



**Politechnika Poznańska**  
**Wydział Inżynierii Zarządzania**

# **ANALIZA I OCENA PRODUKTYWNOŚCI JEDNOSTEK NAUKOWYCH**

**Joanna Jakuszewicz**

Wydział Zarządzania  
Politechnika Białostocka

## **AUTOREFERAT ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**Promotor:**

**prof. dr. hab. inż. Joanicjusz Nazarko**  
(Wydział Zarządzania, Politechnika Białostocka)

**Recenzenci:**

**prof. dr hab. inż. Bogusław Smólski**  
(Wydział Elektroniki, Wojskowa Akademia Techniczna)

**prof. dr hab. inż. Stefan Trzcieliński**  
(Wydział Inżynierii Zarządzania, Politechnika Poznańska)

Poznań 2015

## **Spis treści**

WPROWADZENIE .....	3
1. PROBLEM BADAWCZY I JEGO UZASADNIENIE .....	4
2. CELE PRACY I HIPOTEZY BADAWCZE .....	4
3. METODY BADAWCZE .....	5
4. STRUKTURA PRACY .....	6
5. METODYKA BADAŃ .....	7
6. REZULTATY BADAWCZE .....	8
PODSUMOWANIE .....	29
SPIS TREŚCI ROZPRAWY DOKTORSKIEJ .....	30
NOTA O AUTORZE .....	31
WYBRANE POZYCJE LITERATURY .....	33

## WPROWADZENIE

Francuski noblista, fizyk L. de Broglie (1892-1987), analizując tempo rozwoju nauki wnioskował, że zarówno kadrowy, instytucjonalny, jak i informacyjny rozwój nauki odbywa się w sposób wykładniczy<sup>1</sup>. Budowane na tej podstawie nieosiągalne prognozy tempa wzrostu pracowników naukowych skłoniły do refleksji, że rozwój nauki zostanie przy pewnym poziomie zahamowany z braku dostatecznego przyrostu wiedzy naukowej. Rozwiązania tego problemu upatrywano już wtedy w zwiększeniu produktywności w sektorze nauki.

Problematyka produktywności w sektorze badań naukowych początkowo rodziła wiele wątpliwości, ponieważ z jednej strony pojęcie produktywności często było utożsamiane jedynie z działalnością produkcyjną<sup>2</sup>, z drugiej zaś argumentowano stwierdzenie, że nie można obiektywnie zmierzyć poziomu i wartości pracy naukowej<sup>3</sup>. Mimo to, wciąż trwały prace nad doskonaleniem metod pomiaru i oceny efektów pracy naukowej.

Produktywność nauki, rozpatrywana w kategoriach poznawczych, jako nowa wiedza, i użytkowych, jako bezpośrednie korzyści społeczne i ekonomiczne wynikające ze stosowania rezultatów badań, jest szczególnie ważna w warunkach presji rozwoju społeczno-gospodarczego. W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat na całym świecie obserwuje się przyspieszony rozwój, związany w dużej mierze z efektem coraz szerszego zrozumienia roli nauki oraz jej kluczowego znaczenia dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Rozwój krajów jest w głównym stopniu zależny od poziomu i rozwoju badań naukowych oraz od wykorzystania ich wyników jako siły modernizacyjnej – wzorem najbardziej rozwiniętych państw na świecie.

Wzrastająca rola nauki spowodowała konieczność przeprowadzenia analiz samego przebiegu procesu poznawczego. Identyfikacja i zdefiniowanie tych czynników jest szczególnie istotne z punktu widzenia kształtowania systemowych instrumentów polityki naukowej. Dobrze umotywowana, sformułowana i przygotowana polityka ma podstawowe znaczenie dla osiągnięcia publicznej wartości z badań naukowych, szczególnie, gdy sfera badań i innowacji stale się zmienia i rozwija<sup>4</sup>.

Rozprawa doktorska ma stanowić, w założeniu autorki, wkład w rozwój metodyki oceny instytucjonalnej działalności naukowej jako instrumentu zarządzania organizacją i finansowaniem badań naukowych. Wynika to z przekonania, że metodyka pomiaru i oceny efektów pracy naukowej wykazuje możliwość jej dalszego doskonalenia merytorycznego i formalnego.

### 1. PROBLEM BADAWCZY I JEGO UZASADNIENIE

Na bazie obserwacji autorki oraz obszernych studiów literaturowych został sformułowany **zasadniczy problem badawczy** rozprawy, który zawiera się w analizie możliwości wykorzystania koncepcji produktywności do wartościowania i porównywania dorobku jednostek naukowych oraz zastosowanie tej koncepcji w zarządzaniu organizacją i finansowaniem badań naukowych.

Jednym z ważniejszych instrumentów polityki naukowej jest publiczne finansowanie badań naukowych. W latach sześćdziesiątych XX wieku panowało przekonanie, że większe

---

<sup>1</sup> W. Leszek, B. Wojciechowicz, *Analiza pewnych możliwości podniesienia efektywności badań naukowych*, Politechnika Poznańska, Poznań 1975, s. 5.

<sup>2</sup> A. Kosieradzka, *Zarządzanie produktywnością w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2012, s. 20.

<sup>3</sup> A. Guena, B.R. Martin, *University research evaluation and funding: and international comparison*, "Minerva" 2003, t. 41, nr 4, s. 278.

<sup>4</sup> *Shaping science and technology policy: the next generation of research*, D. Guston, D. Sarewitz (red.), The University of Wisconsin Press, Madison 2006, s. 7.

nakłady na badania i rozwój przynosiły większe korzyści, szybszy rozwój i większe możliwości. W ostatnich latach publiczne jednostki naukowe zostały poddane presji finansowej w związku ze zmniejszeniem interwencji rządowej w kierunku alokacji zasobów opartej na wynikach<sup>5</sup>. W związku z tym pojawiła się potrzeba analizy racjonalności wydatków publicznych na badania naukowe<sup>6</sup>. Oznacza to wyjście poza paradygmat dotychczasowego sposobu zarządzania w sektorze publicznym i dokonywanie oceny osiągnięć jednostek naukowych, aby zapewnić efektywniejsze zarządzanie i skuteczniejsze inwestycje w badania i rozwój.

Najnowsze podejście do oceny poziomu działalności naukowej zakłada zapewnienie naukowych podstaw wspomagania procesów decyzyjnych w sektorze nauki (ang. *science of science policy*, SoSP). Sukces polityki naukowej zależy w dużej mierze od dostępu do wiarygodnych i dobrze zdefiniowanych danych. Dąży się zatem do opracowania narzędzi naukowych, które będą wyjaśniały implikacje dające wkład do kształtowania polityki naukowej, a szczególnie wsparcia procesu decyzyjnego w odniesieniu do alokacji zasobów<sup>7</sup>. Nowy interdyscyplinarny obszar badawczy rozwija się w odpowiedzi na pilną potrzebę opracowywania wielowymiarowych analiz, bardziej informacyjnych modeli implikacyjnych, pokonujących ograniczenia i słabości wskaźników czy szeregów czasowych jednej zmiennej. Ukierunkowany jest na opracowywanie modeli wyjaśniających, niezbędnych do zrozumienia współzależności między różnymi wielkościami mierzalnymi, które będą również wyjaśniały przyczyny, skutki i implikacje polityki naukowej<sup>8</sup>.

Dlatego istnieje potrzeba lepszego zrozumienia instytucjonalnych i organizacyjnych uwarunkowań rozwoju nauki dla poprawy efektywności systemu badań<sup>9</sup>. Wsparcie analityczne decyzji politycznych powinno koncentrować się na konkretnych kwestiach poprzez dążenie do syntezy i integrowania wiedzy uzyskanej na temat różnych elementów systemu nauki, a szczególnie jednostek naukowych. W zakresie narzędzi analizy istnieje potrzeba, aby wyjść poza skonsolidowany zestaw technik bibliometrycznych na rzecz pomiaru produktywności<sup>10</sup>.

Pomiar produktywności dostarcza pełniejszej analizy i oceny niż tradycyjnie stosowane wskaźniki<sup>11</sup>. Pozwala wielowariantowo analizować i oceniać rezultaty działalności jednostki naukowej w odniesieniu do efektywności wykorzystania jej zasobów materialnych i niematerialnych przy uwzględnieniu wpływu uwarunkowań środowiskowych. Z punktu widzenia zarządzania sektorem publicznym, analiza produktywności pozwala badać poziom systemu nauki w różnych wymiarach<sup>12</sup>. Powinna zatem stanowić centralny element dyskusji na temat działalności jednostek naukowych.

---

<sup>5</sup> A. Muscio, D. Quaglione, G. Vallanti, *Does government funding complement or substitute private research funding to universities?*, "Research Policy" 2013, t. 42, s. 64.

<sup>6</sup> I. Feller, *A policy-shaped research agenda*, [w:] *The new economics of technology policy*, D. Foray (red.), Edward Elgar, Cheltenham-Northampton 2009, s. 101-102.

<sup>7</sup> C. Antonelli, C. Franzoni, A. Geuna, *The contributions of economics to a science of science policy*, [w:] *Science and innovation policy for the new knowledge economy*, M.G. Colombo, L. Grilli, L. Piscitello, C. Rossi-Lamastra (red.), Edward Elgar, Cheltenham-Northampton 2011, s. 32.

<sup>8</sup> J. Marburger, *The science of science and innovation technology*, [w:] *Science, technology and innovation indicators in a changing world. Responding to policy needs*, OECD, 2007, s. 27-32; C. Antonelli, C. Franzoni, A. Geuna, dz. cyt., s. 31.

<sup>9</sup> S. van den Besselaar, K. Börner, A. Scharnhorst, *Science policy and the challenges for modeling science*, [w:] *Models of science dynamics*, A. Scharnhorst, K. Börner, S. van den Besselaar (red.), Springer 2012, s. 262.

<sup>10</sup> C. Antonelli, C. Franzoni, A. Geuna, dz. cyt., s. 33.

<sup>11</sup> T. Sullivan, C. Mackie, W.F. Massy, E. Sinha (red.), *Improving measurement of productivity in higher education*, The National Academies Press, Washington 2012, s. 2.

<sup>12</sup> S. Gates, A. Stone, *Understanding Productivity In Higher Education*, Prepared for California Education Roundtable, 1997, s. 5.

## **2. CELE PRACY I HIPOTEZY BADAWCZE**

Zakładane cele pracy umieszczono w trzech obszarach: poznawczym, metodycznym i utylitarnym.

Cele poznawcze (CP) rozprawy to:

- dyskusja nad porównywaniem i wartościowaniem dorobku instytucji naukowych (CP1);
- analiza i ocena istniejących modeli systematycznej oceny jednostek naukowych (CP2);
- krytyczna analiza metodyki oceny parametrycznej stosowanej przez MNiSW (CP3).

Celem metodycznym (CM) jest opracowanie metodyki oceny działalności jednostek naukowych opartej na koncepcji produktywności z wykorzystaniem metody Data Envelopment Analysis (DEA).

Celem utylitarnym (CU) jest zaprojektowanie modyfikacji procedury oceny parametrycznej jednostek naukowych stosowanej przez MNiSW.

W zakresie poznawczym przeprowadzono szeroką i pogłębioną dyskusję nad porównywaniem i wartościowaniem dorobku instytucji naukowych, dokonano szerokiej analizy i oceny istniejących modeli systematycznej oceny jednostek naukowych oraz wskazano obszary dyskusyjne metodyki oceny parametrycznej stosowanej przez MNiSW.

W zakresie metodycznym opracowano procedurę oceny działalności jednostek naukowych opartej na koncepcji produktywności z wykorzystaniem metody Data Envelopment Analysis (DEA).

W zakresie utylitarnym zaprojektowano proces systematycznej oceny produktywności z zastosowaniem metody DEA jako propozycję modyfikacji procedury oceny parametrycznej jednostek naukowych stosowanej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w Polsce.

Przeprowadzone studia literaturowe i badania rozpoznawcze pozwoliły sformułować następujące hipotezy badawcze będące przedmiotem weryfikacji teoretycznej i empirycznej w rozprawie:

1. Analiza produktywności jednostek naukowych daje możliwość oceny wykorzystania ich zasobów materialnych i niematerialnych (H1).
2. Zastosowanie metody DEA zwiększa obiektywność ewaluacji działalności naukowej przez możliwość zaakcentowania indywidualnych charakterystyk poszczególnych ocenianych jednostek oraz uwzględnienia ich uwarunkowań środowiskowych (H2).
3. Ocena parametryczna MNiSW wykazuje w jej dotychczasowym kształcie wiele słabości i istnieje konieczność jej dalszego doskonalenia merytorycznego i formalnego (H3).
4. Ocena produktywności działalności naukowej może być podstawą do kształtowania instrumentów zarządzania organizacją i finansowaniem badań naukowych (H4).

## **3. METODY BADAWCZE**

Realizację celów oraz weryfikację hipotez rozprawy przeprowadzono za pomocą następujących metod badawczych: analiza i krytyka piśmiennictwa, analiza i konstrukcji logicznej, metody statystyczne, metody symulacyjne.

Niezbędne obliczenia i analizy statystyczne zostały wykonane z wykorzystaniem pakietu statystycznego STATISTICA, arkusza kalkulacyjnego MS Excel, oprogramowania realizującego algorytmy metody DEA Frontier Analyst 4.0, oprogramowania pomocniczego do wizualizacji grafów Gephi oraz wizualizacji informacji przestrzennej GIS Quantum.

#### 4. STRUKTURA PRACY

Praca doktorska składa się z siedmiu rozdziałów.

W rozdziale pierwszym podjęto problematykę zarządzania w sektorze badań naukowych. Omówiono znaczenie jednostek naukowych w sektorze nauki oraz ich udziału w kreowaniu wiedzy i kształtowaniu konkurencyjności gospodarki narodowej. Zaprezentowano modele mechanizmów kreowania polityki naukowej i instrumenty usprawniania polityki naukowej. Przedstawiono także implikacje polityki naukowej na rozwój sektora naukowego i rozwój jednostek naukowych. Zwrócono uwagę na konieczność uważnego podejścia do oceny działalności jednostek naukowych, w szczególności, gdy ta jest podstawą alokacji środków finansowych. W rozdziale wykorzystano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa.

W rozdziale drugim przeprowadzono dyskusję dotyczącą pojęcia produktywności, przedstawiono jego definicję, denotację oraz ewolucję. Wskazano luki i nieścisłości występujące w tym zakresie w literaturze. Szczególną uwagę zwrócono na pojęcia, z którymi produktywność jest mylnie utożsamiana. Wyjaśniono istotę produktywności nauki i przeanalizowano czynniki determinujące wzrost produktywności jednostek naukowych. Następnie, dokonano przeglądu metod pomiaru produktywności nauki w podziale na trzy grupy metod: wskaźnikowe, parametryczne i nieparametryczne. Wskazano charakterystyki wybranych metod oraz uwarunkowania, przesłanki i przykłady ich stosowania. Autorka wskazuje użyteczność zastosowania nieparametrycznej metody DEA do pomiaru, oceny i analizy produktywności naukowej. Uzasadnia wybór tej metody do dalszej analizy. W rozdziale wykorzystano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa oraz metodę analizy i konstrukcji logicznej.

W rozdziale trzecim przeanalizowano uwarunkowania systemów naukowych w Europie w kontekście organizacyjnym, prawnym i ekonomicznym. Dokonano przeglądu i analizy narodowych systemów oceny jednostek naukowych krajów europejskich i pozaeuropejskich w celu identyfikacji dobrych praktyk. W rozdziale wykorzystano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa oraz metodę analizy i konstrukcji logicznej.

W rozdziale czwartym dokonano analizy polskiego systemu badań naukowych w zakresie poziomu i struktury finansowania oraz struktury instytucjonalnej. Przedstawiono założenia i rozwój systemu instytucjonalnej oceny jednostek naukowych w Polsce opartym na podejściu parametrycznym. Wyjaśniono kryteria i metodykę oceny parametrycznej w poszczególnych latach. Dokonano krytycznej analizy oceny parametrycznej pod względem metodycznym, proceduralnym i organizacyjnym, uwzględniając dyskusje i postulaty środowiska naukowego. Przeprowadzono analizy statystyczne w celu zbadania zasadności przyjętych procedur. Na tej podstawie zdiagnozowano słabości oceny parametrycznej i wskazano przesłanki jej dalszego doskonalenia merytorycznego i formalnego. W rozdziale wykorzystano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa, metodę analizy i konstrukcji logicznej oraz metody statystyczne.

Celem rozdziału piątego była prezentacja metody Data Envelopment Analysis. Cechy metody DEA przemawiają za możliwością jej zastosowania do pomiaru i oceny produktywności jednostek naukowych. W rozdziale zaprezentowano podstawowe założenia metody, wskazano procedurę jej zastosowania oraz dokonano przeglądu modeli ogólnych. Przedstawiono typologię zmiennych, wyjaśniając ich wzajemne relacje i znaczenie oraz procedurę i wytyczne doboru zmiennych. Zestawiono dotychczasowe obszary i przypadki zastosowania metody DEA w Polsce oraz przykłady jej zastosowań w ocenie działalności naukowej w Polsce i na świecie. W rozdziale wykorzystano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa oraz metodę analizy i konstrukcji logicznej.

W rozdziale szóstym omówiono metodykę przeprowadzonych badań empirycznych. Dokonano analizy merytorycznej i statystycznej w celu rozpoznania struktury pozyskanych zbiorów danych dotyczących działalności publicznych jednostek naukowych w Polsce. Na podstawie studiów literaturowych oraz przeprowadzonych badań opracowano zestaw zmiennych charakteryzujących działalność naukową jednostek naukowych. Następnie, dokonano klasyfikacji jednostek naukowych w grupy jednorodne z zastosowaniem metod statystycznych i omówiono proces doboru szczegółowego modelu DEA. Zaprezentowano model, dokonano pomiaru poziomu produktywności jednostek naukowych w Polsce i analizy wpływu czynników środowiskowych, będących poza kontrolą jednostek naukowych, a mających wpływ na uzyskiwane przez nie rezultaty naukowe. Zaprezentowano również wyniki przeprowadzonych testów odporności i stabilności opracowanego modelu na błędy i perturbacje danych. W rozdziale wykorzystano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa, metodę analizy i konstrukcji logicznej, metody statystyczne oraz metody symulacyjne.

W rozdziale siódmym dokonano oceny i porównania produktywności jednostek naukowych oraz wskazano możliwości interpretacyjne opracowanego modelu. Opracowano proces systematycznej oceny produktywności z zastosowaniem metody DEA oraz wskazano rekomendacje stosowania opracowanego modelu do oceny jednostek naukowych w Polsce.

## 5. METODYKA BADAŃ

Struktura pracy odpowiada zadaniom badawczym zaprojektowanym do realizacji celów rozprawy i konfirmacji hipotez (tabela 1).

**Tabela 1. Metodyka badań**

Rozdział	Zadania badawcze	Metody badawcze	Cele, hipotezy
1. Aspekty zarządzania w sektorze badań naukowych	1. Prace studialne z zakresu zarządzania sektorem nauki, kreowania polityki naukowej, ewaluacji instytucjonalnej jednostek naukowych	analizy i krytyki piśmiennictwa	CP1
2. Produktywność nauki	2. Prace studialne z zakresu systemów oceny i finansowania jednostek naukowych	analizy i krytyki piśmiennictwa, analizy i konstrukcji logicznej	CP1 CP2
3. Analiza metod oceny jednostek naukowych	3. Adaptacja koncepcji produktywności do analizy jednostek naukowych oraz przegląd metod jej pomiaru	analizy i krytyki piśmiennictwa, analizy i konstrukcji logicznej	CP2 H1
4. System oceny jednostek naukowych w Polsce	4. Krytyczna analiza metodyki oceny parametrycznej MNiSW	analizy i krytyki piśmiennictwa, analizy i konstrukcji logicznej, metody statystyczne	CP3 H3
5. Założenia metodyczne badania produktywności metodą DEA	5. Prace studialne z zakresu metody DEA i jej zastosowania do oceny działalności naukowej w kraju i na świecie	analizy i krytyki piśmiennictwa, analizy i konstrukcji logicznej	CM H1
6. Badania produktywności jednostek naukowych	6. Identyfikacja i analiza nakładów i efektów jednostek naukowych 7. Wielowymiarowa analiza statystyczna pozyskanych zbiorów danych 8. Analizy symulacyjne przy opracowaniu metodyki oceny produktywności jednostek naukowych 9. Testowanie modeli DEA, badanie ich wrażliwości na błędy i perturbacje danych	analizy i krytyki piśmiennictwa, analizy i konstrukcji logicznej, metody statystyczne, metody symulacyjne	CM H1 H2

7. Rekomendacje do metodyki DEA w ocenie jednostek naukowych	10. Ocena i analiza porównawcza produktywności jednostek naukowych w Polsce oraz dyskusja wyników 11. Wypracowanie propozycji metodycznych oceny działalności jednostek naukowych opartej na koncepcji produktywności z wykorzystaniem metody DEA 12. Zaprojektowanie modyfikacji procedury oceny parametrycznej jednostek naukowych stosowanej przez MNiSW	analizy i konstrukcji logicznej	CM CU H4
--	---	---------------------------------	----------------

Źródło: opracowanie własne.

Dobór metod badawczych podyktowany został problematyką i przedmiotem badań oraz zakresem pracy, a także możliwościami pozyskania i przetworzenia informacji.

Prace studialne zostały przeprowadzone na podstawie kluczowych pozycji z literatury przedmiotu, które ukazały się na łamach uznanych czasopism i pozycji książkowych z obszaru tematyki badawczej oraz na podstawie analizy najnowszych i najbardziej znaczących inicjatyw systematycznej oceny instytucjonalnej jednostek naukowych na świecie.

## 6. REZULTATY BADAWCZE

### Zadanie 1. Prace studialne z zakresu zarządzania sektorem nauki, kreowania polityki naukowej, ewaluacji instytucjonalnej jednostek naukowych

### Zadanie 2. Prace studialne z zakresu systemów oceny i finansowania jednostek naukowych

W ramach zadań 1 i 2 dokonano uporządkowania teoretycznego problematyki rozprawy.

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat na całym świecie obserwuje się przyspieszony rozwój, związany w dużej mierze z efektem coraz szerszego zrozumienia roli nauki oraz jej kluczowego znaczenia dla budowy gospodarki opartej na wiedzy. Rozwój krajów jest w głównym stopniu zależny od poziomu i rozwoju badań naukowych oraz od wykorzystania ich wyników jako siły modernizacyjnej – wzorem najbardziej rozwiniętych państw na świecie.

Na podstawie przeglądu literatury i analizy własnej, autorka rozprawy wyraża pogląd, że jednostki naukowe stanowią niejako *spiritus movens* rozwoju gospodarczego i społecznego, zarówno na poziomie krajowym, jak i regionalnym. W jednostkach naukowych skoncentrowane są najważniejsze zasoby potencjału naukowego krajów<sup>13</sup>, kształtują się główne ośrodki tworzenia i upowszechniania wiedzy. Jednostki naukowe są podstawowym podmiotem sektora naukowego i głównym elementem stymulowania rozwoju badań naukowych i innowacji w gospodarkach<sup>14</sup>. Z tego punktu widzenia ważne jest właściwe

<sup>13</sup> E. Kobal, *Elements of national science and technology policy*, [w:] *Modernisation of science policy and management approaches in Central and South East Europe*, E. Kobal, S. Radosevic (red.), Series V. Science and Technology Policy, IOS Press, Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington 2005, s. 15.

<sup>14</sup> A. Olechnicka, *Potencjał nauki a innowacyjność regionów*, Centrum Europejskich Studiów Regionalnych i Lokalnych UW, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2012, s. 38-39; M. Daszkiewicz, *Jednostki badawczo-rozwojowe jako źródło innowacyjności w gospodarce i pomoc dla małych i średnich przedsiębiorstw*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2008, s. 26; Z.E. Roskał, *Zwrotne punkty w rozwoju nauki i techniki (technologii)*, [w:] *Zarządzanie badaniami naukowymi i pracami rozwojowymi w jednostkach naukowych*, P. Kawalec, S. Majdański (red.), Wydawnictwo Lubelskiej Szkoły Biznesu, Lublin 2008, s. 25-33.



podejście do zarządzania jednostkami naukowymi związane z kształtowaniem organizacyjnych, instytucjonalnych, procesowych i finansowych aspektów funkcjonowania jednostek naukowych.

Wzrastająca rola nauki spowodowała konieczność przeprowadzenia analiz samego przebiegu procesu poznawczego. Identyfikacja i zdefiniowanie czynników tego procesu jest szczególnie istotna z punktu widzenia kształtowania systemowych instrumentów polityki naukowej. Dobrze umotywowana, sformułowana i przygotowana polityka ma podstawowe znaczenie dla osiągnięcia publicznej wartości z badań naukowych.

Polityka naukowa powinna być zatem dziedziną innowacyjną. Procedura formułowania założeń polityki naukowej wymaga rozpoznania potencjału naukowo-badawczego kraju, stanu zasobów kapitału intelektualnego i infrastruktury badawczej, struktury potencjału naukowego, regionalnego rozmieszczenia potencjału naukowego, planów badań i prac rozwojowych oraz zastosowania odpowiednich narzędzi metodycznych w zakresie analizy i interpretacji tych obszarów<sup>15</sup>. Wiele decyzji polityki naukowej wymaga umocowania na podstawach empirycznych<sup>16</sup>. Konieczna jest głęboka analiza celów poszczególnych prac naukowych, prognoz rozwoju nauki i techniki, szans realizacji projektowanych prac naukowych i związanego z tym wysiłku, pożądaných i niepożądanych konsekwencji wykorzystywania spodziewanych wyników w różnych dziedzinach nauki i w innych dziedzinach działalności społecznej<sup>17</sup>. Sukces polityki naukowej zależy zatem w dużej mierze od dostępu do wiarygodnych i dobrze zdefiniowanych danych.

W tym nurcie, autorka prezentuje nową koncepcję kreowania polityki naukowej – podejście naukowe do polityki naukowej (ang. *science of science policy*, SoSP). Jest to nowy interdyscyplinarny obszar badawczy, który ma na celu zapewnić naukowe podstawy wspomagania procesów decyzyjnych w sektorze nauki w środowisku rządowym i naukowym. Obszar ten rozwija się w odpowiedzi na pilną potrzebę opracowywania wielowymiarowych analiz, bardziej informacyjnych modeli implikacyjnych, pokonujących ograniczenia i słabości wskaźników czy szeregów czasowych jednej zmiennej. Nowy obszar badawczy jest ukierunkowany na opracowywanie modeli wyjaśniających, niezbędnych do zrozumienia współzależności między różnymi wielkościami mierzalnymi (zmiennymi, cechami) lub metrykami, które będą również wyjaśniały przyczyny, skutki i implikacje polityki naukowej<sup>18</sup>. Dlatego istnieje potrzeba lepszego zrozumienia instytucjonalnych i organizacyjnych uwarunkowań rozwoju nauki dla poprawy efektywności systemu badań<sup>19</sup>. Wsparcie analityczne decyzji politycznych powinno koncentrować się na konkretnych kwestiach przez dążenie do syntezy i integrowania wiedzy uzyskanej na temat różnych elementów systemu nauki, a szczególnie jednostek naukowych.

Następnie Autorka zwraca uwagę na znaczenie ewaluacji instytucjonalnej jednostek naukowych jako instrumentu polityki naukowej do sterowania, zarządzania i poprawy działania jednostek naukowych oraz powiązania decyzji z zakresie alokacji środków finansowych pomiędzy jednostki naukowe. Główne przesłanki prowadzenia ewaluacji instytucjonalnej dotyczą pomocy w planowaniu i bieżącym zarządzaniu jednostkami naukowymi. Związane jest to z podnoszeniem jakości badań i realizacją priorytetów rządowych. Ewaluacja instytucjonalna ma zatem zdiagnozować bądź dokonać oceny jednostek naukowych pod względem realizacji ich misji, poziomu produktywności, skuteczności

---

<sup>14</sup> OECD, *Public research institutions: mapping sector trends*, OECD Publishing, 2011, s. 19.

<sup>15</sup> J. Kozłowski, *OECD doradza, jak robić dobrą politykę*, "Forum Akademickie" 2013, nr 4.

<sup>16</sup> M.G. Colombo, L. Grilli, L. Piscitello, C. Rossi-Lamastra, dz. cyt., s. 4.

<sup>17</sup> S. Chaskielewicz, A. Tuszko, *Polityka naukowa drugiej generacji*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1975, s. 120.

<sup>18</sup> J. Marburger, *The science of science and innovation technology*, [w:] *Science, technology and innovation indicators in a changing world. Responding to policy needs*, OECD Publishing, 2007, s. 27-32.

<sup>19</sup> P. van den Besselaar, K. Börner, A. Scharnhorst, dz. cyt., s. 262.

oraz oddziaływania, a następnie wspierać poszczególne instytucje w rozwiązywaniu kwestii problemowych.

Ewaluacja instytucjonalna związana jest często ze sposobem publicznego finansowania w postaci dotacji instytucjonalnej jako podstawowej formy finansowania jednostek naukowych (ang. *core funding, floor funding*), przekazywanej bezpośrednio przez ministerstwo odpowiedzialne za naukę, w celu umożliwienia realizacji działalności naukowej w podstawowym zakresie. Przyjmuje wówczas formę finansowania opartego na wynikach (ang. *performance-based funding*). Według M. Herbsta, uzasadnieniem finansowania na podstawie wyników jest założenie, że finansowane powinny być jednostki „manifestujące” swoją produktywność. Efektywniej działające jednostki powinny otrzymywać więcej niż jednostki mniej efektywne, co powinno stanowić podstawę ich przewagi konkurencyjnej i aktywizacji działalności naukowej<sup>20</sup>. Nagradzane powinny być efekty, a nie nakłady. Innymi słowy, nakłady powinny dynamizować efekty.

W niektórych krajach jedynie część środków publicznych przyznaje się adekwatnie do osiągnięć naukowych. W praktyce ewaluacja instytucjonalna jest złożona, z uwagi na różnorodność obszarów naukowych, form prowadzenia prac naukowych oraz rezultatów. Wyróżnia się dwa podejścia: model ekspercki (jakościowy) i model metryczny (ilościowy). Model ekspercki jest stosowany między innymi w Wielkiej Brytanii, Australii i Nowej Zelandii. Obejmuje on ocenę dorobku naukowego, wizytacje jednostek naukowych oraz wywiady z pracownikami. Dąży się do nadania jednostkom naukowym rang, będących podstawą do finansowania w przyjętym okresie. Podejście eksperckie uwzględnia również szersze oddziaływanie badań, które opiera się na analizach studiów przypadków badań o potencjalnie największym znaczeniu dla otoczenia, a także samoocenę badaczy lub jednostek naukowych.

Model metryczny jest oparty na ilościowej analizie dorobku naukowego. Kluczowe są wskaźniki dotyczące poziomu i struktury kadr i zespołów badawczych, publikacji, patentów i innych artefaktów działalności naukowej. Liczbowa reprezentacja wyników umożliwia zastosowanie zaawansowanych analiz statystycznych i graficznych. Podejście metryczne w różnych odmianach stosowane jest w Belgii, Estonii oraz Polsce.

Z przeglądu 37 europejskich i pozaeuropejskich systemów instytucjonalnej oceny jednostek naukowych przeprowadzonego przez autorkę wynika, że systemy silnie zorientowane na ocenę ekspercką wprowadzone zostały w krajach o wieloletnich doświadczeniach w praktyce ewaluacji. Dominuje ten typ ewaluacji. Najbardziej rozpoznawalny jest system Wielkiej Brytanii, do którego odniesienia są zauważalne w systemach Łotwy, Estonii, Portugalii, Włoch oraz Południowej Korei, Hong Kongu, Chinach i Tajwanie.

### **Zadanie 3. Adaptacja koncepcji produktywności do analizy jednostek naukowych oraz przegląd metod jej pomiaru**

### **Zadanie 5. Prace studialne z zakresu metody DEA i jej zastosowania do oceny działalności naukowej w kraju i na świecie**

W rozprawie podjęto duży wysiłek na rzecz uporządkowania zagadnień teoretycznych dotyczących produktywności.

Po pierwsze, zauważono, że chociaż produktywność należy do podstawowych kategorii elementarnych w naukach ekonomicznych, jest pojęciem marginalizowanym. Zdaniem wielu badaczy, główną przyczyną takiego stanu jest między innymi niedostateczne rozpoznanie istoty produktywności oraz duża rozbieżność w stosowanej terminologii dotyczącej

---

<sup>20</sup> M. Herbst, *Financing Public Universities: The case of performance funding*, Higher Education Dynamics, t. 18, Springer, Zurich 2007, s. 67.

produktywności<sup>21</sup>. Po drugie, wyjaśniono relację zakresową między pojęciami produktywności, efektywności, skuteczności i racjonalności.

Analizując literaturę przedmiotu autorka usystematyzowała chaos terminologiczny w obszarze zagadnienia produktywności wyróżniając trzy podejścia do pojmowania produktywności:

- podejście techniczne;
- podejście społeczno-ekonomiczne;
- podejście traktujące produktywność jako syntezę efektywności (ang. *efficiency*) i racjonalności (ang. *effectiveness*).

Podstawowy nurt badań nad produktywnością rozwijał podejście techniczne, traktujące produktywność jako relację efektów do nakładów przeznaczonych na ich uzyskanie w określonym czasie<sup>22</sup>. Autorka zaprezentowała rozwój definicji produktywności w tym kontekście.

W ujęciu społeczno-ekonomicznym produktywność pojmuje się zgodnie z definicją Europejskiej Agencji Produktywności. Produktywność formułuje się jako mentalność postępu, wyrażającą się w organizowaniu i wspieraniu wszelkiego rodzaju przedsięwzięć, mających na celu ciągle doskonalenie organizacji, poprawę stanu obecnego oraz zwiększanie zadowolenia pracowników z warunków pracy i poziomu życia<sup>23</sup>.

Trzecie podejście prezentowane w literaturze dotyczące zagadnienia produktywności przyjmuje, że produktywność stanowi syntezę dwóch pojęć: efektywności (ang. *efficiency*) i racjonalności (ang. *effectiveness*)<sup>24</sup>. Koncepcja rozpowszechniona za D.S. Sinkiem i T.C. Tuttleem rozpatruje produktywność jako podejmowanie właściwych działań (ang. *doing right things*) i realizację ich we właściwy sposób (ang. *doing things right*)<sup>25</sup>. Innymi słowy produktywność oznacza efektywne i racjonalne użycie zasobów w celu uzyskania pożądanego rezultatu.

Na tej podstawie autorka wyjaśniła różnicę między pojęciami produktywności, efektywności, skuteczności i racjonalności. Brak spójności w stosowaniu tych pojęć, błędne utożsamianie pojęć pokrewnych jest zauważalne zarówno w literaturze polskiej i zagranicznej.

Szczególne braki jasnego rozróżnienia zauważalne jest w pojmowaniu pojęć produktywności i efektywności. W literaturze pojęcia te często są mylnie utożsamiane. Przede wszystkim, należy podkreślić, że termin 'efektywność' odnosi się do kontekstu gospodarowania nakładami. Interpretuje się jako poprawność, prawidłowość, kojarzy z oszczędnością, ekonomicznością, gospodarnością i racjonalnością sposobu i stopnia użytkowania zasobów<sup>26</sup>. W tym znaczeniu efektywność oznacza relację minimalnego

<sup>21</sup> I. Bernolak, *Effective measurement and successful elements of company productivity: The basis of competitiveness and world prosperity*, "International Journal of Production Economics" 1998, t. 52, s. 203; S. Tangen, dz. cyt., s. 35; H. Singh, J. Motwani, A. Kulmar, *A review and analysis of the state-of-the-art research on productivity measurement*, "Industrial Management & Data Systems" 2000, t. 100, nr 5, s. 234; B. Chew, *No-nonsense guide to measuring productivity*, "Harvard Business Review" 1988, January-February, s. 3-9.

<sup>22</sup> A. Kosieradzka, *Zarządzanie produktywnością w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2012, s. 20; J. Prokopenko, *Productivity management. A practical handbook*, International Labour Office, Geneva 1987, s. 3; T. Coelli, D.S.S. Rao, G.E. Battese, *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London 2002, s. 2.

<sup>23</sup> *Vademecum produktywności*, dz. cyt., s. 35; S. Tangen, dz. cyt., s. 36.

<sup>24</sup> H.J. Bernardin, *Academic research under siege: toward better operational definitions of scholarship to increase effectiveness, efficiencies and productivity*, "Human Resource Management Review" 1996, t. 6, nr 3, s. 207-229; T. Coelli, D.S.S. Rao, G.E. Battese, dz. cyt.; C. Kao, L. Chen, T. Wang, S. Kuo, S. Horng, *Productivity improvement: efficiency approach vs effectiveness approach*, "Omega International Journal of Management Science" 1995, t. 23, nr 2, s. 197-204.

<sup>25</sup> S. Tangen, *Understanding the concept of productivity*, Proceedings of the 7<sup>th</sup> Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS2002), Taipei, s. 3.

<sup>26</sup> W. Rybicki, dz. cyt., s. 359.

możliwego poziomu nakładów niezbędnych na realizację procesów w stosunku do faktycznie zużytych nakładów na ten cel<sup>27</sup>. Natomiast wykorzystywanie zasobów mądrze, bez zbędnego marnotrawstwa określa się mianem sprawności<sup>28</sup>.

Efektywność przejawia się zatem w usprawnieniu technologii, wzroście wielkości organizacji, która pozwala na redukcję kosztów wynikających z korzyści skali i innych organizacyjnych zmian<sup>29</sup>. Obejmuje działania skupiające się na rzetelnej realizacji, unikaniu błędów, analizie wykorzystanych nakładów, nastawienie na ekonomiczność zużycia zasobów przy zachowaniu poziomu satysfakcji klienta oraz doskonalenie techniki realizacji tych działań. Produktywność mierzy efektywność przekształcania nakładów w efekty<sup>30</sup>.

Rozróżnienie pojęć produktywności i efektywności następuje także w sposobie prezentowania jednostek wyrażenia i jednostek odniesienia<sup>31</sup>. Produktywność należy wyrażać w jednostkach fizycznych (naturalnych). W literaturze podkreśla się, że produktywność powinna pokazywać rzeczywisty obraz organizacji, tj. optymalny układ nakładów i efektów, w długim okresie<sup>32</sup>. Produktywność ma wyjaśniać, jak uzyskać większy efekt z posiadanych zasobów w stosunku do konkurencji.

Poziom cen zasobów ma jednak znaczący wpływ na dobór technologii produkcji. Nakłady i efekty wyrażone w jednostkach finansowych dotyczą koncepcji efektywności<sup>33</sup>. Efektywność opisuje zdolność organizacji do pokonywania niepewności otoczenia, kształtowania warunków otoczenia w kierunku sprzyjającym organizacji. Przy założeniu, że organizacja ma charakter systemu otwartego, występuje duża substytucyjność produktów i metod ich wytwarzania, zasoby są ograniczone (rzadkie), występuje limitacja technologiczno-czasowa, a także rozwój sił wytwórczych, następuje konieczność dokonywania wyborów spośród wielości wariantów rozwiązań technologicznych, angażujących różne kombinacje zasobów. Efektywność wskazuje na optymalną relację nakładów przy założonych cenach tych nakładów.

Wartości wyrażone w jednostkach finansowych są zależne od zmieniających się cen w czasie<sup>34</sup>. W krótkim okresie, zmiany zachodzące w otoczeniu, szczególnie wahania cen czy trendy sezonowe, mogą mieć wpływ na rentowność organizacji. Wskaźniki finansowe odzwierciedlają bieżącą sytuację, lecz nie powinny stanowić podstawy do oceny sytuacji długofalowej, ponieważ są zależne od wielu czynników zmiennych w krótkim czasie<sup>35</sup>. Może to prowadzić do sytuacji określanej mianem „iluzji monetarnej”<sup>36</sup>.

Istota produktywności wyraża się w tym, że nie jest poddawana „iluzji monetarnej”. Wzrost produktywności nie powinien być związany z obniżeniem kosztów, ale może nastąpić przykładowo przez wzrost efektywności pracowników i lepsze zastosowanie technologii. Produktywność odzwierciedla nie tylko stopień wykorzystania zasobów, ale również skutki zmian w strukturze zasobów i poziom jakości procesów.

Z kolei termin *effectiveness* tłumaczony jest z języka angielskiego jako ‘skuteczność’. W koncepcji produktywności skuteczność rozumiana jest tak, jak definiuje ją R.W. Griffin,

<sup>27</sup> S. Tangen, *Understanding...*; I. Alsyouf, *The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability*, "International Journal of Production Economics" 2007, t. 105, s. 73.

<sup>28</sup> R.W. Griffin, *Podstawy zarządzania organizacjami*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2007, s. 6.

<sup>29</sup> M. Kaci, *Understanding productivity: a primer*, „Canadian Productivity Review” 2006, catalogue no. 15-206-XIE, nr 002, s. 5.

<sup>30</sup> C. Grönroos, K. Ojsalo, *Service productivity. Towards a conceptualization of the transformation of inputs into economic results in services*, "Journal of Business Research" 2004, t. 57, s. 414- 415.

<sup>31</sup> J. Zieleniewski, *Prakseologiczne problemy wydajności i produktywności pracy*, [w:] *Dynamika wydajności pracy w świetle prakseologii*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1972, s. 27-28.

<sup>32</sup> W.B. Chew, dz. cyt., s. 4.

<sup>33</sup> M. Kaci, dz. cyt., s. 10.

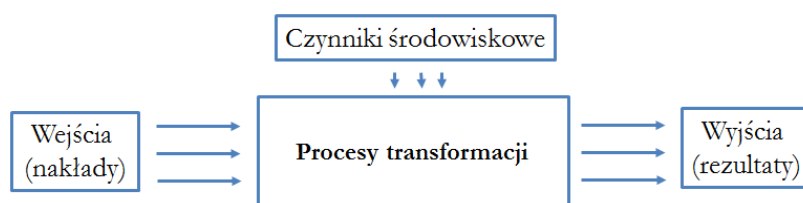
<sup>34</sup> Tamże.

<sup>35</sup> I. Alsyouf, dz. cyt., s. 73.

<sup>36</sup> M. Kaci, dz. cyt., s.10.

jako podejmowanie właściwych decyzji i realizowanie ich z powodzeniem<sup>37</sup>. W polskiej literaturze skuteczność definiowana jest raczej jako zgodność rezultatu z zamierzonym celem<sup>38</sup>. Autorka rozprawy skłania się do tłumaczenia terminu *effectiveness* jako racjonalności. Oznacza to bowiem celowość podejmowanych działań oraz ich skuteczność. Jest to podejmowanie działań ugruntowanych poznawczo, opartych na logicznym rozumowaniu, naukowych metodach, zaplanowanych i dających dobre wyniki<sup>39</sup>. Racjonalność zorientowana jest na efekty w relacji produktywności, skupia się na kreowaniu wartości dla odbiorcy i wyraża się relacją obecnego stanu do pożądanego.

W kolejnym etapie prac badawczych, autorka podjęła się wyjaśnienia pojęcia produktywności nauki. Autorka przyjęła za punkt wyjścia do prowadzonych rozważań założenie, że – zgodnie z paradygmatem produktywności – jednostkę naukową można scharakteryzować przez jej zasoby wejściowe, efekty, procesy transformacji przekształcające zasoby w efekty oraz czynniki środowiskowe wynikające z wpływu otoczenia.



**Rysunek 2. Koncepcja techniczna produktywności**

Źródło: opracowanie własne na podstawie D.S. Sink, T.C. Tuttle, *Planning and measurement in your organization of the future*, Industrial Engineering and Management Press, Norcross 1989, p. 180.

**Produktywność jednostki naukowej rozumiana jest zatem jako ogół wyników jej działalności w stosunku do nakładów poniesionych na ten obszar działalności w określonym czasie<sup>40</sup>**. Głównym celem pomiaru produktywności jednostek naukowych jest pomiar zakresu działalności oraz ocena jakości tych działań. W kontekście syntezy efektywności i racjonalności, efektywność w sektorze nauki można rozumieć jako poziom i jakość działań realizowanych za pomocą posiadanych zasobów. Z kolei racjonalność wyznaczana jest przez stopień spełnienia potrzeb i oczekiwań decydentów i odbiorców działalności naukowej.

Produktywność nauki jest pojęciem wielowymiarowym i złożonym z uwagi na mnogość rezultatów działalności naukowej, dyscyplin i obszarów naukowych. Determinanty produktywności jednostek naukowych mają charakter wielowymiarowy i mogą być rozpatrywane na poziomie indywidualnym i jednostki naukowej. Na podstawie szerokiego przeglądu literatury autorka wskazała następujące czynniki:

- na poziomie indywidualnym – wiek, płeć, status socjoekonomiczny, wykształcenie, doświadczenie, cechy wewnętrzne, zajmowane stanowisko, rodzaj dyscypliny naukowej, a także czynniki zewnętrzne jak lokalizacja organizacji zatrudniającej, jej prestiż, kultura organizacyjna, poziom naukowej orientacji, dostęp do sieci naukowych, autonomia w miejscu pracy, wiek i pozycja współpracowników, czy ogólne warunki pracy takie, jak czas pracy, warunki kontraktów, proporcja prac naukowych do zajęć dydaktycznych, poziom biurokracji, bariery pracy zespołowej, mobilność;

<sup>37</sup> R.W. Griffin, dz. cyt., s. 6.

<sup>38</sup> T. Pszczołowski, *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk 1978, s. 202-203, 34.

<sup>39</sup> *Słownik języka polskiego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, <http://sjs.pwn.pl/szukaj/racjonalność.html> [18.07.2013].

<sup>40</sup> M. Print, J. Hattie, *Measuring quality in universities: An approach to weighting research productivity*, „Higher Education” 1997, t. 33, s. 454.

- na poziomie jednostki naukowej – struktura i wielkość jednostki naukowej, wysokość nakładów na badania, struktura finansowania, stopień zaawansowania krajowych systemów oceny jednostek naukowych, rodzaj jednostki naukowej i sposób jej kontroli; liczba kształconych studentów, relacja liczby studentów do liczby pracowników naukowych, realizowane granty badawcze, jakość infrastruktury, wielkość zasobów bibliotecznych, dostępność sekretariatów oraz administracji oraz wsparcia procesu dydaktycznego.

W ramach przeglądu metod pomiaru produktywności przyjęto w pracy podział na podejście tradycyjne wskaźnikowe, parametryczne oparte na modelach ekonometrycznych oraz nieparametryczne oparte na programowaniu matematycznym. Autorka scharakteryzowała założenia metod i wskazała przykłady ich zastosowania. Na tej podstawie dokonała wyboru metody do pomiaru i oceny produktywności jednostek naukowych – Data Envelopment Analysis (DEA). Obecnie w światowych badaniach porównawczych produktywności metoda DEA zajmuje znaczącą pozycję, wskazywana również do pomiaru produktywności nauki. Metoda należy do grupy metod granicznych, nieparametrycznych. Obecnie stosowana jest jako narzędzie wielokryterialnej analizy decyzyjnej (ang. *Multi-Criteria Decision-Making*, MCDM).

Przykłady licznych publikacji i zastosowań metody DEA potwierdzają jej użyteczność w zakresie badania produktywności jednostek w sektorze publicznym i niepublicznym. Metodę DEA stosowano w niemal wszystkich sektorach gospodarki. Badano jednostki w sektorach: administracji, budownictwa, edukacji, energii, finansów, górnictwa, metalurgii, obrony, rolnictwa, rybołówstwa, środowiska, ochrony zdrowia, transportu i logistyki, ubezpieczeń, telekomunikacji i innych. Analizowano zagadnienia z sektora przemysłu, handlu i usług na poziomie jednostki, organizacyjnym, systemowym, regionalnym, krajowym i międzynarodowym. Liczne zastosowania metody DEA, zidentyfikowane przez autorkę, prezentowane w literaturze polskiej potwierdzają rosnące zainteresowanie tą metodą również w kraju. Najwcześniejsze publikacje, odnotowane przez autorkę, dotyczyły analiz w sektorze bankowym. Jest to obecnie najbardziej popularny obszar zastosowań metody DEA w Polsce. Równie licznie reprezentowany jest sektor rolny, a ostatnio również energetyczny i edukacji, szczególnie w zakresie badań efektywności działalności szkół wyższych, szkół podstawowych i gimnazjalnych w zakresie kształcenia i zarządzania. Inne zastosowania dotyczą sektora ochrony zdrowia, rynku inwestycyjnego, budownictwa, efektywności gospodarowania gmin i województw, sektora bezpieczeństwa i transportu. Należy zauważyć, że właściwie wszystkie prace dotyczą zastosowania metody DEA do analizy efektywności. Nie zidentyfikowano prac odnoszących się do problematyki produktywności poza odniesieniem do działalności produkcyjnej.

Autorka dokonała szerokiego przeglądu badań, w których zastosowano metodę DEA do oceny działalności naukowej. Zidentyfikowano kilkadziesiąt publikacji prowadzonych w tym zakresie. W tym ujęciu, najwcześniejsze badania przeprowadzono w Stanach Zjednoczonych w 1988 roku. Przez kolejne lata przeprowadzono badania uniwersytetów w wielu krajach Europy i Azji, a także w Australii oraz Afryce. Badania prowadzono na różnych poziomach: od indywidualnych naukowców, przez zespoły naukowe, wydziały w ramach jednej uczelni lub wielu uczelni, ale w ramach dyscypliny naukowej, instytuty, uniwersytety, aż po porównania międzynarodowe. Większość prac miało jednak formę inicjatyw poglądowych lub jednorazowych badań odnoszących się do teoretycznych rozszerzeń metodologii DEA.

#### **Zadanie 4. Krytyczna analiza metodyki oceny parametrycznej MNiSW**

W ramach realizacji zadania 4 dokonano analizy polskiego sektora nauki oraz usystematyzowano wiedzę na temat rozwoju oceny parametrycznej Ministerstwa Nauki Szkolnictwa Wyższego i jej zasad. Na tej podstawie przeprowadzono analizę metodyki oceny parametrycznej MNiSW.

Autorka zauważa, że w Polsce, z uwagi na dużą liczbę jednostek naukowych, słusznym wydaje się być przyjęcie podejścia parametrycznego jako podejścia systemowego. Wprowadzona w 1999 roku ocena parametryczna w miejsce oceny jakościowej, ukształtowała fundamenty zasad kategoryzacji jednostek naukowych. Zarówno sama ocena parametryczna, jak i jej kolejne modyfikacje wywoływały jednak liczne dyskusje środowiskowe. Najczęściej podnoszonym argumentem było twierdzenie, że nie można obiektywnie zmierzyć poziomu i wartości pracy naukowej. Subiektywność takiego pomiaru przejawia się w wyborze i definicji wskaźników, a także wag przypisanych poszczególnym wskaźnikom.

Analizując dyskusje środowiskowe autorka wyodrębniła trzy nurty – w zakresie merytorycznym, proceduralnym i organizacyjnym. Liczne publikacje odnoszące się do zasad oceny jednostek naukowych w Polsce ukazują szereg słabości dotyczących prawidłowości doboru zmiennych będących podstawą oceny jednostek, grupowania zmiennych w zakresy działalności naukowej i doboru wag kryteriów oraz zakresów. Istotne wątpliwości środowiska budzi klasyfikacja jednostek na grupy jednorodne (grupy wspólnej oceny). Dostrzega się także brak preferencji dla jednostek oszczędnych.

Drugim wątkiem dyskusyjnym są przyjęte procedury i metodyka wyznaczania wskaźnika jakości i przyznawania ostatecznych kategorii jednostkom naukowym. Mimo istotnych zmian wprowadzonych w ostatnim cyklu oceny w 2013 roku, wątpliwości nadal budzi brak transparentności i arbitralność pewnych etapów. Nie jest również jasny sposób przyznawania kategorii poszczególnym jednostkom w ramach grupy jednorodnej oraz identyfikacji jednostek o najwyższym potencjale naukowym. Jako niesatysfakcjonującą ocenia się metodykę w zakresie porównywania małych jednostek naukowych z dużymi.

W trzecim zakresie polemikę wywołują zagadnienia organizacyjne oceny parametrycznej. Argumentem najczęściej podnoszonym jest zbyt późne ogłoszenie zasad oceny, brak informacji o wartościach cząstkowych wyników, nadmierna centralizacja systemu oceny oraz dokonywanie zmian w zakresie przypisania jednostek naukowych do poszczególnych grup jednorodnych w trakcie procesu parametryzacji po dokonaniu pierwotnego podziału.

Parametryczny system oceny i finansowania działalności jednostek badawczych przez kolejne cykle oceny stawał się coraz bardziej skomplikowany wskutek uwzględniania kolejnych elementów aktywności naukowej, dalszego rozszerzania skali punktowej oraz ustawicznego precyzowania kryteriów. Zauważyć można, że MNiSW nie prowadzi systematycznych analiz w celu odpowiedniego doboru parametrów oceny, a metodyka poszczególnych etapów oparta jest na arbitralnych postanowieniach. Przeprowadzona przez autorkę analiza zasad, wyników oraz danych będących podstawą oceny parametrycznej w roku 2010 wykazała między innymi:

- znaczną nadmiarowość zbioru uwzględnianych zmiennych;
- istotną i silną korelację zmiennych zakłócającą różnicowalność ocenianych jednostek;
- niezamierzone wzmocnienie lub osłabianie niektórych kryteriów oceny przez niewłaściwy dobór wag zmiennych i grup zmiennych;
- nieseparowalność grup jednorodnych, a tym samym niewłaściwą klasyfikację jednostek naukowych;
- niewłaściwą metodykę przyznawania kategorii naukowych.

Zdaniem autorki, system oceny parametrycznej w Polsce wymaga dalszego doskonalenia, szczególnie w zakresie metodyki. Przyjęte zasady oceny parametrycznej niedostatecznie różnicują jednostki. Liczny zbiór cech pierwotnych w dużym stopniu utrudnia, a niekiedy wręcz uniemożliwia poznanie najważniejszych prawidłowości występujących w badanych zjawiskach i procesach. Dotychczasowe procedury oceny jednostek naukowych nie dostarczały też możliwości analitycznych dla ocenianych jednostek, gdzie ważnym aspektem systemu oceny i ewaluacji instytucjonalnej jest możliwość konfrontowania wyników własnych z pozostałymi jednostkami. Duży poziom podejścia subiektywnego ekspertów na każdym etapie oceny nie sprzyja uzyskaniu akceptacji środowiska, co ma wpływ na osiągnięcie pożądaných efektów takiej oceny.

#### **Zadanie 6. Identyfikacja i analiza nakładów i efektów jednostek naukowych**

#### **Zadanie 7. Wielowymiarowa analiza statystyczna pozyskanych zbiorów danych**

#### **Zadanie 8. Analizy symulacyjne przy opracowaniu metodyki oceny produktywności jednostek naukowych**

Celem zadań badawczych 6, 7 i 8 było wypracowanie metodyki oceny produktywności jednostek naukowych. W celu przeprowadzenia procedury, autorka zaadaptowała procedurę implementacji metody DEA składającej się z pięciu etapów:

1. Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych
2. Określenie czynników analizy
3. Wybór i konfiguracja modelu
4. Weryfikacja modelu
5. Interpretacja wyników

Realizacja zadania wielowymiarowej analizy porównawczej metodą DEA jest związana z podejmowaniem rozstrzygnięć związanych z wyborem poszczególnych procedur na każdym jego etapie. Implikuje to bowiem rezultat analizy porównawczej.

Wybór zmiennych do modelu DEA determinuje w zasadniczy sposób wartość otrzymywanych wskaźników produktywności. Zarówno identyfikacja nakładów wpływających w największym stopniu na osiągnięte przez jednostki naukowe wyniki, jak i określenie, co stanowi najistotniejszy rezultat uczelni jest zadaniem złożonym. Jednostki naukowe różnią się profilem działania i realizują w różnym natężeniu zadania produkcji wiedzy, jej wdrożenia i dyfuzji.

Zasadniczym postulatem autorki było zwiększenie obiektywności ewaluacji działalności jednostek naukowych, poprzez zastosowanie metod naukowych na każdym etapie opracowywania metodyki, zgodnie z założeniami podejścia *science of science*. Autorka zastosowała metody statystyki wielowymiarowej w celu utrzymania poziomu obiektywności procedury badawczej. I tak dobór zmiennych dokonany został za pomocą:

- kryteriów merytorycznych i formalnych, w świetle posiadanej wiedzy merytorycznej o badanym zjawisku wybierane są zmienne najważniejsze dla dokonania analizy porównawczej badanych obiektów, a następnie poddawane są one weryfikacji ze względu na kryteria formalne;
- z zastosowaniem odpowiednich procedur statystycznych.

Do przeprowadzenia badania produktywności jednostek naukowych w Polsce zgromadzono dane o jednostkach naukowych za lata 2004-2008, będące podstawą oceny parametrycznej MNiSW w roku 2010. Dane zostały pozyskane z Ośrodka Przetwarzania Informacji oraz zweryfikowane i uzupełnione na podstawie danych pozyskanych z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na pisemną prośbę Autorki oraz bazy POLON.

Zbiór danych uzupełniono o dane na temat wysokości środków finansowych na finansowanie lub dofinansowanie działalności statutowej w latach 2003-2010. Jednym



z punktów krytyki systemu oceny jednostek naukowych w Polsce w środowisku naukowym jest brak preferencji jednostek oszczędnych. Autorka podjęła zatem próbę zbadania zależności między poziomem finansowania a osiąganymi wynikami przez jednostki naukowe w Polsce, co ma swoje uzasadnienie w praktyce pomiaru produktywności naukowej z zastosowaniem metody DEA. Autorka dotychczas nie spotkała się proponowanym podejściem zastosowania metody DEA oraz uwzględnienia danych finansowych w krajowych systemach ocen instytucjonalnych.

Dane finansowe zostały pozyskane z Dzienników Urzędowych MNiSW. Dane uwzględniały środki finansowe na finansowanie lub dofinansowanie działalności statutowej jednostek naukowych, w tym ich zwiększenia na dany rok. Po weryfikacji danych i ich wstępnej analizie statystycznej przyjęto zakres z lat 2005-2008. Proces gromadzenia danych wykazał, że gromadzenie i analiza danych o nauce i środowisku naukowym w Polsce są niejednorodne i niesystematyczne.

Do analizy przyjęto ostatecznie 40 zmiennych, i populację publicznych jednostek naukowych, które podlegały ocenie parametrycznej MNiSW z roku 2010, otrzymujących środki finansowe na finansowanie lub dofinansowanie działalności statutowej. Uniwersum stanowiły 823 publiczne jednostki naukowe. Z grupy tej wyłączono jednostki artystyczne z uwagi na specyficzne rezultaty działalności, braki danych i brak możliwości ustalenia wysokości dotacji statutowej. Ponadto wyłączono obiekty o niepełnych danych, lub powstałe po 2007 roku. Ostatecznej obserwacji statystycznej poddano 683 obiektów, w tym 482 podstawowe jednostek uczelni, 117 instytutów badawczych, 75 jednostek naukowych PAN i 10 innych jednostek naukowych.

Jako nakłady wstępnie przyjęto dwie zmienne:

- liczbę osób, w przeliczeniu na pełny wymiar czasu pracy (FTE), zatrudnionych w jednostce naukowej przy prowadzeniu badań naukowych lub prac rozwojowych na podstawie stosunku pracy, dla których jednostka jest podstawowym miejscem pracy;
- sumę dotacji na finansowanie lub dofinansowanie działalności statutowej w latach 2005-2008 [tys. zł].

Pozostałe zmienne charakteryzowały rezultaty działalności naukowo-badawczej. Wstępna analiza zmiennych wykazała, że przyjęty zbiór zmiennych jest nadmiarowy i słabo różnicuje obiekty. Zebrany zbiór danych poddano zatem analizie statystycznej, która sprowadzała się do analizy parametrów opisowych, doboru zmiennych diagnostycznych i określenia ich charakteru.

Analiza parametrów opisowych polegała na badaniu struktury otrzymanego zbioru indywidualnych danych statystycznych. Uwagę skupiały zmienne, dla których średnia, dominanta i mediana wyniosły 0. W zbiorze danych wiele jednostek naukowych wykazuje wartości zerowe w licznych kategoriach. Takie zjawisko wynikało z nadmiarowego zbioru zmiennych bądź z doboru zbyt szczegółowych cech.

Etap doboru zmiennych diagnostycznych obejmował analizę korelacji zmiennych oraz analizę wskaźników pojemności informacji cech Z. Hellwiga. Dokonano analizy współzależności między (1) nakładami, (2) efektami oraz (3) nakładami i efektami. Istotnie skorelowane zmienne opisujące efekty wykluczono ze zbioru zmiennych. Do określenia, które zmienne należy wyłączyć zastosowano pomocniczo metodę Z. Hellwiga.

Przeprowadzony statystyczny dobór cech kryterialnych pozwolił na wyłonienie nowego zbioru 19 charakterystyk jednostek naukowych, składającego się z 17 zmiennych opisujących wyniki działalności naukowej jednostek oraz 2 zmiennych charakteryzujących ich nakłady.

Dodatkowe analizy statystyczne i merytoryczne danych dostarczyły informacji do dalszych etapów badań:

1. Zaobserwowano, że w grupie uczelni, instytutów badawczych i jednostek naukowych PAN istnieje znacząca – wynosząca 0,74 – pozytywna zależność między poziomem

finansowania a liczbą punktów za publikacje na liście JCR. Brak korelacji między poziomem dotacji a wskaźnikiem *E* MNiSW.

2. Analizując jednostki naukowe z perspektywy ich zasobów, można zauważyć, że są dość zróżnicowane pod względem wielkości mierzonej liczbą zatrudnionych osób przy prowadzeniu badań naukowych lub prac rozwojowych na podstawie stosunku pracy, dla których jednostka jest podstawowym miejscem pracy wynosi.
3. Średnia liczba zatrudnionych pracowników nie jest ekwiwalentna do średniej wartości dotacji statutowej w poszczególnych grupach jednostek naukowych. Średnio najwyższe dotacje otrzymują jednostki naukowe PAN, następnie instytuty badawcze. Poziom dotacji statutowej uczelni i innych jednostek naukowych jest ponad czterokrotnie niższy.
4. Najniższy poziom dotacji statutowej w okresie 2005-2008 przypada na 1 pracownika uczelni – prawie 12 razy mniejszy w stosunku do jednostek naukowych PAN.
5. Średni poziom finansowania jednostek naukowych w układzie geograficznym jest zróżnicowany względem województw. Województwa można pogrupować w pięć klas względem poziomu średniej dotacji statutowej:
  - mazowieckie;
  - małopolskie;
  - śląskie, wielkopolskie, dolnośląskie, łódzkie lubelskie;
  - pomorskie, warmińsko-mazurskie;
  - zachodniopomorskie, kujawsko-pomorskie, podlaskie, opolskie, podkarpackie, lubuskie, świętokrzyskie.

Studiując jednostki naukowe pod względem uzyskiwanych przez nie rezultatów naukowych, można zauważyć, że największą aktywność przejawiają w obszarach publikacji i współpracy z otoczeniem. Dokonując bardziej wnikliwej analizy zbadano, jaka jest orientacja jednostek naukowych w zakresie realizowanych obszarów naukowo-badawczych.

W wyniku przeprowadzonych analiz skonstatowano, że rodzaj jednostki naukowej czy typ uczelni wskazuje na pewną charakterystyczność. Mając to na uwadze, zdaniem autorki, ocena jednostek naukowych powinna uwzględniać ich specjalizację. Każda grupa jednostek wykazuje pewne silne strony i słabości. Stosowanie jednakowych miar, a szczególnie tych samych wag cech, do oceny wszystkich jednostek naukowych ogranicza autonomię jednostek naukowych przez kompromowanie i reglamentację swobody badawczej. Specjalizacja instytucjonalna jednostek naukowych jest historycznie uwarunkowanym efektem rozwoju nauki i dokonanego w niej podziału pracy o różnym zasięgu, od instytucji, przez środowisko, region do nauki światowej. Zagadnienie specjalizacji instytucjonalnej związane jest z ściśle z obszarem wiedzy i dziedziną nauki reprezentowanej przez jednostkę naukową i wynika z konieczności zastosowania odpowiedniego warsztatu naukowo-badawczego. Prowadzi to do kolejnego zagadnienia w ramach opracowania metodyki oceny działalności jednostek naukowych, a mianowicie ich klasyfikację w grupy jednorodne, która będzie uwzględniała orientację działalności naukowej. Dotychczasowa klasyfikacja jednostek naukowych przeprowadzana w ramach oceny parametrycznej oparta była na klasyfikacji arbitralnej lub samodzielnej deklaracji jednostki. Podejście to nie odzwierciedlało jednak rzeczywistego profilu jednostek i mogło prowadzić do niewłaściwej i niesprawiedliwej oceny jednostek naukowych. W pracy podjęto się zastosowania statystycznych metod klasyfikacji obiektów. Klasyfikacja ta będzie miała bezpośredni wpływ na uzyskane wskaźniki produktywności, ponieważ w metodzie DEA wynik każdej DMU jest zależny od pozostałych obiektów w grupie. Oznacza to, że należało dążyć do takiej klasyfikacji obiektów w grupy, aby obiekty należące do tej samej grupy były jak najbardziej do siebie podobne (jak najwyższa homogeniczność grup obiektów), a należące do różnych grup były do siebie jak najbardziej niepodobne (heterogeniczne).

Klasyfikacja obiektów polegała na konstrukcji reguły decyzyjnej pozwalającej kwalifikować obserwacje jako realizacje poszczególnych klas podobieństwa obiektów. Przeprowadzone analizy wskazały użyteczność metody analizy składowych głównych potwierdzonej metodą analizy czynnikowej. Klasyfikacji przypadków dokonano względem wszystkich 19 zmiennych. W wyniku przeprowadzonych analiz wyłoniono 6 grup jednorodnych, które spełniały założenia co do liczby jednostek w grupie względem liczby zmiennych. Strukturę grup przedstawiono w tabeli 2.

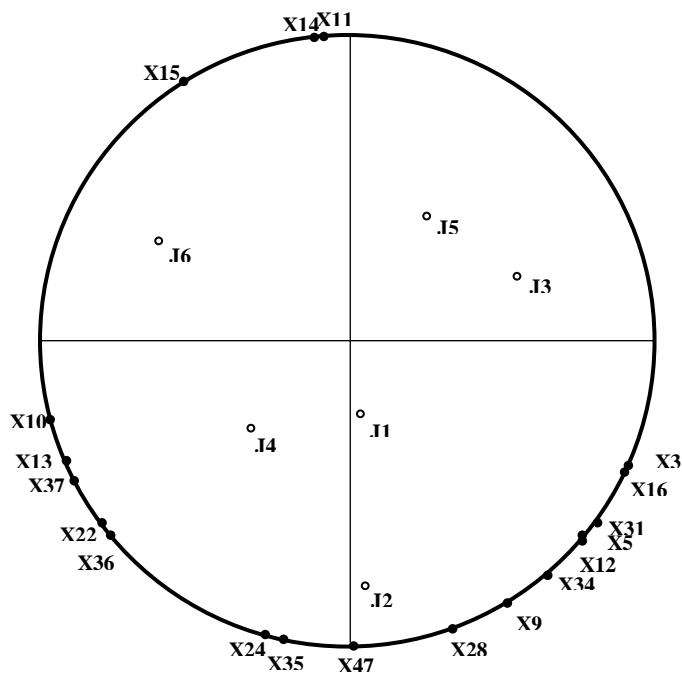
**Tabela 2. Struktura grup jednorodnych**

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
<b>Uczelnie</b>	110	144	28	76	81	42
<b>Jednostki naukowe PAN</b>	35	3	2	-	19	15
<b>Instytuty badawcze</b>	58	1	41	3	6	8
<b>Inne jednostki naukowe</b>	7	-	2	1	-	-

Źródło: opracowanie własne.

W pracy dokonano szczegółowej interpretacji merytorycznej struktury grup. Ponadto dokonano analizy porównawczej grup względem zmiennych. Do ilustracji tego zagadnienia wykorzystano graficzną metodę prezentacji struktury danych wielowymiarowych, zaproponowanej przez M. Rybaczuka, która pozwala na wizualizację relacji obiekt-obiekt, obiekt-cecha, cecha-cecha. Graficzna interpretacja wyników odwzorowania struktury wielowymiarowych danych na płaszczyznę umożliwia analizę porównawczą obiektów i cech, przy czym:

- im bliżej położone są punkty reprezentujące obrazy obiektów, tym bardziej podobne obiekty;
- im bliżej znajdują się obrazy cech, tym silniejsza dodatnia korelacja między nimi;
- im wyraźniej obrazy cech znajdują się po przeciwległej stronie względem środka koła, tym silniejsza ujemna korelacja między nimi;
- im większą odległość punktu reprezentującego obraz obiektu od obrazu cechy, tym wyższy poziom cechy dla danego obiektu, i odwrotnie.



**Rysunek 3. Graficzna prezentacja wartości średnich dla wyznaczonych grup jednorodnych z wykorzystaniem metody M. Rybaczuka**

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem autorskiego programu M. Rybaczuka *Wizualizacja*.

Przykładowo grupę J2 tworzą jednostki, których silną stroną są publikacje recenzowane w czasopismach z listy MNIŚW (X11) oraz monografii i rozdziałów w monografiach (X14, X15). Ich słabą stroną są publikacje w czasopismach z listy JCR (X9), patenty (X24, X28), projekty UE (X35). Jednostki te średnio otrzymują najniższą dotację statutową.

W klasyfikacji jednostek naukowych w grupy jednorodne na podstawie analiz z wykorzystaniem metod statystycznych, można zauważyć pewne uzasadnienie merytoryczne – jednostki grupują się wokół obszarów naukowych z uwzględnieniem specyficznego charakteru działania.

### **Zadanie 9. Testowanie modeli DEA, badanie ich wrażliwości na błędy i perturbacje danych**

W literaturze brak jest jednomyślności, co do stosowanego modelu. W związku z tym celem tego zadania było dopasowanie modelu spośród wielu wariantów przedstawionych w pracy.

Schemat wyboru modelu dla poszczególnych zadań bazuje przede wszystkim na orientacji. W wypadku przyjętych do modelu zmiennych, zdaniem autorki, należało rozważyć model zorientowany na efekty. Można uznać, że jednostki naukowe mają większy wpływ na osiągnięte rezultaty niż na dyspozycje nakładami. Zatem należy przyjąć założenie, że jednostki naukowe powinny maksymalizować efekty przy danym poziomie ponoszonych nakładów.

Kolejną kwestią było rozstrzygnięcie wyboru modelu o określonych korzyściach skali. Wybór stałych lub zmiennych zwrotów skali zależy od konkretnego zastosowania. Odpowiednie analizy wskazały na bardziej odpowiednie przyjęcie założenia o zmiennych korzyściach skali (VRS)

Innym istotnym zagadnieniem dotyczącym wyboru modelu jest problematyka substytucji i komplementarności nakładów lub efektów. W Polsce jednostki naukowe charakteryzują się różną strukturą technologii produkcji rezultatów naukowych. Zdaniem autorki, rezultaty osiągnięte przez jednostki naukowe mają generalnie charakter komplementarny, co wskazuje użycie modeli radialnych. Ponadto, z metodycznego punktu widzenia i z obserwacji autorki wynika, że modeli nieradialnych zorientowanych na efekty nie można wykorzystać, gdy jednostki wykazują zerowe wartości w niektórych rezultatach, ponieważ dokonując obliczeń wskaźnika produktywności w modelach o takiej orientacji, w takim wypadku niemożliwe jest wyznaczenie odwrotności średniej arytmetycznej optymalnych wskaźników cząstkowych. Próba zastąpienia wartości zerowych względnie małą liczbą prowadzi do skrajnie niskich wartości wskaźnika produktywności. Dążąc do uzyskania modelu uniwersalnego dla wszystkich jednostek, przyjęto komplementarność rezultatów.

W badaniu produktywności jednostek naukowych w Polsce, w celu dokonania szczegółowego rangowania obiektów produktywnych, użyteczne było zastosowanie modelu nadproduktywności. Jeśli frakcja jednostek uznanych za produktywne jest znaczna w stosunku do liczby DMU w grupie, powstaje potrzeba ustalenia rankingu również obiektów produktywnych i wskazania obiektów rzeczywiście wzorcowych. W modelu nadproduktywności dokonuje się dodatkowego różnicowania jednostek uznanych za produktywne i jest on naturalnym uogólnieniem podstawowego modelu DEA.

Ostatecznie w pracy wykorzystano radialny model nadproduktywności o zmiennych korzyściach skali, zorientowany na efekty (SE-VRS-O).

Dużą korzyścią metody DEA jest możliwość uwzględnienia **czynników środowiskowych** (niekontrolowanych), czyli zmiennych, na które jednostki naukowe nie mają bezpośredniego wpływu, ale czynniki te określają poziom i zakres ich działalności.

W celu włączenia do analizy zmiennych środowiskowych, przyjęto dwuetapową procedurę (ang. *two-stage* DEA) mierzenia produktywności jednostek naukowych. Najpierw zastosowano modele zorientowane na efekty analizując zmienne będące pod kontrolą ocenianych jednostek. Następnie, dokonano analizy regresji w celu określenia siły i kierunku wpływu zmiennych środowiskowych i skorygowano otrzymane wskaźniki produktywności. Zasadnicze znaczenie ma uzyskanie wiarygodnych wyników. Dwuetapowy sposób mierzenia efektywności był zastosowany w przeważającej części ostatnich prac dotyczących aplikacji metody DEA.

Przeanalizowano wpływ pięciu czynników środowiskowych:

- typ jednostki naukowej (jednostka naukowa PAN, uczelnia, inna jednostka, instytut badawczy);
- województwo;
- wskaźnik PKB według województw [mln zł];
- wskaźnik PKB na 1 mieszkańca według województw [zł];
- dotacja statutowa w latach 2005-2008.

Istotny wpływ na produktywność jednostek naukowych wykazała zmienna charakteryzująca wysokość dotacji statutowej. Autorka przyjęła dotację statutową jako zmienną środowiskową, ponieważ faktycznie jednostki mają ograniczony wpływ na jej wysokość analizując algorytm podziału dotacji bazowej (formuła 6.3). Algorytm nominalnego poziomu odniesienia dotacji bazowej dla jednostki naukowej co prawda uwzględnia współczynnik przypisany kategorii naukowej<sup>41</sup>, lecz wpływ ten jest ograniczony.

Wieloetapowa analiza DEA powinna być uzupełniona o analizę wrażliwości na błędy i perturbacje danych. Ma to znaczenie szczególnie w obrębie prawidłowości i niepodważalności analiz i wyników.

Zgodnie z podejściem przyjętym w literaturze, dokonano obliczeń określających wrażliwość klasyfikacji jednostek produktywnych i nieproduktywnych na występowanie błędów pomiaru w modelu nadproduktywności. Zakłócano losowo wartość zmiennych wejściowych w grupie jednostek naukowych J1 szumem o rozkładzie normalnym  $N(\mu_{i,j}, \mu_{i,j}v_i)$ , gdzie  $\mu_{i,j}$  – oryginalna wartość zmiennej  $i$ -tej dla obiektu  $j$ ,  $v_i$  – określony współczynnik zmienności zmiennej  $i$ , a następnie dokonywano wtórnych obliczeń produktywności. Procedurę powtarzano wielokrotnie z różnym poziomem współczynnika zmienności  $v_i$  starając się określić akceptowalny poziom błędów nienaruszający stabilności modeli. Zakłócenia wprowadzono do wszystkich zmiennych, lecz z różnym natężeniem zależnym od poziomu parametrów średniej i odchylenia standardowego. Cechy charakteryzują się wysoką zmiennością. Ustalenie jednakowych poziomów zakłóceń dla każdej ze zmiennych miałyby nieadekwatne przełożenie na rzeczywiste wartości przyjmowane przez zmienne, dlatego też przyjęto odpowiednio 1%, 5%, 10%, 20% oraz 30%, wartości średniej i odchylenia standardowego danej zmiennej.

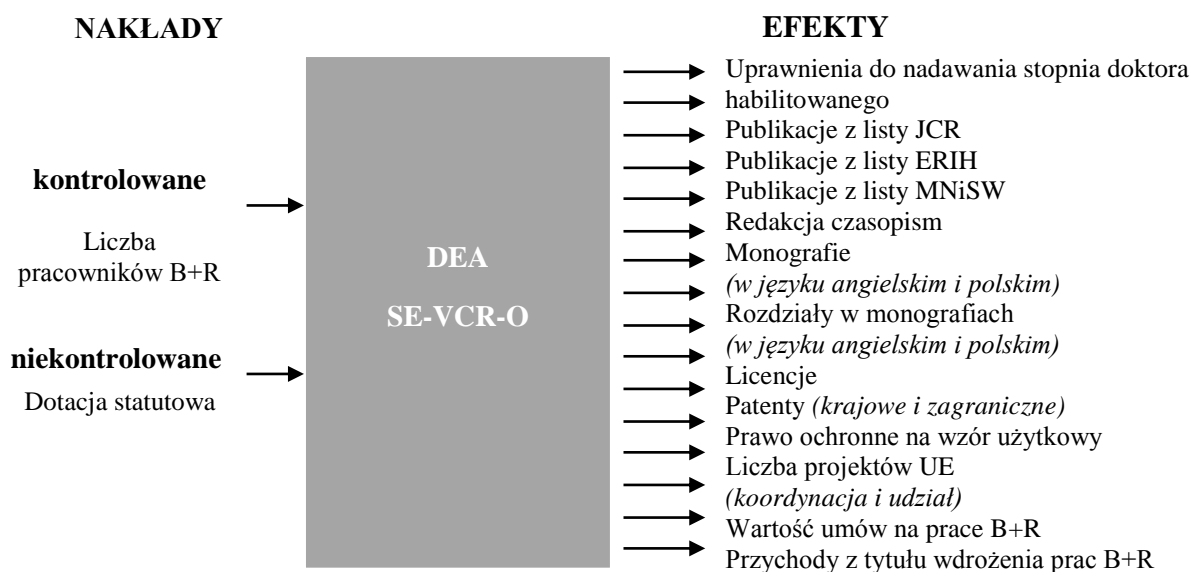
Do wygenerowania zakłóceń wykorzystano narzędzie analizy danych *Generowanie liczb losowych* należące do pakietu Analysis Toolpak programu Microsoft Excel. Do oceny wpływu poziomu zakłóceń na klasyfikację oraz kwalifikacje jednostek w obrębie grup jednostek produktywnych i nieproduktywnych wykorzystano analizę korelacji rang R Spearmana, tau Kendalla oraz Gamma dla oryginalnych oraz otrzymanych po zakłóceniu zmiennych.

<sup>41</sup> obwieszczenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 5 czerwca 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie kryteriów i trybu przyznawania oraz rozliczania środków finansowych na naukę na finansowanie działalności statutowej, Warszawa, Dz. U. z dnia 20 stycznia 2014 r., poz. 90, załącznik nr 2.

## Zadanie 10. Ocena i analiza porównawcza produktywności jednostek naukowych w Polsce oraz dyskusja wyników

Celem zadania badawczego 10 była weryfikacja zaproponowanego modelu i oszacowanie produktywności jednostek naukowych.

W wyniku zastosowania wybranych metod statystycznych wyłoniono zestaw zmiennych niezależnych opisujących efekty uzyskiwane przez jednostki naukowe. Zaproponowano modele oceny produktywności o jednym nakładzie i siedemnastu efektach rozpatrujące dwie sytuacje (rysunek 4): bez zmiennej środowiskowej oraz uwzględniając zmienną środowiskową charakteryzującą wysokość dotacji statutowej, by zbadać wpływ tej zmiennej na uzyskane wyniki.



Rysunek 4. Koncepcja modelu oceny produktywności jednostek naukowych

Źródło: opracowanie własne.

Przyjętą metodykę zastosowano odrębnie dla zdefiniowanych sześciu grup jednorodnych jednostek naukowych J1-J6. Dokonano ogólnej oceny poziomu produktywności i wskazano główne możliwości interpretacyjne modelu na przykładzie wybranych jednostek. Syntetyczne zestawienie wyników jednostek naukowych w poszczególnych grupach przedstawiono w tabeli 7.1.

Tabela 3. Zestawienie wyników oceny jednostek naukowych

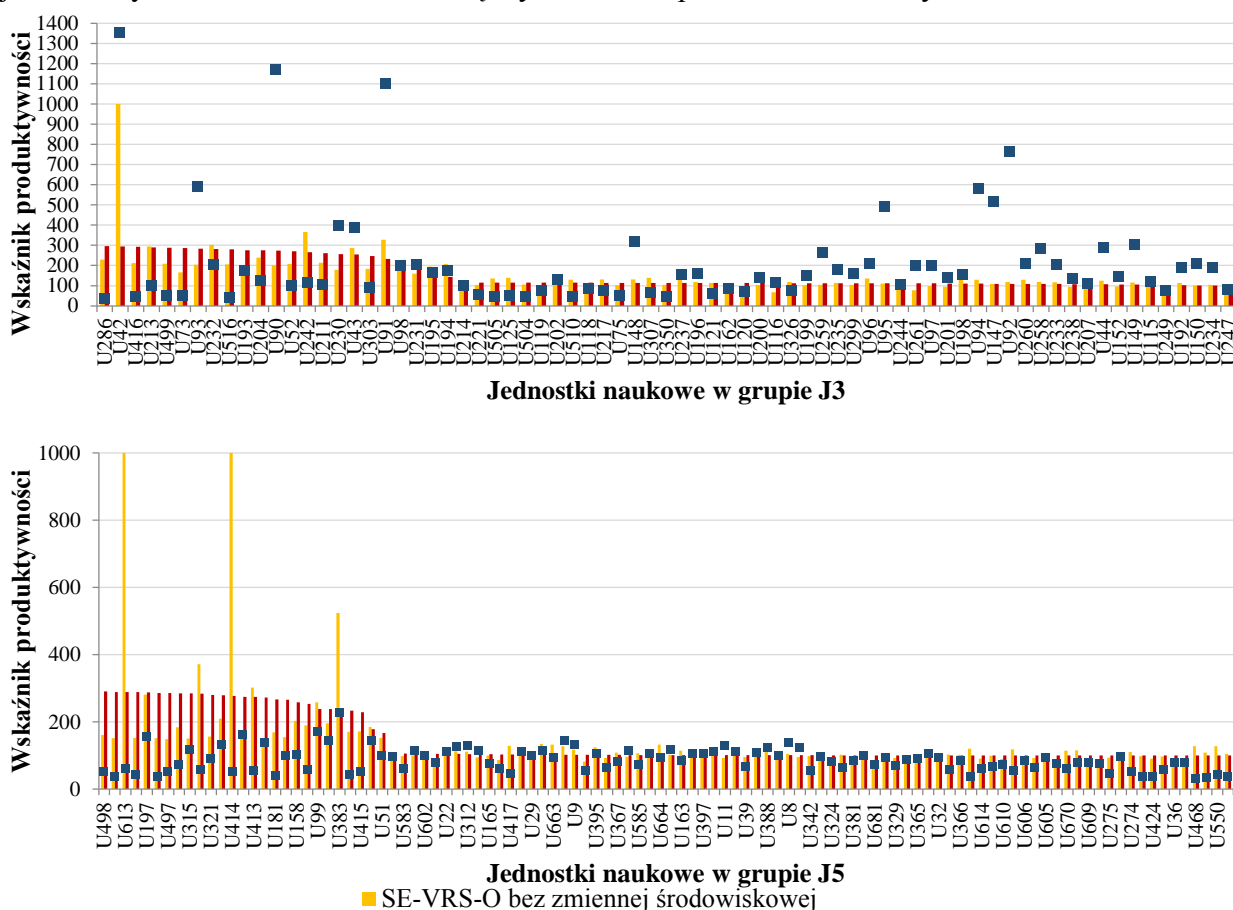
Kryterium	Grupy jednorodne					
	J1	J2	J3	J4	J5	J6
Liczba produktywnych	120 (57,41%)	148 (100%)	61 (83,56%)	63 (78,75%)	60 (56,60%)	53 (81,54%)
Liczba nieproduktywnych	89	0	12	17	46	12
Liczba produktywnych model ze zmienną środowiskową	57 (27,27%)	148 (100%)	72 (98,63%)	80 (100%)	70 (66,04%)	65 (100%)
Liczba nieproduktywnych model ze zmienną środowiskową	152	0	1	0	36	0

Źródło: opracowanie własne.

Większość jednostek naukowych uzyskuje poziom pełnej produktywności. Mniej niż 30% jednostek naukowych osiągnęło wskaźnik produktywności względnej poniżej 100%. Są to jednostki zakwalifikowane głównie do grupy J1 i J5. Należy jednak podkreślić,

że wszystkie nieproduktywne jednostki uzyskały wynik powyżej 90% po uwzględnieniu poziomu finansowania. Relatywnie, co czwarta jednostka naukowa uczelni osiągnęła wskaźnik produktywności poniżej progu 100% (122 jednostki), a co trzecia jednostka PAN (75 jednostek). Prawie 30% spośród instytutów badawczych i 70% innych jednostek naukowych może uzyskać lepsze rezultaty naukowe przy posiadanych zasobach.

Dokonując analizy podstawowych statystyk opisowych wyników, zaobserwowano, że w każdej grupie wyodrębnia się zbiór jednostek naukowych o charakterze liderów. Kształtowanie się poziomu wskaźników produktywności w przykładowych grupach jednorodnych J3 i J5 oraz różnice między modelami przedstawiono na rysunku 4.



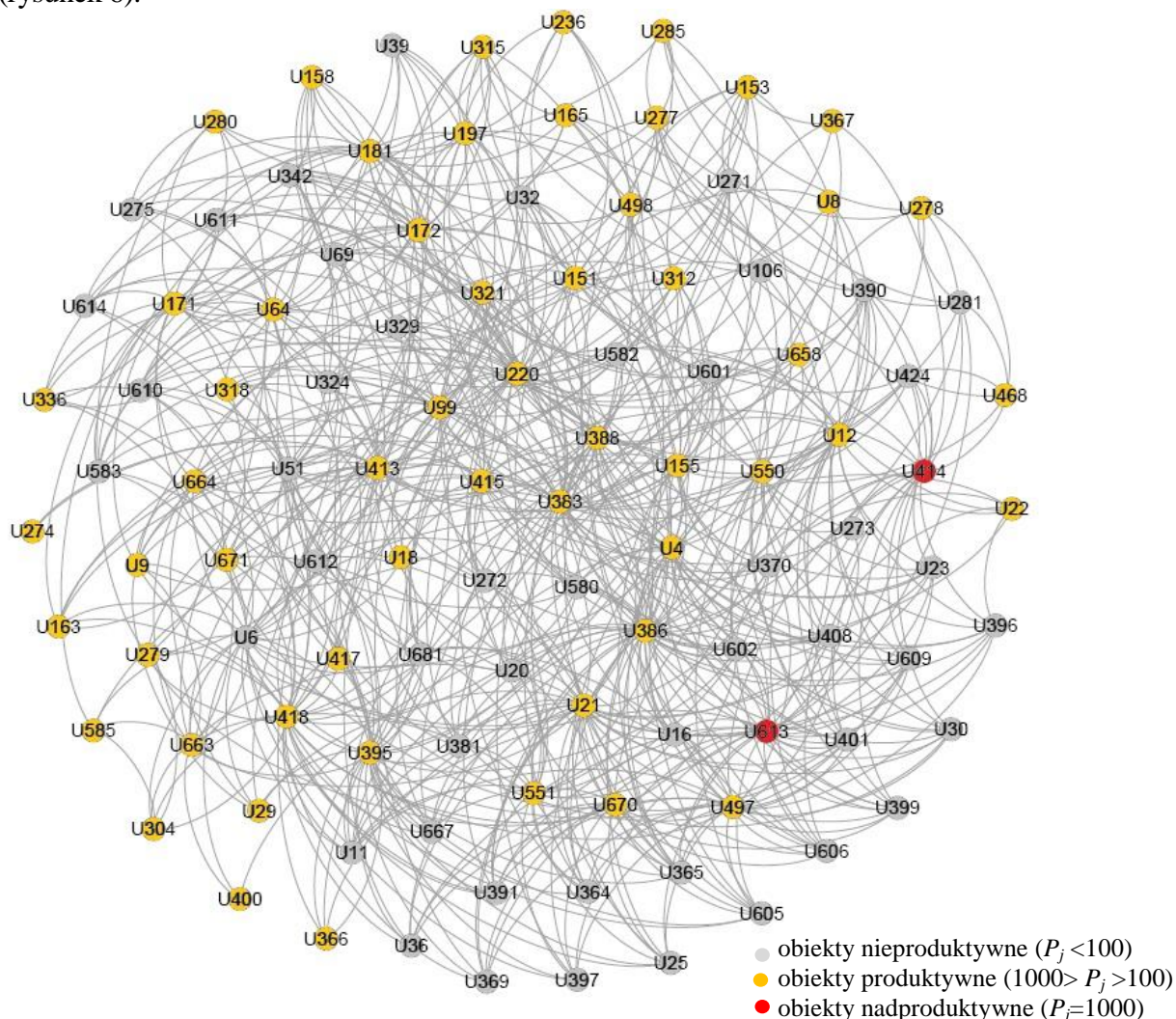
**Rysunek 5. Porównanie poziomu wskaźników produktywności w modelach DEA oraz MNiSW w poszczególnych grupach jednorodnych**

Źródło: opracowanie własne.

Ważną korzyścią przeprowadzonej analizy metodą DEA jest możliwość określenia formuły benchmarkingowej obiektów, w celu określenia najlepszych praktyk, ustalenia kryteriów poprawy funkcjonowania i mierzenia postępów. Formuła benchmarkingowa wskazuje wzorcowe obiekty odniesienia oraz określa poziom natężenia tych relacji, w celu wyznaczenia technologii optymalnej. Technologia optymalna obiektu nieproduktywnego  $j$  jest kombinacją technologii empirycznych poszczególnych obiektów produktywnych będących wzorcami dla jednostki  $j$ . Tę kombinację konstruuje się z punktu widzenia zmaksymalizowania efektów danej jednostki naukowej przy określonym poziomie zatrudnienia i poziomie dotacji statutowej. Technologia optymalną jednostki produktywniej jest jej technologia empiryczna. Na podstawie tej informacji oszacować można nadwyżki nakładów lub/i niedobory rezultatów, które występują w obiekcie nieproduktywnym.



Korzystając z optymalnych wartości wag  $\lambda_j$  można utworzyć też graf benchmarkingu (rysunek 6).



**Rysunek 6. Graf benchmarkingowy grupy J5**

Źródło: opracowanie własne, z wykorzystaniem oprogramowania Gephi 0.8.2.

Graf benchmarkingowy wskazuje relacje między jednostkami naukowymi w grupie jednorodnej. Kolorem szarym oznaczono jednostki nieproduktywne, pomarańczowym i czerwonym obiekty produktywne, przy czym czerwone są jednostkami najlepszymi. Linie wskazują relacje benchmarkingowe, tzn. określają wzorcowe obiekty produktywne dla obiektów nieproduktywnych, na podstawie których ustalana jest technologia optymalna.

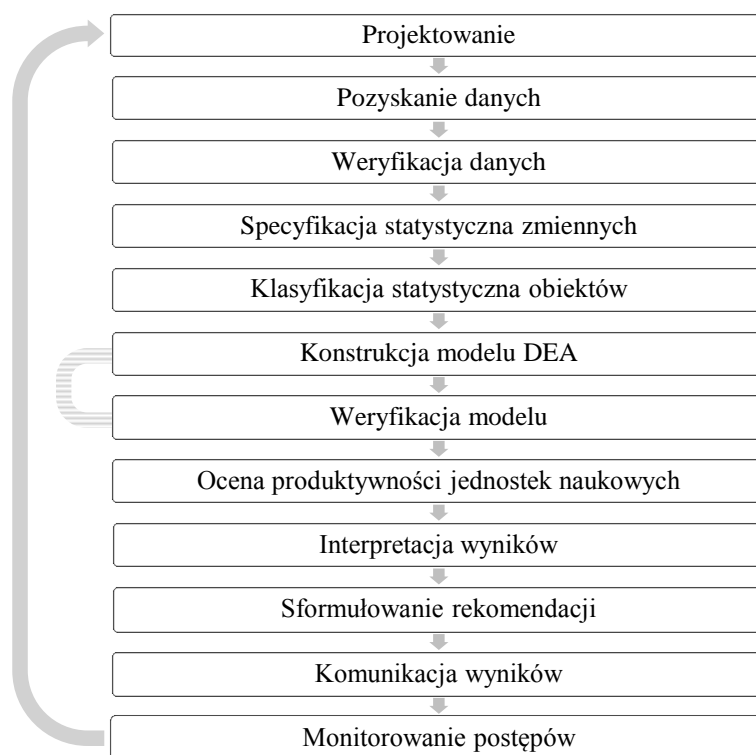
Ocena produktywności metodą DEA, umożliwia również na wskazanie konkurentów technologicznych obiektów. W modelach nadproduktywności, benchmarki jednostek produktywnych są ich konkurentami technologicznymi. Dla obiektów nieproduktywnych, rozwiązując model DEA, sformułowany z wykluczeniem obiektów produktywnych określonych w pełnym modelu, które stanowiąc wzór do naśladowania, nie mogą być jednocześnie konkurentami, można określić rywali technologicznych. Konkurentem danego obiektu będą te obiekty, które w zawężonym modelu DEA tworzą jego technologię optymalną.



**Zadanie 11. Wypracowanie propozycji metodycznych oceny działalności jednostek naukowych opartej na koncepcji produktywności z wykorzystaniem metody DEA**

**Zadanie 12. Zaprojektowanie modyfikacji procedury oceny parametrycznej jednostek naukowych stosowanej przez MNiSW**

Autorka zaproponowała adaptację koncepcji produktywności nauki i model ilościowy oceny i analizy produktywności jednostek naukowych oparty na metodzie Data Envelopment Analysis. Wykorzystanie metody DEA, nowego na gruncie polskim narzędzia pozwalającego na ocenę produktywności nauki, miałyby większą wartość użytkową, gdyby pomiar odbywał się systematycznie. Oprócz ustalenia bieżącej produktywności opartej na metodzie DEA, ewaluacji można byłoby wówczas poddać wpływ zmian w systemie nauki na ogólne tendencje oraz na stałość pozycji poszczególnych jednostek w rankingach. Regularnie monitorowanie nakładów i wyników osiągniętych przez jednostkę naukową w czasie, mogłoby także doprowadzić do wskazania właściwych kierunków zmian w systemie nauki. Podejmowanie decyzji na podstawie analiz ponawianych w dłuższym czasie, a nie w jednym okresie, jest dużo bardziej właściwe. Pojedyncza zaobserwowana sytuacja może mieć przyczynę w niezwykłym splocie okoliczności, które nie pojawią się ponownie. Jednak, gdy wyniki utrzymują się przez kilka okresów, ryzyko przypadkowości maleje. Warunkiem wyjścia zastosowania metody DEA poza ramy jednorazowego pilotażowego projektu, jest zaimplementowanie analitycznych narzędzi metody DEA wewnątrz systemu informacyjnego regularnie zbierającego, przetwarzającego i raportującego dane o ponoszonych nakładach oraz osiągnięciach jednostek naukowych. Opracowany przez autorkę proces systematycznej oceny produktywności jednostek naukowych obejmujący 12 etapów przedstawiono na rysunku 7.



**Rysunek 7. Proces systematycznej oceny produktywności z zastosowaniem metody DEA**  
Źródło: opracowanie własne.

**Projektowanie ewaluacji i oceny instytucjonalnej** rozpoczyna się od określenia założeń, zdefiniowania celów i sprecyzowania jej funkcji. Ma to odniesienie do założeń polityki naukowej, cyklu polityki naukowej i powiązań z innymi instrumentami polityki naukowej. W kontekście tych działań następuje rozpoznanie zasobów informacyjnych oraz ustalenie roli grup interesariuszy na różnych etapach ewaluacji. Sprecyzowanie zasad systemu ewaluacji obejmuje ustalenie ram czasowych i metodologicznych ewaluacji.

Drugi etap proponowanego procesu to **pozyskanie danych** o jednostkach naukowych oraz o poziomie finansowania blokowego na działalność naukową.

W Polsce zauważyć można brak konsultacji środowiskowych w zakresie doboru kryteriów oceny jednostek naukowych. Istotne jest zaangażowanie wielu interesariuszy w celu konstrukcji arkusza danych i określenia możliwie szerokiego zestawu efektów działalności naukowej. Zdaniem autorki, ocena jednostek naukowych nie musi odzwierciedlać społeczno-gospodarczych celów państwa, ponieważ te są kontrolowane w procesie alokacji środków konkursowych. Zgodnie z koncepcją produktywności, powinno się gromadzić możliwie obszerną wstępną listę zmiennych, które mogą okazać się znaczące i uwzględnić w tym zakresie wszelkie efekty naukowe (artefakty naukowe lub usługi), które mają pewną wartość (niekoniecznie określoną jawnie) wynikające z działalności jednostki naukowej. Ważne jest dążenie do osiągnięcia pewnej równowagi pomiędzy jednolitością kryteriów a ich zróżnicowaniem ze względu odmienności dyscyplin oraz specyfikę poszczególnych typów jednostek.

Innym ważnym aspektem jest porównywalność danych, której sprzyja stosowanie parametrów ilościowych, ale odnoszących się do jakiegoś systemu jakości. Przykładowo jest to liczba habilitacji, publikacje w czasopismach recenzowanych, cytowania, wartość realizowanych projektów naukowo-badawczych.

Autorka uważa, że zaproponowany model można wzbogacić o dodatkowe zbiory danych i odpowiednią ich analizę. Z przeglądu literatury i doświadczeń międzynarodowych w zakresie oceny jednostek naukowych wynika, że istotne zmienne charakteryzujące jednostki naukowe to między innymi:

- liczba pracowników na poszczególnych stanowiskach (nakład);
- liczba habilitacji (efekt);
- liczba przewodów doktorskich i uzyskanych doktoratów w jednostce i poza nią (efekt);
- referaty i publikacje konferencyjne rejestrowane we wskazanych bazach bibliograficznych (efekt);
- zagraniczna i międzynarodowa współpraca w zakresie publikacji, konferencji i pozyskiwania funduszy zewnętrznych (efekt);
- najważniejsze przejawy uznania dla pracowników naukowych (nagrody i wyróżnienia naukowe, zaproszenia do podejmowania największych konferencji, działalność organizacji konferencji, redaktorstwo, członkostwo akademii) (efekt);
- dane o społecznym wymiarze i wpływie działalności naukowej na poziomie lokalnym, regionalnym, krajowym i międzynarodowym (efekt);
- krajowe i zagraniczne staże naukowe pracowników, wizyty naukowe w kraju i za granicą, wizyty naukowców z kraju i zagranicy (efekt);
- udział pracowników jednostki naukowej w kształceniu na I, II i III stopniu (zmienna środowiskowa).

Zdaniem autorki, jednym z ważniejszych aspektów oceny jednostek naukowych jest odniesienie się do poziomu finansowania. Należy jednak uwzględnić pełną kwotę dotacji na badania. W Polsce, oprócz dotacji na finansowanie lub dofinansowanie działalności statutowej, jednostki naukowe otrzymują z MNiSW<sup>42</sup>:

---

<sup>42</sup> MNiSW, Akty prawne, [www.bip.mnisw.gov.pl](http://www.bip.mnisw.gov.pl) [27.11.2014].

- dotacje na badania własne;
- dotacje na utrzymanie potencjału badawczego;
- dotacje na finansowanie utrzymania specjalnych urzędzeń badawczych;
- dotacje na finansowanie zadań z zakresu działalności upowszechniającej naukę;
- dotacje na finansowanie współpracy naukowej z zagranicą;
- dotacje na badania wspólne sieci naukowej;
- dotacje na finansowanie działalności polegającej na prowadzeniu badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich;
- inne dotacje celowe.

**Weryfikacja danych** zastosowanych w ocenie parametrycznej 2010 przeprowadzona przez autorkę, wykazała zastrzeżenia co do rzetelności pewnych danych. Należy zatem wprowadzić kontrolę jakości danych.

Kolejnym etapem w procesie oceny jednostek naukowych jest **analiza statystyczna zbioru danych**. W dotychczasowej ocenie MNiSW zauważyć można brak analizy właściwości statystycznych danych. Zmienne skorelowane prowadzą do niewłaściwych proporcji zmiennych w ocenie i zafałszowują obraz o rzeczywistej działalności jednostek naukowych. Natomiast decyzje o wyborze zmiennych do oceny produktywności wymagają umocowania na podstawach empirycznych.

Szczególnie oryginalnym podejściem jest zaproponowanie na kolejnym etapie **statystycznej klasyfikacji jednostek naukowych** w grupy jednorodne. Dotychczasowa klasyfikacja grup jednorodnych, zarówno arbitralna, jak i oparta na deklaracjach jednostek naukowych, nie zapewniała dostatecznej separowalności grup jednorodnych. Nazwy podmiotów oraz ich struktura nie wskazują jednoznacznie specyfiki jednostki. Zastosowanie właściwych metod statystycznych pozwala na przeprowadzenie analizy porównawczej obiektów faktycznie jednorodnych pod względem struktury technologii produkcji.

W dalszej kolejności następuje **wybór zmiennych, dobór modelu i jego orientacji**. Określenie czynników analizy, czyli wejść i wyjść, jest jednym z najtrudniejszych elementów w analizie produktywności metodą DEA. Wybór tych czynników ma ogromny wpływ na wyniki i budzi największe kontrowersje w środowisku naukowym. Warto dokonać symulacji kilku wariantów modeli, różnych poziomów agregacji danych badając zgodność otrzymanych wyników.

Jeśli chodzi o wybór modelu, autorka postuluje stosowanie modelu DEA nadproduktywności zorientowanego na efekty. Model taki szczególnie pozwala w sposób czytelny wyłonić liderów, oznaczanych jako jednostki o kategorii A+. Orientacja modelu na efekty jest bardziej uzasadniona od modelu dążącego do minimalizacji nakładów.

Właściwie każdą aplikację modelu DEA do oszacowania produktywności jednostek powinna poprzedzać analiza jego wrażliwości. Przetestować warto zgodność osiągniętych przez jednostki wyników zarówno w wypadkach liczby branych pod uwagę wejść i wyjść, jak i wpływu zaburzeń i błędów danych. Autorka w swoich badaniach pominęła analizy liczby zmiennych, gdyż został on zredukowany do minimum po analizie statystycznej i usunięciu zmiennych o niepewnych danych.

Po uzgodnieniu modelu następuje jego weryfikacja empiryczna, czyli **ocena poziomu produktywności jednostek naukowych i interpretacja wyników**. Wymiernym efektem całej procedury jest przyznanie określonej kategorii, a w konsekwencji przypisanie reguł alokacji dotacji podmiotowej.

Dużą korzyścią zaproponowanej procedury jest **sformułowanie rekomendacji** dla jednostek naukowych ze wskazaniem słabych i silnych stron, obszarów i zakresów poprawy oraz potencjalnych obiektów wzorcowych.

Istotnym elementem jest **komunikacja wyników**. W środowisku naukowym oczekuje się przedstawienia wyników oceny wraz z analizą, czy osiągnięto zamierzone cele, z możliwością wzajemnego porównania. Ważne, aby jednostki miały możliwość skomentowania raportów.

Ostatnim etapem procesu i jednocześnie łączącym z kolejną jego iteracją jest **monitorowanie postępów** poprzez porównywanie wyników w czasie. Wsparciem może być wspomniany wcześniej raport samooceny, w którym jednostka deklaruje wypełnienie rekomendacji i zaleceń z poprzedniej oceny.

Zaproponowane podejście odpowiada na uwagi krytyczne środowiska. W tabeli 4 zaproponowano rozwiązania dla dyskusyjnych etapów metodyki oceny parametrycznej.

**Tabela 4. Zestawienie wyników oceny jednostek naukowych**

Etapy oceny	Ocena parametryczna MNiSW	Model autorski
<b>Dobór kryteriów</b>	dobór arbitralny	analiza statystyczna
<b>Klasyfikacja jednostek</b>	dobór arbitralny	analiza statystyczna
<b>Dobór wag kryteriów</b>	dobór arbitralny	metoda DEA (optymalizacja liniowa)
<b>Klasyfikacja zmiennych w zakresy</b>	dobór arbitralny	brak
<b>Wagi zakresów</b>	dobór arbitralny	brak
<b>Ocena poziomu działalności naukowej</b>	wskaźnik E OP1999-OP2010 ważona suma punktów oceny parametrycznej do przeliczeniowej liczby N zatrudnionych do prac B+R; OP2013 metoda porównań parami z uwzględnieniem arbitralnie przyjętych wartości jednostek referencyjnych	wskaźnik produktywności, metoda DEA
<b>Kategoryzacja</b>	podział arbitralny	wyniki metody DEA

Źródło: opracowanie własne.

Wypracowana metodyka ma umożliwiać możliwie obiektywne traktowanie procesu badawczego. Pożądany kierunek ewolucji systemu parametrycznego to coraz bardziej syntetyczna wycena wybranych, jednoznacznie zdefiniowanych elementów aktywności naukowej, dokumentujących pozycję dorobku jednostki badawczej na tle nauki polskiej i światowej. Systematyczne przyglądanie się procesom w obszarze działalności naukowej zachodzącym w jednostkach naukowych, świadomość nakładów oraz powstających w wyniku ich transformacji efektów oraz ich naukowa konfrontacja przyczyni się do zwiększenia przejrzystości oceny jednostek naukowych oraz ułatwi alokację środków publicznych i ich rozliczalność przed interesariuszami.

## 7. PODSUMOWANIE

Podjęta w rozprawie doktorskiej problematyka analizy i oceny produktywności jednostek naukowych z zastosowaniem metody Data Envelopment Analysis stanowiła duże wyzwanie badawcze, zarówno ze względu na próbę nowatorskiego ujęcia tematu, jak i panujący – zdaniem autorki – chaos pojęciowy i metodologiczny w literaturze przedmiotu oraz w praktyce oceny jednostek naukowych.

W przekonaniu autorki, zasadniczy problem badawczy niniejszej rozprawy polegający na analizie możliwości wykorzystania koncepcji produktywności do wartościowania i porównywania dorobku jednostek naukowych oraz zastosowanie tej koncepcji w zarządzaniu organizacją i finansowaniem badań naukowych został rozwiązany pomyślnie. Treści zaproponowane w rozprawie mogą stanowić wypełnienie luki badawczej w zakresie zarządzania badaniami naukowymi oraz oceny produktywności jednostek naukowych, a zaproponowana metodyka wnosi nowy wkład do wiedzy z zakresu nauk o zarządzaniu (wartość poznawcza) oraz może stanowić narzędzie użyteczne dla decydentów, jak i jednostek naukowych do inicjatyw podejmowanych z zakresu oceny jednostek naukowych w Polsce przez MNiSW (wartość aplikacyjna). Opracowana metodyka ma charakter nowatorski, również w kontekście piśmiennictwa zagranicznego.

W rozprawie wykazano, że:

- analiza produktywności jednostek naukowych daje możliwość oceny wykorzystania ich zasobów materialnych i niematerialnych;
- zastosowanie metody DEA oraz zastosowanie metod statystycznych w procedurze oceny produktywności zwiększa obiektywność i wiarygodność wyników. Uwzględnienie czynników środowiskowych w ocenie produktywności jednostek naukowych pozwala na pełniejsze rozpoznanie i wyjaśnienie uwarunkowań ich działalności.
- parametryczna MNiSW wykazuje w jej dotychczasowym kształcie wiele słabości i istnieje konieczność jej dalszego doskonalenia merytorycznego i formalnego – na podstawie analiz statystycznych, analizy postulatów krytycznych środowiska oraz dokumentów
- adaptacja koncepcji produktywności i zastosowanie metody DEA umożliwia kształtowanie instrumentów zarządzania organizacją i finansowaniem badań naukowych.

Tym samym pozytywnie potwierdzono hipotezy badawcze postawione w rozprawie.

Realizacja zadań badawczych pozwoliła – zdaniem autorki – na osiągnięcie zakładanych celów rozprawy. W zakresie poznawczym przeprowadzono szeroką i pogłębioną dyskusję nad porównywaniem i wartościowaniem dorobku instytucji naukowych, dokonano szerokiej analizy i oceny istniejących modeli systematycznej oceny jednostek naukowych oraz wskazano obszary dyskusyjne metodyki oceny parametrycznej stosowanej przez MNiSW. W zakresie metodycznym opracowano procedurę oceny działalności jednostek naukowych opartej na koncepcji produktywności z wykorzystaniem metody Data Envelopment Analysis (DEA). W zakresie użytkowym zaprojektowano proces systematycznej oceny produktywności z zastosowaniem metody DEA jako propozycję modyfikacji procedury oceny parametrycznej jednostek naukowych stosowanej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w Polsce.

W opinii autorki, zagadnienie oceny i analizy produktywności jednostek naukowych jest niezwykle interesującym i obszernym zagadnieniem badawczym. W opinii autorki, przeprowadzone w rozprawie rozważania – zarówno w warstwie teoretycznej, jak i empirycznej – mogą stanowić podstawę i inspirację do dalszych prac z tego zakresu.

## 8. SPIS TREŚCI ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

WPROWADZENIE .....	4
1. ASPEKTY ZARZĄDZANIA W SEKTORZE BADAŃ NAUKOWYCH .....	12
1.1. Rola jednostek naukowych w gospodarce opartej na wiedzy .....	12
1.2. Mechanizmy i narzędzia kreowania polityki naukowej .....	20
1.3. Ewaluacja instytucjonalna badań naukowych .....	31
2. PRODUKTYWNOŚĆ NAUKI .....	38
2.1. Paradygmat produktywności .....	40
2.2. Istota i determinanty produktywności jednostek naukowych .....	49
2.3. Metody pomiaru produktywności nauki .....	57
3. ANALIZA METOD OCENY JEDNOSTEK NAUKOWYCH .....	72
3.1. Uwarunkowania systemów oceny jednostek naukowych w Europie .....	72
3.2. Przegląd narodowych systemów oceny jednostek naukowych .....	83
4. SYSTEM OCENY JEDNOSTEK NAUKOWYCH W POLSCE .....	112
4.1. System badań naukowych w Polsce .....	112
4.2. Metodyka oceny parametrycznej jednostek naukowych .....	123
4.3. Krytyczna analiza oceny parametrycznej .....	133
5. ZAŁOŻENIA METODYCZNE BADANIA PRODUKTYWNOŚCI METODĄ DATA ENVELOPMENT ANALYSIS .....	145
5.1. Propedeutyka metodyki Data Envelopment Analysis .....	145
5.2. Przegląd modeli Data Envelopment Analysis .....	156
5.3. Przykłady zastosowań metody Data Envelopment Analysis w ocenie wyników działalności naukowej .....	167
6. BADANIA PRODUKTYWNOŚCI JEDNOSTEK NAUKOWYCH .....	182
6.1. Analiza danych źródłowych .....	182
6.2. Wybór zmiennych do oceny produktywności jednostek naukowych .....	201
6.3. Klasyfikacja jednostek i wybór modelu Data Envelopment Analysis .....	209
6.4. Obliczenia produktywności .....	222
6.5. Testy odporności i stabilności modelu Data Envelopment Analysis .....	227
7. REKOMENDACJE DO METODYKI DATA ENVELOPMENT ANALYSIS W OCENIE JEDNOSTEK NAUKOWYCH .....	233
7.1. Porównanie produktywności jednostek naukowych .....	233
7.2. Aplikacja metody Data Envelopment Analysis w ocenie parametrycznej .....	246
ZAKOŃCZENIE .....	252
ANEKS .....	256
Załącznik 1. Kryteria oceny parametrycznej w 1999 roku .....	257
Załącznik 2. Kryteria oceny parametrycznej w 2003 roku .....	259
Załącznik 3. Kryteria oceny parametrycznej w 2006 roku .....	262
Załącznik 4. Kryteria oceny parametrycznej w 2010 roku .....	264
Załącznik 5. Kryteria oceny parametrycznej i grupy wzajemnej oceny w 2013 roku .....	267
Załącznik 6. Liczebność jednostek oraz rozpiętość przedziałów poszczególnych kategorii względem wskaźnika efektywności E .....	272
Załącznik 7. Zestawienie publikacji na temat zastosowań metody DEA w Polsce .....	273
Załącznik 8. Współczynniki korelacji cech wraz z poziomem ich istotności w poszczególnych grupach jednostek naukowych .....	282
Załącznik 9. Lista jednostek naukowych w badaniach autorki i ich podział w grupy jednorodne .....	286
Załącznik 10. Wyniki oceny jednostek naukowych metodą DEA .....	300
BIBLIOGRAFIA .....	313
SPIS RYSUNKÓW .....	333
SPIS TABEL .....	336

## 9. NOTA O AUTORZE

### Wykształcenie:

- Politechnika Białostocka, Wydział Informatyki, kierunek: informatyka, specjalność: systemy oprogramowania, 2002-2005;
- Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, kierunek: zarządzanie i marketing, specjalność: informatyka gospodarcza, 1999-2004;

### Zatrudnienie:

- Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

### Zainteresowania naukowe:

- zarządzanie w sektorze B+R
- analiza produktywności i zarządzanie w sektorze publicznym, w szczególności w sektorze badań i szkolnictwa wyższego;
- ocena jednostek naukowych i badań naukowych;
- rozwój i zastosowanie metody Data Envelopment Analysis (DEA)
- analiza danych.

### Staż krajowe i zagraniczne:

- European Centre for Strategic Management of Universities (ESMU, Bruksela, Belgia), stanowisko: project officer; 01.2008 – 06.2008
- udział w cyklu warsztatów o tematyce zarządzania w szkolnictwie wyższym: Niemcy, Berlin, *Internationalisation*; Rumunia, Bukareszt, *Procedures and Benchmarks in Research Project Assessment*; Belgia, Bruksela, *Internal institutional Quality*.

### Udział w projektach badawczych (tytuł projektu; zleceniodawca; (współ)wykonawca; okres realizacji; rola w projekcie):

- *Zarządzanie wydajnością w łańcuchu dostaw (SCPM) w zakresie parametrów określonych formułą 3V. Implikacje dla zarządzania informacją*; Narodowe Centrum Nauki, OPUS 7; Konsorcjum Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu – Politechnika Białostocka; 2015-2016; wykonawca;
- *Narodowy Program Foresight – wdrożenie wyników*; MNiSW, umowa DS-621/NPF/2011, Konsorcjum Główny Instytut Górnicztwa – Społeczna Akademia Nauk – Politechnika Białostocka; 2012-2015; członek zespołu badawczego, kierownik zadania;
- *Rail Baltica Growth Corridor (RBGC)*; grant UE z Programu Regionu Morza Bałtyckiego 2007-2013, nr umowy #47; Politechnika Białostocka – partner projektu; 2011-2013; kierownik projektu;
- *Analiza i ocena produktywności jednostek naukowych*; grant promotorski z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego N N115 294138; 2010-2014; główny wykonawca;
- *Foresight technologiczny NT FOR Podlaskie 2020. Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii*; grant Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka UDA-POIG.01.01.01-20-024/08-00; Politechnika Białostocka; 2009-2011; członek zespołu badawczego;
- *Narodowy Program Foresight POLSKA2020*; projekt Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego; 2006-2008; członek Grupy Wsparcia przy Komitecie Sterującym;
- *European Benchmarking Initiative (EBI I). Benchmarking in European Higher Education*; Komisja Europejska, Program Socrates, EAC 01/06; European Centre

for Strategic Management of Universities (ESMU, Bruksela, Belgia); 2006-2008; project officer, członek zespołu badawczego;

- *Foresight i benchmarking jako instrumenty kształtowania polityki innowacyjnej*; praca badawcza zespołowa własna W/WZ/6/2010, Politechnika Białostocka; 2010-2012; członek zespołu badawczego;
- *Szkoła Naukowa w zakresie benchmarkingu i foresightu w zarządzaniu innowacjami*;
- praca badawcza zespołowa własna W/WZ/1/08; Politechnika Białostocka; 2008-2009; członek zespołu badawczego;

### Publikacje w tematyce rozprawy:

1. **Jakuszewicz J.**, *DEA model for assessment of institutional research productivity in Poland*, "Journal of Engineering Management and Competitiveness", Vol. 3, no 2, 2013, pp. 74-78.
2. **Urban J.**, *Klasyfikacja polskich jednostek naukowych w ocenie parametrycznej MNiSW*, XIX Konferencja Naukowa Sekcji Klasyfikacji i Analizy Danych Polskiego Towarzystwa Statystycznego, XXIV Konferencja Taksonomiczna, Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania, Polskie Towarzystwo Statystyczne, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2010, s. 45.
3. **Urban J.**, *Measuring productivity of Polish research units: A DEA approach*, [in:] Performance Management and Measurement with Data Envelopment Analysis, ed. by Ali Emrouznejad, Ibrahim H. Osman, Abdel L. Anouze, Olayan School of Business, American University of Beirut, 2010, pp. 233-238.
4. Nazarko J., Kuźmicz K., **Urban J.**, *Benchmarking szansą poprawy pozycji konkurencyjnej polskich uczelni*, „Sprawy Nauki”, Biuletyn Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, nr 8/9, 2009, s. 31-40.
5. Komuda M., Kuźmicz K., Nazarko J., **Urban J.** [et. al.], *Strategia rozwoju szkolnictwa wyższego: 2010-2010: projekt środowiskowy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2009.
6. Nazarko J., Kuźmicz K.A., Szubzda-Prutis E., **Urban J.**, *The general concept of benchmarking and its application in higher education in Europe*, "Higher Education in Europe", Vol. 34, No. 3-4, 2009, pp. 497-510.
7. Nazarko J., Komuda M., Kuźmicz K., Szubzda E., **Urban J.**, *Metoda DEA w ocenie efektywności funkcjonowania podmiotów sektora publicznego* [w:] „Badania Operacyjne i Decyzje”, 2008, nr 4, Wrocław 2008, s. 89-105. [wydane w 2009 r.]
8. Nazarko J., Komuda M., Kuźmicz K., Szubzda E., **Urban J.**, *Metoda DEA w ocenie efektywności funkcjonowania podmiotów sektora publicznego* [w:] III Konferencja Naukowa „Efektywność źródłem bogactwa narodów”: streszczenia referatów i komunikaty, Społeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania, Wydawnictwo FORMAT, Wrocław 2008, s. 57.
9. Nazarko J., Kuźmicz K., Szubzda-Prutis E., **Urban J.**, *Analiza oceny parametrycznej z perspektywy benchmarkingu*, „Sprawy Nauki”, Biuletyn Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, nr 1/142, Warszawa 2009, s. 34-44.
10. Brandenburg U., Burquel N., Carr D., Federkeil G., Kuźmicz K., Nazarko J., Rafael J.A., Sadlak J., **Urban J.**, van Vught F., Wells P., Westerheijden D., *Benchmarking in European Higher Education. A practical guide*, European Centre for Strategic Management of Universities, Bruksela 2008, 96 p.
11. Nazarko J., Kuźmicz K., Szubzda E., **Urban J.**, *Ogólna koncepcja benchmarkingu i jego stosowalność w szkolnictwie wyższym*, [w:] Benchmarking w systemie szkolnictwa wyższego, Woźnicki J. (red.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008, s. 16-32.
12. Nazarko J., Jakuszewicz I., **Urban J.**, *Metoda DEA w analizie jednostek produkcyjnych*, [w:] Narzędzia informatyczne w zarządzaniu i inżynierii produkcji, J. Nazarko (red.), L. Kiełtyka (red.), Difin, Warszawa 2008, s. 34-43.
13. Nazarko J., **Urban J.**, *Sensitivity to measurements errors of DEA models*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio AI. Informatica, Lublin 2007, s. 101-106.



Pełna lista publikacji:  
<http://katalog.pb.edu.pl/>

#### Informacje dodatkowe:

- Współzałożyciel Stowarzyszenia Absolwentów Politechniki Białostockiej;
- Współorganizator i sekretarz czasopisma naukowego "Management And Production Engineering Review" (MPER) (2009-2010);
- Członek Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją;
- Członek Polskiego Towarzystwa Statystycznego;
- Członek IEEE;
- Director of Membership, IEEE Poland Section Technology and Engineering Management Society Chapter;
- Członek International Society for Manufacturing, Service and Management Engineering (ISMSME).

#### 10. WYBRANE POZYCJE LITERATURY

1. Abramo G., Cicero T., D'Angelo C.A., *A field-standardized application of DEA to national-scale research assessment of universities*, "Journal of Informetrics" 2011, t. 5, s. 618-628.
2. Auranen O., Nieminen M., *University research funding and publication performance – an international comparison*, "Research Policy" 2010, t. 39, s. 822-834.
3. Aziz N.A.A., Janor R.M., Mahadi R., *Comparative departmental efficiency analysis within a university: A DEA approach*, "Procedia – Social and Behavioral Sciences" 2013, t. 90, s. 540-548.
4. Babu A.R., Singh Y.S., *Determinants of research productivity*, "Scientometrics" 1998, t. 43, nr 3, s. 318-327.
5. Betz F., *Managing science: Methodology and organization of research*, Springer, New York 2011.
6. Bolli T., Somogyi F., *Do competitively acquired funds induce universities to increase productivity?*, "Research Policy" 2011, t. 40, s. 136-147.
7. Bonaccorsi A., Daraio C., *Econometric approaches to the analysis of productivity of R&D systems [w:] Handbook of quantitative science and technology research*, H.F. Moed i in. (red.), Kluwer Academic Publishers, Netherlands 2004, s. 51-74.
8. Bonaccorsi A., Daraio C., Simar L., *Advanced indicators of productivity of universities. An application of robust nonparametric methods to Italian data*, "Scientometrics" 2006, t. 66, nr 2, s. 389-410.
9. Chew B., *No-nonsense guide to measuring productivity*, "Harvard Business Review" 1988, January-February, s. 3-9.
10. Coelli T., Rao D.S.S., Battese G.E., *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London 2002.
11. Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K., *Data Envelopment Analysis. a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London 2007.
12. Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K., *Introduction to Data Envelopment Analysis and its uses. With DEA-Solver Software and References*, Springer, New York 2006.
13. Cooper W.W., Seiford L.M., Zhu J., *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London 2004.
14. Godin B., *The value of science: changing conceptions of scientific productivity, 1869 to circa 1970*, "Social Science Information" 2009, t. 48 (4), s. 547-586.
15. Guena A., Martin B.R., *University research evaluation and funding: and international comparison*, "Minerva" 2003, t. 41, nr 4, s. 277-304.
16. Guzik B., *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Poznań 2009.
17. Hicks D., *Performance-based university research funding systems*, "Research Policy" 2012, t. 41, s. 251-261.
18. *Improving measurement of productivity in higher education* Sullivan T., Mackie C., Massy W.F., Sinha E. (red.), The National Academies Press, Washington 2012.

19. Kozłowski J., *Ewaluacja instytucji naukowych w Polsce w świetle porównań międzynarodowych i konsultacji*, Departament Strategii Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Warszawa 2010, s. 8.
20. Long R., Crawford A., White M., Davis K., *Determinants of faculty research productivity in information systems: an empirical analysis of the impact of academic origin and academic affiliation*, "Scientometrics" 2009, t. 78, nr 2, s. 231-360.
21. M. Herbst, *Financing public universities: the case of performance funding*, Higher Education Dynamics, t. 18, Springer, Zurich 2007.
22. Marburger J., *The science of science and innovation technology*, [w:] *Science, technology and innovation indicators in a changing world. Responding to policy needs*, OECD Publishing, 2007, s. 27-32.
23. Martin B.R., *The evolution of science policy and innovation studies*, "Research Policy" 2012, t. 41, s. 1219-1239.
24. Muscio A., Quaglione D., Vallanti G., *Does government funding complement or substitute private research funding to universities?*, "Research Policy" 2013, t. 42, s. 63-75.
25. Nazarko J., Chraślowska J., *Benchmarking w ocenie efektywności krajowych spółek dystrybucyjnych energii elektrycznej*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, „Taksonomia” 2005, nr 12, s. 38-47.
26. Nazarko J., Kuźmicz K.A., Szubzda E., Urban J. (Jakuszewicz), *Analiza oceny parametrycznej z perspektywy benchmarkingu*, [w:] *Benchmarking w systemie szkolnictwa wyższego*, J. Woźnicki (red.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008, s. 49-64.
27. Nazarko J., *Regionalny foresight gospodarczy. Metodologia i instrumentarium badawcze*, Mazowieckie Centrum Informacji Gospodarczej, Warszawa 2013.
28. Nazarko J., Šaparauskas J., *Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions*, "Technological and Economic Development of Economy" 2014, t. 20, nr 1, s. 1-20.
29. Nazarko J., Urban J., *Sensitivity to measurements errors of DEA models*, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio AI. Informatica, Lublin 2007, s. 101-106.
30. OECD, *Public research institutions: mapping sector trends*, OECD Publishing, 2011.
31. Panek T., *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2009.
32. Prokopenko J., *Productivity management. A practical handbook*, International Labour Office, Geneva 1987.
33. Ramanathan R., *An introduction to data envelopment analysis. a tool for performance measurement*, Sage Publications, New Delhi, Thousand Oaks, London 2003.
34. Ray S.C., *Data Envelopment Analysis. Theory and techniques for economics and operations research*, Cambridge University Press, New York 2004.
35. Rhoades G., *Managing productivity in an academic institution: rethinking the whom, which, what, and whose of productivity*, "Research in Higher Education" 2001, t. 42, nr 5, s. 619-632.
36. Rybaczuk M., *Graficzna prezentacja struktury danych wielowymiarowych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, nr 942, Akademia Ekonomiczna, Wrocław, 2002, s. 146-153.
37. Sharpe A., *Productivity concept, trends and prospects: an overview*, "The Review of Economic Performance and Social Progress" 2002, t. 2, s. 31-56.
38. Silver E.A., *Some ideas on enhancing research productivity*, "International Journal of Production Economics" 2009, t. 118, s. 352-360.
39. Sohn S.Y., Kim Y., *DEA based multi-period evaluation system for research in academia*, "Expert Systems with Applications" 2012, t. 39, s. 8274-8278.
40. Tangen S., *Demystifying productivity and performance*, "International Journal of Productivity and Performance Management" 2005, t. 54, nr 1, s. 34-46.
41. Thanassoulis E., *Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Norwell 2003.
42. *The science of science policy. A handbook*, Fealing K.H., Lane J.I., Marburger III J.H., Shipp S.S. (red.), Stanford University Press, Stanford 2011.
43. van den Besselaar S., Börner K., Scharnhorst A., *Science policy and the challenges for modeling science*, [w:] *Models of science dynamics*, A. Scharnhorst, K. Börner, S. van den Besselaar (red.), Springer 2012, s. 261-266.
44. Wolszczak-Derlacz J., *Efektywność naukowa, dydaktyczna i wdrożeniowa publicznych szkół wyższych w Polsce – analiza nieparametryczna*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2013.