

*Łukasz Brzezicki\*, Robert Rusielik\*\**

## POMIAR PRODUKTYWNOŚCI DZIAŁALNOŚCI DYDAKTYCZNEJ POLSKICH UCZELNI TECHNICZNYCH

(Artykuł nadesłany 06.02.2018 r.; Zaakceptowany: 11.06.2018 r.)

### STRESZCZENIE

Celem podjętych badań było oszacowanie poziomu zmian produktywności 18 wyższych szkół technicznych w zakresie działalności dydaktycznej w latach 2010–2015 za pomocą indeksu Malmquista. Do badania wykorzystano nieradialny indeks Malmquista SBM oraz nieradialny indeks Malmquista SBM z niepożądanymi efektami. W celach porównawczych badania zostały przeprowadzone dla dwóch alternatywnych zestawień zmiennych, różniących się jedynie włączeniem bądź wyłączeniem danych w zakresie liczby pozostałych pracowników. Badania wykazały, że uwzględnienie w modelu niepożądanych efektów skutkuje zmianami poziomu wskaźników produktywności, ale w większości przypadków nie powoduje zmiany oceny prowadzonej działalności dydaktycznej. Ponadto wykazano, że największy wzrost produktywności wystąpił w uczelniach „średnich”, natomiast spadek produktywności zaobserwowano w uczelniach „małych”.

**Słowa kluczowe:** szkolnictwo wyższe, produktywność, SBM, indeks Malmquista.

**Klasyfikacja JEL:** I21, I22, I23, C14

---

\* Urząd Statystyczny w Gdańsku; e-mail: brzezicki.lukasz@wp.pl

\*\* Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Ekonomiczny; e-mail: Robert.Rusielik@zut.edu.pl

## WPROWADZENIE

Szkolnictwo wyższe z uwagi na ważną rolę, jaką pełni w dostarczaniu wysokiej jakości kapitału ludzkiego na potrzeby gospodarki, jest w ostatnich latach cyklicznie reformowane. Jednak w przededniu kolejnej planowanej do wdrożenia w 2018 r. reformy tzw. Ustawy 2.0 jest niezbędne ocenienie efektów poprzednich zmian systemowych w szkolnictwie wyższym. W założeniu do ustawy o szkolnictwie wyższym z 2011 r. wskazano, że *proponowane zmiany mają przede wszystkim charakter projakościowy oraz prowadzą do poprawy efektywności wydatkowania publicznych środków na szkolnictwo wyższe* (MNiSW, 2009, s. 22). W podobnym tonie przyjęto cele rozwojowe szkolnictwa wyższego do 2030 r. zakładające m.in. *wzrost jakości kształcenia i dopasowania go do potrzeb społecznych i gospodarczych, poprawę funkcjonowania systemu szkolnictwa wyższego poprzez zmiany w obszarach organizacji, zarządzania i finansowania działalności dydaktycznej* (MNiSW, 2015: 6). Biorąc pod uwagę powyższy kontekst należy zauważyć, że znaczącą rolę na rynku usług edukacyjnych na poziomie wyższym ogrywa państwo za pomocą MNiSW, które spełnia kilka funkcji. Dla całego systemu szkolnictwa wyższego, po pierwsze, jest regulatorem, tworzącym przepisy prawne, po drugie, posiada funkcje nadzorcze i koordynacyjne. Po trzecie, jest zarówno właścicielem publicznych uczelni, jak i głównym finansującym usługi kształcenia za pomocą dotacji dydaktycznej. Z uwagi na dwie ostatnie funkcje właściciela i płatnika nabiera znaczenia efektywność finansowania działalności dydaktycznej publicznego szkolnictwa wyższego. Wynika to stąd, że zarówno MNiSW, jak i uczelniom zależy, aby w nominalnym czasie przewidzianym na proces kształcenia jak najwięcej osób ukończyło edukację. Ministerstwo wydatkuje na ten cel określone środki publiczne, uczelnie zaś, których zasoby w postaci zaangażowania pracowników do działalności dydaktycznej i przychodów z opłat za usługi edukacyjne, chcą, aby zasoby te były wykorzystywane racjonalnie i efektywnie w czasie regulaminowym przewidzianym na studia. Jak wynika ze statystyk MNiSW (2016), co roku jest pewna grupa osób, którzy kończą ostatni rok studiów jednak bez egzaminu dyplomowego – przekraczając w ten sposób nominalny czas studiowania, czego konsekwencją jest konieczność dodatkowego wykorzystania głównie zasobów kadrowych szkół wyższych do dalszego procesu edukacyjnego. Osoby te, które można określić jako niedoszli absolwenci, są dla uczelni niepożądanym efektem działalności dydaktycznej. W związku z powyższym zasygnalizowany problem badawczy należy uznać za ważny, dlatego postanowiono przeanalizować go empirycznie.

Celem podjętych badań było oszacowanie poziomu zmian produktywności 18 wyższych szkół technicznych w zakresie działalności dydaktycznej w latach 2010–2015 za pomocą indeksu Malmquista.

Wartością dodaną artykułu jest zastosowanie dotychczas nie wykorzystanego w Polsce indeksu Malmquista (nieradialnego indeksu Malmquista raz obliczanego za pomocą modelu SBM (*Slack Based Measure*), a drugi raz – stosując model SBM z niepożądanymi efektami) do pomiaru produktywności szkolnictwa wyższego, uwzględniając problem zasygnalizowany przez Szuwarzyńskiego (2006)



w postaci określenia, w jakim czasie, tj. regulaminowym bądź nie, absolwent uzyskał dyplom.

Artykuł składa się z pięciu części. Po wprowadzeniu, w drugiej jego części dokonano przeglądu literatury. W kolejnej części przedstawiono istotę pomiaru produktywności, a także metody badań. W następnej części zaprezentowano wyniki badań empirycznych i omówiono ich interpretacje. Artykuł kończą wnioski i propozycje dalszych badań w prezentowanej tematyce.

## 1. PRZEGLĄD LITERATURY

Powszechnie stosowanymi metodami badania efektywności podmiotów gospodarczych są: metody klasyczne, parametryczne i nieparametryczne (Szuwarzyński, Julkowski, 2014). Jednak z dokonanej kwerendy w zakresie badań dotyczących szkolnictwa wyższego wynika, że najczęściej do pomiaru efektywności w ujęciu statycznym, tj. dla jednego roku, jest wykorzystywana nieparametryczna metoda Data Envelopment Analysis (DEA), zaś do szacowania zmian produktywności

**Tabela 1. Zestawienie badań szkolnictwa wyższego prowadzonych za pomocą indeksu Malmquista**

Autor i rok publikacji	Liczba badanych jednostek	Okres badawczy
Pasewicz i Świtłyk (2008)	8 grup szkół wyższych	1995–2005
Pasewicz, Słabońska i Świtłyk (2009)	8 uczelni rolniczych	2001–2005
Mongiatio, Pasewicz i Świtłyk (2010)	17 uczelni technicznych	2001–2005
Wolszczak–Derlacz (2013)	31 uczelni (uniwersytety i politechniki)	2002–2008
Brzezicki i Wolszczak–Derlacz (2015)	50 szkół wyższych	2009–2012
Świtłyk i Wilczyński (2015)	57 uczelni	2001–2008
Ćwiąkała-Matys (2010)	59 uczelni	2001–2007
Świtłyk (2013)	59 uczelni	2002–2008
Sompolska–Rzechuła i Świtłyk (2011)	59 uczelni	2004–2008
Pietrzak i Baran (2017)	14 wydziałów	2008/2009–2011/2012
Pietrzak (2016)	137 wydziałów	2008/2009–2013/2014

Źródło: opracowanie własne.



w czasie w ujęciu dynamicznym – indeks Malmquista, obliczany za pomocą modeli DEA. Ponieważ przedmiotem badań podejmowanych w niniejszym artykule jest pomiar produktywności szkolnictwa wyższego za pomocą indeksu Malmquista, to na nim w głównej mierze skupiono się w dalszej części artykułu. W celu lepszego zobrazowania i wyjaśnienia metodyki badawczej postanowiono jednak przedstawić zależności między metodą DEA a indeksem Malmquista w dalszej części artykułu. W tym miejscu należy również zauważyć, że przedmiotem badania są polskie wyższe szkoły, dlatego przegląd zostanie ograniczony tylko do krajowych badań.

Badania dotyczące produktywności szkolnictwa wyższego przy użyciu indeksu Malmquista, obliczanego za pomocą metody DEA, są prowadzone na kilku poziomach strukturalnych. A. Parteka i J. Wolszczak-Derlacz (2013) wykorzystały indeks Malmquista do pomiaru produktywności szkolnictwa wyższego w siedmiu krajach europejskich, w tym również w Polsce, uwzględniając dane z lat 2001–2005. Natomiast Wolszczak-Derlacz (2018) za pomocą indeksu Malmquista oszacowała zmiany produktywności w 10 krajach europejskich i Stanach Zjednoczonych w latach 2000–2010. Przechodząc na płaszczyznę krajową, można odnotować znacznie więcej badań w tym zakresie (tab. 1).

Autorzy do badania efektywności zarówno za pomocą metody DEA, jak i indeksu Malmquista wykorzystywali przede wszystkim dane statystyczne i finansowe (tab. 2). Nie wolno jednak zapominać, że wybrany zestaw nakładów i efektów zależy nie tylko od obszaru badawczego, ale także od celu analizy. Szczególnie dotyczy to obszaru kształcenia, gdyż zdarzało się, że raz za wynik działalności dydaktycznej przyjmowani byli studenci (np. Pietrzak, Baran, 2017), a w drugim przypadku – absolwenci (np. Parteka, Wolszczak-Derlacz, 2013). Jak wskazuje Wolszczak-Derlacz (2013, s. 35), *problematiczną zmienną jest liczba studentów, gdyż nie do końca wiadomo, czy powinna zostać zaliczona do nakładów czy do wyników działalności uczelni. Należy jednak zgodzić się z A. Szuwarzyńskim (2006: 217–218), który wskazuje, że (...) jest wiele aspektów działania uczelni, kształtujących jej efektywność, które trudne są do ilościowego ujęcia. Dotyczy to takich parametrów, jak ustalenie, co jest produktem działania szkoły wyższej, szczególnie w zakresie realizacji procesu dydaktycznego. Często przyjmuje się, że produktem jest absolwent, ale nikt nie określa, w jaki sposób uzyskał on dyplom. Czy w regulaminowym terminie, czy też rok lub dwa później? Nie zwraca się należytej uwagi na to, ilu studentów rezygnuje w trakcie studiów. Są to również produkty, które w firmie produkcyjnej można porównać z wyrobami wybrakowanymi. Pociągają one za sobą określone koszty, jednakże ze względu na niespełnianie oczekiwanej przez klienta jakości nie przynoszą przychodu.*

Z przeglądu literatury wynika, że indeks Malmquista został wykorzystany do pomiaru różnych obszarów działalności szkół wyższych. Ł. Brzezicki i J. Wolszczak-Derlacz (2015) zastosowali indeks Malmquista do oszacowania produktywności działalności dydaktycznej szkolnictwa wyższego. A. Parteka i J. Wolszczak-Derlacz (2013) uwzględniły dane związane z działalnością naukową i dydaktyczną podczas pomiaru produktywności szkolnictwa wyż-



**Tabela 2. Zmienne przyjmowane w literaturze do badania szkolnictwa wyższego**

Zmienna	Nazwa zmiennej	Badania empiryczne
Nakład	Liczba nauczycieli akademickich	Pietrzak i Baran (2017); Brzezicki i Wolszczak – Derlacz (2015); Parteka i Wolszczak-Derlacz (2013); Brzezicki (2017)
Nakład	Liczba pozostałych pracowników	Brzezicki i Wolszczak-Derlacz (2015); Ćwiąkała-Matys (2010); Pasewicz, Słabońska i Śwityk (2009); Rusielik (2010)
Nakład	Wartość ogólnego przychodu lub przychodu z dydaktyki, sfery naukowej	Brzezicki i Wolszczak-Derlacz (2015); Parteka i Wolszczak-Derlacz (2013); Wolszczak – Derlacz (2013); Brzezicki (2017); Wolszczak-Derlacz (2018)
Nakład	Wartość dotacji dydaktycznej	Ćwiąkała-Matys (2010)
Nakład	Majątek trwały	Ćwiąkała-Matys (2010)
Nakład	Wydatki osobowe np. w postaci płac brutto	Śwityk (2013); Pasewicz i Śwityk (2008); Rusielik (2010)
Nakład	Wydatki pozasobowe w postaci np. wartości: zużycia materiałów i energii, usług obcych, amortyzacji i innych danych rachunkowych	Śwityk (2013); Pasewicz i Śwityk (2008); Rusielik (2010)
Wynik	Liczba publikacji lub cytowań	Parteka i Wolszczak-Derlacz (2013); Pietrzak (2016); Pietrzak i Baran (2017); Wolszczak – Derlacz (2013)
Wynik	Liczba studentów	Ćwiąkała-Matys (2010); Parteka i Wolszczak-Derlacz (2013); Pietrzak i Baran (2017); Pasewicz i Śwityk (2008); Pasewicz, Słabońska i Śwityk (2009); Brzezicki (2017)
Wynik	Liczba absolwentów	Ćwiąkała-Matys (2010); Parteka i Wolszczak-Derlacz (2013); Pasewicz i Śwityk (2008); Pasewicz, Słabońska i Śwityk (2009); Brzezicki i Wolszczak – Derlacz (2015); Brzezicki (2017)
Wynik	Liczba projektów badawczych, wartość grantów i prac zleconych	Pietrzak (2016); Pietrzak i Baran (2017); Wolszczak – Derlacz (2013)

Źródło: opracowanie własne.

szego. Natomiast Wolszczak-Derlacz (2013) dokonała pomiaru produktywności szkolnictwa wyższego w zakresie dydaktyki, badań naukowych oraz współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym. P. Pietrzak i J. Baran (2017) przyjęli do swojej analizy podobne obszary badawcze jak Wolszczak-Derlacz (2013). W przypadku analizowania działalności dydaktycznej po stronie wyników ujmowano liczbę studentów, absolwentów, w działalności naukowej – liczbę publikacji, cytowań, zaś w działalności na rzecz środowiska społeczno-gospodarczego – liczbę projektów badawczych, wartość grantów i prac zleconych. Niemniej jednak do najczęściej przyjmowanych zmiennych należą: liczba nauczycieli akademickich, pozostałych pracowników, liczba studentów, absolwentów oraz różnej kategorii wartości finansowe.

Do badania efektywności polskiego szkolnictwa wyższego za pomocą metody DEA przeważnie są wykorzystywane dwa standardowe radialne modele CCR i BCC (np. Ćwiakła-Małys, 2010; Świtlyk, 2013) z nielicznymi wyjątkami, np.: SBM (Rusielik, 2010; Szuwarzyński, Julkowski, 2014, Brzezicki, 2017). W przypadku pomiaru produktywności szkolnictwa wyższego za pomocą indeksu Malmquista jest jedynie wykorzystywana jego radialna postać (np. Wolszczak-Derlacz, 2013; Pietrzak, Baran, 2017). Wedle wiedzy autorów nie zastosowano dotychczas nieradialnego indeksu Malmquista do określenia zmian produktywności ani w polskim, ani w zagranicznym szkolnictwie wyższym (tym bardziej uwzględniając przy tym niepożądane efekty).

Podsumowując przegląd literatury, należy stwierdzić, że znaleziono luki w wiedzy; luki te autorzy postarają się wypełnić danymi empirycznymi w dalszej części artykułu. Z dokonanej kwerendy wynika, że mimo wielu lat prowadzenia badań dotyczących efektywności i produktywności szkolnictwa wyższego (wedle wiedzy autorów) nie dokonano analizy zagadnienia zasygnalizowanego przez A. Szuwarzyńskiego (2006, s. 217–218) odnośnie do określenia, w jakim czasie absolwent uzyskał dyplom, czy było to w okresie regulaminowym (przyjmując to jako pozytywny efekt działalności dydaktycznej), czy przekroczył nominalny okres studiów i wówczas mamy do czynienia z niepożądanym wynikiem procesu kształcenia. Następnie należy zaznaczyć, że dotychczas nie wykorzystano nieradialnego indeksu Malmquista do pomiaru zmian produktywności szkolnictwa wyższego w Polsce.

## 2. METODYKA BADANIA

Do badania jednostek publicznych, jak stwierdzono, najczęściej jest wykorzystywana – jako szczególnie użyteczna ze względu na możliwość uwzględniania jednocześnie wielu nakładów i efektów – nieparametryczna metoda DEA. Tradycyjnie badanie efektywności za pomocą metody DEA zakłada

uwzględnianie korzystnych wartości po stronie wyników działalności podmiotu decyzyjnego, określanego jako *Decision Making Units* (DMU). Jednakże podczas procesu produkcji oprócz dobrych finalnych wyrobów, które są zgodne z oczekiwaniami, powstają również niepełnowartościowe produkty. Do wytworzenia jednych i drugich zużyto nakłady potrzebne do ich wyprodukowania, niestety tylko pierwsze z nich spełniają oczekiwania. Zatem kryterium oceny podmiotu pod względem wydajności odnoszące się do założenia, że produkcja większej liczby produktów przy użyciu mniejszych zasobów, nie do końca się sprawdza, gdyż nie uwzględnia ona niepożądanych rezultatów działalności. Należy więc przyjąć, że jednostka gospodarcza DMU, której technologia produkcji pozwala uzyskać więcej dobrych produktów i mniej niepożądanych (niepełnowartościowych) przy zużyciu mniejszych zasobów, powinna zostać uznana za efektywną. Powyższy postulat został zrealizowany analitycznie przez W.W. Coopera, L.M. Seiforda i K. Tone'a (2007) w nowym modelu SBM uwzględniającym niepożądane produkty (*SBM with undesirable outputs*). Model opiera się na założeniu, że każda jednostka DMU posiada trzy grupy zmiennych, tj.: nakłady, dobre produkty i złe produkty (zob. aneks 2). W przypadku modeli SBM wymaga się, aby wszystkie dane w zakresie nakładów i wyników były wartościami dodatnimi, większymi od zera (Tone, 2017). Warunek ten nabiera jednak zasadniczego znaczenia, uwzględniając model SBM z niepożądanymi efektami, gdyż istnieje prawdopodobieństwo, że nie każda analizowana jednostka może generować niekorzystne efekty, a tylko pozytywne wyniki. W literaturze (Cooper, Seiford, Tone, 2007) sugeruje się zastąpienie wartości zerowych bardzo małymi dodatnimi liczbami, aby pozostawić analizowane jednostki w próbie badawczej.

Wskaźniki efektywności obliczone za pomocą modeli DEA dotyczą jednego okresu badania. Posiadają one zatem charakter statyczny. W celu określenia zmian dynamiki w czasie niezbędne jest wykorzystanie indeksu produktywności całkowitej Malmquista. R. Färe, S. Grosskopf, B. Lindgren i P. Roos (1994) zaproponowali jego obliczanie za pomocą nieparametrycznej metody DEA. Ponadto jest możliwa dekompozycja indeksu na dwa elementy (ibid., 1994): zmiany efektywności technicznej (*TE*) i zmiany postępu technologicznego (*PTE*). Pierwszy element (*TE*) dotyczy rzeczywistej zmiany efektywności technicznej pomiędzy dwoma okresami  $t$  i  $t+1$ . Drugi element (*PTE*) odnosi się do postępu w stosowanej technologii produkcji między dwoma okresami  $t$  i  $t+1$ . Dotyczy zatem przesunięcia empirycznej funkcji produkcji. Radialny pomiar produktywności za pomocą indeksu Malmquista, przedstawiony przez Färe, Grosskopf, Lindgren, Roos (1994), nie uwzględnia jednak wartości niedopasowania (luzów), dlatego K. Tone (2004) zaproponował obliczanie indeksu Malmquista (zob. aneks 3) za pomocą nieradialnego modelu SBM [Malmquist-Index-SBM].

Nieradialny indeks Malmquista SBM podobnie jak jego radialny odpowiednik można również dekomponować na dwie składowe *TE* i *PTE*, które określają czynniki wpływu zmian produktywności w czasie. Wartości indeksu Malmquista oraz jego elementów składowych *TE* i *PTE* większe od 1 określają wzrost, mniejsze od 1 – spadek, a równe 1 świadczą o braku zmiany w analizowanym okresie.



Na potrzeby badania empirycznego połączono nieradialny indeks Malmquista SBM przedstawiony przez Tone (2004) z nieradialnym modelem SBM z niepożądanymi produktami zaprezentowanym w publikacji Coopera, Seiforda i Tone (2007). Do badania zmian produktywności w czasie wykorzystano nieradialny indeks Malmquista SBM z niepożądanymi efektami, zakładający stałe korzyści skali, zorientowany na wyniki [*Malmquist Index SBM-BadOutput-C-O*]. Jednak w celu porównania wyników uzyskanych za pomocą powyższego nieradialnego indeksu Malmquista z niepożądanymi efektami [*Malmquist Index SBM-BadOutput-C-O*] dokonano również oszacowania produktywności przy użyciu klasycznego nieradialnego indeksu Malmquista SBM [*Malmquist Index SBM-C-O*]. Charakterystyka powyższych modeli znajduje się w aneksie (1–3). Badanie empiryczne zostało zatem podzielone na dwa modele uwzględniające różne podejścia, z których pierwsza dotyczy zastosowania klasycznych modeli, a druga – modeli z niepożądanymi efektami.

Wyjaśnienia wymaga jeszcze kwestia przyjęcia odpowiednich założeń w zakresie efektów skali i orientacji modelu. W literaturze postuluje się, że w przypadku (...) *badania jednostek różniących się między sobą wielkością (mała-duża jednostka), należy wybierać model ze zmiennymi efektami skali (VRS), a jeżeli jednostki nie różnią się wielkością, bądź gdy wykorzystujemy dane znormalizowane o małym zróżnicowaniu, można wówczas zastosować model ze stałymi efektami skali (CRS)* – (Cooper, Seiford i Tone, 2007: 344). Należy jednak zauważyć, że w przypadku zastosowania modelu ze zmiennymi efektami skali może wystąpić sytuacja braku optymalnych rozwiązań, szczególnie jest to zauważalne podczas pomiaru zmian produktywności w ujęciu dynamicznym za pomocą indeksu Malmquista (zob. Tone, 2004: 209; Tone, 2017: 44; Cooper, Seiford i Tone, 2007: 343–344). Podczas wstępnych badań rozpoznawczych napotkano wspomniany powyżej problem. Istnieje kilka sposobów przezwyciężenia tego mankamentu m.in. poprzez zastosowanie modelu niezorientowanego zamiast zorientowanego bądź przez zmianę założenia odnośnie do efektów skali ze zmiennych na stałe. Postanowiono skorzystać z drugiego rozwiązania. Zastosowano model ze stałymi efektami skali do obliczenia indeksu Malmquista. Wybór orientacji modelu zależy przede wszystkim od tego, co jest celem analizy (minimalizacja nakładów bądź maksymalizacja wyników) lub od zmiennych, na które ma wpływ (albo kontrolę) badana jednostka, która poddawana jest badaniu, przez co może określić, jak powinna zmienić proporcję nakładów lub efektów, aby zwiększyć swój poziom efektywności w stosunku do innych badanych jednostek na podstawie benchmarkingu. Do badania empirycznego przyjęto model zorientowany na wyniki, gdyż podstawą niniejszej analizy jest problem zasygnalizowany przez A. Szuwarzyńskiego (2006) w postaci określenia, w jakim czasie absolwent uzyskał dyplom. Przyjmując jako pozytywny efekt działalności dydaktycznej liczbę absolwentów, natomiast liczbę studentów, którzy ukończyli już zajęcia edukacyjne, a nie uzyskali dyplomu – jako niepożądany efekt tej działalności. Dlatego orientacja na wyniki pozwoli uzyskać odpowiedź, która uczelnia bardziej skutecznie realizuje proces kształcenia, wpływając tym samym na poprawę swojej produktywności.





## 2.1 BADANE UCZELNIE

Przed przystąpieniem do badania należy spełnić założenie wstępne dotyczące odpowiedniej liczby badanych jednostek oraz względnej ich jednolitości. W związku z powyższym dokonano doboru celowego obiektów poddanych analizie. Zwrócono uwagę na dwa zjawiska związane ze szkolnictwem wyższym w okresie początkowym badania, będące jednocześnie kryteriami doboru próby badawczej. Pierwszym była polityka państwa, promująca nauki techniczne, tzw. kierunki zamawiane (Grotkowska, Gajderowicz, Wincenciak i Wolińska, 2014), a drugim – zwiększanie partycypacji w nich kobiet (*Dziewczyny na Politechniki. Raport 2012*). W Polsce funkcjonuje 18 szkół wyższych o profilu technicznych, głównie są to politechniki<sup>1</sup>. W związku z powyższym do badania empirycznego przyjęto jednorodną grupę 18 publicznych uczelni technicznych nadzorowanych w latach 2010–2015 przez MNiSW: U1 – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, U2 – Politechnika Warszawska, U3 – Politechnika Białostocka, U4 – Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, U5 – Politechnika Częstochowska, U6 – Politechnika Gdańska, U7 – Politechnika Śląska w Gliwicach, U8 – Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, U9 – Politechnika Koszalińska, U10 – Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, U11 – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, U12 – Politechnika Lubelska, U13 – Politechnika Łódzka, U14 – Politechnika Opolska, U15 – Politechnika Poznańska, U16 – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, U17 – Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, U18 – Politechnika Wrocławska. Analiza wyników próby badawczej wskaże, czy wzmożone zainteresowanie naukami technicznymi z ilościowej charakterystyki przekłada się chociaż częściowo zarówno na jakość edukacji, jak i na potencjał kandydatów na studia oraz ukończenie przez nich studiów w nominalnym czasie ich trwania.

## 2.2 PRZYJĘTE NAKŁADY I EFEKTY

Wybór nakładów i efektów charakteryzujących działalność dydaktyczną uczelni technicznych jest bez wątpienia najważniejszą czynnością badawczą, gdyż determinuje zarówno cel prowadzonej analizy, jak i uzyskane na tej podstawie wyniki. Przy wyborze nakładów kierowano się zmiennymi wykorzystywanymi w literaturze przez innych autorów. Do dwóch głównych nakładów posiadanych i wykorzystywanych w działalności dydaktycznej można zaliczyć zasoby finansowe i ludzkie. Przyjęto zatem do nakładów w zakresie kapitału ludzkiego liczbę nauczycieli akademickich (pełnozatrudnionych i niepełnozatrudnionych) –  $X_1$  oraz liczbę pozostałych pracowników (pełnozatrudnionych i niepełnozatrudnionych), niebę-

<sup>1</sup> Zarówno MNiSW, jak i GUS dzieli publiczne szkoły wyższe na kilka grup, które odpowiadają profilowi działalności oraz posiadanym przez uczelnie uprawnieniom do nadawania naukowego stopnia doktora.



**Tabela 3. Przyjęte nakłady i wyniki w modelach empirycznych**

Wyszczególnienie	Klasyczny MI-SBM		BadOutput MI-SBM	
	Model I	Model II	Model I	Model II
$X_1$ – liczba nauczycieli akademickich (pełnozatrudnionych i niepełnozatrudnionych)	+	+	+	+
$X_2$ – liczba pozostałych pracowników (pełnozatrudnionych i niepełnozatrudnionych)	+	-	+	-
$X_3$ – ogólna wartość przychodów dydaktycznych	+	+	+	+
$Y_1^b$ – liczba studentów (stacjonarnych i niestacjonarnych) po ostatnim roku bez dyplomu	-	-	+	+
$Y_2^g$ – liczba absolwentów (stacjonarnych i niestacjonarnych)	+	+	+	+

Źródło: opracowanie własne.

dających nauczycielami –  $X_2$ ; do środków finansowych zaliczono wartość przychodów dydaktycznych w danym roku –  $X_3$ . Definiując efekty, przyjęto za podstawę koncepcję modelu SBM uwzględniającego niepożądane produkty. W związku z tym jako niekorzystny efekt działalności dydaktycznej potraktowano liczbę studentów (stacjonarnych i niestacjonarnych) po ostatnim roku bez dyplomu, którzy nie ukończyli edukacji w nominalnym okresie –  $Y_1^{b2}$ . Do wyników zakwalifikowano również ogólną liczbę absolwentów (stacjonarnych i niestacjonarnych łącznie z cudzoziemcami) –  $Y_2^g$ , którzy są naturalnie utożsamiani z finalnym procesem kształcenia – reprezentujących dobre efekty.

W celu sprawdzenia, czy liczba pozostałych pracowników wpływa na zmianę produktywności, przyjęto do badania dwa modele empiryczne (modele I i II), różniące się między sobą tym, że w modelu I ujęto pozostałych pracowników, zaś w modelu II już nie (tab. 3). Taki zabieg powinien wskazać, czy pozostała kadra przyczynia się do lepszego zorganizowania procesu dydaktycznego i wzrostu liczby

<sup>2</sup> W przypadku braku liczby studentów po ostatnim roku, którzy są bez dyplomu w konkretnej uczelni i danym roku, wartość 0 została zastąpiona bardzo małą liczbą 0,004, co pozwoliło na uwzględnienie tych uczelni w analizie. Podobne podejście badawcze zastosowali A. Szuwarzyński i B. Julkowski (2014).



absolwentów oraz wpływa na spadek osób, które ukończyły zajęcia edukacyjne, nie posiadają jednak dyplomu.

Zgodnie z wcześniej zdefiniowaną metodyką badawczą w podejściu z niepożądanymi efektami, przyjęto model I składający się z trzech nakładów ( $X_1, X_2, X_3$ ) i dwóch efektów ( $Y_1^b, Y_2^g$ ) oraz dodatkowo model II obejmujący dwa nakłady ( $X_1, X_3$ ) i dwa produkty ( $Y_1^b, Y_2^g$ ). Natomiast w klasycznym indeksie Malmquista SBM bez niepożądanych efektów uwzględniono te same dwa modele (model I i II), jednak bez negatywnego efektu w postaci  $Y_1^b$ . W tym przypadku model I obejmuje takie zmienne jak:  $X_1, X_2, X_3, Y_2^g$ , zaś model II:  $X_1, X_3, Y_2^g$ .

Mimo że do badania empirycznego przyjęto jedynie dane ilościowe, to należy podkreślić, że uwzględnienie pozytywnych (liczby absolwentów) i niepożądanych efektów (studentów po ostatnim roku bez dyplomu) działalności dydaktycznej pozwala pośrednio ocenić jakość kształcenia. Wzrost jakości kształcenia przekłada się na wzrost liczby absolwentów i spadek liczby osób, które ukończyły program studiów, jednak nie posiadają dyplomu. Niniejsze badanie poza *sensu stricto* badaniem efektywności w aspekcie ilościowym również zwraca uwagę *sensu largo* na jakość edukacji akademickiej.

Dane do obliczeń pozyskano z informatora statystycznego „Szkolnictwo wyższe – dane podstawowe” wydawanego przez MNiSW oraz ze sprawozdań z wykonania planu rzeczowo-finansowego poszczególnych szkół wyższych. Wybór okresu badawczego był podyktowany przede wszystkim dostępnością, jednolitością i aktualnością danych. Za koniec okresu badawczego przyjęto zatem najbardziej aktualne dane z 2015 r., zaś za początek okresu ujęto dane z 2010 roku. Należy również zaznaczyć, że dane z lat 2010–2015 były spójne między poszczególnymi latami, co było bardzo istotne przy porównaniu międzyokresowym.

### 3. WYNIKI BADAŃ I ICH INTERPRETACJA

Wyniki pomiaru produktywności dla modelu klasycznego zamieszczono w tabeli 4, natomiast dla modelu z niepożądanymi efektami w tabeli 5. Przedstawione indeksy produktywności (MI) zostały dodatkowo zdekomponowane na indeks zmian efektywności (TE) i zmian technologii (PTE).

Średni poziom wskaźnika produktywności w podejściu klasycznym wynosił 1,17 dla modelu M-I, a dla modelu M-II – 1,14. Odchylenie standardowe w obu modelach wynosiło około 0,36. Analizując kształtowanie się poziomu wskaźnika, możemy wyróżnić trzy grupy uczelni, tj. grupę (A), gdzie występuje spadek produktywności, grupę (B), gdzie występuje wyraźny wzrost produktywności (ponad 30%) i grupę (C) o podobnym poziomie produktywności. Jednocześnie można stwierdzić, że zmiana modelu zmiennych z M-I na M-II nie powoduje migracji uczelni pomiędzy grupami A, B i C. Do grupy A można przyporządkować 7 uczelni, tj.: U1, U3, U4, U5, U9, U14 i U16. Najniższym wskaźnikiem zmian produktywności w obu modelach wykazuje się Zachodniopomorski



**Tabela 4. Produktyność działałności edukacyjnej publicznych uczelni technicznych w latach 2010–2015 (klasyczny indeks Malmquista SBM)**

DMU	Model I			Model II		
	MI	TE	PTE	MI	TE	PTE
U1	0,62	0,66	0,94	0,62	0,66	0,94
U2	1,15	1,12	1,02	1,13	1,08	1,05
U3	0,79	0,77	1,02	0,79	0,77	1,02
U4	0,85	0,93	0,92	0,78	0,91	0,86
U5	0,79	0,90	0,88	0,76	0,89	0,85
U6	1,61	1,55	1,04	1,61	1,55	1,04
U7	1,15	1,17	0,98	1,15	1,16	0,99
U8	1,77	1,86	0,95	1,77	1,85	0,96
U9	0,85	0,96	0,88	0,83	0,96	0,86
U10	1,52	1,58	0,96	1,50	1,54	0,97
U11	1,79	1,86	0,96	1,74	1,76	0,99
U12	1,35	1,36	0,99	1,34	1,35	0,99
U13	1,16	1,11	1,04	1,14	1,08	1,05
U14	0,74	0,76	0,97	0,72	0,74	0,96
U15	1,22	1,22	0,99	1,04	1,05	0,99
U16	0,96	1,01	0,95	0,89	0,99	0,90
U17	1,35	1,32	1,02	1,35	1,32	1,02
U18	1,37	1,29	1,06	1,37	1,29	1,06
Minimum	0,62	0,66	0,88	0,62	0,66	0,85
Średnia	1,17	1,19	0,98	1,14	1,16	0,97
Maximum	1,79	1,86	1,06	1,77	1,85	1,06
Odchylenie standardowe	0,36	0,35	0,05	0,36	0,34	0,07

Źródło: badania własne.



**Tabela 5. Produktywność działalności edukacyjnej publicznych uczelni technicznych w latach 2010–2015 (indeks Malmquista SBM z niepożądanymi efektami)**

DMU	Model I			Model II		
	MI	TE	PTE	MI	TE	PTE
U1	0,81	0,76	1,07	0,81	0,76	1,07
U2	1,07	0,96	1,11	1,06	0,94	1,13
U3	0,87	0,72	1,20	0,87	0,72	1,20
U4	0,77	0,65	1,19	0,63	0,65	0,98
U5	0,72	0,79	0,90	0,72	0,85	0,85
U6	1,25	1,16	1,08	1,25	1,16	1,08
U7	1,15	1,08	1,07	1,14	1,06	1,07
U8	1,32	1,19	1,10	1,31	1,19	1,10
U9	0,66	0,64	1,03	0,64	0,64	1,01
U10	1,64	1,24	1,32	1,66	1,28	1,30
U11	3,01	2,13	1,41	3,01	2,13	1,41
U12	1,13	1,06	1,07	1,13	1,06	1,07
U13	1,07	0,96	1,12	1,06	0,94	1,13
U14	1,37	1,00	1,37	1,37	1,00	1,37
U15	1,26	0,98	1,28	1,01	0,95	1,07
U16	1,05	1,00	1,05	0,91	0,84	1,08
U17	1,69	1,54	1,10	1,69	1,54	1,10
U18	1,24	1,11	1,12	1,24	1,11	1,12
Minimum	0,66	0,64	0,90	0,63	0,64	0,85
Średnia	1,23	1,05	1,14	1,20	1,05	1,12
Maximum	3,01	2,13	1,41	3,01	2,13	1,41
Odchylenie standardowe	0,53	0,35	0,13	0,55	0,36	0,13

Źródło: badania własne.



Uniwersytet Technologiczny (U1), Politechnika Opolska (U14) i Politechnika Częstochowska (U5).

Do grupy o najwyższym wskaźniku zmian produktywności (B) możemy zaliczyć 7 uczelni, tj.: U6, U8, U10, U11, U12, U17 i U18. Najwyższe wskaźniki zmian produktywności zanotowano w AGH w Krakowie (U11), Politechnice Świętokrzyskiej w Kielcach (U8) i Politechnice Gdańskiej (U6). Małe zmiany wskaźnika produktywności zanotowano w pozostałych uczelniach.

Dekompozycja wskaźników MI pozwala stwierdzić, że na zmiany wskaźnika produktywności analizowanych uczelni w większym stopniu miały wpływ zmiany efektywności technicznej (TE) niż zmiany w stosowanej technologii (PTE). Najwyższe zmiany w efektywności zanotowano w AGH w Krakowie (U11) i Politechnice Świętokrzyskiej w Kielcach (U8), natomiast największe spadki efektywności zanotowano w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym (U1), Politechnice Białostockiej (U3) i Politechnice Opolskiej (U14). Z kolei najwyższy poziom zmian technologicznych odnotowano w politechnikach: Wrocławskiej (U18), Łódzkiej (U13) i Gdańskiej (U6). Najniższy poziom zmian technologicznych zanotowano w Politechnice Koszalińskiej (U9) i Politechnice Częstochowskiej (U5).

Natomiast dokonując obliczeń za pomocą indeksu Malmquista z niepożądanymi efektami, zanotowano średni poziom wskaźnika produktywności 1,23 dla modelu M-I, a dla modelu M-II – 1,20. Odchylenie standardowe w modelu M-I wynosiło 0,53, a w modelu M-II – 0,54. Przyjmując podobnie jak w podejściu klasycznym podział uczelni ze względu na poziom zmian produktywności na grupy A, B, C, do grupy A można przyporządkować sześć uczelni, tj.: U1, U3, U4, U5, U9 i U16. Najniższym wskaźnikiem zmian produktywności w analizowanych modelach wykazują się: Politechnika Koszalińska (U9), ATH w Bielsku-Białej (U4) i Politechnika Częstochowska (U5).

Do grupy o najwyższym wskaźniku zmian produktywności (B) możemy zaliczyć pięć uczelni, tj.: U8, U10, U11, U14 i U17. Najwyższe wskaźniki zmian produktywności zanotowano w AGH w Krakowie (U11), Politechnice Rzeszowskiej (U17) i Politechnice Krakowskiej (U10). Małe zmiany wskaźnika produktywności zanotowano w pozostałych siedmiu uczelniach.

Dekompozycja wskaźników MI pozwala na stwierdzenie, że w przeciwieństwie do modelu klasycznego na zmiany poziomu wskaźnika produktywności analizowanych uczelni w większym stopniu miały wpływ zmiany technologii (PTE) niż zmiany efektywności technicznej (TE). Najwyższe zmiany w efektywności zanotowano w AGH w Krakowie (U11) i Politechnice Rzeszowskiej (U17), natomiast największe spadki efektywności odnotowano w Politechnice Koszalińskiej (U9) i ATH w Bielsku-Białej (U4). Z kolei najwyższy poziom zmian technologicznych zauważono w: AGH (U11), Politechnice Opolskiej (U14) i Politechnice Krakowskiej (U10), a najniższy – w Politechnice Częstochowskiej (U5).

Wyodrębniono – ze względu na poziom wskaźników produktywności (MI) – trzy grupy uczelni oznaczone jako A, B i C. Analizując kształtowanie się wiel-



kości średniej dla zmiennych w tych grupach (tab. 6), można stwierdzić, że uczelnie z grupy A, w której zanotowano spadek produktywności, charakteryzowały się zmniejszeniem liczby nauczycieli i pozostałych pracowników (o około 10%), znacznym zmniejszeniem liczby absolwentów (ponad 20%) i nieznacznym zwiększeniem przychodów dydaktycznych (około 10%). Można również zauważyć, że w analizowanej zbiorowości jest to grupa uczelni „najmniejszych” pod względem liczby nauczycieli i pozostałych pracowników. W grupie B – o wyraźnym wzroście produktywności – stwierdzono nieznaczny wzrost liczby nauczycieli i pozostałych pracowników (o około 3,5%), dużym zwiększeniem liczby absolwentów (ponad 80%) i pokaźnym zwiększeniem przychodów z dydaktyki (ponad 40%). W przypadku tej grupy można z kolei stwierdzić, że jest to zbiorowość uczelni „śred-

**Tabela 6. Wartości średnie i ich zmiany dla grup uczelni ABC**

Wyszczególnienie	Grupa		
	A	B	C
	Rok 2010		
Nauczyciele	658	1169	1766
Pozostali pracownicy	560	1178	1617
Przychody dydaktyczne (mln zł)	0,1	0,2	0,3
Absolwenci	2922	2905	4791
Studenci bez dyplomu	213	732	1077
	Rok 2015		
Nauczyciele	590	1211	1679
Pozostali pracownicy	501	1215	1535
Przychody dydaktyczne (mln zł)	0,1	0,3	0,4
Absolwenci	2273	5341	5918
Studenci bez dyplomu	88	339	715
	2015/2010 (%)		
Nauczyciele	-10,3	3,6	-4,9
Pozostali pracownicy	-10,5	3,2	-5,1
Przychody dydaktyczne	11,4	40,7	27,8
Absolwenci	-22,2	83,8	23,5
Studenci bez dyplomu	-58,8	-53,8	-33,6

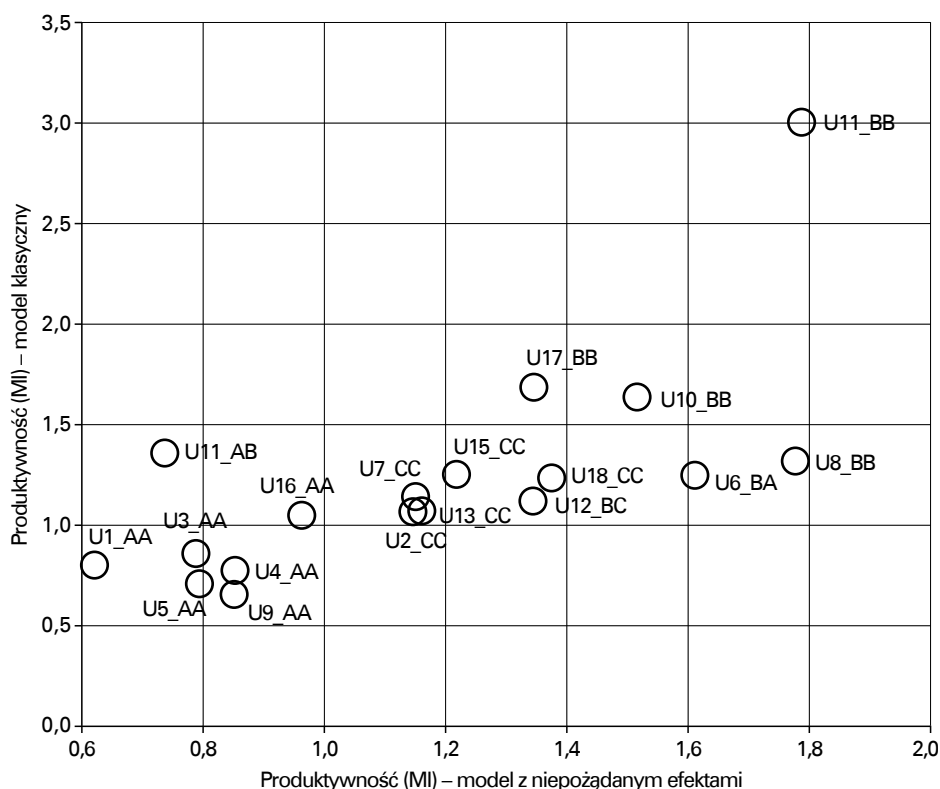
Źródło: badania własne.



nich”. W grupie C o ustabilizowanym poziomie produktywności liczba zatrudnionych nauczycieli i pozostałych pracowników wzrosła (o około 5%), liczba absolwentów wzrasta (o około 23%), natomiast poziom dotacji wzrasta o około 20%. Są to uczelnie „największe”.

Wykorzystanie w analizie modelu uwzględniającego niepożądane efekty wykazuje, że średni poziom wskaźnika zmian produktywności zwiększył się o około 6% dla całej analizowanej próby. W dziesięciu uczelniach wskaźnik ten zmalał, a w ośmiu się zwiększył. Największy spadek wskaźnika zmian produktywności odnotowano w przypadku Politechniki Świętokrzyskiej (U8) i Politechniki Gdańskiej (U6). Z kolei największy wzrost odnotowano w AGH w Krakowie (U11) i Politechnice Opolskiej (U14). Porównanie poziomu wskaźnika zmian produktywności (MI) między podejściem klasycznym a modelem z niepożądanymi efektami przedstawiono graficznie na rysunku 1.

**Rysunek 1. Produktywność działalności edukacyjnej publicznych uczelni technicznych w latach 2010–2015 dla modelu klasycznego i modelu z niepożądanymi efektami**



Uwaga: do oznaczeń uczelni (U1–U18) dołączono kategorię grupy A, B lub C, gdzie pierwsza litera oznacza grupę z modelu klasycznego, a druga z modelu z niepożądanymi efektami.

Źródło: badania własne.



Analiza komponentów zmian produktywności TE i PTE wykazuje, że w zdecydowanej większości przypadków wprowadzenie do modelu niepożądanych efektów wpływa na zmniejszenie efektywności technicznej (TE) i na zwiększenie wpływu zmian technologicznych (PTE). Należy również stwierdzić, że poziom wspomnianych zmian jest zróżnicowany w poszczególnych uczelniach. Przykładowo w Politechnice Świętokrzyskiej (U8) zanotowano największy spadek poziomu produktywności (MI) i było to skutkiem spadku efektywności technicznej (TE) o ponad 66% i zwiększenia wpływu zmian technologii (PTE) o około 15%. Przyczyny tych zmian wymagają jednak bardziej szczegółowych analiz. Ogólnie można stwierdzić, że uwzględnienie niepożądanych efektów jedynie w przypadku czterech uczelni spowodowało migrację między zdefiniowanymi wcześniej grupami A, B i C, tj. w przypadku trzech uczelni z grupy o wyraźnym wzroście produktywności (B) do grupy o stabilnym poziomie produktywności (C) i w jednym przypadku z grupy ze spadkiem produktywności (A) do grupy (B).

#### 4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wyniki badań empirycznych wskazują, że większa część uczelni uzyskała niższą produktywność w modelach z negatywnymi efektami w postaci osób bez dyplomu niż w przypadku modeli klasycznych, w których przyjęto tylko pozytywny efekt działalności dydaktycznej. W dziesięciu uczelniach wskaźnik produktywności w pierwszym przypadku zmalał, a tylko w ośmiu jednostkach się zwiększył. Zastosowanie modelu, w którym uwzględniono zarówno pozytywne, jak i negatywne efekty działalności dydaktycznej, pozwoliło uzyskać wyniki bliższe rzeczywistym warunkom panującym w systemie szkolnictwa wyższego, których klasyczne modele nie były w stanie uwzględnić. Zastosowanie alternatywnego modelu do badań, uwzględniającego inny zestaw zmiennych, w przypadku kilku uczelni spowodowało zmianę oceny prowadzonej działalności dydaktycznej, ale w większości przypadków wpływu takiego nie było.

Analiza zmian produktywności w badanej grupie uczelni wykazuje, że największy wzrost produktywności występuje w uczelniach o średniej wielkości, które znacznie zwiększyły liczbę absolwentów i przychodów z działalności dydaktycznej, jednocześnie utrzymując poziom zatrudnienia.

Najmniejsze uczelnie charakteryzowały się spadkiem produktywności w wyniku zmniejszania liczby absolwentów i zatrudnienia, a także nieznacznym zwiększeniem poziomu dochodów. W uczelniach największych poziom produktywności utrzymuje się przy wzroście liczby absolwentów, dotacji i stabilnym poziomie zatrudnienia.

Zaobserwowano, że na zwiększenie poziomu produktywności w podejściu klasycznym miały wpływ zmiany w efektywności technicznej (TE) analizowanych uczelni. Natomiast w podejściu z niepożądanymi efektami większy wpływ miały zmiany zastosowanej technologii (PTE).



Z przeprowadzonego badania wynika, że szkoły wyższe mimo niesprzyjających uwarunkowań prawno-finansowych wiążących sposób finansowania działalności dydaktycznej z liczebnością studentów obniżyły liczbę osób po ostatnim roku bez dyplomu, którzy nie ukończyli edukacji w nominalnym okresie, zmniejszając w ten sposób zaangażowanie własnych czynników produkcji w postaci pracy kadry dydaktycznej, co wpłynęło na wzrost produktywności jednostek edukacyjnych w analizowanym okresie. W dotychczasowych badaniach uwzględniających jedynie pozytywne efekty, wyniki wskazywały przeważnie umiarkowanie negatywny obraz działalności szkół wyższych, gdyż nie uwzględniały wszystkich aspektów procesu edukacyjnego.

Przeprowadzone badanie rozszerza stan wiedzy na temat działalności polskich uczelni, gdyż wskazuje, że czynniki egzogeniczne nie wpływały korzystnie na wzrost produktywności w analizowanym okresie, a jedynie znaczna mobilizacja zasób wewnętrznych uczelni pozwoliła nie tylko na złagodzenie negatywnych skutków polityki edukacyjnej w zakresie „masowości” kształcenia, ale nawet w kilku przypadkach na zwiększenie stanu produktywności uczelni.

W związku z powyższym należy stwierdzić, że wprowadzenie w ramach polityki edukacyjnej fakultatywnego, a najlepiej obowiązkowego przeprowadzania egzaminów wstępnych na studia pozwoli, z jednej strony, zmniejszyć odsetek osób o najniższym potencjale intelektualnym i zdolnościach uniemożliwiających im sprawne ukończenie studiów, a z drugiej – znacznie zredukować koszty społeczne edukacji akademickiej związane z przerywaniem bądź niekończeniem kształcenia w nominalnym czasie. Warto również zaznaczyć, że powyższa zmiana pozwoliłaby uwolnić niewykorzystane zasoby siły roboczej zablokowane w systemie szkolnictwa wyższego i przenieść ich potencjał na rynek pracy do zawodów mniej wiedzochłonnych.

Należy zwrócić uwagę na to, że w niniejszym badaniu przeanalizowano jedynie zmiany produktywności działalności dydaktycznej między dwoma okresami oraz określono, która ze składowych TE lub PTE miała na to wpływ. Nie uzyskano jednak odpowiedzi, czy dana jednostka była w pierwszym lub drugim okresie efektywna. W celu określenia poziomu efektywności w poszczególnych latach jest niezbędne zastosowanie samych modeli SBM z niepożądanymi efektami w ujęciu statycznym, co wyznacza kierunki przyszłych badań autorów.

## BIBLIOGRAFIA

- Brzezicki Ł., Wolszczak-Derlacz, J. (2015), *Pomiar efektywności kształcenia i produktywności publicznych szkół wyższych za pomocą nieparametrycznej metody DEA i indeksu Malmquista*, „Gospodarka. Rynek. Edukacja”, 16(4): 13–20.
- Brzezicki Ł. (2017), *Efektywność działalności dydaktycznej polskiego szkolnictwa wyższego*, „Wiadomości Statystyczne”, 11(678): 56–73.
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. (2007), *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Springer, New York.



- Ćwiąkała-Małys A. (2010), *Pomiar efektywności procesu kształcenia w publicznym szkolnictwie akademickim*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław. *Dziewczyny na Politechniki. Raport 2012*, Fundacja Edukacyjna Perspektywy, <http://www.dziewczynynapolitechniki.pl/2012/pdf/raport2012.pdf> (data dostępu: 11.11.2017).
- Färe R., Grosskopf S., Lindgren B., Roos P. (1994), *Productivity developments in Swedish hospitals: A Malmquist output index approach*, w: *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, A. Charnes, W.W. Cooper, A.Y. Lewin, L.M. Seiford (red.), Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Grotkowska G., Gajderowicz T., Wincenciak L., Wolińska I. (2014), *Raport końcowy z badania „Ocena jakości i skuteczności wsparcia kierunków zamawianych w ramach Poddziałania 4.1.2 PO KL”*, WYG PSDB, Warszawa.
- MNiSW (2009), *Założenia do nowelizacji ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym oraz ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*, [http://www.bip.nauka.gov.pl/g2/oryginal/2013\\_05/a77439f526899374e5924d6156f35dc3.pdf](http://www.bip.nauka.gov.pl/g2/oryginal/2013_05/a77439f526899374e5924d6156f35dc3.pdf)
- MNiSW (2015), *Program rozwoju szkolnictwa wyższego i nauki na lata 2015–2030*, Warszawa.
- MNiSW (2016), *Szkoły wyższe – dane podstawowe*, Warszawa.
- Mongiało Z., Pasewicz W., Świtłyk M. (2010), *Efektywność kształcenia na publicznych uczelniach technicznych w latach 2001–2005*, „Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Oeconomica”, 282(60): 85–102.
- Parteka A., Wolszczak-Derlacz J. (2013), *Dynamics of productivity in higher education: cross-european evidence based on bootstrapped Malmquist indices*, „Journal of Productivity Analysis”, 40: 67–82.
- Pasewicz W., Świtłyk M. (2008), *Zastosowanie metody DEA oraz indeksu produktywności całkowitej Malmquista do oceny efektywności kształcenia w państwowych szkołach wyższych*, „Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis Oeconomica”, 267(53): 161–176.
- Pasewicz W., Słabońska T., Świtłyk M. (2009), *Ocena kształcenia w publicznych uczelniach rolniczych w latach 2001–2005*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej”, 1(318): 57–72.
- Pietrzak P. (2016), *Efektywność funkcjonowania publicznych szkół wyższych w Polsce*, Wydawnictwo Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Warszawa.
- Pietrzak P., Baran J. (2017), *Application of the Malmquist Productivity Index to examine changes in the efficiency of humanities faculties*, „Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia”, 16(3): 43–52.
- Rusielik R. (2010), *Zastosowanie metody DEA do porównania procesów dydaktycznych w szkołach wyższych*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, 113: 779–795.
- Sompolska-Rzechuła A., Świtłyk M. (2011), *Zastosowanie indeksu produktywności całkowitej Malmquista i stochastycznej funkcji granicznej do oceny efektywności uczelni*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, 166: 726–735.
- Szuwarzyński A. (2006), *Rola pomiaru efektywności szkoły wyższej w kształtowaniu jej pozycji konkurencyjnej*, w: *Konkurencja na rynku usług edukacji wyższej*, J. Dietl, Z. Sapijaszka (red.), Fundacja Edukacyjna Przedsiębiorczości, Łódź.



- Szuwarzyński A., Julkowski B. (2014), *Wykorzystanie wskaźników złożonych i metod nieparametrycznych do oceny i poprawy efektywności funkcjonowania wyższych uczelni technicznych*, „Edukacja”, 3(128): 54–74.
- Świtlyk M. (2013), *Efektywność dydaktyki w uczelniach publicznych w Polsce*, „Ekonomia”, 1(22): 9–28.
- Świtlyk M., Wilczyński, A. (2015), *Zastosowanie indeksu Malmquista do badania zmian efektywności uczelni publicznych*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, 401: 514–524.
- Tone K. (2004), *Malmquist Productivity Index: Efficiency change over time*, w: *Handbook on Data Envelopment Analysis*, W.W. Cooper, L.M. Seiford, J. Zhu (eds.), Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Tone K. (2017), *Non-Radial DEA models*, w: *Advances in DEA Theory and Applications: With Extensions to Forecasting Models*, K. Tone (ed.), John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Wolszczak-Derlacz J. (2013), *Efektywność naukowa dydaktyczna i wdrożeniowa publicznych szkół wyższych w Polsce – analiza nieparametryczna*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- Wolszczak-Derlacz J. (2018), *Assessment of TFP in European and American higher education institutions – application of Malmquist indices*, “Technological and Economic Development of Economy”, 24(2): 467–488.



## ANEKSY

### ANEKS 1. NIERADIALNY MODEL SBM

Założmy, że mamy zbiór analizowanych jednostek określanych jako DMU należących do  $J = \{1, 2, \dots, n\}$ ; niech każdy DMU ma  $m$ -wejść i  $s$ -wyjść. Oznaczmy dla DMU $_j$  wektor wejść  $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$ , a wektor wyjść w następujący sposób  $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T$ . Zdefiniujmy zatem teraz macierze wejść  $X$  i wyjść  $Y$  (Tone, 2017):

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^{m \times n} \text{ oraz } Y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \in R^{s \times n}. \quad (1)$$

Przyjmujemy, że  $X, Y > 0$ . Zestaw możliwości produkcyjnych ( $P$ ) określa się za pomocą nieujemnej kombinacji DMU w zbiorze  $J$  (Tone, 2017):

$$P = \left\{ (x, y) \mid x \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j, 0 \leq y \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j, \lambda \geq 0 \right\}, \quad (2)$$

gdzie  $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)^T$  nazywany jest wektorem intensywności. Nierówności (2) można przekształcić w równości, wprowadzając luzy w następujący sposób (Tone, 2017):

$$\begin{aligned} x &= \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- \\ y &= \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ \\ s^- &\geq 0, \quad s^+ \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

gdzie  $s^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_m^-)^T \in R^m$  oraz  $s^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_s^+)^T \in R^s$  nazywają się luzami wyjść ( $s^-$ ) i luzami wejść ( $s^+$ ).

Model SBM zakładający stałe korzyści skali i zorientowany na efekty [SBM-C-O] ma następującą postać (Tone, 2017):

$$\begin{aligned} \frac{1}{\delta_o^*} &= \max_{\lambda, s^-, s^+} 1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}} \\ x_{io} &= \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- \quad (i=1, \dots, m) \\ y_{ro} &= \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ \quad (r=1, \dots, s) \\ \lambda_j &\geq 0 (\forall j) \quad s_i^- \geq 0 (\forall i) \quad s_r^+ \geq 0 (\forall r), \end{aligned} \quad (4)$$

gdzie:  $x, y$  – są wektorami nakładów i efektów DMU dla  $j = 1, \dots, n$ ,  $s_i^-$  – określają niedobory nakładów dla  $i = 1, \dots, m$ ,  $s_r^+$  – stanowią nadwyżki efektów dla  $r = 1, \dots, s$ . Kolejno:  $n$  – wskazuje liczbę jednostek DMU,  $m$  – liczbę nakładów,  $s$  – liczbę efektów,  $\lambda_j$  – współczynnik intensywności dla jednostki DMU.



## ANEKS 2. NIERADIALNY MODEL SBM Z NIEPOŻĄDANYMI EFEKTAMI

Model SBM z niepożądanymi efektami opiera się na założeniu, że każda jednostka DMU posiada trzy grupy zmiennych, tj.: nakłady, dobre produkty i złe produkty, reprezentujące trzy wektory  $x \in R^m$ ,  $y^g \in R^{s_1}$  oraz  $y^b \in R^{s_2}$ . Możemy zatem zdefiniować macierze  $X$ ,  $Y^g$  i  $Y^b$  w następujący sposób:

$$X = [x_1, \dots, x_n] \in R^{m \times n}, Y^g = [y_1^g, \dots, y_n^g] \in R^{s_1 \times n}, Y^b = [y_1^b, \dots, y_n^b] \in R^{s_2 \times n}. \quad (5)$$

Przyjmujemy, że  $X, Y^b, Y^g > 0$ . Zestaw możliwości produkcyjnych ( $P$ ) został zdefiniowany jako:

$$P = \left\{ (x, y^g, y^b) \mid x \geq X\lambda, y^g \leq Y^g\lambda, y^b \leq Y^b\lambda, \lambda \geq 0 \right\}, \quad (6)$$

gdzie  $\lambda \in R^n$  jest wektorem intensywności. Model SBM z niepożądanymi produktami, zakładającymi stałe korzyści skali i zorientowany na efekty [*SBM-BadOutput-C-O*] ma następującą postać (Cooper, Seiford i Tone, 2007):

$$\frac{1}{\rho^*} = \max 1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left( \sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{ro}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{ro}^b} \right)$$

$$x_o = X\lambda + s^-, y_o^g = Y^g\lambda - s^g, \lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0, \quad (7)$$

gdzie wektor niedopasowania (luzów)  $s^- \in R^m$  i  $s^b \in R^{s_2}$  jest związany z nadmiarowością nakładów i niepożądanymi efektami, zaś  $s^g \in R^{s_1}$  z niedoborami dobrych efektów.

## ANEKS 3. NIERADIALNY INDEKS MALMQUISTA SBM

Tone (2004) przedstawił indeks Malmquista obliczany za pomocą nieradialnego modelu SBM [*Malmquist-Index – SBM*] w następujący sposób:

$$MI = \left[ \frac{\delta^1 \left( (x_o, y_o)^2 \right)}{\delta^1 \left( (x_o, y_o)^1 \right)} \cdot \frac{\delta^2 \left( (x_o, y_o)^2 \right)}{\delta^2 \left( (x_o, y_o)^1 \right)} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (8)$$

gdzie:

$MI$  – indeks Malmquista,

$\delta^{1,2}$  – współczynnik efektywności obliczony za pomocą modelu SBM dla okresu pierwszego  $t=1$  lub<sup>3</sup> drugiego  $t=2$ ,

$(x_o, y_o)^{1,2}$  – technologia obiektu dla okresu pierwszego  $t=1$  lub drugiego  $t=2$ ,

$x, y$  – jak wcześniej.

<sup>3</sup> W zależności od numeru indeksu górnego, który wskazuje okres badawczy.



Dekompozycja nieradialnego indeksu Malmquista SBM na dwie składowe *TE* i *PTE*, które określają czynniki wpływu zmian produktywności w czasie (Tone, 2004):

$$MI = \underbrace{\frac{\delta^2((x_o, y_o)^2)}{\delta^1((x_o, y_o)^1)}}_{TE} \underbrace{\left[ \frac{\delta^1((x_o, y_o)^1)}{\delta^2((x_o, y_o)^1)} \cdot \frac{\delta^1((x_o, y_o)^2)}{\delta^2((x_o, y_o)^2)} \right]^{\frac{1}{2}}}_{PTE}. \quad (9)$$

## MEASUREMENT OF THE EDUCATION PRODUCTIVITY IN POLISH PUBLIC TECHNICAL UNIVERSITIES

### ABSTRACT

The aim of the study is to estimate the level of education productivity changes in 18 technical universities in 2010-2015 using the Malmquist index. The study employs non-radial Malmquist index SBM and the non-radial Malmquist index SBM with undesirable effects. For comparative purposes, two alternative combinations of variables are used, differing only in the inclusion or exclusion of data on the number of “other employees”. It is found that the inclusion of undesirable effects results in changes in the level of productivity indicators, but in most cases does not change the assessment of educational activities. In addition, it is found that the highest increase in productivity occurred in the “mid-size” universities, while the drop in productivity was observed in “small” schools.

**Keywords:** higher education, productivity, SBM, Malmquist index.

**JEL Classification:** I21, I22, I23, C14

