikacje dydaktyczne,
- pełnieniem funkcji – udział w komisjach uczelnianych i wydziałowych, udział w stowarzyszeniach,
- badaniami – liczba recenzowanych publikacji, autorstwo i redakcja książek, otrzymane patenty, zrealizowane urządzenia techniczne,
- działalnością dodatkową – publikacje o charakterze popularyzatorskim, strony internetowe, godziny dydaktyczne poza zajęciami planowanymi.

Autorzy zwracają uwagę na alokację czasu pracowników wydziału na poszczególne obszary odpowiadające misji college'u. To jest sednem procesu oceny wyjść dla każdego wydziału; wydziały z dużą obsadą dydaktyczną prowadzą kursy; wydziały z dużą obsadą badawczą angażują się bardziej w badania. Ponieważ te alokacje różnią się pomiędzy wydziałami, wpływa to na zróżnicowanie na wydziałach college'u wolumenu wyjść w poszczególnych obszarach. Praktyczne wykorzystanie wyników analizy wywołuje często wątpliwości w środowisku. Ocena efektywności jest często postrzegana jako zagrożenie, lecz równocześnie jest warunkiem wstępnym do wprowadzenia usprawnień w funkcjonowaniu jednostki. Dającą się przewidzieć odpowiedzią na niezadowolającą ocenę jest zakwestionowanie metodologii, dlatego wiarygodna ocena powinna być wystarczająco kompletna, aby przeciwstawić się sceptykom, którzy mogą kwestionować zarówno oceny pozytywne, jak i negatywne.

Podobny przykład zawarty jest w kolejnej publikacji i przedstawia zastosowanie DEA do oceny efektywności wydziałów uniwersytetu w Arabii Saudyjskiej (Al-Turki i Duffuaa 2003: 330–335). Zdaniem autorów sukces



instytucji edukacyjnych w spełnianiu swojej misji wymaga od nich posiadania planu strategicznego wspieranego przez mechanizmy monitorowania, kontrolowania z zapewnieniem możliwości korygowania. Stworzenie zestawu miar funkcjonowania jednostki jest ściśle powiązane z celami całej organizacji i jest rzeczą niezbędną do skutecznego wdrożenia planu strategicznego. Pozwala na monitorowanie strategicznych osiągnięć i kontrolowania strategicznych działań. Zastosowanie metody DEA pozwala na osiągnięcie tych celów.

Sformułowano szereg wskaźników charakteryzujących trzy główne wyjścia: absolwenci, badania i kształcenie oraz usługi dla społeczności, takie jak treningi (szkolenia), projekty i konsultacje. Miary rezultatów muszą uwzględniać jakość wyjść. Przykładowe wskaźniki dla badań i rozwoju odnoszą się do jakości rezultatów badań i wypromowanych absolwentów studiów II stopnia oraz doktorantów:

- liczba recenzowanych artykułów,
- liczba cytowań,
- liczba grantów badawczych,
- liczba wypromowanych absolwentów,
- liczba opublikowanych prac dyplomowych,
- liczba opublikowanych prac doktorskich.

Jakość usług świadczonych dla społeczności jest mierzona przez następujące wskaźniki:

- liczba krótkich kursów na wydziale w roku,
- liczba sponsorowanych przez przemysł projektów na wydziale w roku,
- liczba konsultacji na wydziale w roku,
- procentowy udział członków wydziału zaangażowanych w konsultacje przemysłowe.

Miary wejścia funkcjonowania wydziału są związane z efektywnością i wykorzystaniem zasobów, a dodatkowo z jakością przychodzących studentów oraz kadrą wspomagającą badania. Miary są podzielone na cztery grupy:

- stopień wykorzystania potencjału wydziału – stosunek liczby studentów do wykładowców, liczba wypromowanych absolwentów,
- oferowane kursy i wykorzystanie laboratoriów,
- jakość studentów przychodzących na studia,
- jakość asystentów badawczych.

Przedstawione przykłady można w pewien sposób uogólnić. Metoda DEA może być stosowana zarówno na poziomie całego systemu kształcenia wyższego, jak również na poziomie uczelni. Motywy do podejmowania tego typu analiz z reguły wynikają z ograniczonych środków na finansowanie szkolnictwa wyższego. Wyniki analiz oprócz rankingu dostarczają wiele informacji przydatnych osobom zarządzającym w doskonaleniu funkcjonowania uczelni. Ma to szczególne znaczenie w przypadku finansowania ze środków publicznych.

## 4. Ocena efektywności jednostek organizacyjnych wydziału

### 4.1. Ogólna charakterystyka materiału empirycznego

Istotnym problemem dla zarządzających jest dokonywanie oceny efektywności działalności badawczej podstawowych jednostek organizacyjnych wydziałów, jakimi są katedry i zakłady. Jest to ważne zarówno ze względu na wyposażenie władz wydziału w narzędzia wspomagające prowadzenie polityki kadrowej oraz informacje pozwalające na wprowadzanie zmian w strukturze organizacyjnej wydziału, jak też z punktu widzenia uzyskania możliwie najwyższej kategorii, co z kolei przekłada się bezpośrednio na wysokość dotacji.

W strukturze analizowanego wydziału jest 12 jednostek organizacyjnych (8 katedr i 4 zakłady) o zróżnicowanej liczbie pracowników. Przedmiotem analizy jest ocena efektywności działalności badawczej jednostek organizacyjnych wydziału w wybranym roku. Celem analizy jest uzyskanie wyników, które pozwoliłyby na ustalenie rankingu jednostek organizacyjnych wydziału oraz umożliwiłyby zarządzającym wskazanie kierunków działań usprawniających, głównie w obszarze polityki kadrowej. Dodatkowym celem jest oddziaływanie na świadomość wszystkich pracowników poprzez upowszechnienie wyników analiz.

Dotychczasowe oceny działalności badawczej odbywają się na ogólnie obowiązujących zasadach. Poszczególni pracownicy podlegają ocenom okresowym (standardowo co 4 lata), które mają charakter opisowy. Oceny te dotyczą wszystkich aspektów działalności pracowników – dydaktycznej, naukowej i organizacyjnej. Ze względu na swój opisowy charakter nie pozwalają na tworzenie rankingu pracowników, a jedynie pozwalają na zidentyfikowanie osób, które w okresie oceny nie wykazały się żadnym dorobkiem naukowym. Praktyka wykazuje, że wyniki tych ocen nie przekładają się na politykę kadrową.

Inną formą oceny dorobku naukowego jest coroczne rozliczanie wykonania zadań rozliczanych w ramach BW i DS (badań własnych i działalności statutowej). Wyniki tych ocen są decydujące, jeżeli chodzi o podział środków z dotacji na działalność badawczą. Pozwalają co prawda stworzyć ranking jednostek organizacyjnych na podstawie punktów przypisywanych do dorobku opublikowanego w danym roku, jednakże nie uwzględniają żadnych parametrów, które mogłyby mieć wpływ na wielkość tego dorobku. Przykładem mogą być dwie katedry mające taką samą liczbę punktów, jednakże różniące się kilkukrotnie liczbą zatrudnionych pracowników.

Decydująca jest, przeprowadzana co cztery lata, parametryczna ocena wydziału. Zgodnie z obowiązującymi zasadami nie uwzględnia ona w żaden sposób udziału poszczególnych jednostek organizacyjnych w sumarycznej ocenie wydziału.

Te mankamenty przeprowadzanych ocen skłoniły do przeprowadzenia bardziej wnikliwej oceny, która poza rankingiem zapewniłaby informacje możliwe do wykorzystania w procesie zarządzania wydziałem. Na podstawie przeprowadzonej analizy literatury można stwierdzić, że metodą, która zapewni osiągnięcie tego celu jest *Data Envelopment Analysis*. Przyjęto podstawowy model CCR zorientowany na wejścia. Wybór taki podyktowany jest tym, że podstawową informacją, którą będzie można uzyskać i następnie wykorzystać w procesie zarządzania, jest stwierdzenie, czy zasoby, jakimi dysponują poszczególne jednostki organizacyjne, są wykorzystywane w sposób efektywny oraz w jakim kierunku powinny być wprowadzane zmiany, aby tę efektywność zwiększyć.

Podstawowym problemem w formułowaniu modelu DEA jest ustalenie zmiennych charakteryzujących wejścia i wyjścia, w tym przypadku związane z działalnością badawczą. Zgodnie z regułami metody DEA i przykładami opisanymi w literaturze wytypowano parametry, które są związane z realizacją działalności naukowej. Istotną sprawą przy ich doborze jest dostępność danych. Wykorzystano ogólnodostępne, standardowe dane.

Rozważano następujący wstępny zestaw zmiennych charakteryzujących wyjścia:

- liczba publikacji w roku,
- liczba punktów przypisanych do publikacji zgodnie z punktacją stosowaną w ocenie parametrycznej jednostki,
- wielkość dotacji na BW i DS.

Rozważano następujący wstępny zestaw zmiennych charakteryzujących wejścia:

- liczba pracowników z podziałem na trzy grupy:
  - profesorów i doktorów habilitowanych,
  - adiunktów i docentów dydaktycznych,
  - asystentów, starszych wykładowców i wykładowców,
- godziny zrealizowane poza pensum, w formie nadgodzin i na odpłatnych formach zajęć,
- liczba pracowników, którzy uzyskali w roku liczbę punktów mniejszą od średniej wydziałowej.

Dwa podstawowe parametry charakteryzujące wyjścia działalności badawczej to bezwzględna liczba publikacji oraz liczba punktów do nich przypisanych. Parametry te w najlepszy sposób charakteryzują aktywność naukową pracowników i pozwalają na uwzględnienie jakości publikacji. Wielkość dotacji na BW i DS jest proporcjonalna do liczby punktów uzyskanych przez jednostkę i z tego powodu została w końcowych analizach pominięta.

Ze względu na konieczność ograniczenia liczby zmiennych opisujących wejścia i wyjścia dokonano agregacji zmiennych związanych z liczbą pracowników. Utworzono zmienną, która w pewien sposób odzwierciedla poten-

cjał badawczy jednostki organizacyjnej. Zmienna ta jest sumą ważoną liczby pracowników z trzech wymienionych wcześniej grup. Poszczególnym grupom przypisano wagi odpowiadające potencjalnym możliwościom badawczym. Przy ustalaniu wag dla poszczególnych grup przyjęto rozwiązanie zbliżone do stosowanego w algorytmie podziału dotacji na działalność dydaktyczną. Pierwsza grupa ma współczynnik 2, druga 1,5, a trzecia 1. Tak ustalony wskaźnik odzwierciedla również w pewnym stopniu nakłady, jakie są ponoszone na pensje pracowników i może być traktowany jako zmienna zastępcza (*proxy*) stosowana w przypadkach, gdy nie ma dostępu do danych. Brak jest wiarygodnej informacji, jakie środki są angażowane w prowadzenie badań. Często publikacje są wynikiem własnej aktywności pracowników, a nie wynikiem prowadzonych projektów. W wielu przypadkach środki, z reguły niewielkie, na BW i DS są wydawane na opłaty konferencyjne, zakup sprzętu komputerowego, tak więc trudno jest przyjąć, że dotacja na badania mogłaby stanowić parametr modelu efektywności.

Drugim parametrem charakteryzującym wejścia jest liczba godzin realizowanych poza pensum. Efektywne prowadzenie prac naukowych wymaga właściwej alokacji czasu pracowników pomiędzy działalność dydaktyczną, badawczą i organizacyjną. Zmienna została wprowadzona, aby odwzorować podstawowe utrudnienie w pracy naukowej, jakim są nadmierne obciążenia dydaktyczne wynikające z masowości kształcenia. Przyjęto średnią liczbę godzin na pracownika danej jednostki organizacyjnej wydziału.

Trzeci parametr charakteryzujący wejścia ma na celu określenie jakości pracy badawczej pracowników danej jednostki. Jest to liczba pracowników, którzy w badanym okresie uzyskali liczbę punktów mniejszą od średniej wydziałowej.

Dla tak określonych parametrów zostały zebrane dane. Wstępna analiza dotyczyła lat 2006–2008. W analizie uwzględniono liczbę publikacji i uzyskanych punktów z roku 2007, co było podyktowane wprowadzonymi w roku 2008 zmianami w strukturze organizacyjnej wydziału (podział jednej z katedr). Wielkość dotacji na BW i DS przyjęto z roku 2008, ponieważ jej wielkość jest zależna od punktacji publikacji wydanych w poprzednim roku. Stan kadry, będący parametrem wejściowym, przyjęto na rok 2007. Nie uwzględniono nowo przyjętych pracowników, pracowników zwolnionych oraz pracowników na długotrwałych urlopach. W ten sam sposób określono wartości ostatniego parametru wejściowego opisującego jakość pracy badawczej pracowników. Obciążenia dydaktyczne przyjęto z roku akademickiego 2007/2008. Dane wejściowe wykorzystane do sformułowania końcowego modelu są zawarte w tabeli 1.

Zgodnie z metodyką stosowaną w DEA, przed opracowaniem końcowego zestawu zmiennych dokonano analizy około 30 różnych modeli (Cooper, Seiford i Tone 2000: 104). Wszystkie obliczenia zostały wykonane za pomocą programu DEA-Solver-LV, który jest integralną częścią książki (Cooper, Seiford i Tone 2000).

Jednostka (DMU)	Wejścia			Wyjścia	
	kadra	godziny	jakość	punkty	liczba
1	11,0	138,9	2	95,0	42
2	11,5	212,1	6	61,0	12
3	10,0	136,9	6	34,2	13
4	38,0	151,5	18	141,6	44
5	10,0	211,0	6	28,0	6
6	14,0	132,6	6	55,8	20
7	11,0	201,4	5	37,2	8
8	8,0	142,0	1	166,3	41
9	10,0	139,9	6	19,0	7
10	6,5	48,3	2	44,0	11
11	3,0	205,0	1	21,0	6
12	7,0	203,5	5	82,0	23

Tab. 1. Dane wejściowe. Źródło: opracowanie własne.

## 4.2. Interpretacja wyników

Spośród 12 jednostek organizacyjnych wydziału dwie są w pełni CCR efektywne. Stanowią one zbiór odniesienia dla pozostałych jednostek. Podstawowe wyniki dla poszczególnych jednostek organizacyjnych zawarte są w tabeli 2.

Jednostka (DMU)	Współczynnik efektywności $\theta$	Miejsce w rankingu	Zbiór odniesienia	Wartości wag intensywności $\lambda$	
				DMU 1	DMU 8
1	1,000	1	DMU 1	1,000	
2	0,255	9	DMU 8		0,367
3	0,318	8	DMU 1; DMU 8	0,229	0,082
4	0,985	3	DMU 1; DMU 8	0,489	0,572
5	0,135	12	DMU 8		0,168
6	0,506	6	DMU 1; DMU 8	0,336	0,144
7	0,163	11	DMU 8		0,224
8	1,000	1	DMU 8		1,000
9	0,168	10	DMU 1; DMU 8	0,112	0,056
10	0,788	4	DMU 1; DMU 8	0,009	0,260
11	0,390	7	DMU 8		0,146
12	0,641	5	DMU 8		0,561

Tab. 2. Podstawowe wyniki. Źródło: opracowanie własne.

Dwie w pełni efektywne jednostki należy uznać za liderów, którzy stanowią zbiór odniesienia dla pozostałych nieefektywnych jednostek. Warto podkreślić, że stopień nieefektywności 10 jednostek jest bardzo zróżnicowany – najmniej efektywna jednostka DMU 5 ma współczynnik efektywności  $\theta$  (obliczony względem pozostałych jednostek) równy 0,135. Średnia wartość współczynnika efektywności  $\theta$  wynosi 0,529. Częstotliwość, z jaką w pełni efektywne jednostki pojawiają się na liście odniesienia (*reference set*), wynosi 5 dla DMU 1, a 10 dla DMU 8. Te dwie jednostki stanowią podstawę do obliczenia projekcji CCR, czyli określają sposób, w jaki można usunąć nieefektywność 10 jednostek.

Zbiór odniesienia  $E_o$  dla nieefektywnej  $DMU_o$  definiuje się (Cooper, Seiford i Tone 2000: 47):

$$E_o = \{j \mid \lambda_j^* > 0\} (j \in \{1, \dots, n\}). \quad (5)$$

Optymalne rozwiązanie może być wyrażone jako:

$$\begin{aligned} \theta^* x_o &= \sum_{j \in E_o} x_j \lambda_j^* + s^{-*}, \\ y_o &= \sum_{j \in E_o} y_j \lambda_j^* + s^{+*}. \end{aligned} \quad (6)$$

Efektywność dla  $DMU_o$  może być poprawiona, jeżeli wartości wejścia są zredukowane radialnie w proporcji do  $\theta^*$  i nadwyżka wejścia zarejestrowana w  $s^{-*}$  jest wyeliminowana. Podobnie efektywność może być osiągnięta, jeżeli wartości wyjścia są powiększone o niedobór wyjścia określony przez  $s^{+*}$ . Stąd mamy formułę na usprawnienie, zwaną projekcją CCR:

$$\begin{aligned} \hat{x}_o &= \theta^* x_o - s^{-*} \leq x_o, \\ \hat{y}_o &= y_o + s^{+*} \geq y_o, \end{aligned} \quad (7)$$

gdzie  $\hat{x}_o; \hat{y}_o$  są optymalnymi wartościami wektorów wejść i wyjść odpowiednio.

Tak więc, istnieje metoda poprawiania nieefektywnej DMU, co jest informacją dla zarządzających, jakie działania muszą być podjęte, aby taką efektywność osiągnąć. Przykład projekcji CCR dla wybranych DMU zestawiony jest w tabeli 3, gdzie są przedstawione wymagane korekty wejść zapewniające osiągnięcie pełnej efektywności.

W tabeli 3 przedstawione są wartości empiryczne wejść, zgodnie z tabelą 1, oraz procentowa wartość, w jakim stopniu poszczególne wejścia powinny być zredukowane, aby osiągnąć pełną efektywność CCR. Właściwa inter-

Jednostka (DMU)	Zmienna wejściowa	Obserwowane wartości wejść	Wymagana zmiana (%)	Liczba osób bez publikacji (%)
2	kadra	11,5	-74,48	42,9
	godziny	212,1	-75,44	
	jakość	6,0	-93,89	
5	kadra	10,0	-86,53	57,1
	godziny	211,0	-88,67	
	jakość	6,0	-97,19	
10	kadra	6,5	-66,63	50,0
	godziny	48,25	-21,15	
	jakość	2,0	-86,19	

Tab. 3. Projekcja CCR dla wybranych jednostek. Źródło: opracowanie własne.

pretacja wyników wymaga wykorzystania dodatkowych informacji. We wszystkich analizowanych jednostkach jest sugestia zredukowania wejścia „kadra” od 66 do 94%. Pamiętając o tym, że został zastosowany model zorientowany na wejścia, należy to interpretować w ten sposób, że wyjścia tych jednostek są możliwe do osiągnięcia przy zmniejszonym potencjale kadrowym, aby uzyskać porównywalną efektywność z liderami (DMU 1 i DMU 8). Wyraźnie widać, że pracownicy tych jednostek nie wykorzystują wszystkich swoich możliwości. To wejście należy rozpatrywać w połączeniu z wejściem „jakość”. We wszystkich analizowanych jednostkach wartość tego wskaźnika powinna być zmniejszona od 86 do 97%. Dla przypomnienia, jest to parametr określający, ile osób w danej jednostce uzyskało liczbę punktów mniejszą od średniej wydziałowej. Te dwa wskaźniki wejściowe należy uzupełnić dodatkową informacją, która jest zapisana w ostatniej kolumnie tabeli i dotyczy liczby osób (wartość podana jako udział procentowy względem wszystkich osób zatrudnionych w jednostce), które w badanym roku nie miały żadnej punktowanej publikacji. We wszystkich jednostkach liczba takich osób wynosi od 43 do 57%. Przyczyny braku publikacji w jednostkach DMU 2 i DMU 5 wynikają po części z tego, że zatrudnionych jest w nich odpowiednio 37,5 i 43% pracowników zatrudnionych na etatach dydaktycznych (wykładowców i starszych wykładowców). Jednostka DMU 10 nie zatrudnia osób na stanowiskach dydaktycznych. Wskaźnik „godziny” jest miarą dodatkowych obciążeń poza pensum. W dwóch pierwszych jednostkach powinien być zredukowany odpowiednio o 75 i 89%, aby zapewnić pełną efektywność. W jednostce DMU 10 powinien być zredukowany o 21%, tak więc raczej nadmierne obciążenia nie są przyczyną braku odpowiedniej aktywności naukowej. Prawdopodobną przyczyną są inne obciążenia, które pracownicy tej jednostki mają poza uczelnią.

W przypadku jednostek w pełni efektywnych (DMU 1 i DMU 8) jako uzupełnienie można podać, że nie ma w nich osób, które nie prowadzą działalności naukowej. Warto podkreślić, że w tych dwóch jednostkach stworzono zespoły, w ramach których pracownicy realizują wspólne tematy badawcze, które następnie są publikowane.

Z punktu widzenia wykorzystania wyników analizy w zarządzaniu można wskazać kilka obszarów. Ranking jednostek wraz ze zbiorem odniesienia jest na pewno ważny dla władz wydziału i może być wykorzystany do stymulowania działalności naukowej jednostek nieefektywnych, opierając się na dobrych praktykach reprezentowanych przez jednostki efektywne. Informacja o jednostkach, które nie prowadzą działalności naukowej na odpowiednim poziomie, może być wykorzystana do prowadzenia polityki kadrowej – zmiany stanowisk z naukowo-dydaktycznych na dydaktyczne. Jednakże trzeba zaznaczyć, że są też na wydziale osoby zatrudnione na stanowiskach dydaktycznych, które prowadzą intensywną działalność naukową. Również to może wpłynąć na zmiany w strukturze organizacyjnej wydziału poprzez utworzenie jednostek dydaktycznych, które skupiłyby osoby nie prowadzące działalności naukowej.

Warto rozważyć przeprowadzenie kolejnego etapu badań, w którym analizie poddano by poszczególne osoby zatrudnione na wydziale, co ułatwiłoby przeprowadzenie wskazanych wyżej działań organizacyjnych.

## 5. Podsumowanie

Dotychczas stosowane systemy oceny działalności naukowej nie zapewniają informacji możliwych do wykorzystania w zarządzaniu wydziałem, co wynika z ich z reguły opisowego charakteru i braku możliwości jednoczesnego rozważania wielu wejść i wyjść. Metoda DEA pozwala na ocenę efektywności systemów szkolnictwa wyższego, uwzględniając wiele wejść i wyjść jednocześnie. Potwierdzają to liczne publikacje w pismach o światowym zasięgu, których przykłady przedstawiono w tym artykule. Brak jest publikacji zajmujących się badaniem jednostek organizacyjnych wydziałów. Publikowane badania skupiają się głównie na pomiarze i ocenie efektywności uczelni lub wydziałów w uczelniach. Jednakże wykazano, że badanie efektywności działalności badawczej na poziomie katedr i zakładów wydziału jest możliwe i może dostarczyć władzom wydziału cennych informacji do wspomagania procesu zarządzania. Nie bez znaczenia jest też wykorzystanie tych informacji do kształtowania świadomości wszystkich pracowników wydziału, co może zwiększyć zainteresowanie prowadzeniem badań i publikowaniem, co przecież jest ustawowym obowiązkiem każdego pracownika uczelni.

Z punktu widzenia uczelni badanie efektywności jest koniecznością przy stale zmieniających się zasadach finansowania i odczuwalnym już zmniejszaniu środków budżetowych. Z punktu widzenia całego systemu szkolnictwa



wyższego jest to również konieczne, zważywszy jak wielkie środki z budżetu są przekazywane na jego utrzymanie.

### Informacje o autorze

**Dr inż. Andrzej Szuwarzyński** – Katedra Zarządzania Wiedzą i Informacją, Wydział Zarządzania i Ekonomii, Politechnika Gdańska.

E-mail: asz@zie.pg.gda.pl.

### Bibliografia

- Abbott, M. i H. Doucouliagos. 2004. Research output of Australian universities. *Education Economics*, Vol. 12, nr 3, s. 251–265.
- Al-Turki, U. i S. Duffuaa. 2003. Performance measures for academic departments. *The International Journal of Educational Management*, Vol. 17, nr 7, s. 330–338.
- Charnes, A., Cooper, W.W. i E. Rhodes. 1978. Measuring the efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, nr 2(6), s. 429–444.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. i K. Tone. 2000. *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Boston–Dordrecht–London: Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M. i J. Zhu (red.) 2004. *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Boston: Kluwer Academic Publisher.
- Emrouznejad, A., Parker, B.R. i G. Tavares. 2008. Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 42, s. 151–157.
- Guzik, B. 2009. *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Leitner, K.H., Schaffhauser-Linzatti, M., Stowasser, R. i K. Wagner. 2005. Data Envelopment Analysis as method for evaluating intellectual capital. *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 6, nr 4, s. 529–541.
- Tauer, L.W., Fried, H.O. i W.E. Fry. 2007. Measuring efficiencies of academic departments within a college. *Education Economics*, Vol. 15, nr 4, s. 473–489.