

# Piotr Pietrzak

---

## Zastosowanie metody DEA do badania efektywności wydziałów nauk inżynierskich i technicznych

---

Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 44/2, 267-280

---

2016

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



DOI: 10.18276/sip.2016.44/2-19

**Piotr Pietrzak\***

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

## ZASTOSOWANIE METODY DEA DO BADANIA EFEKTYWNOŚCI WYDZIAŁÓW NAUK INŻYNIERYJNYCH I TECHNICZNYCH

### STRESZCZENIE

Celem podjętych badań było określenie efektywności wydziałów nauk inżynierskich i technicznych w roku akademickim 2013/2014 z wykorzystaniem analizy obwiedni danych. W badaniach wykorzystano model BCC ukierunkowany na maksymalizację efektów. W modelu uwzględniono trzy zmienne po stronie nakładów i trzy zmienne po stronie efektów. Piętnaście wydziałów uznano za w pełni efektywne, zaś pozostałych trzydzieści trzy za nieefektywne. Dla nieefektywnych wydziałów wskazano kierunki zmian, które pozwolą im osiągnąć pełną efektywność.

**Słowa kluczowe:** szkoły wyższe, efektywność, DEA

### Wprowadzenie

Stale zmniejszający się udział wydatków publicznych na szkolnictwo wyższe w PKB powoduje, że kluczowego znaczenia nabiera pomiar efektywności uczelni i ich podstawowych jednostek organizacyjnych. W literaturze przedmiotu podkreśla się, że ocena efektywności funkcjonowania szkół wyższych jest trudna

---

\* E-mail: piotr.grzegorz.pietrzak@gmail.com

m.in. ze względu na charakter tworzywa (wiedzy), który podlega w nich przetworzeniu. Z rozsądnym prawdopodobieństwem można oszacować nakłady niezbędne na pozyskanie wiedzy, jej przekształcenie, a także przekazywanie, jednak problemów dostarcza ocena jej efektów. Wynika to przede wszystkim z tego, że mogą one występować z opóźnieniem, podlegają perturbacjom, gdyż ich nośnikiem są ludzie oraz z tego, że są rozległe, gdyż dotyczą wszystkich dziedzin życia społecznego (Morawski, 1999, s. 136). Nie oznacza to jednak, że pomiar efektywności szkół wyższych nie powinien być prowadzony.

Badania nad efektywnością szkół wyższych prowadzone były zazwyczaj w obrębie jednego kraju i jednego roku. Wynika to z faktu, że nie funkcjonuje uniwersalny system szkolnictwa wyższego, a różne kraje posiadają systemy o zróżnicowanych cechach (Wolszczak-Derlacz, 2013, s. 34). Nieliczne kraje zostały dogłębnie przebadane, np. Australia, Niemcy, Wielka Brytania czy Włochy. W Polsce badania z tego zakresu prowadzili m.in. Szuwarzyński (2006), Nazarko i in. (2008), Ćwiąkała-Małys (2010), Wolszczak-Derlacz (2013), Świtłyk i Mongiało (2011).

Celem podjętych badań było określenie efektywności funkcjonowania wydziałów reprezentujących nauki inżynieryjne i techniczne oraz wskazanie kierunków zmian dla jednostek nieefektywnych. Poprzez efektywność funkcjonowania autor rozumie relację między rezultatami (efektami) – odnoszącymi się do kluczowych obszarów funkcjonowania wydziału (dydaktyki, badań, działalności upowszechnieniowej) – a nakładami finansowymi, rzeczowymi, w szczególności ludzkimi, zaangażowanymi w ich uzyskanie. Badaniem objęto wydziały reprezentujące nauki inżynieryjne i techniczne, zaś efektywność oszacowano przy użyciu analizy obwiedni danych (*Data Envelopment Analysis*– DEA).

## 1. Istota metody DEA

Metoda DEA zaliczana jest do nieparametrycznych metod badania efektywności obiektów. Jej podstawą jest współczynnik efektywności Debreu-Farella wyrażony jako iloraz pojedynczego nakładu i pojedynczego efektu, uogólniony na przypadek wielowymiarowy (Zamojska, 2009, s. 52). Matematycznie model DEA można przedstawić w następujący sposób (Baran, 2014, s. 21):

$$\frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} = \frac{\mu_1 y_1 + \mu_2 y_2 + \dots + \mu_s y_s}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m} \quad (1)$$

gdzie:

- $y_r$  – wartość efektu,
- $x_i$  – wartość nakładu,
- $\mu_r$  – waga efektu,
- $v_i$  – waga nakładu.

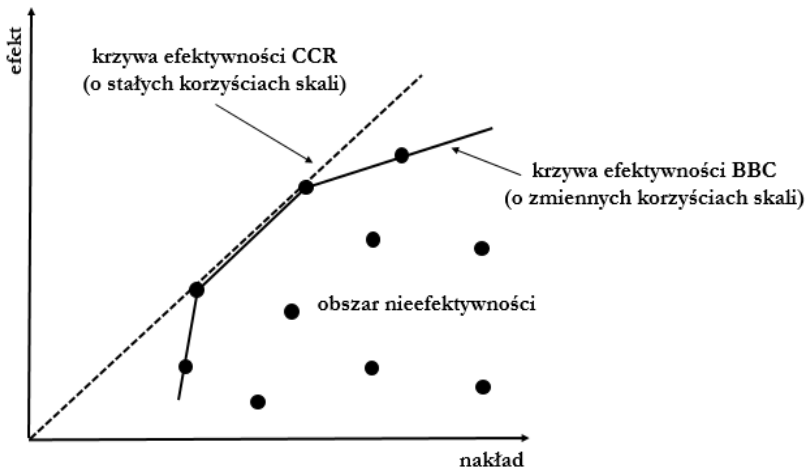
W metodzie DEA  $m$  nakładów i  $s$  różnych efektów sprowadzonych zostaje do pojedynczych wielkości „syntetycznego” nakładu i „syntetycznego” efektu, które później są wykorzystywane przy obliczaniu wskaźnika efektywności obiektu (Baran, Pietrzak, Pietrzak, 2015, s. 175). W programowaniu liniowym wskaźnik ten jest funkcją celu. W metodzie DEA obiektem analizy są tzw. jednostki decyzyjne (*Decision Making Units* – DMU). Jak zauważają Szuwarzyński i Julkowski, jednostki są „decyzyjne”, ponieważ posiadają wpływ na poziom ponoszonych nakładów oraz uzyskiwanych efektów (2014, s. 73).

Zbiór jednostek decyzyjnych uwzględnionych w analizie musi być dobrany rozważnie, by można było dokonać istotnych porównań (Ćwiąkała-Małys, Nowak, 2009, s. 8). Dlatego grupa badanych jednostek powinna posiadać jednorodny (homogeniczny) lub prawie jednorodny charakter (Guzik, 2009, s. 27).

Modele DEA można podzielić ze względu na orientację i korzyści skali (Ćwiąkała-Małys, Nowak, 2009, s. 9). W przypadku pierwszego kryterium można wyodrębnić modele zorientowane na nakłady i modele zorientowane na wyniki (Cooper, Seiford, Tone, 2007, s. 70). Celem modelu zorientowanego na nakłady jest minimalizacja nakładów obiektu, przy zachowaniu co najmniej tej samej wielkości uzyskiwanych efektów. Z kolei celem modelu zorientowanego na efekty jest maksymalizowanie efektów przy zachowaniu niezmiennych nakładów (Baran, 2014, s. 21). Drugie kryterium natomiast dotyczy założenia rodzaju efektów skali (zmiennych lub stałych). Wyróżnia się model CCR (nazwa modelu pochodzi od pierwszych liter nazwisk twórców modelu: Charnes-Cooper-Rhodes), który zakłada stałe efekty skali oraz model BCC (Banker-Charnes-Cooper), przyjmujący zmienne efekty skali.

Obiekty uważa się za efektywne, jeżeli znajdują się na krzywej efektywności (wskaźnik ich efektywności wynosi 1), natomiast jeśli znajdują się poza krzywą efektywności, są nieefektywne technicznie (wskaźnik ich efektywności jest mniejszy od 1) – rysunek 1. Efektywność obiektu jest mierzona względem innych obiektów z badanej grupy i przyjmuje wartości z przedziału  $(0, 1>$ .

Rysunek 1. Krzywe efektywności CCR i BCC (model: 1 efekt, 1 nakład)



Źródło: Baran i in. (2015), s. 176.

Metoda DEA pozwala także ustalić dla nieefektywnych obiektów technologię optymalną, która jest określana na podstawie technologii obiektów o najwyższej względnej efektywności w badanej grupie. Technologia optymalna jest wyznaczana na podstawie wzoru (Guzik, 2009, s. 38):

$$T^*_o = \sum_{j=1}^N \lambda_{oj} \cdot t_j \quad (2)$$

gdzie:

$T^*_o$  – technologia optymalna dla  $o$ -tego obiektu,

$t_j$  – technologia empiryczna  $j$ -tego obiektu,

$\lambda_{oj}$  – udział technologii  $j$ -tego obiektu w technologii optymalnej dla  $o$ -tego obiektu.

## 2. Materiał i metody badań

Badaniem objęto: cztery wydziały Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, jeden wydział Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, pięć wydziałów Politechniki Lubelskiej, dziesięć wydziałów Politechniki Śląskiej w Gliwicach, czternaście wydziałów Politechniki Warszawskiej, trzy wydziały Politechniki Rzeszowskiej, pięć wydziałów Politechniki Częstochowskiej, jeden wydział Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, dwa wydziały Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie oraz trzy wydziały Uniwersytetu Zielonogórskiego.

Efektywność mierzono na podstawie metody DEA omówionej w przeglądzie literatury, przy czym do określenia efektywności poszczególnych wydziałów zastosowano model BCC (o zmiennych efektach skali).

Definiując efekty uwzględniono współczesny trend polegający na przejściu od liberalnego modelu uczelni w kierunku uniwersytetu trzeciej generacji (oczywiście w zakresie, w jakim pozwalała na to ograniczona dostępność danych). Wiąże się to z rozszerzeniem tradycyjnej misji obejmującej kształcenie i badania naukowe o trzeci filar, jakim jest działalność przedsiębiorcza:

- efekt  $y_1$  – odzwierciedlający aktywność wydziałów w zakresie procesów kształcenia (liczba studentów w osobach),
- efekt  $y_2$  – określający aktywność naukową odzwierciedloną w formie publikacji pracowników wydziałów (liczba publikacji),
- efekt  $y_3$  – obrazujący przedsiębiorczość wydziałów w pozyskiwaniu środków zewnętrznych w postaci grantów badawczych oraz prac zleconych realizowanych przez pracowników „pod szyldem” uczelni – tzw. KZL (łącznie wartość grantów i prac zleconych w zł)<sup>1</sup>.

Z kolei za nakłady przyjęto liczbę samodzielnych pracowników naukowych ( $x_1$ ), liczbę adiunktów ( $x_2$ ) oraz liczbę doktorantów ( $x_3$ ). Dla takiej struktury nakładów i efektów było uzasadnione przyjęcie orientacji modelu ukierunkowanej na maksymalizację efektów – strategie uczelni nie zakładają bowiem redukcji potencjału kadrowego wydziałów. W takich uwarunkowaniach efektywność powinna poprawiać się dzięki aktywizacji pracowników i doktorantów niż redukcji zatrudnienia.

---

<sup>1</sup> Zmienne te są identyczne ze zmiennymi przyjętymi w pracy Baran i in. (2015), która omawia wyniki efektywności technicznej modelu DEA dla trzynastu wydziałów Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Stworzenie pełnej bazy przydatnej do celów analitycznych wymagało od autora znaczącego nakładu pracy. Wartości zmiennych diagnostycznych zaczerpnięto ze „Sprawozdań rektorów z działalności uczelni”, udostępnionych w Biuletynach Informacji Publicznej.

W procesie przetwarzania materiału badawczego wykorzystano arkusz kalkulacyjny Microsoft Excel 2013 oraz program DEA Solver Pro.

### 3. Wyniki badań

W tabeli 1 przedstawiono syntetyczną charakterystykę wydziałów w przekroju sześciu zmiennych uwzględnionych w modelu. Bazując na wynikach modelu, określono efektywność poszczególnych wydziałów i na tej podstawie stworzono ich ranking (tab. 2).

Tabela 1. Charakterystyka wydziałów według zmiennych uwzględnionych w modelu DEA

Wyszczególnienie	Liczba samodzielnych pracowników naukowych	Liczba adiunktów	Liczba doktorantów	Liczba studentów	Liczba publikacji	Wartość grantów + KZL (zł)
Minimum	8	12	0,001*	408	7	0,001*
Średnia	31	77	49	1766	288	3730799
Maksimum	98	253	206	3735	1156	39736400

\* Jeden z wydziałów nie prowadził studiów III stopnia oraz jeden nie wykazał żadnych projektów i prac zleconych; ich wartości zostały zamienione na małe wartości dodatnie (0,001), co pozwoliło na uwzględnienie jednostek w analizie.

Źródło: badania własne.

Przeciętna wartość wskaźnika efektywności DEA dla wydziałów nauk inżynierskich i technicznych w roku akademickim 2013/2014 ukształtowała się na poziomie 0,798. Piętnaście wydziałów (Wydział Mechaniczny Uniwersytetu Zielonogórskiego, Wydział Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów Politechniki Częstochowskiej, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, Wydział Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wydział Inżynierii Materiałowej oraz Wy-

dział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej, Wydział Mechaniczny, Wydział Budownictwa i Architektury, Wydział Inżynierii Środowiska, Wydział Podstaw Techniki Politechniki Lubelskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Wydział Inżynierii Biomedycznej oraz Wydział Górnicztwa i Geologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach) z czterdziestu ośmiu uznano za w pełni efektywne, ich wskaźnik efektywności wyniósł 1 (tab. 2). Wskaźnik efektywności dla pozostałych wydziałów kształtował się od 0,305 (Wydział Architektury Politechniki Warszawskiej) do 0,993 (Wydział Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej).

Tabela 2. Wskaźnik efektywności DEA dla wydziałów nauk inżynierskich i technicznych w roku akademickim 2013/2014

Uczelnia	Wydział	Kod wydziału	Wskaźnik efektywności
1	2	3	4
Uniwersytet Zielonogórski	Mechaniczny	WM(UZ)	1,000
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski	Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa	WGIPiB (UWMO)	1,000
Politechnika Częstochowska	Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów	WIPiTM(PCz)	1,000
Politechnika Rzeszowska	Budowy Maszyn i Lotnictwa	WBMiL(PRIL)	1,000
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu	Kształtowania Środowiska i Geodezji	WIKSiG(UPW)	1,000
Politechnika Warszawska	Inżynierii Materiałowej	WIMa(PW)	1,000
Politechnika Warszawska	Elektroniki i Technik Informatycznych	WEiTI(PW)	1,000
Politechnika Lubelska	Mechaniczny	WM(PL)	1,000
Politechnika Lubelska	Budownictwa i Architektury	WBiA(PL)	1,000
Politechnika Lubelska	Inżynierii Środowiska	WiŚ(PL)	1,000
Politechnika Lubelska	Podstaw Techniki	WPT(PL)	1,000
Politechnika Śląska	Mechaniczny Technologiczny	WMT(PSG)	1,000
Politechnika Śląska	Inżynierii Środowiska i Energetyki	WiŚiE(PSG)	1,000
Politechnika Śląska	Inżynierii Biomedycznej	WiB(PSG)	1,000
Politechnika Śląska	Górnictwa i Geologii	WGiG(PSG)	1,000
Politechnika Lubelska	Elektrotechniki i Informatyki	WEli(PL)	0,993
Politechnika Warszawska	Inżynierii Lądowej	WiL(PW)	0,962
Politechnika Śląska	Budownictwa	WBU(PSG)	0,959
Politechnika Śląska	Transportu	WTr(PSG)	0,931
Politechnika Warszawska	Inżynierii Chemicznej i Procesowej	WiChP(PW)	0,921
Politechnika Warszawska	Elektryczny	WEI(PW)	0,918



1	2	3	4
Politechnika Warszawska	Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii	WBMiP(PW)	0,869
Politechnika Częstochowska	Budownictwa	WBu(PCz)	0,838
Politechnika Śląska	Automatyki, Elektroniki i Informatyki	WAEiI(PSG)	0,821
Politechnika Warszawska	Transportu	WTr(PW)	0,818
Politechnika Warszawska	Mechaniczny, Energetyki i Lotnictwa	WMEiL(PW)	0,807
Politechnika Rzeszowska	Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury	WBIŚiA(PRIL)	0,756
Politechnika Warszawska	Inżynierii Produkcji	WIP(PW)	0,749
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego	Budownictwa i Inżynierii Środowiska	WBiŚ(SGGW)	0,721
Politechnika Śląska	Elektryczny	WEI(PSG)	0,709
Uniwersytet Zielonogórski	Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska	WBAiŚ(UZ)	0,702
Uniwersytet Zielonogórski	Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji	WEIiT(UZ)	0,699
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego	Inżynierii Produkcji	WIP(SGGW)	0,681
Politechnika Warszawska	Inżynierii Środowiska*	WiŚ(PW)	0,679
Politechnika Warszawska	Mechatroniki	WMe(PW)	0,660
Uniwersytet Śląski	Informatyki i Nauki o Materiałach	WiNoM(USK)	0,621
Politechnika Częstochowska	Inżynierii Mechanicznej i Informatyki	WIMiI(PCz)	0,607
Politechnika Śląska	Inżynierii Materiałowej i Metalurgii	WIMiM(PSG)	0,606
Politechnika Śląska	Architektury	WAr(PSG)	0,601
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski	Nauk Technicznych	WNT(UWMO)	0,595
Politechnika Częstochowska	Elektryczny	WEI(PCz)	0,592
Politechnika Warszawska	Geodezji i Kartografii	WGiK(PW)	0,591
Politechnika Rzeszowska	Elektrotechniki i Informatyki	WEIiI(PRIL)	0,568
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego	Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu	WOBiA-K(SGGW)	0,544
Politechnika Częstochowska	Inżynierii Środowiska i Biotechnologii	WiŚiB(PCz)	0,540
Politechnika Warszawska	Samochodów i Maszyn Roboczych	WSiMR(PW)	0,526
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego	Technologii Drewna	WTD(SGGW)	0,426
Politechnika Warszawska	Architektury	WAr(PW)	0,305
Średnia			0,798

\* Od 1 stycznia 2016 r. Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska.

Źródło: badania własne.

Wykorzystując metodę DEA zidentyfikowano wzorce efektywności dla nieefektywnych wydziałów, na podstawie których wyznaczono kombinację technologii pozwalającej osiągnąć pełną efektywność. Obliczenia dokonano na podstawie wartości współczynników kombinacji liniowej technologii wspólnej –  $\lambda$  (tab. 3)

Tabela 3. Współczynniki kombinacji liniowej ( $\lambda$ ) technologii wspólnej dla wydziałów (pełne nazwy wydziałów zostały zastąpione ich kodami)

Nieefektywne wydziały	Efektywne wydziały													
	WGIPiB (UWMO)	WIPiTM (PCz)	WBMiL (PRIL)	WIMa(PW)	WIKSiG (UPW)	WM(PL)	WEiTI(PW)	WBIA(PL)	WiS(PL)	WPT(PL)	WMT(PSG)	WiSiE- (PSG)	WIB(PSG)	WGiG(PSG)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
WOBiAK (SGGW)				0,09	0,47	0,43			0,01					
WBiIŚ(SGGW)	0,57				0,12		0,02							0,29
WTD(SGGW)		0,21		0,04				0,69	0,04	0,02				
WIP(SGGW)	0,07				0,22			0,28	0,43					
WEli(PL)		0,05		0,01		0,09		0,70			0,15			
WAr(PSG)	0,14							0,86						
WAEiI(PSG)					0,51						0,49			
WBU(PSG)	0,01							0,80			0,19			
WEI(PSG)	0,11					0,16		0,42			0,31			
WIMiM(PSG)		0,21				0,64					0,15			
WTr(PSG)				0,16				0,50			0,15		0,19	
WAr(PW)	0,10				0,29									0,61
WBMiP(PW)	0,28			0,01				0,71						
WEI(PW)	0,27				0,24		0,09				0,15			0,25
WGiK(PW)	0,49					0,31		0,17			0,03			
WChiP(PW)				0,25				0,63			0,03		0,09	
WIL(PW)			0,05	0,08				0,22				0,65		
WiS(PW)	0,07				0,20		0,05							0,68
WIP(PW)	0,54				0,29			0,09			0,05			0,03
WMEiL(PW)	0,38			0,23	0,22		0,17							
WMe(PW)	0,33			0,29	0,21		0,05				0,12			
WSiMR(PW)	0,59			0,04	0,33						0,04			
WTr(PW)				0,26		0,03		0,15				0,03		0,53
WBiSiA(PRIL)				0,09				0,53			0,16	0,22		
WEli(PRIL)				0,09				0,47			0,19	0,25		
WBU(PCz)								0,77		0,07			0,16	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
WEI(PCz)			0,26				0,13		0,56			0,05			
WIMI(PCz)			0,06		0,05		0,05		0,16			0,68			
WIŚiB(PCz)			0,27		0,27		0,29		0,08	0,09					
WInoM(USK)					0,02		0,24		0,46			0,28			
WNT(UWMO)					0,01	0,44	0,04		0,20						0,31
WBAiŚ(UZ)	0,05					0,33	0,04		0,58						
WEliT(UZ)			0,10		0,11				0,69				0,10		

Wydział Mechaniczny Uniwersytetu Zielonogórskiego nie został wskazany jako punkt odniesienia dla żadnego z nieefektywnych wydziałów, dlatego został pominięty w tabeli.

Źródło: badania własne.

Na przykład Wydział Inżynierii Produkcji Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie – WIP(SGGW) – powinien przy posiadanej liczbie samodzielnych pracowników naukowych, adiunktów i doktorantów, kształcić o 47% więcej studentów, przygotowywać o 118% więcej publikacji oraz posiadać granty i KZL o wartości większej o 47%. Potencjalne zmiany, jakie powinny dokonać się w zakresie nakładów i efektów na wydziałach nauk inżynieryjnych i technicznych o efektywności niższej niż 1,00, przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Projekcja wydziałów nieefektywnych na granicę dobrych praktyk (w %)

Nieefektywne wydziały	Liczba samodzielnych pracowników naukowych	Liczba adiunktów	Liczba doktorantów	Liczba studentów	Liczba publikacji	Wartość grantów i KZL
1	2	3	4	5	6	7
WOBiAK (SGGW)	-7,06	0,00	-22,11	83,71	83,71	83,71
WBiIŚ(SGGW)	0,00	0,00	-42,09	38,64	54,16	38,64
WTD(SGGW)	0,00	0,00	-34,60	134,68	134,68	134,68
WIP(SGGW)	0,00	0,00	0,00	46,87	117,54	46,87
WEli(PL)	0,00	0,00	-67,00	0,72	0,72	0,72
WAr(PSG)	0,00	-39,17	-85,09	66,47	113,33	327,09
WAEi(PSG)	-0,96	-29,54	-29,44	21,78	21,78	999,90
WBU(PSG)	0,00	-24,27	-52,72	4,28	4,28	9,40
WEI(PSG)	0,00	0,00	-33,01	40,95	40,95	83,55
WIMI(PSG)	-9,74	0,00	-27,73	64,99	64,99	109,20
WTr(PSG)	0,00	0,00	0,00	9,65	7,46	496,70
WAr(PW)	0,00	0,00	-74,86	227,76	999,90	746,43

1	2	3	4	5	6	7
WBMiP(PW)	0,00	-57,99	-64,03	15,11	101,43	15,11
WEI(PW)	0,00	0,00	-38,23	8,99	8,99	8,99
WGiK(PW)	0,00	0,00	-29,27	69,33	69,33	88,26
WChiP(PW)	0,00	0,00	0,00	231,88	8,62	132,64
WIL(PW)	-19,42	-26,51	0,00	3,94	3,94	3,94
WIŚ(PW)	0,00	0,00	-51,53	47,33	88,50	47,33
WIP(PW)	0,00	0,00	-31,32	33,47	33,47	33,47
WMEiL(PW)	0,00	0,00	-23,09	23,89	221,17	23,89
WMe(PW)	0,00	0,00	-26,22	51,47	51,47	51,47
WSiMR(PW)	0,00	0,00	-27,98	90,09	90,09	90,09
WTr(PW)	-6,59	0,00	0,00	22,32	22,32	22,32
WBIŚiA(PRIL)	0,00	-35,21	0,00	165,33	32,31	32,31
WEli(PRIL)	0,00	-21,36	0,00	438,44	76,10	76,10
WBU(PCz)	0,00	0,00	-100,00	19,35	20,11	999,90
WEI(PCz)	0,00	0,00	-48,17	69,03	69,03	197,67
WIMiL(PCz)	0,00	0,00	-16,36	64,71	64,71	64,71
WIŚiB(PCz)	0,00	0,00	-47,22	85,19	85,19	85,19
WLiNoM(USK)	0,00	0,00	-48,83	61,00	61,00	61,00
WNT(UWMO)	-2,67	0,00	0,00	68,01	68,01	68,01
WBAiŚ(UZ)	0,00	0,00	-33,58	42,53	42,53	999,90
WEliT(UZ)	-28,88	0,00	0,00	112,74	43,12	43,12

Źródło: badania własne.

## Podsumowanie

W artykule dokonano pomiaru efektywności wydziałów reprezentujących nauki inżynierskie i techniczne, wskazując jednocześnie na sposób interpretacji i wykorzystania wyników. Badanie efektywności wydziałów z wykorzystaniem metody DEA nie powinno ograniczać się wyłącznie do stworzenia ich rankingu, gdyż głównym celem powinno być wskazanie kierunków zmian, jakie należy wprowadzić na wydziałach nieefektywnych, aby ich sytuacja uległa poprawie.

Oczywiście należy pamiętać o ograniczeniach przeprowadzonych badań. Podstawową trudność stanowiła dostępność danych w zakresie potencjalnych zmiennych diagnostycznych. W efekcie główną zaletą metody DEA, którą jest możliwość uwzględnienia wielu nakładów i wielu efektów, była wykorzystana w wąskim zakresie. Dodatkowo jeden z efektów został wyrażony w kategoriach wartościowych, co sprawia, że uzyskany wynik analizy DEA nie jest już czystą postacią efektywności technicznej.

Należy jednak podkreślić, że w polskiej literaturze naukowej jest stosunkowo niewiele prac dotyczących zastosowania metody DEA do analizy efektywności szkół wyższych i ich podstawowych jednostek organizacyjnych. Dotychczasowe analizy prowadzone były przeważnie na poziomie jednego typu uczelni (np. uniwersytety, politechniki) lub na grupie wszystkich uczelni publicznych. Nieliczne opracowania dotyczyły efektywności wydziałów, co było wyjaśniane trudnością gromadzenia danych.

Tym samym wskazana jest kontynuacja badań nad efektywnością wydziałów, w tym przy zastosowaniu metody DEA. Jednakże warto w tym zakresie uwzględnić możliwie duże, ale jednocześnie jednorodne próby badawcze.

## Literatura

- Baran, J. (2014). Regionalne zróżnicowanie efektywności rolnictwa w Polsce. *Roczniki Naukowe Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, 101,2, 20–28.
- Baran, J., Pietrzak, M., Pietrzak, P. (2015). Efektywność funkcjonowania publicznych szkół wyższych. *Optimum. Studia Ekonomiczne*, 4 (76), 169–185.
- Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Ćwiąkała-Małys, A., Nowak, W. (2009). Sposoby klasyfikacji modeli DEA. *Badania Operacyjne i Decyzje*, 3, 5–18.
- Ćwiąkała-Małys, A. (2010). *Pomiar efektywności procesu kształcenia w publicznym szkolnictwie akademickim*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego.
- Guzik, B. (2009). *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.
- Morawski, R.Z. (1999). Kryteria efektywności instytucji akademickich. W: J. Woźnicki (red.), *Model zarządzania publiczną instytucją akademicką*, s. 135–151. Warszawa: Wydawnictwo Instytutu Spraw Publicznych.
- Nazarko, J., Komuda, M., Kuźmich, K., Szembda, E., Urban, J. (2008). Metoda DEA w badaniu efektywności instytucji sektora publicznego na przykładzie szkół wyższych. *Badania Operacyjne i Decyzje*, 4, 89–105.
- Sprawozdanie Rektora SGGW prof. dr. hab. Alojzego Szymańskiego z działalności uczelni za rok 2013 (2014). Warszawa.
- Sprawozdanie Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z działalności uczelni w roku 2013 (2014). Wrocław.

- Sprawozdanie Rektora z działalności Politechniki Śląskiej w roku 2013 (2014). Gliwice.
- Sprawozdanie Rektora z działalności Politechniki Warszawskiej w okresie: 1.09.2013–31.08.2014 (2014). Warszawa.
- Sprawozdanie z działalności Politechniki Rzeszowskiej w 2013 roku (2014). Rzeszów.
- Sprawozdanie z działalności uczelni w roku akademickim 2013/2014 (2014). Olsztyn.
- Sprawozdanie z działalności w roku akademickim 2013/2014 (2014). Zielona Góra.
- Sprawozdanie z działalności Politechniki Lubelskiej za rok akademicki 2013/2014 (2014). Lublin.
- Sprawozdanie z działalności naukowo-badawczej Uczelni w roku 2014 (2014). Częstochowa.
- Szuwarzyński, A. (2006). Rola pomiaru efektywności szkoły wyższej w kształtowaniu jej pozycji konkurencyjnej. W: J. Dietl, Z. Sapijaszka (red.), *Konkurencja na rynku usług edukacji wyższej: materiały konferencyjne*, s. 213–224. Łódź: Wydawnictwo Fundacji Edukacyjnej Przedsiębiorczości.
- Szuwarzyński, A., Julkowski, B. (2014). Wykorzystanie wskaźników złożonych i metod nieparametrycznych do oceny i poprawy efektywności funkcjonowania wyższych uczelni technicznych. *Edukacja*, 3, 54–74.
- Świtłyk, M., Mongiało, Z. (2011). Zastosowanie metody Data Envelopment Analysis do pomiaru efektywności na uczelniach publicznych w latach 2004–2008. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu*, 171, 375–384.
- Wolszczak-Derlacz, J. (2013). *Efektywność naukowa, dydaktyczna i wdrożeniowa publicznych szkół wyższych w Polsce – analiza nieparametryczna*. Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Zamojska, A. (2009). Zastosowanie metody DEA w klasyfikacji funduszy inwestycyjnych. *Przegląd Statystyczny*, 3–4, 51–66.

## APPLICATION OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS TO EXAMINE THE EFFICIENCY OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY FACULTIES

### Abstract

The aim of this study was to define the efficiency of engineering and technology faculties in the academic year 2013/2014 using Data Envelopment Analysis. The analysis was conducted using the BCC model aimed at maximizing effects. The model featured three inputs and three outputs. Fifteen faculties were found efficient, and the remaining thirty three – inefficient. For inefficient faculties identified trends which allow them reach full efficiency.

**Keywords:** high school, efficiency, Data Envelopment Analysis

**Kod JEL:** I23