PRACE NAUKOWE
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS
of Wrocław University of Economics

Nr 449

Ekonomia

Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2016

Redakcja wydawnicza: Joanna Świrska-Korłub, Jadwiga Marcinek

Redakcja techniczna i korekta: Barbara Łopusiewicz

Łamanie: Beata Mazur

Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania
znajdują się na stronach internetowych
www.pracenaukowe.ue.wroc.pl
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Publikacja udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska
(CC BY-NC-ND 3.0 PL)

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2016

ISSN 1899-3192
e-ISSN 2392-0041

ISBN 978-83-7695-616-9

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław
tel./fax 71 36 80 602; e-mail: econbook@ue.wroc.pl
www.ksiegarnia.ue.wroc.pl

Druk i oprawa: TOTEM

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Spis treści

Wstęp 11

Piotr Adamczewski: Organizacje inteligentne w rozwoju społeczeństwa wiedzy / Intelligent organizations in the development of knowledge society 13

Maciej Banasik: Siła demokracji a władza finansjery na przykładzie kryzysu w Grecji / The strength of democracy vs. the power of high finance on the example of the crisis in Greece 23

Paweł Białynicki-Birula, Łukasz Mamica: Uwarunkowania i efekty polityki przemysłowej w świetle neoweberowskiej koncepcji państwa / Determinants and effects of industrial policy in the context of the neoweberian state model 40

Jan Borowiec: Integracja handlowa jako determinanta synchronizacji cykli koniunkturalnych w strefie euro / Trade integration as a determinant of business cycles synchronization in the Euro Are 52

Małgorzata Bułkowska: Potencjalny wpływ bilateralnych umów handlowych na wzrost gospodarczy UE – przewidywane skutki dla polskiego sektora rolno-spożywczego / Potential impact of the bilateral trade agreements on the economic growth in the EU – expected consequences for the Polish agri-food sector 61

Sławomir Czetwertyński: Produkcja partnerska a nieformalny obrót cyfrowymi dobrami informacyjnymi / Peer production vs. informal distribution of digital information goods 72

Ireneusz Dąbrowski: Mechanizmy sprzężeń zwrotnych i ujęcie cybernetyczne w ekonomii / Feedbacks and cybernetic coverage in economics 86

Tomasz Dębowski: Polityka regionalna Unii Europejskiej w Polsce – teraźniejszość i przyszłość / Regional policy of the European Union in Poland – present and future 96

Wirginia Doryń: Innowacyjność sektora niskiej techniki w krajach Unii Europejskiej – analiza porównawcza / Innovation of the low technology sector in the European Union – a comparative analysis 109

Karolina Drela: Prekariat – kierunki zmian i wpływ na rynek pracy / Precariat – directions of changes and impact on the labour market 118

Monika Fabińska: Droga kobiet do sukcesu biznesowego w dobie polityki równych szans / Women's road to business success in the era of equal opportunities policy 130

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Maria Fic, Daniel Fic, Edyta Ropuszyńska-Surma: Społeczno-ekonomiczne ograniczenia rozwoju gospodarczego Polski w kontekście pułapki średniego dochodu / Socio-economic constraints of the Polish economic growth in context of the middle-income trap 142
Paweł Głodek: Proces komercjalizacji wiedzy a struktury uczelni wyższej – ujęcie modelowe / Process of knowledge commercialization and university organisational units – model approach..... 155
Aleksandra Grabowska-Powaga: Uwarunkowania kształtowania kapitału społecznego – odniesienia do Polski / Factors that influence social capital – references to Poland..... 169
Alina Grynia: Poziom oraz struktura finansowania działalności badawczo-rozwojowej na Litwie na tle pozostałych krajów UE / Level and structure of investment in research and development in Lithuania in comparison with other countries 177
Mariusz Hamulczuk, Jakub Kraciuk: Procesy globalizacji a wzrost gospodarczy w krajach europejskich / Globalisation processes vs. economic growth in the European countries 191
Anna Horodecka, Liudmyla Vozna: The vulnerability of the labor market as the effect of the human motivation to work / Wrażliwość rynku pracy jako skutek motywacji człowieka do pracy 207
Agata Jakubowska: Instytucjonalne podłoże relacji podmiotów funkcjonujących na rynku / Institutional background of relations between entities on the market 216
Ewa Jaska: Uwarunkowania makroekonomiczne rozwoju rynku reklamy medialnej w Polsce / Macroeconomic conditions for the development of media advertising market in Poland 224
Michał Jurek: Społeczna odpowiedzialność biznesu – ewolucja koncepcji i jej znaczenia / Corporate social responsibility – evolution of the concept and its importance..... 234
Renata Karkowska, Igor Kravchuk: Struktura inwestorów na GPW w Warszawie w kontekście zmian makroekonomicznych i rynkowych / Structure of investors in the Warsaw Stock Exchange in the context of macroeconomic and market changes..... 246
Grażyna Karmowska: Analiza i ocena poziomu ekoinnowacji w nowych krajach członkowskich Unii Europejskiej / Analysis and assessment of the level of eco-innovation in the new member countries of the European Union 257
Dariusz Kiełczewski: Racjonalność człowieka gospodarującego w ujęciu koncepcji *homo sustinens* / Rationality of managing man in the concept of *homo sustinens* 269

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Krystyna Kietlińska: Rola powiatowych urzędów pracy w przeciwdziałaniu bezrobociu w Polsce / The role of district labour offices of work in counteracting unemployment in Poland 277
Aneta Kisiel: Kształtowanie kapitału ludzkiego – wybrane problemy / Human capital shaping – selected issues 289
Dariusz Klimek: Funkcja ekonomiczna imigracji na polskim rynku pracy / The economic function of immigration on the Polish labor market 300
Paweł Kocoń: Zarządzanie informacją – utajnianiem i ujawnianiem − jako funkcja zarządzania publicznego / Managing the information – encryption and disclousure − as public management functions 310
Anna Kozłowska, Agnieszka Szczepkowska-Flis: Weryfikacja hipotezy schumpeterowskiej w kontekście rodzajowej struktury wdrażanych innowacji / Verification of Schumpeterian hypothesis in the context of generic structure of innovations 319
Anna Kozłowska, Agnieszka Szczepkowska-Flis: Wpływ wybranych uwarunkowań działalności gospodarczej na aktywność innowacyjną przedsiębiorstw / Influence of chosen conditions of economic activity on innovation activity of enterprises 329
Joanna Kudełko: Nowy paradygmat rozwoju w realizacji polityki spójności / New paradigm of development in the implementation of cohesion policy 340
Wojciech Leoński: Rola państwa i instytucji rządowych w promowaniu koncepcji społecznej odpowiedzialności biznesu w Polsce / The role of the state and government agencies in promoting the concept of corporate social responsibility in Poland..... 350
Renata Lisowska: Kształtowanie przewagi konkurencyjnej małych i średnich przedsiębiorstw poprzez wykorzystanie wzornictwa przemysłowego – doświadczenia województwa wielkopolskiego / Shaping the competitive advantage of small and medium-sized enterprises through the use of industrial design − experience of the Wielkopolskie Voivodeship 358
Irena Łącka: Wkład uczelni i instytutów badawczych w ochronę własności przemysłowej w Polsce w latach 2009-2014 / Input of universities and research institutes on the protection of industrial property in Poland between 2009 and 2014..... 368
Agnieszka Malkowska: Eksport województwa zachodniopomorskiego – charakterystyka i znaczenie dla regionu / Exports in Zachodniopomorskie Voivodeship – profile and significance for the region 381
Natalia Mańkowska: Usługi e-administracji a konkurencyjność międzynarodowa w wymiarze instytucjonalnym / E-government services and institutional competitiveness 392
Grażyna Michalczuk, Julita Fiedorczuk: Kapitał intelektualny kraju (NIC) – konceptualizacja podejść / National intellectual capital (NIC) – the conceptualization of approach 402

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Michał Michorowski, Artur Pollok, Bogumiła Szopa: Przeobrażenia w sferze dochodów gospodarstw domowych w Polsce według grup społeczno-ekonomicznych w latach 1993-2014 / Transformations in household incomes in Poland by socioeconomic groups in 1993-2014 412
Dorota Miłek: Przestrzenne zróżnicowanie innowacyjności polskich regionów / Spatial diversity of Polish regions innovativeness 424
Bogumiła Mucha-Leszko: Przyczyny słabego ożywienia koniunktury gospodarczej w strefie euro w świetle hipotezy o nowej sekularnej stagnacji / Causes of the Eurozone's slow economic recovery in the light of new secular stagnation hypothesis 436
Rafał Nagaj: Działania zbiorowe i na rzecz innych – analiza porównawcza polskich, litewskich i hiszpańskich studentów / Collective actions and helping others – comparative analysis of Polish, Lithuanian and Spanish student) 450
Paulina Nowak: Regionalne zróżnicowania poziomu nasycenia w ośrodki innowacji i przedsiębiorczości / Regional variation in the level of saturation in the centers of innovation and entrepreneurship 462
Robert Pietrzykowski: Rozwój gospodarczy państw Europy Środkowej i Wschodniej jako członków Unii Europejskiej / Economic development of countries of Central and Eastern Europe as members of the European Union 476
Elżbieta Pohulak-Żołędowska, Arkadiusz Żabiński: Wykorzystanie idei otwartych innowacji we współczesnych gospodarkach / Open innovation concept in contemporary economies 487
Gabriela Przesławska: Otoczenie instytucjonalne jako czynnik międzynarodowej konkurencyjności kraju oraz inkluzywnego wzrostu / Institutional environment as a factor of country's international competitiveness and inclusive growth..... 498
Małgorzata Raczkowska: Jakość życia w krajach Unii Europejskiej / Quality of life in the European Union 511
Anna Rutkowska-Gurak: Refleksje nad metodologią nauk ekonomicznych / Reflections on the methodology of economic sciences 522
Stanisław Swadźba: Wzrost gospodarczy krajów Azji Południowo-Wschodniej i Unii Europejskiej. Analiza porównawcza / The economic growth of South-East Asia and the European Union. Comparative analysis 536
Anna Sworowska: Współpraca patentowa nauki i biznesu na przykładzie województwa podkarpackiego – analiza sieci / Network analysis of patent cooperation between science and business − the case of Subcarpathian region 547
Monika Szafrańska, Renata Matysik-Pejas: Społeczna odpowiedzialność banków komercyjnych w Polsce wobec środowiska naturalnego / Corpo-

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

rate social responsibility of commercial banks in Poland towards the natural environment 559
Piotr Szkudlarek: Płeć studentów a ich aktywność społeczna w świetle badań nad kapitałem społecznym / Sex of students and their social activity in the light of research into the social capital 573
Agnieszka Szulc: Instytucje formalne i nieformalne na rynku pracy w Polsce / Formal and informal institutions on the labour market in Poland 584
Andrzej Szuwarzyński: Porównanie efektywności działalności badawczo-rozwojowej w krajach OECD / Comparison of efficiency of research and development in OECD countries 595
Magdalena Szyszko: Oczekiwania bliskie racjonalnym? Współczesne koncepcje kształtowania oczekiwań uczestników rynku / Bounded rationality of expectations? Modern hyphotheses of expectations formation of market participants 606
Ewa Ślęzak: Migracje Polaków po 2004 roku a gospodarstwa domowe – implikacje teoretyczne i praktyczne / Migrations of the Polish after 2004 vs. the households – theoretical and practical implications 616
Mirosława Tereszczuk: Instrumenty polityki handlowej Unii Europejskiej a polski handel zagraniczny produktami rolno-spożywczymi / Trade policy instruments of the European Union versus the Polish foreign trade in agri-food products 627
Agnieszka Tomczak: Polityka monetarna i fiskalna w warunkach wysokiego zadłużenia / Monetary and fiscal policy in the conditions of coniderable indebtedness 639
Katarzyna Twarowska: Efekty międzynarodowej koordynacji polityki walutowej w latach 1978-2015 / Effects of international monetary policy coordination in the period 1978-2015 652
Zuzanna Urbanowicz: Simulation analysis of the degree of inadequacy in the single monetary policy for the EU economy outside the euro zone / Symulacyjna analiza stopnia nieadekwatności jednolitej polityki pieniężnej dla unijnej gospodarki spoza strefy euro 665
Grażyna Węgrzyn: Absolwenci na europejskim rynku pracy – analiza porównawcza / University graduates at European labour market – comparative analysis 675
Danuta Witczak-Roszkowska: Kapitał społeczny polskich regionów / Social capital of Polish regions 686
Katarzyna Włodarczyk: Serwicyzacja konsumpcji w polskich gospodarstwach domowych / Servicization of consumption in Polish households..... 699
Renata Wojciechowska: Between economic triumphalism and anti-economism / Między tryumfalizmem ekonomicznym a antyekonomizmem 709

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Małgorzata Wosiek: Migracje międzynarodowe w procesach dostosowawczych na rynkach pracy krajów UE w czasie kryzysu / International migration in the labour market adjustment processes in the EU countries during the crisis 718
Urszula Zagóra-Jonszta: Dwugłos klasyków francuskich na temat podatków − Bastiat i Sismondi / Two voices of French classics about taxes – Bastiat and Sismondi 730
Małgorzata Zielenkiewicz: Konkurencyjność krajów UE w świetle globalnego kryzysu finansowego / Competitiveness of the EU countries in the context of the global financial crisis 740

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Wstęp

Z wielką przyjemnością oddajemy do Państwa rąk publikację pt. „Ekonomia", wydaną w ramach Prac Naukowych Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Opracowanie składa się z 65 artykułów, w których autorzy prezentują wyniki badań w czterech obszarach problemowych analizowanych na poziomie mikro- i makroekonomicznym.

Pierwszy obszar przedstawia rozważania dotyczące rynku pracy i instytucji rynku pracy, a także roli kapitału ludzkiego w gospodarce. Znalazły się tutaj wyniki badań na temat np.: roli urzędów pracy w przeciwdziałaniu bezrobociu, wpływu instytucji formalnych i nieformalnych na rynek pracy, zjawiska prekariatu, sytuacji kobiet na rynku pracy w dobie polityki równych szans czy pozycji absolwentów na europejskim rynku pracy. Drugi obszar dotyczy problemów makroekonomicznych współczesnych gospodarek, często ukazywanych w kontekście analizy sytuacji Polski na tle innych krajów unijnych. W tej grupie artykułów zaprezentowano wyniki analiz dotyczących m.in.: interwencjonizmu monetarnego i fiskalnego w warunkach wysokiego zadłużenia, polityki monetarnej i fiskalnej w krajach unijnych, ograniczeń wzrostu i rozwoju gospodarczego, innowacyjności i przedsiębiorczości, działalności badawczo-rozwojowej oraz roli kapitału intelektualnego kraju. Trzeci obszar tematyczny prezentowanej publikacji stanowią aspekty mikroekonomiczne, omawiając je np. dokonano analizy relacji podmiotów funkcjonujących na rynku, poddano ocenie przeobrażenia w sferze dochodów gospodarstw domowych czy opisano wpływ migracji na gospodarstwa domowe w Polsce. Czwarty obszar obejmuje zaś opracowania dotyczące fundamentów ekonomii, m.in. racjonalności człowieka w ujęciu *homo sustinens*, nowych paradygmatów rozwoju, refleksji nad metodologią nauk ekonomicznych, koncepcji kształtowania oczekiwań uczestników rynku czy analiz poglądów klasyków francuskich na temat podatków.

Książka przeznaczona jest dla pracowników naukowych szkół wyższych, specjalistów w praktyce zajmujących się problematyką ekonomiczną, studentów studiów ekonomicznych oraz słuchaczy studiów podyplomowych i doktoranckich.

Artykuły składające się na niniejszą książkę były recenzowane przez samodzielnych pracowników nauki, w większości kierowników katedr ekonomii. Chcielibyśmy serdecznie podziękować za wnikliwe i rzetelne recenzje, często inspirujące do dalszych badań. Oddając powyższą publikację do rąk naszych Czytelników, wyrażamy jednocześnie nadzieję, że ze względu na jej wszechstronny charakter spotka się ona z zainteresowaniem i przyczyni do rozpoczęcia inspirujących dyskusji.

Jerzy Sokołowski

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

PRACE NAUKOWE UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO WE WROCŁAWIU
RESEARCH PAPERS OF WROCŁAW UNIVERSITY OF ECONOMICS nr 449 • 2016
Ekonomia
ISSN 1899-3192
e-ISSN 2392-0041

Andrzej Szuwarzyński
Politechnika Gdańska
e-mail: andrzej.szuwarzyński@zie.pg.gda.pl

PORÓWNANIE EFEKTYWNOŚCI DZIAŁALNOŚCI BADAWCZO-ROZWOJOWEJ W KRAJACH OECD

COMPARISON OF EFFICIENCY OF RESEARCH AND DEVELOPMENT IN OECD COUNTRIES

DOI: 10.15611/pn.2016.449.52
JEL Classification: C14, C67, O30

Streszczenie: Efektywność działalności badawczo-rozwojowej powinna być w centrum zainteresowania decydentów we wszystkich krajach. Kluczowe jest stworzenie możliwości pomiaru efektywności działań w tym obszarze. Celem artykułu jest porównanie efektywności realizacji polityki działalności badawczo-rozwojowej w krajach OECD, wykorzystując metodę *Data Envelopment Analysis*. Podkreślono problem heterogeniczności grupy porównywanych krajów. Zastosowano zmienne wskaźnikowe i model *Assurance Region Global*, co pozwala na zminimalizowanie efektu skali. W modelu uwzględniono opóźnienia czasowe między wykorzystaniem nakładów a osiągnięciem rezultatów. Uzyskane wyniki pozwalają na dokonanie oceny efektywności prowadzonej polityki działalności badawczo-rozwojowej. Najlepsze wyniki osiągają kraje, które mają zrównoważone wyniki we wszystkich rezultatach, tj. w tworzeniu i komercjalizacji wiedzy.

Słowa kluczowe: badania i rozwój, DEA, opóźnienie czasowe, *Assurance Region Global*.

Summary: The efficiency of research and development activities should be in the spotlight of policy makers in all countries. The key issue is to create the ability to measure the performance efficiency in this area. The aim of the article is to compare the efficiency of the implementation of research and development activities in OECD countries using Data Envelopment Analysis method. The problem of the heterogeneity of the group of countries being compared is highlighted. Indicator variables and Assurance Region Global model are used, which enables to minimize the scale effect. The model takes into account the time lags between the use of inputs and the achievement of results. The results obtained allow to evaluate the efficiency of research and development policy. The best results are achieved by countries that have sustainable results in all outcomes, i.e. the knowledge creation and commercialization.

Keywords: research and development, DEA, time lag, Assurance Region Global.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

1. Wstęp

Znaczenie innowacji dla zrównoważonego wzrostu gospodarczego zostało powszechnie uznane w literaturze zarówno teoretycznej, jak i empirycznej. Aby osiągnąć stabilny i zrównoważony wzrost, większość krajów podejmuje więcej wysiłków zmierzających do dynamicznego rozwijania działalności badawczo-rozwojowej (B+R). To, jak skutecznie podejmować te działania, jest w centrum zainteresowania większości krajów ze względu na ich dążenie do budowania gospodarki opartej na wiedzy [Chen, Hu, Yang 2013]. Tworzenie, wykorzystywanie i dyfuzja wiedzy są podstawami wzrostu gospodarczego, rozwoju i dobrobytu społeczeństw. Jako kluczowy problem postrzega się konieczność stworzenia lepszych metod pomiaru innowacji, które zapewnią odpowiednie narzędzia do prowadzenia analiz i wspierania twórców polityki publicznej [OECD 2005]. Składowymi procesów innowacyjnych są procesy tworzenia wiedzy (PTW) i procesy komercjalizacji wiedzy (PKW). Rezultatami PTW jest wiedza naukowa, mierzona liczbą publikacji, oraz wiedza technologiczna, mierzona liczbą patentów. Natomiast rezultaty PKW mogą być mierzone wartością eksportu i wartością dodaną sektorów wysokich technologii [Guan, Chen 2012; Guan, Zuo 2014]. Ocena efektywności działalności B+R, będącej podstawą PTW, napotyka trudności ze względu na wielowymiarowy charakter rezultatów badań [Moon, Lee 2005]. Prowadzenie analiz porównawczych (np. pracowników naukowych, instytucji badawczych czy też krajów) wymaga agregowania wielu czynników wpływających na innowacyjność do jednego wskaźnika. Przeprowadzanie takiej agregacji wiąże się z uwzględnieniem heterogeniczności porównywanych obiektów. Powszechnie stosuje się w tym celu metodę złożonych wskaźników (*Composite Indicators*) i nieparametryczną metodę *Data Envelopment Analysis* (DEA) [De Witte, Rogge 2010].

Celem artykułu jest porównanie efektywności realizacji polityki działalności badawczo-rozwojowej w krajach Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), wykorzystując metodę DEA.

2. Metoda *Data Envelopment Analysis*

Nieparametryczna metoda DEA, wykorzystująca programowanie liniowe, pozwala na określenie efektywności względnej zestawu obiektów zwanych jednostkami decyzyjnymi (DMU – *Decision Making Units*). Pomiar efektywności bazuje na określaniu relacji między wieloma nakładami i wieloma rezultatami funkcjonowania danego obiektu w kontekście postawionego celu, poprzez wyznaczenie obiektów wzorcowych, tworzących granicę i przyrównaniu do niej pozostałych obiektów. Wagi przypisywane do poszczególnych nakładów i rezultatów są obliczane na podstawie danych, a nie są ustalane subiektywnie [Cooper, Seiford, Tone 2007]. Na podstawie dostępnych danych DMU klasyfikowane są jako w pełni efektywne wtedy i tylko wtedy, gdy wyniki innych DMU nie wskazują, że niektóre z nakładów lub

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

rezultatów mogą być poprawione bez pogorszenia niektórych innych nakładów lub rezultatów [Cooper Seiford, Zhu 2011]. Powszechnie stosowany jest model CCR (od nazwisk twórców: Charnes, Cooper i Rhodes), ze stałymi efektami skali, pozwalający na obliczenie efektywności technicznej [Charnes, Cooper, Rhodes 1978].

Wynik efektywności θ_o w modelu CCR zorientowanym na rezultaty, dla grupy odniesienia DMU_j $(j = 1,...,n)$, jest obliczany dla rezultatów $(y_{rj}, \quad r = 1,...,s)$ i nakładów $(x_{ij}, \quad i = 1,...,m)$, co można zapisać w następujący sposób [Cooper Seiford, Zhu 2011]:

$$\min \theta_o = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io},$$

z warunkami:

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \geq 0,$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} = 1,$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1,...,s \quad i = 1,...,m,$$

gdzie: u_r, v_i są wagami zmiennych, które są określane przez rozwiązanie powyższego problemu, na podstawie danych ze wszystkich DMU.

Stosowanie modeli radialnych pozwala każdej DMU uzyskać najbardziej korzystny wynik efektywności. Często wiąże się to z przypisywaniem zerowych wartości do wag, co nie jest akceptowalne w rzeczywistych zastosowaniach [Murias, Miguel, Rodriguez 2008; Roll, Golany 1993]. Takie modele nie biorą pod uwagę wszystkich źródeł nieefektywności [Ramón, Ruiz, Sirvent 2010]. Całkowita elastyczność wag jest zaletą, ale również poważną wadą metody DEA, co prowadzi często do nieracjonalnych wyników, gdyż ocenia się efektywność DMU, uwzględniając tylko niektóre nakłady i rezultaty mające niezerowe wagi [Cooper, Seiford, Zhu 2011; Murias, Miguel, Rodriguez 2008]. Można tego uniknąć przez nałożenie ograniczeń na wagi, co poprawia siłę dyskryminacji metody [Angulo-Meza, Lins 2002]. Nie istnieją żadne formalne reguły ustalania ograniczeń na wagi [Roll, Golany 1993]. Można je ustalić, odwołując się do opinii ekspertów [Cherchye i in. 2009], lub określić je na podstawie wartości zmiennych ocenianych DMU, stosując poniższą technikę [Ramón, Ruiz, Sirvent 2010; Roll, Golany 1993]:

1. Uruchamia się nieograniczony model radialny, uzyskując macierz wag, na podstawie której określa się średnie wagi u_r dla rezultatów i v_i dla nakładów.

2. Ustala się wielkość dopuszczalnych zmienności w obrębie wag dla tego samego czynnika, jako stosunek *d*, wartości najwyższej do najniższej.

3. Rozszerza się podstawowy model radialny o dodatkowe ograniczenia dla rezultatów (w podobny sposób można to zrobić dla nakładów):

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

$$L_r = \frac{2 \times u_r}{1+d} \le u_{rj} \le \frac{2 \times d \times u_r}{1+d} = U_r.$$

4. Uruchamia się model z ograniczeniami.

Średnie wagi oblicza się ze zredukowanego wektora wag przez pominięcie ekstremalnych wartości [Roll, Golany 1993] lub wykorzystując jedynie w pełni efektywne DMU [Angulo-Meza, Lins 2002]. Można również wprowadzić ograniczenia na wirtualne wyjścia. Jest to udział wirtualnego wyjścia DMU_j powiązany z rezultatem r, czyli „znaczenie" przypisane do tego rezultatu dla DMU_j, ograniczone do zakresu $[L_r, U_r]$ w formie [Angulo-Meza, Lins 2002; Ramón, Ruiz, Sirvent 2010]:

$$L_r \le \frac{u_r y_{rj}}{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}} \le U_r.$$

Analogicznie można sformułować warunki dla wirtualnych wejść. Dodanie tych ograniczeń tworzy model *Assurance Region Global* (ARG) zastosowany w tym artykule. Obliczenia przeprowadzono w programie DEA Solver-LV(3) firmy Saitech.

3. Badania efektywności działalności badawczo-rozwojowej

Jest wiele przykładów badań porównawczych polityki B+R w różnych krajach, wykorzystujących metodę złożonych wskaźników. Powszechnie znana agencja Bloomberga [Bloomberg 2014] tworzy ranking krajów na podstawie ich ogólnej zdolności do innowacji, uwzględniając takie czynniki, jak: wydatki na B+R, produktywność siły roboczej, udział firm wysokich technologii, liczba pracowników naukowych, efektywność szkolnictwa wyższego i działalność patentowa. Znacznie bardziej rozbudowane analizy prowadzone są w ramach projektu *The Global Innovation Index* (GII), który został zainicjowany przez INSEAD w 2007 roku. Celem tej metodyki jest stworzenie narzędzi pozwalających na prowadzenie analiz polityki innowacyjnej w krajach całego świata. Czynniki wpływające na kształtowanie polityki innowacyjnej zostały podzielone na dwie grupy, wskaźniki mające charakter wejść, obejmujące ekonomiczne krajowe uwarunkowania wpływające na działalność innowacyjną (środowisko instytucjonalne, kapitał ludzki i badawczy, infrastruktura, warunki rynkowe i biznesowe) oraz wyjść, charakteryzujących rezultaty tej działalności (rezultaty wiedzy, technologii oraz twórczości) [Dutta, Lanvin, Wunsch-Vincent (red.) 2015]. W obu tych przykładach wagi poszczególnych czynników tworzących wskaźnik złożony są przypisywane subiektywnie, zgodnie z metodyką obliczania wskaźników złożonych. Dla poszczególnych czynników przypisywane są takie same wagi dla każdego kraju wchodzącego do porównywanej grupy [OECD 2008].

Drugim nurtem badań porównawczych systemów innowacji − czy bardziej szczegółowo działalności B+R − jest wykorzystywanie metody DEA, która pozwala ocenić względną efektywność porównywanych krajów. Na podstawie wyników obliczeń DEA, poza rankingiem można określić zmiany, jakie należy wprowadzić

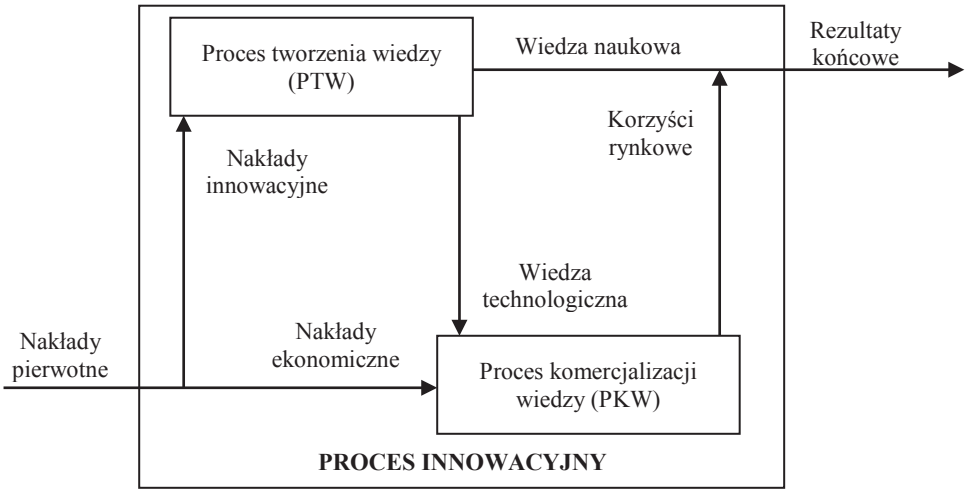
MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

w czynnikach wejścia i wyjścia dla krajów nieefektywnych, aby poprawić ich wyniki. Algorytm DEA umożliwia każdej z porównywanych jednostek wybór swoich indywidualnych wag, zapewniających najlepsze wyniki. Ta pełna elastyczność w zakresie przypisywania wag może być limitowana przez zastosowanie dodatkowych warunków ograniczających (wykorzystujących oceny eksperckie lub opisaną wyżej metodykę), które łatwo mogą być włączone do modeli DEA [Murias, de Miguel, Rodriguez 2008].

Stopień złożoności modeli stosowanych w ocenie efektywności działalności B+R jest zróżnicowany. W prostym modelu [Wang, Huang 2007] wykorzystano zasoby kapitałowe i pracowników zaangażowanych w działalność B+R (zarówno naukowców, jak i pracowników technicznych) jako nakłady, a liczbę patentów i publikacji naukowych − jako rezultaty. Patenty są prawdopodobnie najważniejszym wskaźnikiem wyników badań, a poszukiwanie ochrony patentowej oznacza, że twórcy innowacyjnych rozwiązań oczekują, iż ich pomysły będą praktycznie wykorzystane. Publikacje prac naukowych są powszechnym sposobem udostępniania informacji o nowych kierunkach badań i ich rezultatach. Jednakże zwraca się uwagę, iż jakość oddziaływania czasopism naukowych nie jest taka sama w różnych dyscyplinach naukowych. Podobny zestaw zmiennych został wykorzystany w innym badaniu [Sharma, Thomas 2008], w którym nakładami były wydatki krajowe brutto na B+R oraz liczba badaczy w przeliczeniu na milion mieszkańców. Jako rezultaty wykorzystano liczbę publikacji naukowych oraz liczbę patentów. Podobnie jak w poprzednim przykładzie, zastosowano podstawowe modele DEA pozwalające na obliczenie efektywności technicznej, czystej efektywności technicznej i efektywności skali. W badaniach porównujących różne kraje operuje się często zmiennymi wskaźnikowymi, odnosząc wartości badanych czynników do zmiennych skalujących, takich jak PKB, liczba mieszkańców, wielkość siły roboczej czy liczba pracowników naukowych, tak aby zminimalizować efekty skali między krajami [Moon, Lee 2005; Furman, Porter, Stern 2002; Dosi, Llerena, Labini 2006].

Inny sposób podejścia do oceny efektywności krajowych procesów innowacyjnych bazuje na procesowo zorientowanych ramach przedstawionych na rys. 1 [Guan, Chen 2012; Guan, Zuo 2014]. Dokonano dekompozycji procesu innowacji na dwa podprocesy: tworzenia wiedzy (PTW) i komercjalizacji wiedzy (PKW). PTW wykorzystuje pierwotne nakłady innowacyjne, którymi są liczba naukowców przeliczona na pełne etaty, wydatki krajowe brutto na działalność B+R oraz wiedza zakumulowana w okresie poprzedzającym badanie. Rezultatami jest wiedza naukowa, mierzona liczbą publikacji naukowych, i wiedza technologiczna, mierzona liczbą patentów, która jest produktem pośrednim będącym zarazem nakładem dla PKW. Proces komercjalizacji wykorzystuje ponadto pierwotne nakłady ekonomiczne, którymi są liczba pełnoetatowych pracowników niebędących naukowcami, liczba pełnoetatowych badaczy w instytucjach biznesowych oraz zakumulowana wcześniej wiedza. Rezultatami PKW są wartość dodana uzyskana z wdrożonych patentów oraz wielkość eksportu z sektorów wysokich technologii, traktowane jako korzyści rynkowe. Rezultaty końcowe są połączeniem wiedzy naukowej i korzyści rynkowych.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl



Rys. 1. Procesowo zorientowane ramy badania krajowych systemów innowacji

Źródło: opracowanie na podstawie [Guan, Chen 2012; Guan, Zuo 2014].

Autorzy modelu zaprezentowanego na rys. 1 podkreślają bardzo istotny problem, dotyczący przesunięcia czasowego (*time lag*) w danych wykorzystywanych do analizy. Konwencjonalne modele DEA zakładają [Lee, Zhang, Jeong 2016], iż nakłady poniesione w danym okresie są zużywane do produkcji rezultatów w tym samym okresie. Jednakże w niektórych zastosowaniach nakłady z pewnego okresu mogą przyczyniać się do rezultatów w kilku kolejnych okresach. Określa się to jako opóźnienie czasowe mające wpływ na wyniki oceny efektywności, np. publikowane artykuły naukowe i zgłaszane patenty, będące ważnymi rezultatami działalności badawczej, mogą być wynikiem prac trwających przez kilka lat. Długość czasu opóźnienia zależy od obszarów, które podlegają ocenie [Lee, Zhang, Jeong 2016]. W modelu przedstawionym na rys. 1 autorzy stwierdzili, że nie ma żadnej powszechnie akceptowanej wartości czasu opóźnienia dla rezultatów B+R i przyjęli okres opóźnienia trzy lata dla PTW i jednego roku dla PKW [Guan, Chen 2012; Guan, Zuo 2014]. W podobny sposób uwzględniane są opóźnienia w badaniach innych autorów (np. [Furman, Porter, Stern 2002; Anderson, Daim, Lavoie 2007; Özpeynirci, Köksalan 2007]).

Jest oczywiste, że proces tworzenia wiedzy jest ciągły i w trakcie jego realizacji naukowcy zdobywają doświadczenie, które przekłada się w kolejnych okresach na nowe pomysły. Do oceny tego potencjału wiedzy wykorzystuje się zakumulowaną liczbę publikacji, patentów lub nakładów na działalność B+R, z reguły z okresu dziesięcioletniego, poprzedzającego rok, dla którego badana jest efektywność [Guan, Chen 2012; Guan, Zuo 2014]. W przypadku zakumulowanych nakładów finansowych na działalność B+R suma liczona jest ze wskaźnikiem deprecjacji 0,15.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

4. Struktura modelu oceny efektywności działalności badawczo-rozwojowej

Ocena została przeprowadzona dla krajów OECD. Przyjęto cztery zmienne będące nakładami (*I*1-*I*4) oraz trzy zmienne będące rezultatami (O1-O3). Aby zminimalizować wpływ heterogeniczności porównywanych krajów, wartości bezwzględne odniesiono do liczby ludności w wieku produkcyjnym gotowej podjąć pracę (do wielkości siły roboczej [Begg, Fisher, Dornbush 1997]). Opis zmiennych znajduje się w tab. 1.

Tabela 1. Opis wykorzystanych zmiennych

Zmienna	Rok	Opis
*I*1	2010	Liczba badaczy w przeliczeniu na pełne etaty na 1000 osób
*I*2	2010	Nakłady brutto na działalność B+R w tys. USD na 1000 osób
*I*3	2000-2009	Skumulowana liczba publikacji na 1000 osób
*I*4	2000-2009	Skumulowane nakłady brutto na działalność B+R w tys. USD na 1000 osób
*O*1	2013	Liczba patentów triadycznych na 1000 osób
*O*2	2013	Liczba publikacji w międzynarodowych czasopismach na 1000 osób
*O*3	2014	Przychody z eksportu z sektorów wysokich technologii w tys. USD na 1000 osób

Źródło: opracowanie własne.

Patentowane wynalazki znacznie różnią się jakością, dlatego powinno się uwzględniać wyłącznie komercyjnie znaczące innowacje na poziomie światowym [Furman, Porter, Stern 2002]. OECD opracowała „rodziny patentów" zgłaszanych w różnych krajach w celu ochrony tego samego wynalazku i mających stosunkowo wysoką wartość ekonomiczną. Przykładem jest triadyczna rodzina patentów, czyli patenty uzyskane w European Patent Office (EPO), Japanese Patent Office (JPO) oraz US Patent and Trademark Office (USPTO) [Dosi, Llerena, Labini 2006]. W tym artykule uwzględniona jest liczba patentów triadycznych.

Struktura danych bierze pod uwagę przesunięcia czasowe według wcześniej opisanych zasad. Nakłady *I*1 i *I*2 są z roku 2010, a rezultaty *O*1 i *O*2 z roku 2013 oraz rezultat *O*3 z 2014 roku. Nakłady *I*3 i *I*4 to skumulowana wiedza naukowa, będąca sumaryczną liczbą publikacji z lat 2000-2009 oraz skumulowane nakłady brutto na działalność B+R z tego samego okresu.

Zastosowano model zorientowany na rezultaty ze stałymi efektami skali. Wstępna ocena wyników tego modelu wykazała, że w przypadku rezultatu *O*1 dla 8 krajów zostały przypisane zerowe wagi, a w przypadku rezultatu *O*3 jedynie 9 krajów miało wagi niezerowe. Stąd zastosowany został model DEA-ARG z ograniczeniami na wirtualne wyjścia dla tych dwóch zmiennych. W ten sposób wszystkie parametry wyjściowe dla wszystkich krajów zostały uwzględnione w analizie.

Wykorzystano dane dotyczące liczby publikacji z bazy SCImago Journal & Country Rank [SCImago 2016], natomiast pozostałe dane pochodzą z bazy OECD Main Science and Technology Indicators [OECD 2016].

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

5. Wyniki

Wyniki uzyskane z modelu DEA-ARG są przedstawione w tab. 2.

Tabela 2. Wyniki efektywności uzyskane z modelu DEA-ARG

Lp.	Kraj	Wynik	Rank.	Lp.	Kraj	Wynik	Rank.
1	Australia	0,219	34	18	Korea	1,000	6
2	Austria	0,752	12	19	Luksemburg	1,000	5
3	Belgia	0,853	9	20	Meksyk	0,254	31
4	Chile	0,343	29	21	Niemcy	0,781	11
5	Czechy	0,699	16	22	Norwegia	0,440	25
6	Dania	0,801	10	23	Nowa Zelandia	0,278	30
7	Estonia	0,888	8	24	Polska	0,743	13
8	Finlandia	0,400	27	25	Portugalia	0,421	26
9	Francja	0,690	17	26	Słowacja	1,000	3
10	Grecja	0,396	28	27	Słowenia	0,722	14
11	Hiszpania	0,459	24	28	Stany Zjednoczone	0,543	22
12	Holandia	0,963	7	29	Szwajcaria	1,000	1
13	Irlandia	1,000	2	30	Szwecja	0,607	20
14	Islandia	0,238	32	31	Turcja	0,229	33
15	Izrael	0,564	21	32	Węgry	0,640	18
16	Japonia	1,000	4	33	Wielka Brytania	0,704	15
17	Kanada	0,478	23	34	Włochy	0,618	19

Źródło: opracowanie własne.

W kolumnie oznaczonej „Wynik" zawarte są wartości współczynników efektywności, a w kolumnie „Rank." oznaczona jest pozycja kraju bazująca na tym współczynniku. W przypadku krajów, które uzyskały wynik efektywności równy jedności, zostały one uszeregowane według częstości występowania na liście referencyjnej dla krajów nieefektywnych. Celem artykułu jest porównanie efektywności realizacji polityki działalności B+R w krajach OECD. Jest to grupa niehomogeniczna ze względu zarówno na wielkość krajów, jak również ze względu na potencjał zaangażowany w działania B+R. Odniesienie wartości wszystkich zmiennych do wielkości siły roboczej minimalizuje wpływ różnic w wielkościach krajów, wielkości zaangażowanych zasobów i uzyskiwanych wyników. Wprowadzenie dodatkowych ograniczeń na wagi powoduje z kolei, że wszystkie rezultaty są brane pod uwagę w ocenie każdego kraju. Nie ma więc często występującego problemu zdominowania wyniku efektywności przez jedną zmienną. Eliminuje to również problem krajów, które mają niskie wartości nakładów przy jednocześnie niskich wartościach rezultatów, wyrażanych w wartościach bezwzględnych, co powoduje osiąganie przez nie pełnej efektywności.

Wyniki działalności B+R są zależne od wielu czynników. Zaproponowany model zawiera główne czynniki warunkujące prowadzenie i wdrażanie badań, jak

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

również podstawowe rezultaty, takie jak patenty i publikacje oraz wartość eksportu z sektorów wysokich technologii. Przedstawione wyniki to nie jest bezwzględna ocena poziomu innowacyjności krajów, lecz ocena efektywności wykorzystywania ograniczonych zasobów do prowadzenia działalności B+R. W tabeli 2 przedstawiono dane dla kilku krajów najlepszych oraz najgorszych, co pozwala na szerszą interpretację uzyskanych wyników. W kolumnie „R" znajduje się pozycja w rankingu, a kolumny *I*1-*I*4 i *O*1-*O*3 to wartości nakładów i rezultatów odpowiednio, zgodnie z opisem powyżej.

Tabela 3. Dane wybranych krajów

R	Kraj	*I*1	*I*2	*I*3	I4	*O*1	*O*2	*O*3
1	Szwajcaria	6,368	2,512	50,313	9,374	0,237	8,018	20,522
2	Irlandia	6,447	1,441	28,626	4,993	0,034	5,676	19,553
3	Słowacja	5,610	0,302	12,466	0,920	0,005	2,388	6,015
4	Japonia	9,892	2,120	16,435	9,836	0,246	1,943	1,620
6	Korea	10,672	2,108	14,192	7,153	0,120	2,811	5,638
27	Finlandia	15,400	2,847	43,764	11,481	0,096	6,627	2,016
29	Chile	0,701	0,132	5,537	0,621	0,001	1,091	0,080
31	Meksyk	0,759	0,161	2,118	0,572	0,001	0,361	1,514
33	Turcja	2,509	0,385	7,534	1,156	0,002	1,367	0,160
34	Australia	8,592	1,760	36,049	6,530	0,026	6,777	0,686

Źródło: opracowanie własne.

Dane zawarte w tab. 2 ilustrują zróżnicowanie wartości poszczególnych zmiennych w wybranych krajach. Szwajcaria przy dużych wartościach nakładów ma również bardzo wysokie wartości wszystkich rezultatów i jest tu bezdyskusyjnym liderem. Irlandia, mająca również względnie duże wartości nakładów, jest zdecydowanie słabsza w liczbie patentów. Z kolei Japonia ma dobry wynik w zakresie patentów, ale gorsze wyniki w przypadku publikacji i eksportu. Ciekawym przypadkiem w grupie najlepszych krajów jest Słowacja, która swoją pozycję osiągnęła głównie dzięki relatywnie niskim nakładom finansowym i względnie dobrym wynikom w publikacjach i eksporcie. Finlandia ma najwyższą liczbę badaczy i najwyższe nakłady finansowe, natomiast w porównaniu z liderami dużo słabsze wyniki w patentach i w eksporcie. Chile, Meksyk i Turcja to kraje, które mają zarówno najniższe wartości nakładów jak również bardzo słabe rezultaty. Najniższa pozycja Australii wynika z bardzo słabych wyników w patentach oraz eksporcie.

Przykład Słowacji pokazuje, że przy bardzo niskiej liczbie patentów jest względnie dobry wynik eksportu z sektorów wysokich technologii. Statystki dotyczące eksportu nie pozwalają jednak na stwierdzenie, czy jest to produkcja bazująca na własnej działalności B+R, czy też jest to wykorzystywanie dorobku innych krajów (np. w formie licencji). Analiza wyników najlepszych i najgorszych krajów pozwala na stwierdzenie, że nawet w przypadku bardzo wysokich nakładów można osiągnąć

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

dobrą pozycję, jeżeli uzyskuje się zrównoważone dobre wyniki we wszystkich rezultatach, czego przykładem jest Szwajcaria.

W odniesieniu do krajów nieefektywnych, przy aktualnie ponoszonych nakładach, korzystając z dobrych praktyk krajów efektywnych, można wskazać konieczne działania pozwalające na osiągnięcie pełnej efektywności, np. w przypadku Polski możliwe jest zwiększenie rezultatów o 35%, korzystając z doświadczeń krajów znajdujących się na liście referencyjnej, czyli Szwajcarii i Słowacji. Natomiast Finlandia, mająca relatywnie wysoki poziom nakładów, mogłaby zwiększyć w podobny sposób swoje rezultaty o 150%. Pozwala to na stwierdzenie, że osiągnięcie wysokiego poziomu rezultatów zależy w dużej mierze od efektywnego sposobu wykorzystania nakładów, co wynika z właściwie prowadzonej polityki w zakresie B+R.

6. Zakończenie

Ważnym zagadnieniem w tworzeniu modeli DEA jest zapewnienie homogeniczności zestawu porównywanych DMU. Można to osiągnąć, usuwając jednostki odstające (*outliers*) lub stosując wskaźniki zamiast wartości surowych. Inny problem wymagający uwagi, wynikający z elastyczności metody DEA, to możliwość przypisania zerowych wag w podstawowych modelach, co prowadzi do obliczania efektywności z pominięciem zmiennych, które mają zerowe wagi. Istnieje kilka modeli, m.in. zastosowany model DEA-ARG, pozwalających na nałożenie warunków ograniczających pełną elastyczność w przypisywaniu wag. Ponadto analiza działalności B+R wymaga zastosowania opóźnień czasowych między wykorzystaniem nakładów a osiągnięciem rezultatów dla zapewnienia wiarygodności wyników.

Przedstawione wyniki pozwalają na dokonanie pośredniej oceny efektywności polityki prowadzenia krajowej działalności B+R wraz ze wskazaniem silnych i słabych stron każdego z porównywanych krajów.

Wiarygodność wyników zależy też od jakości danych. Wykorzystanie liczby patentów triadycznych gwarantuje ich wysoki i porównywalny poziom, czego nie ma w przypadku publikacji naukowych. Dalsze badania powinny uwzględnić nie tylko sumaryczną ich liczbę, ale również dziedziny nauki, w których są tworzone. Wydaje się również celowe branie pod uwagę takich czynników, jak funkcjonowanie systemu szkolnictwa wyższego czy poziom zaangażowania biznesu w działalność B+R.

Literatura

Anderson T.R., Daim T.U., Lavoie F.F., 2007, *Measuring the efficiency of university technology transfer*, Technovation, 27, s. 306-318.

Angulo-Meza L., Lins M.P.E., 2002, *Review of methods for increasing discrimination in data envelopment analysis*, Annals of Operations Research, 116, s. 225-242.

Begg D., Fisher S., Dornbush R., 1997, *Mikroekonomia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.

Bloomberg, 2014, *Bloomberg Rankings. Most Innovative in the World Countries*, http://www.bloomberg.com/rank (20.02.2016).

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Charnes A., Cooper WW., Rhodes E., 1978, *Measuring the efficiency of decision making units*, European Journal of Operational Research, 2, s. 429-444.

Chen C.P., Hu J.L., Yang C.H., 2013, *Produce patents or journal articles? A cross-country comparison of R&D productivity change*, Scientometrics, 94, s. 833-849.

Cherchye L., Moesen W., Rogge N., Van Puyenbroeck T., 2009, *Constructing a Knowledge Economy Composite Indicator with Imprecise Data*, Hub Research Paper – Economics & Management, 2009/16, Katholieke Universiteit Leuven.

Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K., 2007, *Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Springer, New York.

Cooper W.W., Seiford L.M., Zhu J., 2011, *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Springer, New York.

De Witte K., Rogge N., 2010, *To publish or not to publish? On the aggregation and drivers of research performance*, Scientometrics, 85, s. 657-680.

Dosi G., Llerena P., Labini M.S., 2006, *The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox'*, Research Policy, 35, s. 1450-1464.

Dutta S., Lanvin B., Wunsch-Vincent S. (red.), 2015, *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*, Cornell University, INSEAD and WIPO, Fontainebleau, Ithaca, and Geneva.

Furman J.L., Porter M.E., Stern S., 2002, *The determinants of national innovative capacity*, Research Policy, 31, s. 899-933.

Guan J., Chen K., 2012, *Modeling the relative efficiency of national innovation systems*, Research Policy, vol. 41, no. 1, s. 102-115.

Guan J., Zuo K., 2014, *A cross-country comparison of innovation efficiency*, Scientometrics, vol. 100, no. 2, s. 541-575.

Lee T., Zhang Y., Jeong B.H., 2016, *A multi-period output DEA model with consistent time lag effects*, Computers & Industrial Engineering, 93, s. 267-274.

Moon H.S., Lee J.D., 2005, *A fuzzy set theory approach to national composite S&T indices*, Scientometrics, vol. 64, no. 1, s. 67-83.

Murias P., de Miguel J.C., Rodriguez D., 2008, *A composite indicator for university quality assesment: The case of Spanish higher education system*, Social Indicators Research, 89, s. 129-146.

OECD, 2005, *Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data. Third edition*, OECD and European Commission, OECD Publishing, Paris.

OECD, 2008, *Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide*. OECD Publications, Paris.

OECD, 2016, Dataset: Main Science and Technology Indicators, http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB (1.02.2016).

Özpeynirci Ö., Köksalan M., 2007, *Performance evaluation using data envelopment analysis in the presence of time lags*, Journal of Productivity Analysis, 27, s. 221-229.

Ramón N., Ruiz J.L., Sirvent I., 2010, *A multiplier bound approach to assess relative efficiency in DEA without slacks*, European Journal of Operational Research, 203, s. 261-269.

Roll Y., Golany B., 1993, *Alternate Methods of Treating Factor Weights in DEA*, Omega-International Journal of Management Science, vol. 21, no. 1, s. 99-109.

SCImago, 2016, SJR - SCImago Journal & Country Rank, http://www.scimagojr.com (24.03.2016).

Sharma S., Thomas V.J., 2008, *Inter-country R&D efficiency analysis: An application of Data Envelopment Analysis*, Scientometrics, vol. 76, no. 3, s. 483-501.

Wang E.C., Huang W., 2007, *Relative efficiency of R&D activities: A cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach*, Research Policy, 36, s. 260-273.

MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl