



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA



Analiza i ocena produktywności jednostek naukowych

mgr Joanna Jakuszewicz

Politechnika Białostocka

Wydział Zarządzania

Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Promotor

prof. dr hab. inż. Joanicjusz Nazarko

Poznań, 17.04.2015

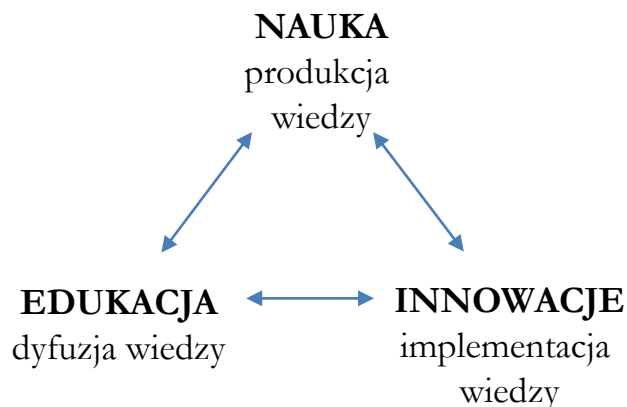


Plan prezentacji

1. Uzasadnienie wyboru tematu
2. Problem badawczy
3. Cele pracy
4. Hipotezy badawcze pracy
5. Metodyka badań
6. Wyniki badań
7. Podsumowanie

Uzasadnienie wyboru tematu

1. Rosnące znaczenie sektora badań i roli jednostek naukowych



Koncepcja trójkąta wiedzy

Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Piech, *Wiedza i innowacje w rozwoju gospodarczym w kierunku pomiaru i współczesnej roli państwa*, Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa 2009, s. 204; S.S.C. Shang, S. Lin, Y. Wu, *Service innovation through dynamic knowledge management*, "Industrial Management & Data Systems" 2009, t. 109, nr 3, s. 325-327.

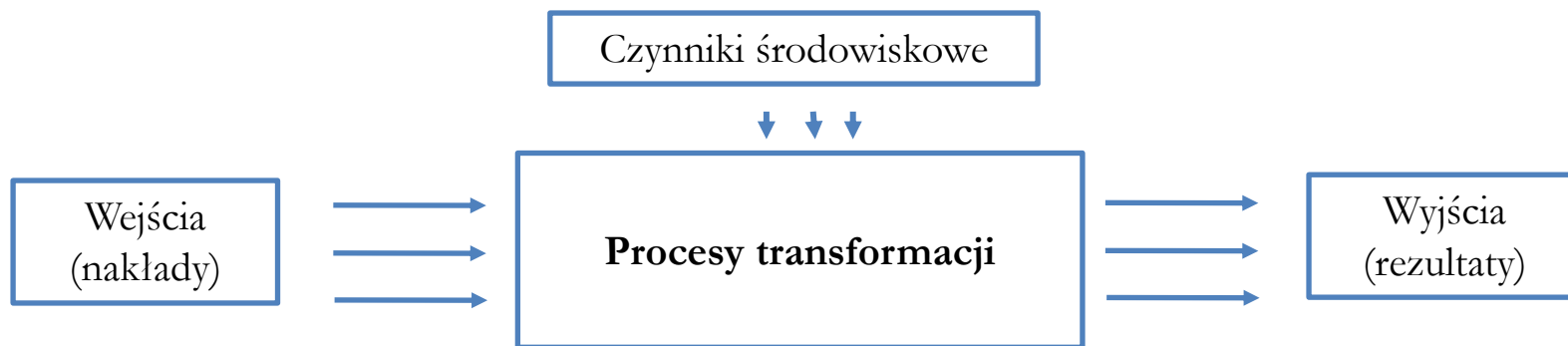
2. Ewaluacja wyników działalności naukowej jako element realizacji polityki naukowej – instrument zarządzania
3. Potrzeba racjonalności wydatków publicznych na badania naukowe
4. Rozwój metod instytucjonalnej oceny działalności naukowej
5. Nowe podejście – ang. *science of science policy* (J. Lane, Director of the Science of Science&Innovation Policy Programme, National Science Foundation, USA)



System oceny działalności naukowej w Polsce

1. Ocena parametryczna MNiSW – system porównywania wielkości „produkcji naukowej” poszczególnych jednostek naukowych
2. Prawie 1000 jednostek naukowych
3. Podstawa decyzji o kategoryzacji jednostek sfery nauki i o finansowaniu ich działalności statutowej
4. Brak mechanizmu w zakresie koordynacji i oceny efektywności wydatków
5. Dyskusyjność dotychczasowych zasad oceny jednostek naukowych w Polsce (zasadność stosowanych kryteriów, arbitralność procedur)
6. Warunki oceny parametrycznej wskazują na możliwość jej doskonalenia poprzez adaptację koncepcji produktywności jednostek naukowych i wykorzystanie do jej pomiaru metod naukowych

Koncepcja produktywności nauki



Produktywność jednostki naukowej to ogół wyników jej działalności w stosunku do nakładów poniesionych na ten obszar działalności w określonym czasie (M. Print, J. Hattie, *Measuring quality in universities: An approach to weighting research productivity*, „Higher Education” 1997, t. 33)

Nakłady – np. liczba pracowników, infrastruktura

Efekty działalności naukowej

- produkcja wiedzy (publikacje, cytowania)
- upowszechnianie wiedzy (np. wdrożenia, patenty, kształcenie)
- rozwój naukowy pracowników (np. awanse naukowe i podnoszenie kompetencji pracowników naukowo-badawczych, nagrody i wyróżnienia)

Czynniki środowiskowe (niekontrolowane) – poziom finansowania, dydaktyka



Luka badawcza i problem badawczy

- W polskim piśmiennictwie brak systematycznych opracowań w zakresie problematyki produktywności nauki
- Brak poglądowych, oryginalnych lub polemicznych publikacji na temat sposobu adaptacji koncepcji produktywności na potrzeby systematycznej oceny instytucjonalnej badań naukowych

Analiza możliwości wykorzystania koncepcji produktywności do wartościowania i porównywania dorobku jednostek naukowych oraz zastosowanie tej koncepcji w zarządzaniu organizacją i finansowaniem badań naukowych.

Cele poznawcze (CP)

- (1) Dyskusja nad porównywaniem i wartościowaniem dorobku instytucji naukowych
- (2) Analiza i ocena istniejących modeli systematycznej oceny jednostek naukowych
- (3) Krytyczna analiza metodyki oceny parametrycznej stosowanej przez MNiSW

Cel metodyczny (CM)

Opracowanie metodyki oceny działalności jednostek naukowych opartej na koncepcji produktywności z wykorzystaniem metody Data Envelopment Analysis (DEA)

Cel utylitarny (CU)

Zaprojektowanie modyfikacji procedury oceny parametrycznej jednostek naukowych stosowanej przez MNiSW

Hipotezy badawcze

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).

Tytuł rozdziału	Zadania badawcze	Metody badawcze	Cele, hipotezy
Wprowadzenie	Sformułowanie problemu badawczego, celów i hipotez rozprawy		
1. Aspekty zarządzania w sektorze badań naukowych	Prace studialne z zakresu: <ul style="list-style-type: none"> zarządzania sektorem nauki, kreowania polityki naukowej, ewaluacji instytucjonalnej jednostek naukowych systemów oceny i finansowania jednostek naukowych 	analizy i krytyki piśmiennictwa	CP1
2. Produktywność nauki		analizy i krytyki piśmiennictwa, analizy i konstrukcji logicznej	CP1 CP2
3. Analiza metod oceny jednostek naukowych	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	Krytyczna analiza metodyki oceny parametrycznej MNiSW	analizy i krytyki piśmiennictwa, analizy i konstrukcji logicznej, metody statystyczne	CP3 H3

Tytuł rozdziału	Zadania badawcze	Metody badawcze	Cele, hipotezy
5. Założenia metodyczne badania produktywności metodą DEA	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	Identyfikacja i analiza nakładów i efektów jednostek naukowych ↓ Wielowymiarowa analiza statystyczna pozyskanych zbiorów danych ↓ Analizy symulacyjne przy opracowaniu metodyki oceny produktywności jednostek naukowych ↓ 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

Tytuł rozdziału	Zadania badawcze	Metody badawcze	Cele, hipotezy
7. Rekomendacje do metodyki DEA w ocenie jednostek naukowych	<p>Ocena i analiza porównawcza produktywności jednostek naukowych w Polsce oraz dyskusja wyników</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Wypracowanie propozycji metodycznych oceny działalności jednostek naukowych opartej na koncepcji produktywności z wykorzystaniem metody DEA</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Zaprojektowanie modyfikacji procedury oceny parametrycznej jednostek naukowych stosowanej przez MNiSW</p>	<p>analizy i konstrukcji logicznej</p>	<p>CM CU H4</p>
Zakończenie	Sformułowanie wniosków		

Założenia i rozwój oceny parametrycznej

klasyfikacja

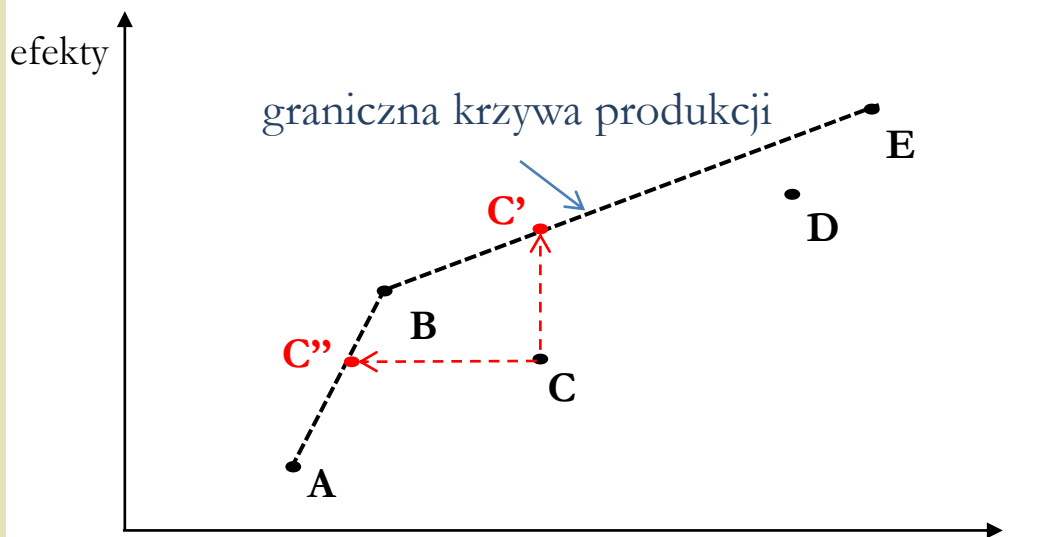
parametryzacja

kategoryzacja

Rok oceny	Klasy	Liczba klas	Liczba zmiennych	Metoda	Kategorie
1999	grupy jednorodne	13	20-28	iloraz ważonej sumy punktów oceny parametrycznej do przeliczeniowej liczby N osób zatrudnionych	1, 2, 3, 4, 5, 6
2003	grupy jednorodne	13	24-30		1, 2, 3, 4, 5
2006	grupy jednorodne	20	37		1, 2, 3, 4, 5
2010	grupy jednorodne	23 (30)	23-38		A, B, C
2013	grupy wspólnej oceny (GWO)	60	32-46	metoda porównań parami	A+, A, B, C

Słabości oceny parametrycznej

Merytoryczne	Proceduralne	Organizacyjne
<ul style="list-style-type: none"> • sposób doboru zmiennych • słaba różnicowalność jednostek przez nadmiarowy zbiór kryteriów • niski poziom zróżnicowania jednostek względem niektórych kryteriów • dobór wag kryteriów • klasyfikacja jednostek na grupy jednorodne (grupy wspólnej oceny), • nieseparowalność grup jednorodnych • brak preferencji dla jednostek oszczędnych 	<ul style="list-style-type: none"> • brak transparentności i arbitralność metodyki • brak jasnych kryteriów zaliczania jednostek do danej kategorii naukowej • niejasny sposób identyfikacji jednostek o najwyższym potencjale naukowym • niesatysfakcjonująca metodyka porównywania małych jednostek naukowych z dużymi • niezetelność danych • limitowanie liczby jednostek w poszczególnych kategoriach • porównywanie z syntetycznymi jednostkami referencyjnymi 	<ul style="list-style-type: none"> • zbyt późne ogłaszanie zasad oceny • brak informacji o wartościach cząstkowych wyników • nadmierna centralizacja systemu oceny • dokonywanie zmian w trakcie procesu oceny lub po ogłoszeniu wyników



Graficzna ilustracja koncepcji metody DEA

Źródło: opracowanie własne na podstawie J. Zhu, *Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: Data Envelopment Analysis with spreadsheets and DEA Excel solver*, Kluwer Academic Publishers, Boston 2003, s. 8-11.

$$T_j = \begin{bmatrix} x_{ij} \\ y_{rj} \end{bmatrix} \longrightarrow T_j^*$$

$$P_j = \frac{\sum_{r=1}^s v_{rj} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m u_{ij} x_{ij}} + K_s$$

P_j – wskaźnik produktywności obiektu DMU_j
 x_{ij} – nakład i-ty obiektu DMU_j (wejście)
 u_{ij} – waga przypisana nakładowi x_{ij}
 y_{rj} – efekt r-ty obiektu DMU_j (wyjście)
 v_{rj} – waga przypisana efektowi y_{rj}
 $r = 1, 2, \dots, s$ – liczba efektów
 $i = 1, 2, \dots, m$ – liczba nakładów
 $j = 1, 2, \dots, n$ – liczba DMU
 K_s – korekta środowiskowa

Przesłanki zastosowania metody DEA

- Możliwość przeprowadzenia wielokryterialnej oceny działalności jednostek charakteryzujących się wielością nakładów i efektów oraz zmiennych niekontrolowanych (środowiskowych).
- Porównywanie jednostek decyzyjnych między sobą, co oznacza, iż nieproduktywne jednostki są porównywane do rzeczywistych organizacji, a nie do poziomu abstrakcyjnych mierników statystycznych.
- Obiektywizacja wag poszczególnych zmiennych, ustalanych tak, by zmaksymalizować produktywność względną każdego obiektu (programowanie liniowe).

Zakres i metodyka badań

Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

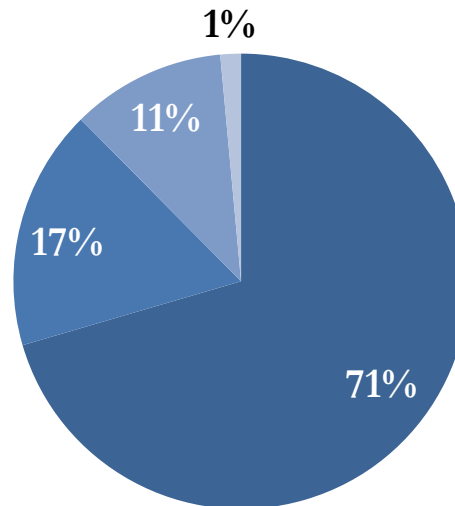
Weryfikacja modelu

Interpretacja wyników

683 obiekty

uniwersum 823 publiczne jednostki naukowe

jednostki artystyczne – specyficzne rezultaty działalności, braki danych



■ podstawowe jednostki uczelni (482)

■ instytuty badawcze (117)

■ jednostki naukowe PAN (75)

■ inne jednostki naukowe (10)

Zakres i metodyka badań

Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych



Identyfikacja zmiennych



Wybór i konfiguracja modelu DEA



Weryfikacja modelu



Interpretacja wyników

40 zmiennych (ocena parametryczna 2010

+ wysokości środków na finansowanie lub dofinansowanie działalności statutowej w latach 2002-2010 z Dzienników Urzędowych MNiSW)

Rodzaj	Liczba zmiennych
Charakterystyka jednostki naukowej	8
Publikacje	9
Patenty, wynalazki	16
Współpraca z otoczeniem	5
Finansowanie działalności statutowej	1

Zakres i metodyka badań

Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

Weryfikacja modelu

Interpretacja wyników

40 zmiennych (ocena parametryczna 2010, wysokości środków na finansowanie lub dofinansowanie działalności statutowej w latach 2003-2010 z Dzienników Urzędowych MNiSW)

Analiza statystyczna (analiza struktury danych, analizy zależności między zmiennymi, analiza wskaźników pojemności informacji)

Redukcja zmiennych (17 opisujących wyniki działalności naukowej jednostek oraz 2 zmienne charakteryzujące nakłady)

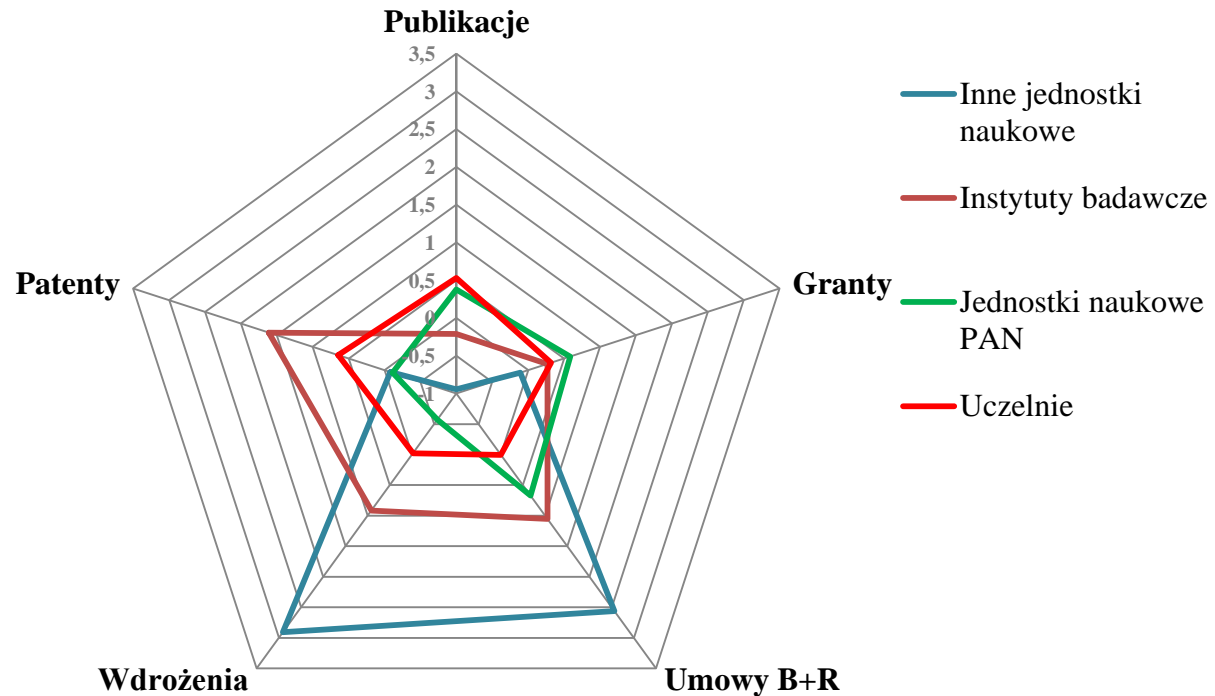
Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

Weryfikacja modelu

Interpretacja wyników



Orientacja działalności naukowej według rodzaju jednostki

Źródło: opracowanie własne.

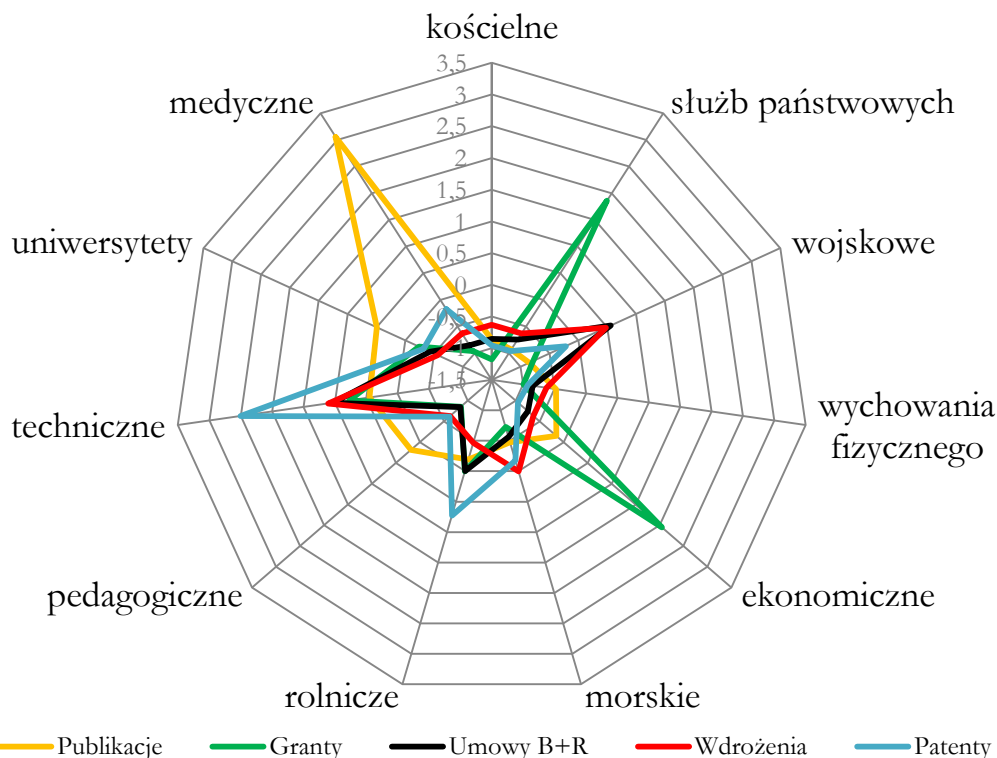
Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

Weryfikacja modelu

Interpretacja wyników



Orientacja działalności naukowej według rodzaju uczelni

Źródło: opracowanie własne.

Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych



Identyfikacja zmiennych



Wybór i konfiguracja modelu DEA



Weryfikacja modelu



Interpretacja wyników



Statystyczna klasyfikacja jednostek naukowych
(analiza składowych głównych)

Zakres i metodyka badań – analiza porównawcza grup jednorodnych

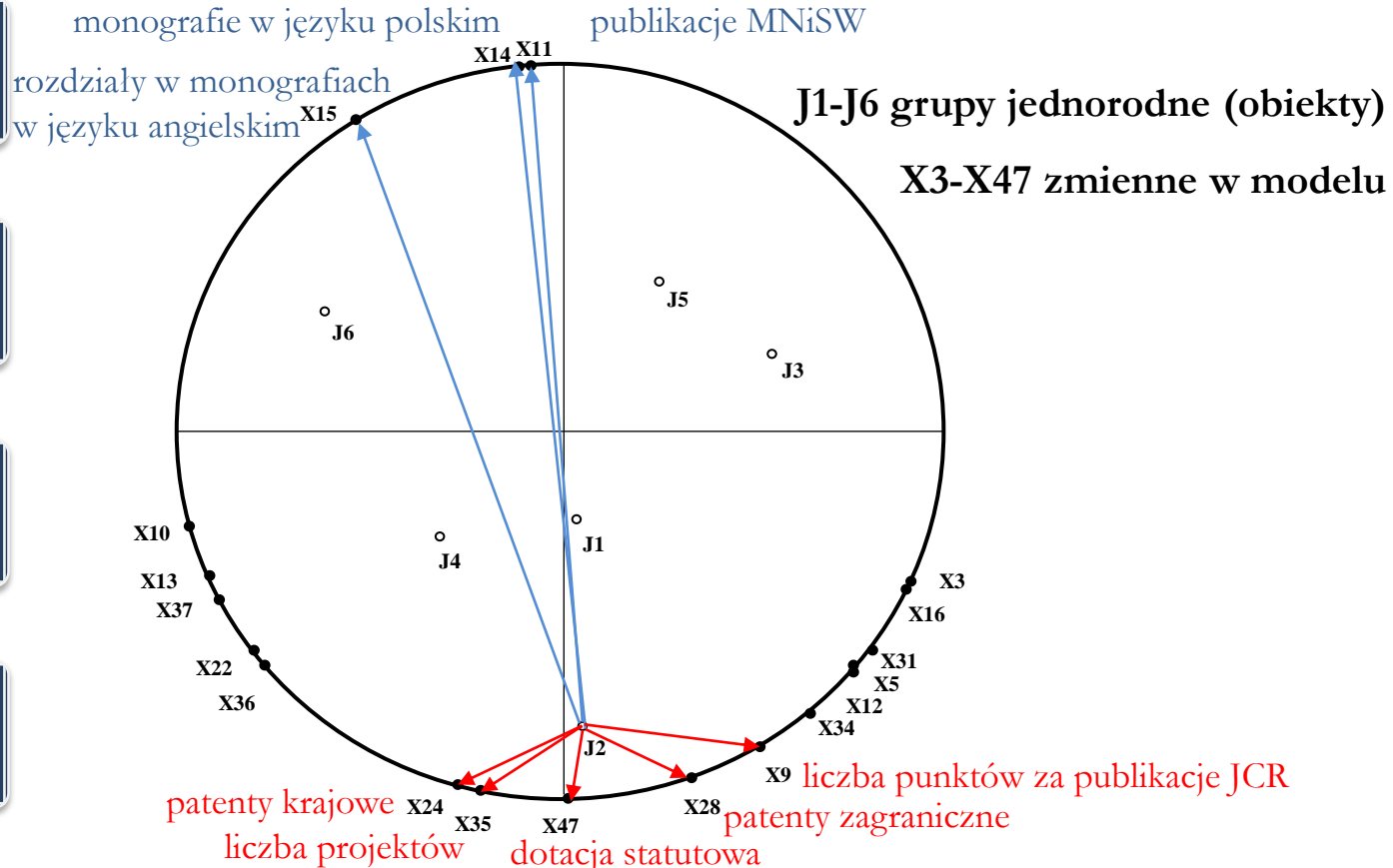
Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

Weryfikacja modelu

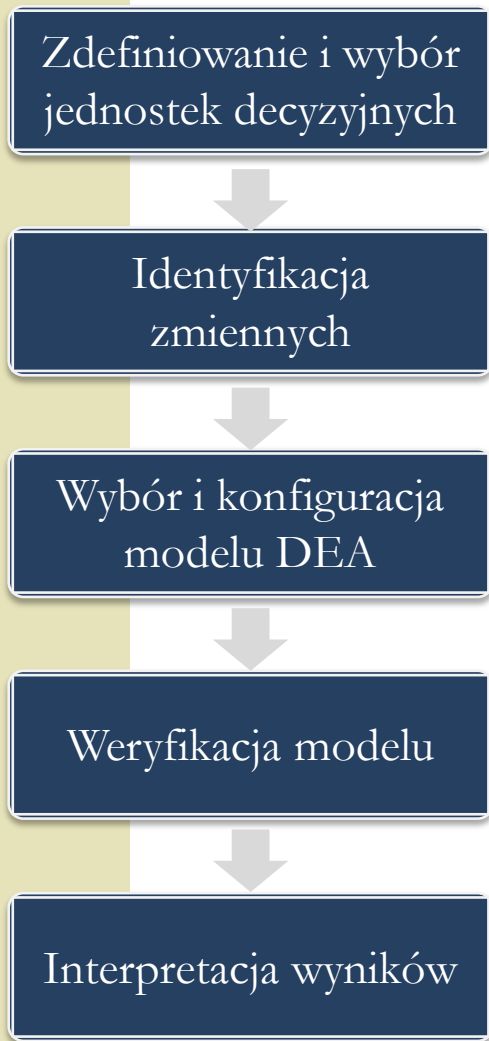
Interpretacja wyników



Graficzna prezentacja relacji obiekt-obiekt, obiekt-cecha, cecha-cecha z wykorzystaniem metody M. Rybaczuka

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

Zakres i metodyka badań – struktura grup jednorodnych



Grupa	Dominujący profil naukowy
J1	jednostki inżynieryjne z zakresu nauk inżynierii chemicznej i materiałowej, konstrukcji i technologii, mechaniki, elektrotechniki, biologicznych oraz nauk fizycznych, chemicznych i matematycznych
J2	wydziały społeczno-humanistyczne: filologiczne, humanistyczne, zarządzania, administracji, ekonomiczne, pedagogiczne, teologiczne
J3	jednostki inżynieryjne (inżynieria środowiska, transport) i o Ziemi (geologia)
J4	jednostki nauk medycznych i o zdrowiu, jednostki rolnicze i przyrodnicze, techniczne o profilu elektrycznym i mechanicznym
J5	wydziały chemii oraz elektroniki, informatyczno-matematyczne, wydziały o nauk o żywności i medycyny weterynaryjnej, wydziały farmaceutyczne
J6	jednostki nauk przestrzennych, jednostki chemii i fizyki jądrowej, biologii doświadczalnej

Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

Weryfikacja modelu

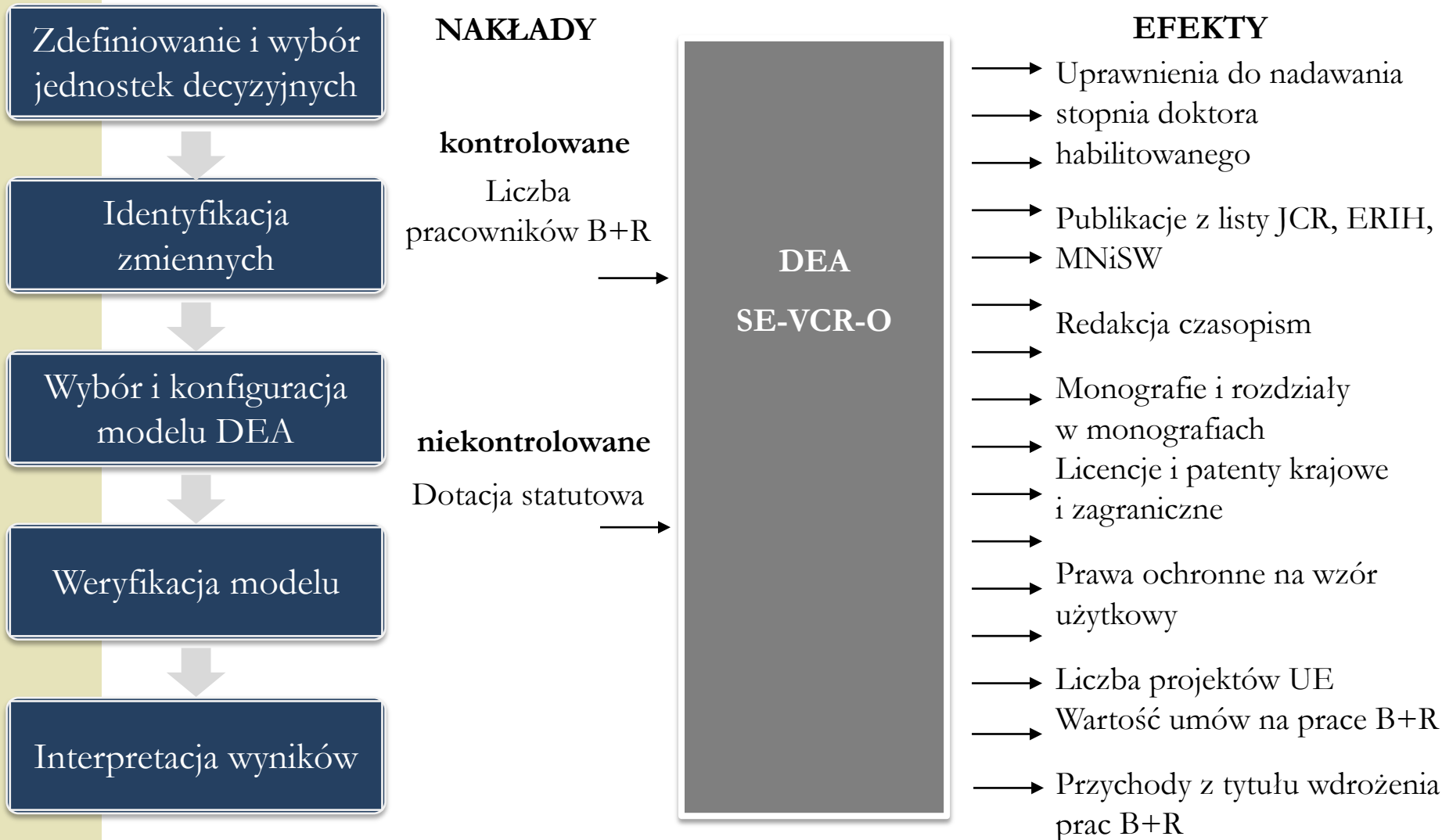
Interpretacja wyników

Modele DEA

- orientacja na **efekty**
- model **nadproduktywności** ($P_j > 100$)
- **bez zmiennej środowiskowej i uwzględniający zmienną środowiskową** (typ jednostki naukowej, województwo, wskaźnik PKB wg województw, wskaźnik PKB na 1 mieszkańca wg województw, **wysokość dotacji statutowej**)

testy wrażliwości opracowanych modeli

Zmienne uwzględnione w modelu DEA



Zestawienie wyników

Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

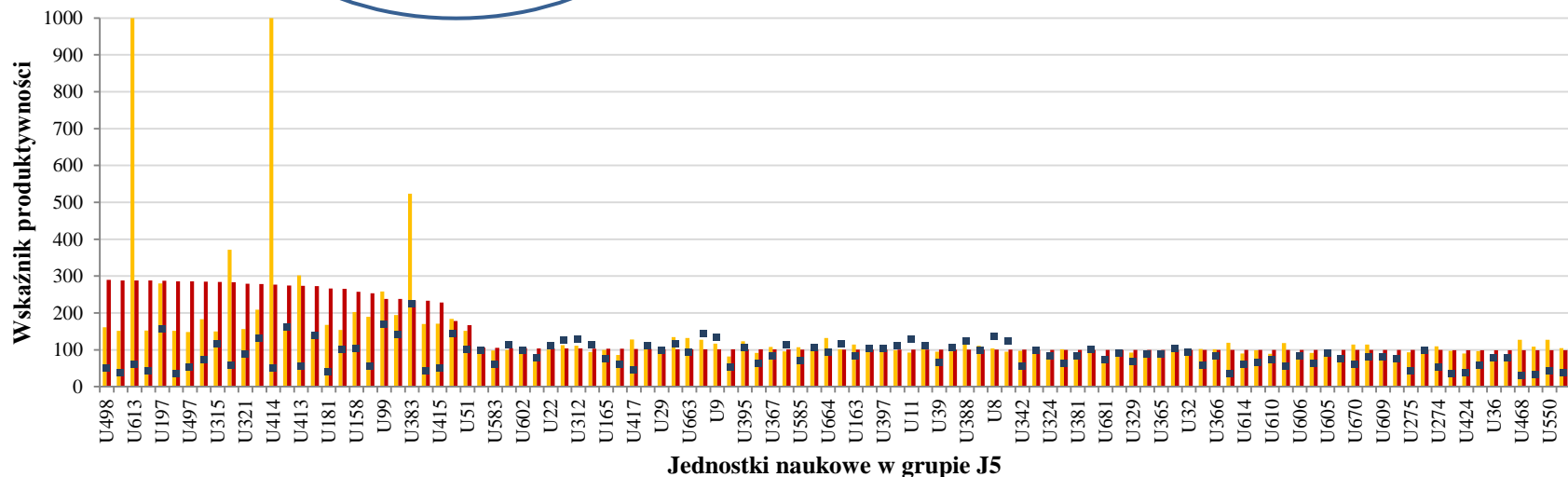
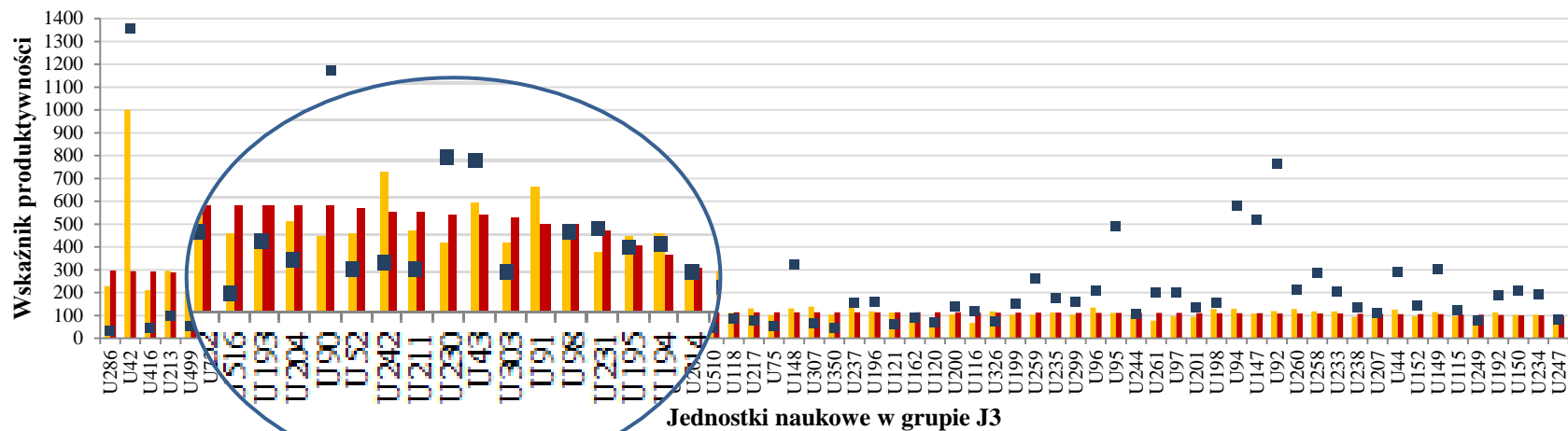
Weryfikacja modelu

Interpretacja wyników

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.

Porównanie wskaźników



■ SE-VRS-O bez zmiennej środowiskowej ■ skorygowany SE-VRS-O* ze zmienną środowiskową ■ MNiSW

Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

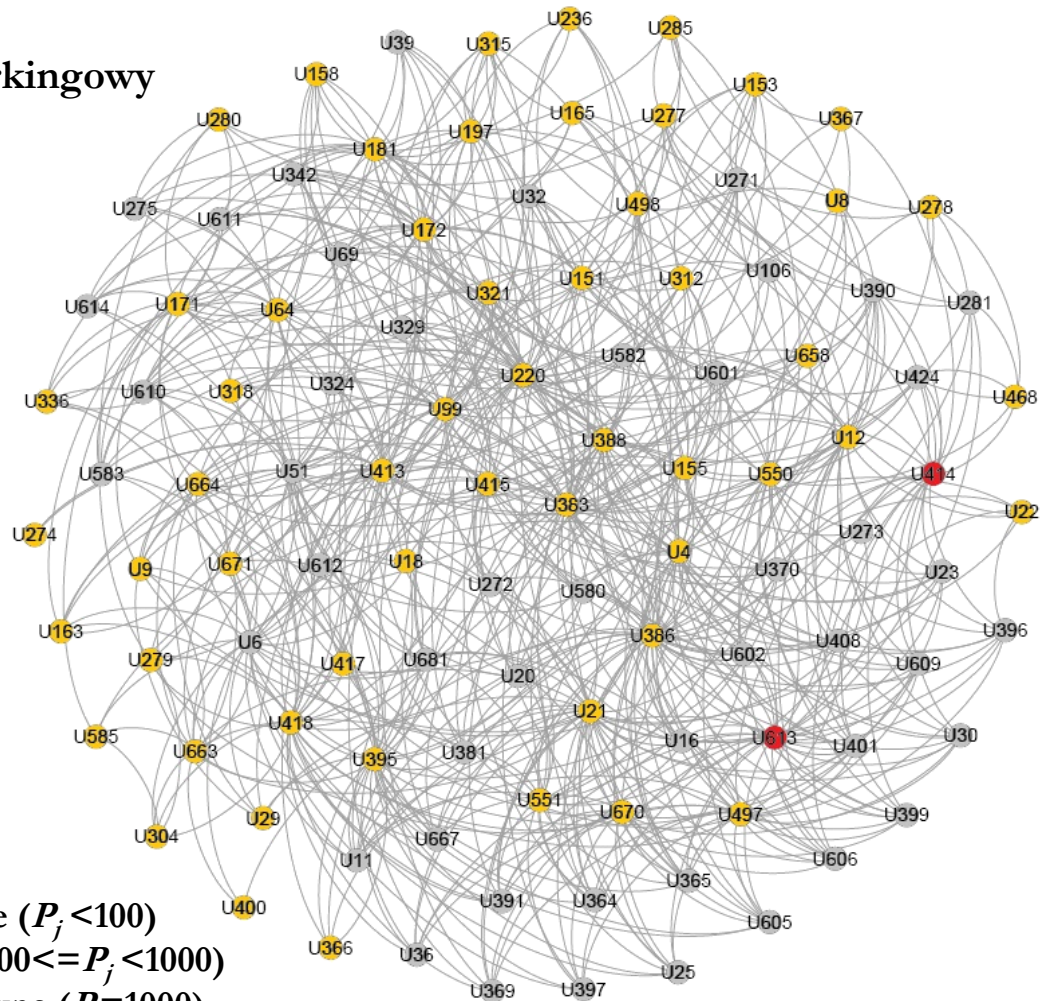
Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

Weryfikacja modelu

Interpretacja wyników

Graf benchmarkingowy grupy J5



Źródło: opracowanie własne. z wykorzystaniem oprogramowania Gephi 0.8.2.

Zakres i metodyka badań

Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

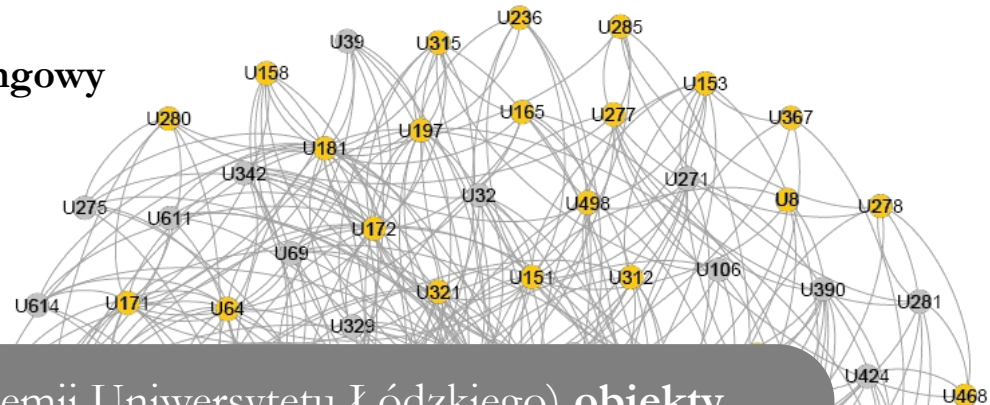
Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

Weryfikacja modelu

Interpretacja wyników

Graf benchmarkingowy grupy J5



U30 (Wydział Chemii Uniwersytetu Łódzkiego) obiekty wzorcowe

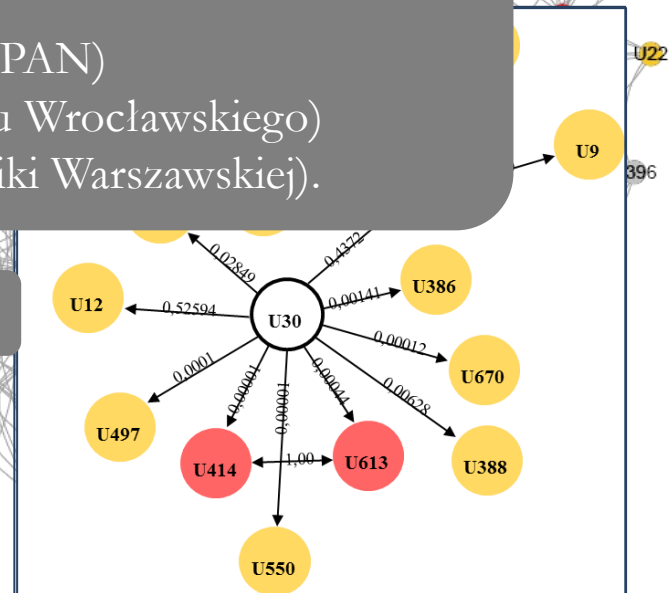
U12 (Instytut Chemii Organicznej PAN)

U21 (Wydział Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego)

U4 (Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej).

Konkurenci technologiczni

- nieproduktywne ($P_j < 100$)
- produktywne ($100 \leq P_j < 1000$)
- superproduktywne ($P_j = 1000$)



Źródło: opracowanie własne. z wykorzystaniem oprogramowania Gephi 0.8.2.

Zdefiniowanie i wybór jednostek decyzyjnych

Identyfikacja zmiennych

Wybór i konfiguracja modelu DEA

Weryfikacja modelu

Interpretacja wyników

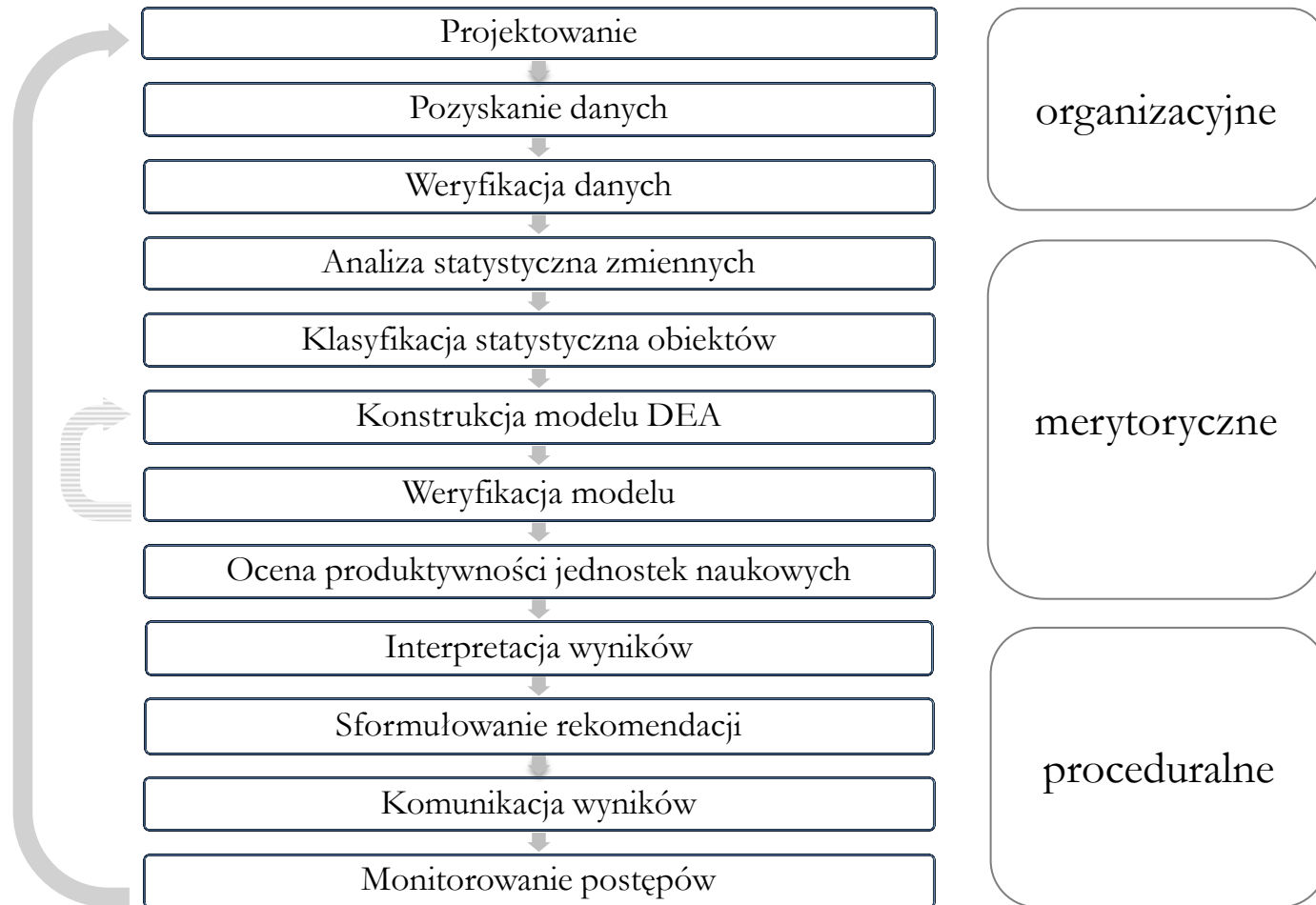
Technologia docelowa jednostek nieproduktywnych oparta na technologii optymalnej na przykładzie obiektu U30

Wskaźnik produktywności: **93,52**

Zmienna	Technologia empiryczna T_j	Technologia docelowa T_j^*
Y2 – publikacje JCR	8137	⇒ 8700,45
Y5 – redakcja czasopism	0	⇒ 19,46
Y12 – patent zagraniczny	1	⇒ 3,11
Y15 – liczba projektów (uczestnictwo instytucjonalne)	0	⇒ 10,41
Y16 – wartość umów zawartych z innymi podmiotami na wykonanie prac B+R	599,85	⇒ 824,16

Źródło: opracowanie własne.

Koncepcja systematycznej oceny produktywności z zastosowaniem metody DEA



Źródło: opracowanie własne.

Zastosowana metodyka w poszczególnych etapach oceny parametrycznej

Etapy oceny	Ocena parametryczna MNiSW	Model autorski
Dobór kryteriów	dobór arbitralny	analiza statystyczna
Klasyfikacja jednostek	dobór arbitralny	analiza statystyczna
Dobór wag kryteriów	dobór arbitralny	metoda DEA (optymalizacja liniowa)
Klasyfikacja zmiennych w zakresy	dobór arbitralny	brak
Wagi zakresów	dobór arbitralny	brak
Metodyka wyznaczania wskaźnika 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	metoda DEA
Kategoryzacja	podział arbitralny	wyniki metody DEA

Źródło: opracowanie własne

1. Gromadzenie i analiza danych o nauce i środowisku naukowym w Polsce są niejednorodne i niesystematyczne.
2. W Polsce brak systematycznej ewidencji wpływu wielkości inwestycji na naukę na poziom wyników naukowych i efektywność ekonomiczną działania jednostek naukowych.
3. Poziom finansowania jednostek naukowych w postaci dotacji statutowej determinuje osiągnięte przez nie rezultaty naukowe i ich rozwój.
4. Rodzaj jednostki naukowej determinuje jej orientację w zakresie rezultatów.
5. Klasyfikacja jednostek naukowych w grupy jednorodne na podstawie metod statystycznych pozwala ujawnić ich cechy dominujące.
6. Wytypowane wzorce dla obiektów nieproduktywnych pozwalają na oszacowanie obszarów oszczędności nakładów lub niedoborów rezultatów.

Podsumowanie – hipotezy badawcze

1. W rozprawie wykazano, że analiza produktywności jednostek naukowych daje możliwość oceny wykorzystania ich zasobów materialnych i niematerialnych.
2. Wykazano, że 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.
3. Na podstawie analiz statystycznych, analizy postulatów krytycznych środowiska oraz dokumentów wykazano, że ocena parametryczna MNiSW wykazuje w jej dotychczasowym kształcie wiele słabości i istnieje konieczność jej dalszego doskonalenia merytorycznego i formalnego.
4. Adaptacja koncepcji produktywności i zastosowanie metody DEA umożliwia kształtowanie instrumentów zarządzania organizacją i finansowaniem badań naukowych.



Dziękuję za uwagę

Rozprawa została przygotowana w ramach grantu promotorskiego MNiSW
N N115 294138, pt. *Analiza i ocena produktywności jednostek naukowych*



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA



Analiza i ocena produktywności jednostek naukowych

mgr Joanna Jakuszewicz

Politechnika Białostocka

Wydział Zarządzania

Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

Promotor

prof. dr hab. inż. Joanicjusz Nazarko

Poznań, 17.04.2015