



Politechnika Białostocka
Wydział Inżynierii Zarządzania

Międzynarodowy Chiński i Środkowo-Wschodnioeuropejski
Instytut Logistyki i Nauki o Usługach

dr inż. Ewa Chodakowska

AUTOREFERAT
PRZEDSTAWIAJĄCY OPIS DOROBKU I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

*Załącznik do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego
w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria produkcji*

Białystok 2019

Spis treści

| | |
|--|----|
| 1. IMIĘ I NAZWISKO | 3 |
| 2. WYKSZTAŁCENIE..... | 3 |
| 3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH | 4 |
| 4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO | 4 |
| 4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego..... | 4 |
| 4.2. Wykaz prac naukowych dokumentujących osiągnięcie naukowe..... | 4 |
| 4.3. Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników | 5 |
| 5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH..... | 15 |
| 6. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ DYDAKTYCZNYCH I ORGANIZACYJNYCH | 24 |
| 7. PODSUMOWANIE..... | 28 |

1. IMIĘ I NAZWISKO

Ewa Chodakowska

2. WYKSZTAŁCENIE

- 21.11.2012** **Uzyskany stopień naukowy:** dr nauk ekonomicznych w dyscyplinie nauki o zarządzaniu
Uczelnia: Uniwersytet Warszawski, Wydział Zarządzania
Tytuł rozprawy: *Ocena efektywności działania szkół gimnazjalnych metodą Data Envelopment Analysis na przykładzie powiatu grodzkiego Białystok*
Promotor: prof. dr hab. inż. Joanicjusz Nazarko
Recenzenci: prof. dr hab. Małgorzata Rószkiewicz
prof. dr hab. Eugeniusz Gatnar
- 19.07.2001** **Uzyskany tytuł zawodowy:** magister inżynier
Uczelnia: Politechnika Białostocka, Instytut Informatyki, kierunek informatyka, specjalność inżynieria oprogramowania
Tytuł rozprawy: *Wybrane metody prognozowania na podstawie chaotycznych szeregów czasowych*
Promotor: prof. dr hab. inż. Romuald Mosdorf
Ocena na dyplomie: celująca
- 3.12.2003** **Uzyskany tytuł zawodowy:** licencjat
Uczelnia: Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, kierunek zarządzanie i marketing
Tytuł rozprawy: *Graficzna analiza porównawcza modeli ARIMA*
Promotor: prof. dr hab. inż. Joanicjusz Nazarko
Ocena na dyplomie: celująca

3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

- od 1.10.2016** adiunkt, Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania, Międzynarodowy Chiński i Środkowo-Wschodnioeuropejski Instytut Logistyki i Nauki o Usługach, w tym: 1.03.2018–30.06.2018 adiunkt naukowy w projekcie Foresight technologiczny «NT FOR Podlaskie 2020»
- 1.10.2001–30.09.2016** asystent, Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania, Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki

4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Zgodnie z art. 16, ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 r. poz. 1789) osiągnięcie naukowe określa się tytułem:

Opracowanie hybrydowego modelu priorytetyzacji technologii opartego na metodzie analizy obwiedni danych oraz koncepcji zbiorów przybliżonych

4.2. Wykaz prac naukowych dokumentujących osiągnięcie naukowe

Osiągnięcie naukowe zostało opublikowane i rozpowszechnione w formie jednotematycznego cyklu 4 publikacji, składającego się z: 1 monografii, 1 artykułu naukowego znajdującego się w bazie *Journal Citation Reports*, 2 rozdziałów w dwóch pracach zbiorowych. Wykaz prac wskazanych jako osiągnięcie naukowe obejmuje następujące publikacje:

- [1] **E. Chodakowska** (2019), *Hybrydowy model priorytetyzacji technologii*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 218 s. [ISBN: 978-83-65596-90-1 eBook: 978-83-65596-91-8], <https://doi.org/10.24427/978-83-65596-91-8>; monografia naukowa (100% wkładu autorskiego)

Recenzenci monografii:

prof. dr hab. inż. Cezary Orłowski
dr hab. inż. Roman Szewczyk, prof. PW

- [2] **E. Chodakowska**, J. Nazarko (2017), *Environmental DEA method for assessing productivity of European countries*, „Technological and Economic Development of Economy” 23(4): 589–607, [ISSN: 2029-4913 eISSN: 2029-4921], <http://dx.doi.org/10.3846/20294913.2016.1272069C>; Impact Factor 2017: 3,244 (65% wkładu autorskiego)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współpracowaniu koncepcji artykułu, zebraniu danych statystycznych, zaplanowaniu badań i wykonaniu obliczeń

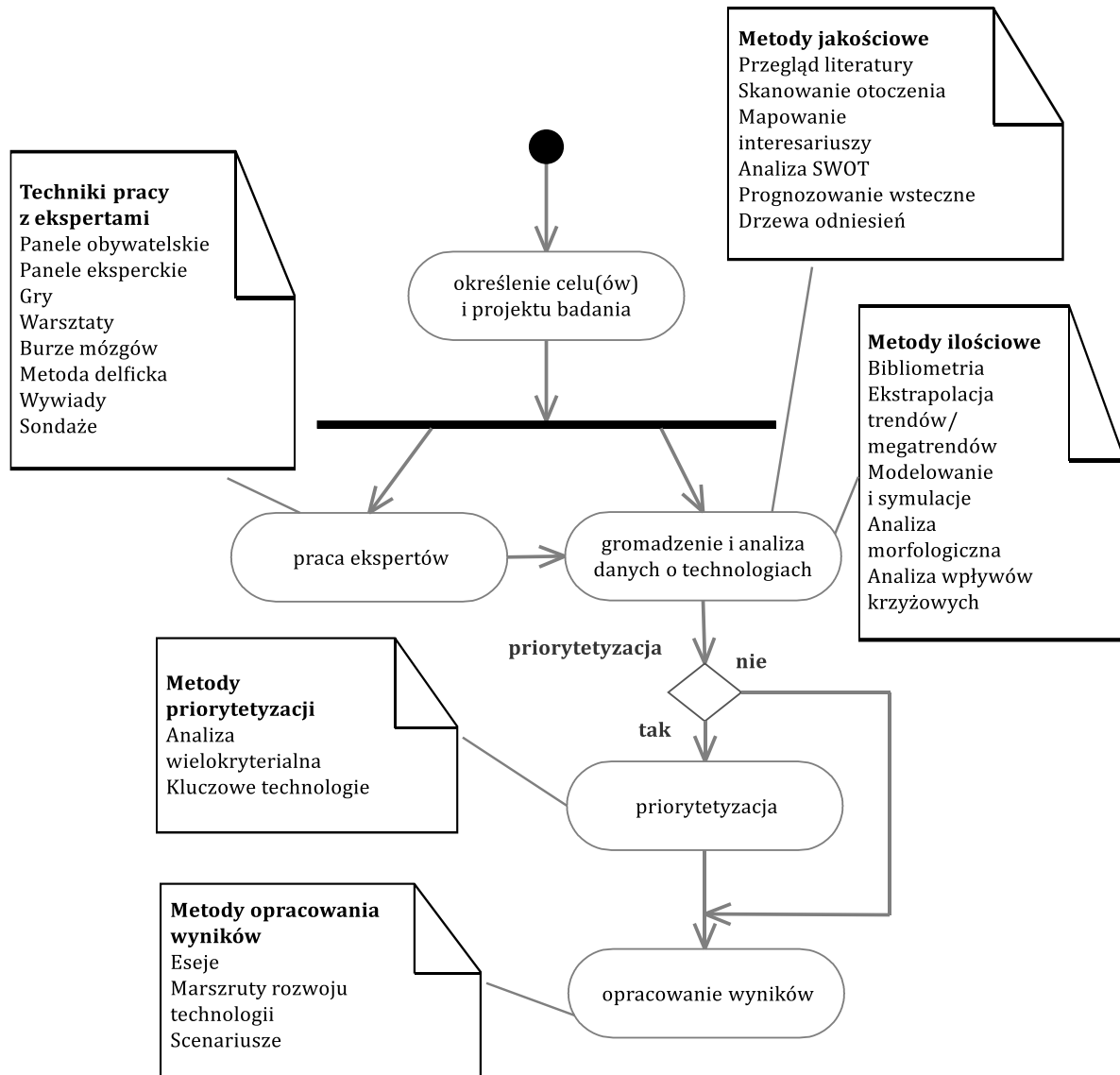
matematycznych pozwalających na ocenę produktywności w sytuacji istnienia pożądanych i niepożądanych, lecz niemożliwych do całkowitego wyeliminowania rezultatów rozwoju. W artykule podjęty został temat oceny krajów pod względem stosowanych technologii i ich wpływu na środowisko. Zaproponowałam propozycję integracji środowiskowego modelu metody analizy obwiedni danych (*Data Envelopment Analysis* – DEA) z koncepcją technologicznych konkurentów. Mój udział procentowy szacuję na 65%.

- [3] **E. Chodakowska** (2018), *Koncepcja analizy wyłaniających się technologii za pomocą metody DEA i zbiorów przybliżonych*, w: R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, t. 2, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole: 125–136, [ISBN: 978-83-941281-2-8], http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2018/T2/2018_t2_125.pdf; (100% wkładu autorskiego)
- [4] **E. Chodakowska** (2018), *Rough and fuzzy DEA in the process of prospective technology analysis*, w: A. Emrouznejad, E. Thanassoulis (red.), *Data Envelopment Analysis and Performance Measurement: Recent Developments: Proceedings of the DEA40: International Conference of Data Envelopment Analysis*, Aston Business School, UK: 133–142, [ISBN: 978 1 85449 438 2], https://www.researchgate.net/publication/328853250_Data_Envelopment_Analysis_and_Performance_Measurement_Recent_Developments; (100% wkładu autorskiego)

4.3. Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników

Złożoność produkcyjnych systemów technologicznych oraz szybkość ich zmian stawiają nowe wyzwania w analizie i ocenie technologii. Implikacją rosnącego znaczenia aktywnego kształtowania pożądanej przyszłości i potrzeby zapewnienia naukowych podstaw do ukierunkowania i wsparcia procesu decyzyjnego w kształtowaniu strategii technologicznej był dynamiczny rozwój obszaru badawczego związanego z zarządzaniem technologią [1].

Interdyscyplinarny charakter problemu analizy technologii, konieczność uwzględniania wzajemnych wielorakich relacji i powiązań między technologiami a społeczeństwem, gospodarką czy środowiskiem znalazły odzwierciedlenie w opracowaniu bardzo różnych metod, modeli i narzędzi oceny technologii. Wśród nich są podejścia dedykowane analizie technologii, jak i te o bardziej uniwersalnym charakterze, zaadaptowane z innych dziedzin. W licznych zbiorze metod analizy technologii znajdują się zarówno modele kompleksowe, jak i mające zastosowanie w wyodrębnionych etapach procesu oceny. Zidentyfikowane metody o potencjale zastosowania w analizie technologii wielokrotnie były przedmiotem różnorodnych naukowych typologii i klasyfikacji. Jednakże w praktyce przeprowadzonych projektów do oceny technologii najczęściej stosowane są kombinacje tylko kilku najprostszych metod. Przyporządkowanie najbardziej popularnych metod do ogólnych ram procesu oceny technologii z wyszczególnieniem priorytetyzacji przedstawiono na rysunku 1 [1].



Rysunek 1. Proces analizy technologii

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1].

Priorytetyzacja w literaturze bywa traktowana jako element wybranych metod analizy technologii lub niezależna metoda. Przyjęta definicja priorytetyzacji to przyznawanie pierwszeństwa, szeregowanie według wybranych kryteriów, wartościująca klasyfikacja. Zadaniem priorytetyzacji technologii jest jednoznaczne wskazanie technologii o znaczeniu kluczowym, strategicznym, o dużym potencjale wniesienia wkładu w rozwój gospodarczy, budowania długoterminowej przewagi konkurencyjnej przy jednoczesnym zaspokajaniu potrzeb społecznych z zachowaniem dbałości o środowisko, lecz z uwzględnieniem ograniczoności funduszy inwestycyjnych i konieczności racjonalnej alokacji zasobów. Wśród popularnych metod oceny technologii wyróżniono dwie grupy metod *stricte* priorytetyzujących, którymi są: metody zaliczane do analiz wielokryterialnych oraz metody kluczowych technologii, konwencjonalnie stosowane jako ocena w dwóch wymiarach [1].

Priorytetyzacja technologii permanentnie wiąże się z niepewnością. Nieodzowność uwzględniania niepewności dotyczy szczególnie oceny nowych bądź wyłaniających się technologii ze względu na niedokładne bądź niepewne dane, niemożność oszacowania wszystkich konsekwencji wzajemnego oddziaływania technologii, środowiska i społeczeństwa, bazowanie na niepełnej wiedzy i subiektywnych opiniach eksperckich [1]. Konieczność priorytetyzacji technologii, a jednocześnie niedoskonałość obecnie stosowanych metod sprawia, że kwestia doboru właściwych metod, modeli i narzędzi w procesie oceny technologii jest ciągle aktualna. Szczególnych studiów wymaga nie do końca jeszcze rozpoznana kwestia modelowania niepewności ocen oraz zasad wyznaczania ważności kryteriów będących podstawą oceny.

Przegląd literatury dotyczący metod stosowanych w ocenie technologii, a także studia przeprowadzonych projektów badawczych pozwoliły zidentyfikować w obszarze inżynierii produkcji istotną **lukę badawczą**, którą jest brak wiedzy i badań dotyczących wykorzystania modeli hybrydowych do ograniczenia arbitralności decyzyjnej przy wykorzystaniu subiektywnych opinii w zadaniach priorytetyzacji technologii. Wypełnieniu wiedzą tak określonej luki służy prezentowane osiągnięcie naukowe.

Pole poszukiwań badawczych było konsekwencją i rozwinięciem obszaru moich zainteresowań naukowych dotyczących wykorzystania metod badań operacyjnych do poszukiwania rozwiązań zadań optymalizacyjnych przy zadanych ograniczeniach, a w szczególności studiów nad koncepcją i potencjałem metody analizy obwiedni danych (*Data Envelopment Analysis — DEA*).

Podjęty **problem badawczy** dotyczył możliwości wykorzystania w procesie priorytetyzacji technologii hybrydowego modelu, łączącego metody zbiorów przybliżonych i DEA. Zasadniczą kwestią wymagającą rozwiązania było określenie procedury integracji w celu eksploatacji potencjału metod i zwiększenia obiektywizmu oceny w przedsięwzięciach dotyczących analizy technologii w warunkach niepewności.

Celem naukowym było opracowanie kompleksowego hybrydowego modelu priorytetyzacji technologii opartego na metodzie analizy obwiedni danych oraz koncepcji zbiorów przybliżonych. **Osiągnięcie naukowe** zostało udokumentowane i rozpowszechnione w czterech publikacjach.

Elementem składowym osiągnięcia naukowego jest zaprezentowany w artykule *Environmental DEA method for assessing productivity of European countries* [2] model oceny jednostek pod względem stosowanych technologii i ich negatywnego wpływu na środowisko za pomocą metody DEA. Środowiskowy model DEA uzupełniono próbą objaśnienia osiąganych wyników za pomocą modelu regresji tobitowej. Wykorzystując dodatkowe możliwości analityczne metody, procedurę analizy rozbudowano o klasyfikację — na podstawie konkurencji technologicznej — w celu wskazania zbliżonych jednostek. Przeprowadzone badania pozwoliły na pozytywną confirmację hipotezy o zasadności wykorzystania dostosowanej metody obwiedni danych do oceny poziomu rozwoju technologicznego, uwzględniającej konieczność wieloaspektowej analizy, w tym potrzebę osiągania zrównoważonej produktywności. Zaprezentowaną koncepcję zweryfikowano na danych charakteryzujących kraje europejskie tj. zasoby

ludzkie, zużycie energii pierwotnej, produkt krajowy brutto, emisję CO₂ oraz wydatki na badania i rozwój wyrażone jako procent PKB. W rozwiązaniach aplikacyjnych otrzymane wyniki oraz wyznaczone grupy podobnych krajów można wykorzystać do sformułowania krótkoterminowych realnych celów rozwoju. Ponadto można stwierdzić, że w analizowanej grupie krajów związek produktywności energetycznej i jej niskoemisyjności z wydatkami na badania i rozwój jest niewielki, choć statystycznie istotny.

Zasadniczym elementem osiągnięcia naukowego jest model DEA dla zmiennych przybliżonych (*Rough DEA*) wkomponowany w ramy koncepcji analizy *stricte* rozumianych technologii bazującej na wiedzy eksperckiej. Został on zaprezentowany na konferencji „Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji” w Zakopanem (25–27.02.2018). W artykule pt. *Koncepcja analizy wyłaniających się technologii za pomocą metody DEA i zbiorów przybliżonych* [3] przedstawiłam w głównych zarysach koncepcję zmiennych przybliżonych, opracowaną na podstawie teorii zbiorów przybliżonych, sposób ich konstrukcji oraz inkorporacji do modelu DEA. Wykonany w pracy przykład symulował potencjalne wyniki uzyskiwane za pomocą modelu DEA dla zmiennych przybliżonych, odzwierciedlających niejednorodność odpowiedzi eksperckich w badaniach dotyczących analizy technologii.

Do zakresu wykonanych badań w ramach osiągnięcia naukowego włączam także zestawienie i porównanie modelu DEA dla zmiennych przybliżonych i modelu DEA dla zmiennych rozmytych (*fuzzy DEA*). Teoria zbiorów rozmytych jest jednym z najpopularniejszych podejść do modelowania niepewności w różnorodnych zadaniach badawczych i aplikacyjnych. Skonfrontowanie modeli *Rough DEA* i *fuzzy DEA* w aspekcie priorytetyzacji technologii miało na celu wskazanie różnic między koncepcjami i uzasadnienie adekwatności zastosowania zbiorów przybliżonych w hybrydowym modelu. Praca została przedstawiona w referacie pt. *Rough and fuzzy DEA in the process of prospective technology analysis* [4] i poddana pod dyskusję na konferencji „DEA40: International Conference of Data Envelopment Analysis” w Birmingham (16–18.04.2018).

Kompleksowy hybrydowy model, łączący koncepcje zbiorów przybliżonych oraz metody DEA, priorytetyzacji technologii w warunkach niepewności wraz z rekomendacjami stosowania, został przedstawiony w monografii pt. *Hybrydowy model priorytetyzacji technologii* [1].

Osiągnięty efekt – w postaci hybrydowego modelu priorytetyzacji technologii – uzyskany został w wyniku realizacji przeprowadzonych prac, obejmujących **zadania badawcze** udokumentowane w kolejnych rozdziałach monografii:

1. Prace studialne z zakresu doświadczeń z dotychczasowego wykorzystania metod zbiorów przybliżonych i metody DEA do oceny technologii.
2. Syntetyczna prezentacja rozwiązań z zakresu zbiorów przybliżonych i metody DEA, objaśniająca podstawowe pojęcia, definicje i modele, przygotowując podstawę do wyprowadzenia struktury hybrydowego modelu priorytetyzacji technologii.
3. Opracowanie nowego, hybrydowego modelu priorytetyzacji technologii.
4. Zaprojektowanie procesu oceny technologii z wykorzystaniem zaproponowanego modelu, przy uwzględnieniu jego potencjału i ograniczeń.
5. Dokonanie weryfikacji procesu oceny technologii poprzez wykonanie przykładowej analizy z wykorzystaniem hybrydowego modelu priorytetyzacji technologii.

Zrealizowane kolejno zadania eksploracyjne i poznawcze pozwoliły odpowiedzieć na następujące pytania badawcze uszczegółowiające cel naukowy i postawiony problem badawczy:

1. Jakie metody badawcze znajdują zastosowanie w priorytetyzacji technologii?
2. Jakie atrybuty zbiorów przybliżonych i DEA uprawomocniają celowość ich wykorzystania w priorytetyzacji technologii?
3. Jakie są dotychczasowe zastosowania zbiorów przybliżonych i metody DEA?
4. Jaki efekt synergiczny wynika z połączenia koncepcji zbiorów przybliżonych i metody DEA?
5. Jakie są ilościowe i jakościowe efekty zastosowania hybrydowego modelu w porównaniu z tradycyjną metodą kluczowych technologii?

Hybrydowy model priorytetyzacji technologii jest oryginalną propozycją rozwiązania złożonego zagadnienia zorientowanej na przyszłość porównawczej oceny technologii przeprowadzanej w sytuacji braku możliwości jednoznacznego określenia parametrów i potencjału technologii oraz wynikającej z tego niepewności.

Proces priorytetyzacji technologii za pomocą hybrydowego modelu zakłada wykonanie typowego dla wielu projektów oceny technologii etapu opracowania koncepcji i definicji celów badania, którego wynikiem jest zdefiniowana lista kryteriów oceny oraz zbiorów ocenianych technologii.

Hybrydowy model priorytetyzacji technologii jest stosowany do wypełnionej i uporządkowanej macierzy danych o technologiach, w której wierszach znajdują się wartości oceny poszczególnych technologii pod względem kryteriów określonych w kolumnach:

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1M^*} & y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1S^*} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2M^*} & y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2S^*} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3M^*} & y_{31} & y_{32} & \dots & y_{3S^*} \\ x_{41} & x_{42} & x_{43} & \dots & x_{4M^*} & y_{41} & y_{42} & \dots & y_{4S^*} \\ x_{51} & x_{52} & x_{53} & \dots & x_{5M^*} & y_{51} & y_{52} & \dots & y_{5S^*} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{j1} & x_{j2} & x_{j3} & \dots & x_{jM^*} & y_{j1} & y_{j2} & \dots & y_{jS^*} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & x_{nM^*} & y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nS^*} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

gdzie:

$[x_{j1} \ x_{j2} \ \dots \ x_{jm} \ \dots \ x_{jM^*}]$ — wektor wartości kryteriów opisujących nakłady (koszty) rozwoju/stosowania technologii;

$[y_{j1} \ y_{j2} \ \dots \ y_{jm} \ \dots \ y_{jS^*}]$ — wektor wartości kryteriów opisujących pozytywne efekty (korzyści) rozwoju/stosowania technologii;

n — liczba rozważanych technologii, $j = 1, 2, \dots, n$;

M^* — pierwotna liczba kryteriów opisujących nakłady;

S^* — pierwotna liczba kryteriów opisujących efekty.

Macierz tworzy system $SI = \{U, A\}$, gdzie U — uniwersum, niepusty zbiór obiektów (technologii): $U = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$; A — niepusty zbiór atrybutów (kryteriów):

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_{M^*}, a_1, a_2, \dots, a_{S^*}\}.$$

Następnie proponuje się wyznaczenie reduktów w celu zmniejszenia liczby rozważanych kryteriów i eliminacji redundancji. Upraszcza się tym samym interpretację końcowej oceny, zachowując rozróżnialność technologii w zbiorze. W tym celu wykorzystywana jest zdefiniowana w teorii zbiorów przybliżonych relacja nierozróżnialności.

Relacja ta na zbiorze technologii U , generowana przez podzbiór atrybutów (kryteriów) B , dla $B \subseteq A$ określana jest jako:

$$IND(B) = \{(t, t') \in U^2 : \bigwedge_{a \in B} a(t) = a(t')\}, \quad (2)$$

gdzie:

$(t, t') \in U^2$ — objekty należące do iloczynu kartezjańskiego zbioru uniwersum;

$a(t), a(t')$ — wartość atrybutu a dla obiektów odpowiednio t i t' .

Jeżeli $(t, t') \in IND(B)$, to objekty są tożsame względem relacji, czyli nierozróżnialne względem atrybutów podzbioru B .

Przyjmuje się, że atrybut a jest zbędny (zależny), jeżeli dla $C \subseteq A$ i $a \subseteq C$ zachodzi:

$$IND(C) = IND(C - \{a\}). \quad (3)$$

Zbiór atrybutów B jest niezbędny (niezależny), jeżeli dla każdego $a \subseteq B$ a jest zbędny. Zbiór $B \subseteq A$, jeżeli B jest niezależny oraz $IND(B) = IND(A)$ nazywany jest reduktem A . Rdzeń (jądro) to zbiór wszystkich niezbędnych atrybutów w B (przekrój reduktów):

$$CORE(B) = \bigcap RED(B), \quad (4)$$

gdzie: $RED(B)$ — zbiór wszystkich reduktów B .

Zredukowana macierz ma postać:

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1M} & y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1S} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2M} & y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2S} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3M} & y_{31} & y_{32} & \dots & y_{3S} \\ x_{41} & x_{42} & x_{43} & \dots & x_{4M} & y_{41} & y_{42} & \dots & y_{4S} \\ x_{51} & x_{52} & x_{53} & \dots & x_{5M} & y_{51} & y_{52} & \dots & y_{5S} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{j1} & x_{j2} & x_{j3} & \dots & x_{jM} & y_{j1} & y_{j2} & \dots & y_{jS} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & x_{nM} & y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nS} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

gdzie:

M — uwzględniana w hybrydowym modelu liczba nakładów, $M \leq M^*$;

S — uwzględniana w hybrydowym modelu liczba efektów, $S \leq S^*$.

Zredukowana macierz (5) jest podstawą modelowania nieostrych pojęć lub/i niespójności ocen i zaprojektowania zmiennych przybliżonych nakładów oraz efektów:

$$[x_{mj}^a, x_{mj}^b], [x_{mj}^c, x_{mj}^d], [y_{sj}^a, y_{sj}^b], [y_{sj}^c, y_{sj}^d], \quad (6)$$

gdzie:

$$x_{mj}^c \leq x_{mj}^a < x_{mj}^b \leq x_{mj}^d,$$

$$y_{sj}^c \leq y_{sj}^a < y_{sj}^b \leq y_{sj}^d,$$

$$m = 1, \dots, M,$$

$$s = 1, \dots, S.$$

Następnie, wykorzystując koncepcję zaufania sformułowaną dla zmiennych przybliżonych – przyjmując dany poziom α , taki że: $0,5 \leq \alpha \leq 1$ – obliczane są wartości α -optymistyczne i α -pesymistyczne dla każdego kryterium i każdej technologii:

$$[x_{jm}^{sup(\alpha)}, x_{jm}^{inf(\alpha)}], [y_{js}^{sup(\alpha)}, y_{js}^{inf(\alpha)}]. \quad (7)$$

W tym celu wykorzystuje się zależności przedstawione wzorami (8–11):

$$x_{jm}^{sup(\alpha)} = \begin{cases} (1 - 2\alpha)x_{mj}^d + 2\alpha x_{mj}^c, & \text{jeżeli } 0 \leq \alpha \leq \frac{x_{mj}^d - x_{mj}^b}{2(x_{mj}^d - x_{mj}^c)} \\ 2(1 - \alpha)x_{mj}^d + (2\alpha - 1)x_{mj}^c, & \text{jeżeli } \frac{2d - x_{mj}^a - x_{mj}^c}{2(x_{mj}^d - x_{mj}^c)} \leq \alpha \leq 1, \\ \frac{x_{mj}^d(x_{mj}^b - x_{mj}^a) + x_{mj}^b(x_{mj}^d - x_{mj}^c) - 2\alpha(x_{mj}^b - x_{mj}^a)(x_{mj}^d - x_{mj}^c)}{(x_{mj}^b - x_{mj}^a) + (x_{mj}^d - x_{mj}^c)}, & \text{w innym wypadku} \end{cases} \quad (8)$$

$$x_{jm}^{inf(\alpha)} = \begin{cases} (1 - 2\alpha)x_{mj}^c + 2\alpha x_{mj}^d, & \text{jeżeli } 0 \leq \alpha \leq \frac{x_{mj}^a - x_{mj}^c}{2(x_{mj}^d - x_{mj}^c)} \\ 2(1 - \alpha)x_{mj}^c + (2\alpha - 1)x_{mj}^d, & \text{jeżeli } \frac{x_{mj}^b + x_{mj}^d - 2x_{mj}^c}{2(x_{mj}^d - x_{mj}^c)} \leq \alpha \leq 1, \\ \frac{x_{mj}^c(x_{mj}^b - x_{mj}^a) + x_{mj}^a(x_{mj}^d - x_{mj}^c) - 2\alpha(x_{mj}^b - x_{mj}^a)(x_{mj}^d - x_{mj}^c)}{(x_{mj}^b - x_{mj}^a) + (x_{mj}^d - x_{mj}^c)}, & \text{w innym wypadku} \end{cases} \quad (9)$$

$$y_{js}^{sup(\alpha)} = \begin{cases} (1 - 2\alpha)y_{sj}^d + 2\alpha y_{sj}^c, & \text{jeżeli } 0 \leq \alpha \leq \frac{y_{sj}^d - y_{sj}^b}{2(y_{sj}^d - y_{sj}^c)} \\ 2(1 - \alpha)y_{sj}^d + (2\alpha - 1)y_{sj}^c, & \text{jeżeli } \frac{2y_{sj}^d - y_{sj}^a - y_{sj}^c}{2(y_{sj}^d - y_{sj}^c)} \leq \alpha \leq 1, \\ \frac{d(b - y_{sj}^a) + y_{sj}^b(y_{sj}^d - y_{sj}^c) - 2\alpha(y_{sj}^b - y_{sj}^a)(y_{sj}^d - y_{sj}^c)}{(y_{sj}^b - y_{sj}^a) + (y_{sj}^d - y_{sj}^c)}, & \text{w innych wypadkach} \end{cases} \quad (10)$$

$$y_{js}^{inf(\alpha)} = \begin{cases} (1 - 2\alpha)y_{sj}^c + 2\alpha y_{sj}^d, & \text{jeżeli } 0 \leq \alpha \leq \frac{y_{sj}^a - y_{sj}^c}{2(y_{sj}^d - y_{sj}^c)} \\ 2(1 - \alpha)y_{sj}^c + (2\alpha - 1)y_{sj}^d, & \text{jeżeli } \frac{y_{sj}^b + y_{sj}^d - 2y_{sj}^c}{2(y_{sj}^d - y_{sj}^c)} \leq \alpha \leq 1, \\ \frac{y_{sj}^c(y_{sj}^b - y_{sj}^a) + y_{sj}^a(y_{sj}^d - y_{sj}^c) - 2\alpha(y_{sj}^b - y_{sj}^a)(y_{sj}^d - y_{sj}^c)}{(y_{sj}^b - y_{sj}^a) + (y_{sj}^d - y_{sj}^c)}, & \text{w innym wypadku} \end{cases} \quad (11)$$

W celu priorytetyzacji technologii rozwiązywane jest zadanie programowania liniowego modelu superefektywności DEA (SE-DEA):

$$\min \theta^{sup(\alpha)}, \quad (12)$$

$$\sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j x_{jm}^{sup(\alpha)} + \lambda_{j_0} x_{j_0 m}^{inf(\alpha)} \leq \theta^{sup(\alpha)} x_{j_0 m}^{inf(\alpha)}, \quad m = 1, \dots, M,$$

$$\sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j y_{js}^{inf(\alpha)} + \lambda_{j_0} y_{j_0 s}^{sup(\alpha)} \geq y_{j_0 s}^{sup(\alpha)}, \quad s = 1, \dots, S,$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n;$$

$$\min \theta^{inf(\alpha)}, \quad (13)$$

$$\sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j x_{jm}^{inf(\alpha)} + \lambda_{j_0} x_{j_0 m}^{sup(\alpha)} \leq \theta^{inf(\alpha)} x_{j_0 m}^{sup(\alpha)}, \quad m = 1, \dots, M,$$

$$\sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j y_{js}^{sup(\alpha)} + \lambda_{j_0} y_{j_0 s}^{inf(\alpha)} \geq y_{j_0 s}^{inf(\alpha)}, \quad s = 1, \dots, S,$$

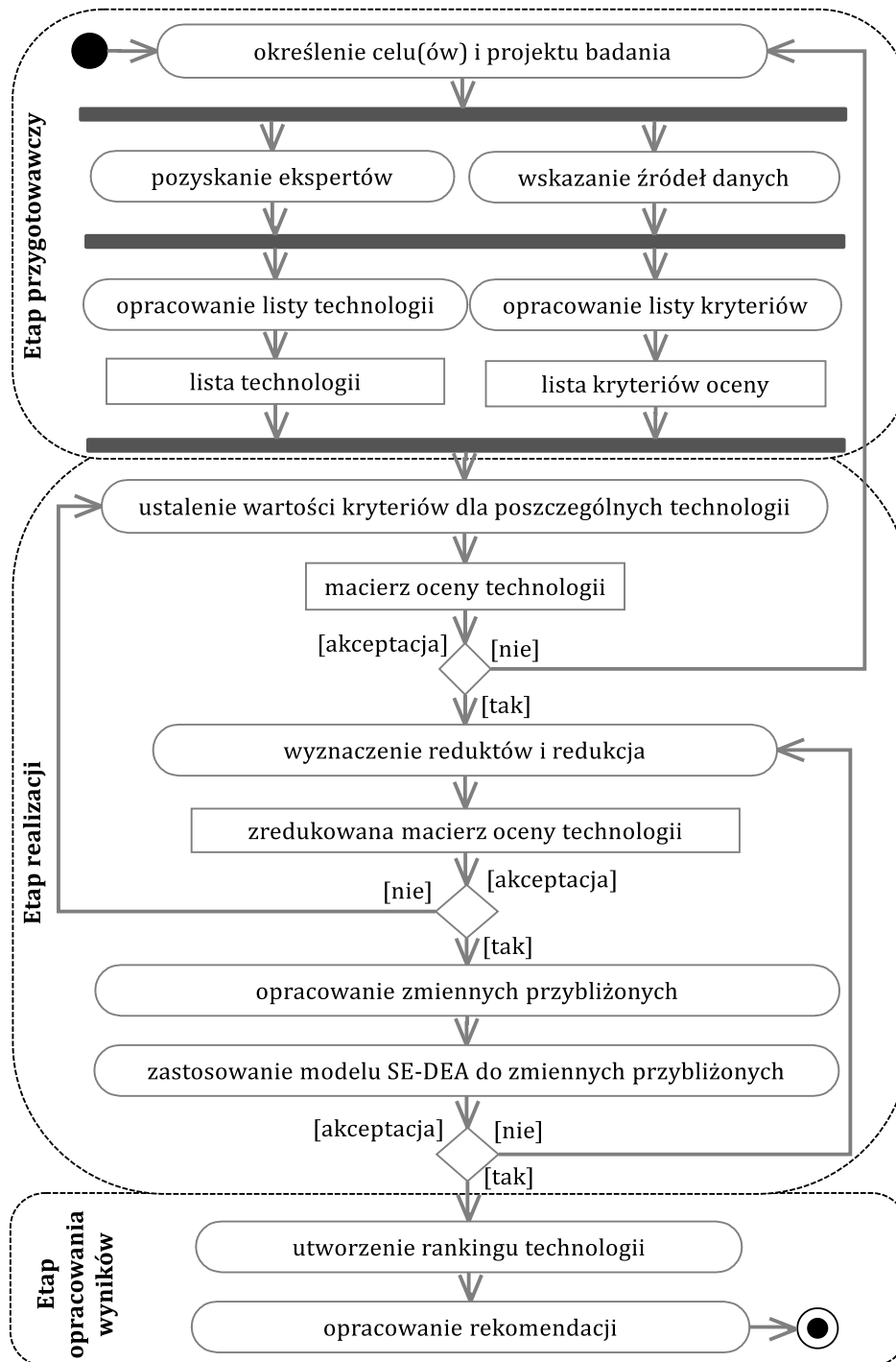
$$\lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n,$$

gdzie:

$[x_{jm}^{sup(\alpha)}, x_{jm}^{inf(\alpha)}], [y_{js}^{sup(\alpha)}, y_{js}^{inf(\alpha)}]$ — przedział otrzymany dla zmiennych przybliżonych: $([x_{mj}^a, x_{mj}^b], [x_{mj}^c, x_{mj}^d])$ i $([y_{sj}^a, y_{sj}^b], [y_{sj}^c, y_{sj}^d])$ dla $0,5 \leq \alpha \leq 1$.

Rezultatem zastosowania modelu jest zakres wskaźników efektywności dla przyjętego poziomu α : $[\theta^{sup(\alpha)}, \theta^{inf(\alpha)}]$ dla każdej jednostki decyzyjnej.

Podsumowując, zaproponowany proces oceny za pomocą hybrydowego modelu obejmuje trzy następujące po sobie etapy: (i) sformułowanie macierzy ocen technologii, (ii) usunięcie redundancji kryteriów oceny na podstawie zdefiniowanej w teorii zbiorów przybliżonych relacji nierozróżnialności, (iii) opracowanie zmiennych przybliżonych oraz właściwą priorytetyzację za pomocą modelu superefektywności DEA. Uzasadnienie wyróżnionych etapów zawarto w monografii. Rezultatem zastosowania modelu są zakresy wartości ocen każdej technologii: maksymalna — optymistyczna i minimalna — pesymistyczna. Schemat procesu priorytetyzacji technologii z wykorzystaniem hybrydowego modelu zaprezentowano na rysunku 2.



Rysunek 2. Schemat procesu priorytetyzacji technologii z wykorzystaniem hybrydowego modelu
 Źródło: [1].

Zastosowanie opracowanego hybrydowego modelu do rzeczywistych danych projektu foresightu technologicznego «NT FOR Podlaskie 2020» pozytywnie zweryfikowało założone efekty jego wykorzystania. Uzyskane wyniki pozwalają na bardziej obiektywne i racjonalne uzasadnienie wyboru technologii, uproszczenie interpretacji i lepsze uwierzytelnienie wyników z perspektywy decydentów.

Podsumowując, autorski hybrydowy model dedykowany jest perspektywicznej, priorytetyzującej ocenie technologii zorientowanej na makrozarządzanie, przeprowadzanej w sytuacji braku możliwości jednoznacznego określenia parametrów i potencjału technologii oraz wynikającej z tego niepewności. W modelu zaproponowano wykorzystanie elementów z teorii zbiorów przybliżonych i metody *Data Envelopment Analysis*. Oryginalność i innowacyjność podejścia zasadza się na konstrukcji modelu. W hybrydowym modelu zastosowano: (i) koncepcję reduktów z teorii zbiorów przybliżonych do ograniczenia liczby kryteriów; (ii) przybliżenia zbiorów do modelowania niepewności; (iii) algorytmy optymalizacji liniowej z metody DEA do obiektywnego określenia wag kryteriów; (iv) relację efektywności metody DEA do wyznaczenia syntetycznej oceny [1]. W monografii algorytmy modelu zostały przedstawione za pomocą uniwersalnego języka równań matematycznych oraz schematów UML.

Opracowany model wypełnia lukę w obszarze priorytetyzacji technologii zarówno pod względem metod selekcji kryteriów oceny, jak i uwzględniania niepewności wartości kryteriów oceny. Jest on nową propozycją oceny technologii, realizującą konieczność wieloaspektowej, obiektywnej oceny z jednoczesnym modelowaniem niejednoznaczności jednostkowych ocen. Ponadto umożliwia poszerzenie oceny i bardziej miarodajne spojrzenie na osiągnięte w rankingach miejsca. Dodatkowo, wkomponowany w zaproponowany algorytm oceny technologii, zapewnia wysoką przejrzystość procedur oceny [1].

Prezentowane osiągnięcie naukowe — hybrydowy model priorytetyzacji technologii — wzbogaca wiedzę z zakresu łączenia metod badawczych w obszarze oceny technologii, przyczynia się do rozwoju metodologii prowadzenia badań oraz jest wkładem w rozwój metodyk badawczych poprzez dostarczenie dostosowanego, spójnego narzędzia do wykorzystania w systemach wspomaganie decyzji i zarządzania wiedzą produkcyjną w inżynierii produkcji.

5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

Jako absolwentka Instytutu Informatyki oraz Wydziału Zarządzania w swojej pracy naukowej staram się konstruktywnie łączyć nowoczesne narzędzia badawcze i podejścia z nauk technicznych oraz nauk o zarządzaniu, odzwierciedlając tym samym specyfikę dyscypliny inżynierii produkcji, będącej swoistym interfejsem pomiędzy naukami technicznymi a naukami o zarządzaniu.

Obszarem moich zainteresowań badawczych podjętych jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora były przede wszystkim zagadnienia modelowania i prognozowania, klasyfikacja i analiza danych oraz ocena efektywności. Po uzyskaniu doktoratu, od 2013 roku, rozwijałam i pogłębiałam dociekania naukowe w obszarze szeroko definiowanych badań operacyjnych, budując modele estymacji i adaptując je do rozwiązań różnorodnych zagadnień i problemów. Powstanie nowej dyscypliny naukowej – inżynierii produkcji – i jej rozwój na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej ukierunkowały moje zainteresowania badawcze na zagadnienia z domeny inżynierii produkcji. Prowadzone przeze mnie badania lokują się w obszarze tematycznym VII. *Systemy wspomagania decyzji. Zarządzanie wiedzą produkcyjną* wskazanym przez Komitet Inżynierii Produkcji Polskiej Akademii Nauk w ekspertyzie *Istota inżynierii produkcji*¹.

Syntetyczne zestawienie najważniejszych osiągnięć naukowo-badawczych po uzyskaniu stopnia doktora przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego po uzyskaniu stopnia doktora (2013-2019)

| Wyszczególnienie | Liczba |
|--|--|
| Sumaryczny <i>impact factor</i> według listy <i>JCR</i> | 4,904 |
| Indeks Hirscha opublikowanych publikacji <ul style="list-style-type: none"> • według bazy <i>Web of Science</i> • według bazy <i>Scopus</i> • według bazy <i>Google</i> | 3 4 6 |
| Liczba cytowań publikacji <ul style="list-style-type: none"> • według bazy <i>Web of Science (from All Databases)</i> bez autocytowań • według bazy <i>Scopus</i> | 18 16 26 |
| Publikacje naukowe w czasopismach indeksowanych przez <i>JCR</i> <ul style="list-style-type: none"> • w tym autorskie • w tym współautorskie | 2 0 2 |
| Publikacje w wydawnictwach konferencyjnych indeksowanych przez <i>WoS</i> <ul style="list-style-type: none"> • w tym autorskie • w tym współautorskie | 2(4*) 0 2(4*) <small>*w druku</small> |
| Monografie, publikacje w czasopismach innych niż indeksowanych przez <i>JCR</i> <ul style="list-style-type: none"> • w tym autorskie • w tym współautorskie | 11 9 2 |

¹ *Istota inżynierii produkcji*, Komitet Inżynierii Produkcji, Polska Akademia Nauk, Warszawa, czerwiec 2012.

| Wyszczególnienie | Liczba |
|---|--------------------|
| Kierowanie projektami badawczymi | 1 |
| Udział w projektach badawczych <ul style="list-style-type: none"> • międzynarodowych • krajowych | 5 2 3 |
| Wygłoszenie referatów na tematycznych konferencjach <ul style="list-style-type: none"> • międzynarodowych • krajowych | 9 7 2 |
| Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych międzynarodowych konferencji naukowych | 4 |
| Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych <ul style="list-style-type: none"> • międzynarodowych • krajowych | 4 2 2 |
| Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze: <ul style="list-style-type: none"> • opiekuna naukowego • promotora pomocniczego | 2 0 2 |
| Staż w ośrodkach naukowych lub akademickich <ul style="list-style-type: none"> • zagranicznych • krajowych | 3 2 1 |
| Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie | 2 |
| Recenzowanie publikacji w czasopismach: <ul style="list-style-type: none"> • międzynarodowych • krajowych | 8 6 2 |

Wymiernym efektem moich dociekań naukowych są artykuły opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych, w tym indeksowanych w bazach *Web of Science*, oraz wystąpienia na konferencjach. Od uzyskania stopnia doktora jestem autorką 9 i współautorką 6 publikacji naukowych (łącznie z publikacjami stanowiącymi osiągnięcie naukowe), z czego 4 są indeksowane w bazach *Web of Science*. Sumaryczna indywidualna punktacja otrzymana za publikacje naukowe według MNiSW² wynosi 129,5 (indywidualna) i 190 (całkowita) (według punktacji stosowanej do 2019 r.). Indeks Hirscha według bazy *Web of Science* wynosi: 3 zaś *Scopus*: 4. Natomiast liczba cytowań publikacji w *Web of Science (from All Databases)*: 18 cytowań (16 bez autocytowań). Szczegółowy wykaz prac zamieszczono w załączniku 3, punkty II.A i II.E — publikacje oraz II.L — wystąpienia na konferencjach.

Poniżej przedstawiono i omówiono w ujęciu chronologicznym osiągnięcia naukowo-badawcze po uzyskaniu stopnia doktora niestanowiące osiągnięcia naukowego.

² Punktacja wyznaczona przez Oddział Informacji Naukowej Politechniki Białostockiej.

- **E. Chodakowska** (2013), *Indeks Malmquista w klasyfikacji podmiotów gospodarczych według zmian ich względnej produktywności działania*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu „Taksonomia” 278: 300–310, [ISSN: 1899-3192 e-ISSN: 2392-0041], <https://dbc.wroc.pl/dlibra/publication/27247/edition/24638/content?&action=ChangeMetaLangAction&lang=pl>

Artykuł został przedstawiony na XXI Konferencji Naukowej Sekcji Klasyfikacji i Analizy Danych Polskiego Towarzystwa Statystycznego nt. „Klasyfikacja i analiza danych — teoria i zastosowania”. Dotyczył analizy za pomocą indeksu Malmquista i metody DEA zmian produktywności w czasie w wybranych przedsiębiorstwach. Porównując otrzymane wyniki z klasycznymi finansowymi miernikami, uzyskano bardziej obiektywną ocenę, a jednocześnie możliwe było określenie czynników wpływających na zarejestrowaną zmianę produktywności w czasie.

- **E. Chodakowska** (2013), *Alternatywna metoda oceny produktywności przedsiębiorstw*, „Przegląd Organizacji” 11: 20–27, [ISSN: 0137-7221]

W artykule podjęto temat oceny produktywności przedsiębiorstw specjalizujących się w transporcie samochodowym za pomocą rzadziej stosowanych w literaturze światowej i praktycznie niewykorzystywanych w publikacjach polskich modeli nieradialnych DEA. Modele nieradialne DEA, oferując dodatkowe możliwości analityczne poprzez dopuszczenie braku komplementarności nakładów, pozwalają szacować produktywność i oceniać jednostki ze względu na wybrane wskaźniki.

- **E. Chodakowska, K. Wardzińska** (2013), *The attempt to create an internal credit risk rating of production companies with the use of operational research method*, „Quantitative Methods In Economics” („Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych”) 14(1): 74–83, [ISSN: 2082-792X], http://qme.sggw.pl/pdf/MIBE_T14_z1.pdf; (50% wkładu autorskiego)

Praca pt. *The attempt to create an internal credit risk rating of production companies with the use of operational research method* dokumentuje możliwość rozszerzenia standardowego obszaru zastosowań metod badań operacyjnych. Przeanalizowano ratingi opracowane przez Moody's Corporation oraz Standard & Poor's Ratings Services dla największych polskich producentów okien i podjęto próbę zweryfikowania hipotezy, czy ratingi tworzone za pomocą metody DEA znacząco różnią się od ratingów międzynarodowych agencji. Motywacją do podjęcia tematu był fakt, że ocena S&P i Moody's, mimo powszechnej krytyki braku transparentności, wciąż odgrywa znaczącą rolę opiniotwórczą. Wykorzystując własności DEA, skonstruowano z wykorzystaniem podstawowych danych finansowych niezależne ratingi i zademonstrowano matematycznie potencjalne zmiany klasyfikacji ratingowej. Wskazano także kierunki zmian, które pozwoliłyby przejść przedsiębiorstwom do grupy niższego ryzyka kredytowego. Mój wkład w tworzenie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji publikacji i wyborze metody badawczej oraz na wykonaniu części obliczeń.

- **E. Chodakowska** (2014), *Teoria równań strukturalnych w klasyfikacji zmiennych jawnych i ukrytych według charakteru ich wzajemnych oddziaływań*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu „Taksonomia” 328: 85–93, [ISSN: 1899-3192 e-ISSN: 2392-0041], <https://dbc.wroc.pl/dlibra/publication/27247/edition/24638/content?&action=ChangeMetaLangAction&lang=pl>

Referat pt. *Teoria równań strukturalnych w klasyfikacji zmiennych jawnych i ukrytych według charakteru ich wzajemnych oddziaływań*, który przedstawiłam na XXII Konferencji Sekcji Klasyfikacji i Analizy Danych PTS w 2013 roku, był kontynuacją zainteresowań zaawansowanymi technikami wielowymiarowej analizy danych. W artykule zastosowałam teorię równań strukturalnych (SEM) do zbioru danych dotyczących szkół i osiągnięć ich uczniów. Za pomocą SEM zweryfikowano sformułowane na bazie teoretycznych rozważań relacje między zmiennymi opisującymi wyniki egzaminacyjne a wybranymi charakterystykami szkoły oraz jej uczniów. Artykuł opublikowałam w Pracach Naukowych Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

- **E. Chodakowska** (2014), *Construction of the Environmental Performance Index using DEA*, „Quantitative Methods in Economics” („Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych”) 15(2): 296–306, [ISSN: 2082-792X], http://qme.sggw.pl/pdf/MIBE_T15_z2.pdf

W artykule pt. *Construction of the Environmental Performance Index Using DEA*, wydanym w 2014 roku w czasopiśmie „Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych”, poruszyłam temat doboru wag do osiągnięcia założonej *a priori* kolejności w rankingach. Przedmiotem analizy były zagregowane indeksy wydajności środowiskowej, które często mają postać ważonej sumy wskazanych przez ekspertów wskaźników i subiektywnie określonych wag. Na przykładzie wskaźnika wydajności środowiskowej EPI, tworzono przez zespół ekspertów Yale University i Columbia University, rozważana była możliwość modyfikacji wskaźnika dla poszczególnych krajów, przyjmując inny, ustalony podczas rozwiązywania zadania programowania liniowego, zestaw wag dla wykorzystywanych wskaźników.

- J. Nazarko, **E. Chodakowska** (2015), *Measuring Productivity of Construction Industry in Europe with Data Envelopment Analysis*, „Procedia Engineering” 122: 204–212, [ISSN: 1877-7058], <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.026> (50% wkładu autorskiego)

Publikacja w indeksowanych w bazach WoS materiałach: „Procedia Engineering” pt. *Measuring Productivity of Construction Industry in Europe with Data Envelopment Analysis* była efektem wystąpienia na konferencji tematycznej dotyczącej badań operacyjnych i zrównoważonego rozwoju — Operational Research Sustainable Development and Civil Engineering 2015. W referacie wykorzystałam dostosowaną wieloetapową kombinację modelu DEA, indeksu Malmquista oraz regresji tobitowej w celu oceny tendencji zmian produktywności w sektorze budownictwa. Mój wkład

w powstanie tej pracy polegał na współdziale w opracowaniu koncepcji badania, wykonaniu analiz modelami DEA oraz partycypacji w przygotowaniu wniosków.

- **E. Chodakowska** (2015), *An Example of Network DEA – Assessment of Operating Efficiency of Universities*, „Quantitative Methods in Economics” („Metody ilościowe w Badaniach Ekonomicznych”) 16(1): 75–84, [ISSN: 2082-792X], http://qme.sggw.pl/pdf/MIBE_T16_z1.pdf

W artykule: *An Example of Network DEA – Assessment of Operating Efficiency of Universities* zastosowałam modele sieciowe DEA, które uwzględniają wewnętrzną strukturę i przepływ zasobów w obiekcie do oceny wykorzystania efektywności szkół wyższych. Wyniki otrzymane za pomocą modelu sieciowego DEA zestawiałam z otrzymanymi z jednoetapowych modeli, oceniających oddzielnie dydaktykę, wyniki pracy naukowej i zagregowaną efektywność. Pokazałam, że aplikacja wykorzystująca DEA może sprawdzić się jako narzędzie uzupełniające w tworzeniu rankingów uniwersytetów.

- **E. Chodakowska** (2015), *The Future of Evaluation of Lower Secondary Schools' Management*, „Business, Management and Education” 13(1): 112–125, [ISSN: 2029-7491 e-ISSN: 2029-6169], <https://doi.org/10.3846/bme.2015.256>

W *The Future of Evaluation of Lower Secondary Schools' Management*, bazując na doświadczeniach i wiedzy uzyskanej podczas pracy nad rozprawą doktorską, przedstawiłam perspektywy i oczekiwania wobec oceny jakości zarządzania szkołami średnimi oraz modelowe rozwiązanie.

- **E. Chodakowska**, J. Nazarko J. (2016), *The models evaluating courier and messenger companies in Poland*, „Economics and Management” 8(4): 50–58, <https://doi.org/10.1515/emj-2016-0032>; (50% wkładu autorskiego)
- **E. Chodakowska**, J. Nazarko (2017), *Network DEA Models for Evaluating Couriers and Messengers*, „Procedia Engineering” 182: 106–111, [ISSN: 1877-7058], <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.130>; (50% wkładu autorskiego)

Opublikowanie w 2016 i 2017 roku powyższych prac poprzedzało wystąpienie na konferencji — 7th International Conference on Engineering, Project and Production Management: EPPM'2016 — wyróżnione za najlepszą prezentację. W publikacjach udowodniłam, że modele sieciowe DEA z powodzeniem mogą być wykorzystywane do oceny powiązań i wielostopniowych zależności w łańcuchach dostaw w logistyce. Mój wkład w powstanie tych pracy polegał na współdziale w przygotowaniu ich koncepcji, wykonaniu analiz modelami DEA, uczestnictwie w opracowaniu wyników i wniosków.

- J. Nazarko, **E. Chodakowska** (2017), *Labour efficiency in construction industry in Europe based on frontier methods: Data envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis*, „Journal of Civil Engineering and Management” 23(6): 787–795, [ISSN: 1392-3730 eISSN: 1822-3605], <http://dx.doi.org/10.3846/13923730.2017.1321577>; Impact Factor 2017: 1,660 (50% wkładu autorskiego)

Publikacja w czasopiśmie „Journal of Civil Engineering and Management” z bazy JCR pt. *Labour efficiency in construction industry in Europe based on frontier methods: Data envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis* była wynikiem rozwijania i pogłębiania badań z zakresu potencjalnych obszarów, w których zasadne jest stosowanie metody DEA. W artykule dokonano oceny komplementarności metody DEA oraz stochastycznej analizy granicznej (SFA) do analizy produktywności, rozważając ograniczenia i możliwości metod. Na podstawie danych opisujących sektory budownictwa, wykorzystując DEA rozbudowaną o model regresji Tobit, empirycznie sprawdzono, w jakim stopniu ocena efektywności pracy jest zdeterminowana czynnikami zewnętrznymi. Natomiast zestawienie wyników otrzymanych za pomocą DEA i SFA pozwoliło empirycznie oszacować wpływ wyboru metody analizy na końcową ocenę. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współdziałaniu w opracowaniu projektu badania oraz wykonaniu matematycznych obliczeń.

Podsumowując przedstawione publikacje, należy stwierdzić, że dokumentowały one badania różnorodnych modyfikacji, uzupełnień i rozszerzeń dostosowujących metodę DEA do specyficznych uwarunkowań przedmiotów analizy. Sprawdzano zasadność stosowania złożonych modeli, komplementarność lub substytucyjność różnych podejść do wielokryterialnego rankingowania i oceny w oryginalnych zastosowaniach. Wyprowadzone wnioski mogą zostać praktycznie wykorzystane w systemach decyzyjnych i eksperckich, zaś uzyskane wyniki numeryczne mogą stanowić podstawę formułowania i wdrażania strategii poprawy poszczególnych analizowanych jednostek. Wykorzystanie metody DEA zdecydowanie ogranicza autorytatywność oceny stosowanych praktyk i wykorzystywanych systemów, dostarcza obiektywnej informacji o pozycji jednostki na tle innych.

Przegląd i krytyczna ocena portfela metod stosowanych w zorientowanej na przyszłość ocenie technologii, których pośrednią inspiracją były zadania realizowane w ramach projektów badawczych, pozwoliły na zidentyfikowanie luki badawczej i podjęcia od 2016 roku prac nad koncepcją hybrydowego modelu priorytetyzacji technologii.

Prezentacja hybrydowego modelu, stanowiącego osiągnięcie naukowe, jest podstawą grantu badawczego NCN pt. *Hybrydowa metoda Rough DEA obiektywizacji oceny technologii w projektach foresight*, który otrzymałam w 2018 roku w obszarze badawczym: nauki ścisłe i techniczne, w panelu dyscyplin: inżynieria procesów i produkcji, realizowanego w 2019 roku (załącznik 4, punkt II.J). Celem projektu jest zademonstrowanie hybrydowego modelu oceny technologii w międzynarodowym środowisku naukowym na cyklicznej konferencji: „FTC 2019 – Future Technologies Conference 2019”, która odbędzie się 14–15 listopada 2019 r. w San Francisco (<https://saiconference.com/FTC>). Konferencja gromadzi naukowców i praktyków z całego świata w dziedzinie badań nad przyszłymi technologiami, a jej problematyka koncentruje się w obszarze rozwoju przyszłych technologii i ich znaczenia w transformacji procesów produkcyjnych i biznesowych. Udział w konferencji umożliwi popularyzację opracowanego modelu i omówienie uzyskanych za jego pomocą wyników. Zgłoszony referat pt. *A Hybrid Approach in Future-Oriented Technology Assessment*,

prezentujący osiągnięcie naukowe, przeszedł pozytywnie proces recenzji i zostanie opublikowany w serii Springer „Advances in Intelligent Systems and Computing” (materiały konferencyjne są przedstawiane do indeksacji w: ISI Proceedings, EI-Compendex, DBLP, SCOPUS, Google Scholar i Springerlink).

Udział w projektach naukowo-badawczych jest istotnym, integralnym elementem mojego rozwoju naukowego. Poza kierowaniem wspomnianym grantem byłam lub jestem wykonawcą 2 międzynarodowych i 1 krajowego projektu badawczego (załącznik 4, punkt II.J).

Projekt *The FoF-Designer: Digital Design Skills for Factories of the Future* (DigiFoF), czyli umiejętności budowania kompetencji cyfrowych dla fabryk przyszłości, jest realizowany w ramach programu Erasmus+ Programme, Key Action 2 — Knowledge Alliances (KA2) Cooperation for innovation and the exchange of good practices. Okres realizacji projektu obejmuje lata 2019–2021, a jego celem jest utworzenie współpracy sieciowej uczelni, przedsiębiorstw i instytucji okołobiznesowych, aby wspólnie opracowywać profile umiejętności, koncepcje nauczania i szkoleń dla rozwijania nowych umiejętności i kompetencji młodych pracowników fabryk przyszłości. Założonymi efektami projektu są:

- na poziomie organizacyjnym: sieć kompetencji projektowych DigiFoF, rzeczywistych i wirtualnych laboratoriów DigiFoF oraz profesjonalny system certyfikacji dla projektantów FoF;
- na poziomie treści: narzędzie do projektowania DigiFoF oraz innowacyjne materiały dydaktyczne oparte na ICT i studiach przypadków;
- na poziomie osobistym: poprawa poziomu umiejętności i kompetencji cyfrowych w obszarze projektowania FoF, zwiększające szanse na zatrudnienie dla studentów i profesjonalistów poprzez wspieranie bardziej interdyscyplinarnej i ukierunkowanej edukacji.

Mój udział w projekcie obejmuje badania nad technologią digitalizacji procesów – w tym między innymi wykorzystując narzędzia ADOxx (<https://www.adoxx.org/>) przygotowane przez OMiLAB (<https://www.omilab.org/digifof.html>), oraz opracowanie na tej podstawie materiałów szkoleniowych na potrzeby fabryk przyszłości.

Międzynarodowy projekt *Nanotechnology Mutual Learning Action Plan for Transparent and Responsible Understanding of Science and Technology* (NANO2ALL) był finansowany ze środków programu Horyzont 2020 (H2020-NMP-CSA-2015). Czas trwania projektu obejmuje lata 2015–2019. Liderem projektu jest Sociedade Portuguesa de Inovacao — Consultadoria Empresarial Efomento da Inovacao S.A., Portugalia. Politechnika Białostocka jest jednym z realizatorów projektu. Cele projektu to:

- stworzenie ogólnoeuropejskiej platformy dialogu, wymiany wiedzy i wzajemnego uczenia się, budującej społeczne zaangażowanie w rozwój odpowiedzialnej nanotechnologii;
- działania edukacyjne, które wypełnią luki w wiedzy interesariuszy oraz opracowanie wspólnego sposobu rozumienia korzyści i zagrożeń wynikających z rozwoju odpowiedzialnej nanotechnologii;
- opracowanie zaleceń opartych na dowodach oraz przygotowanie planu działania w celu zwiększenia zaangażowania społecznego w odpowiedzialne nanotechnologie.

Prace, w które byłam zaangażowana to realizacja zadania pt. *Engaging the stakeholders*, a w szczególności adaptacja metody *Scenario Exploration System* na potrzeby warsztatów z polskimi interesariuszami oraz działania upowszechniające wyniki warsztatów dialogu z obywatelami na temat zastosowania nanotechnologii w tekstyliach.

W latach 2013–2014 byłam członkiem zespołu projektowego *Narodowy Program Foresight — wdrożenie wyników*, realizującego zadania 1.2 projektu systemowego Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Wsparcie systemu zarządzania badaniami naukowymi i ich wynikami” w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Zasadniczym celem projektu było opracowanie narzędzi i wdrożenie trwałego systemu cyklicznej oceny potencjału naukowo-technologicznego oraz kształtowania polityki naukowej i naukowo-technologicznej na potrzeby innowacyjnej i konkurencyjnej gospodarki kraju. Szczegółowe zadania, w których brałam udział, to między innymi:

- identyfikacja najlepszych metod badawczych wykorzystywanych w konsultacjach eksperckich w oparciu o studia literatury przedmiotu polskiej i zagranicznej;
- przygotowanie listy dobrych praktyk wykorzystywanych w konsultacjach eksperckich w projektach typu foresight w Polsce i za granicą;
- opracowanie koncepcji spotkań warsztatowych i konsultacyjnych dotyczących modelu gromadzenia danych i metody mapowania kierunków badań naukowych na poziomie regionalnym;
- przygotowanie listy kluczowych ekspertów oraz opracowanie harmonogramu realizowania konsultacji;
- organizacja konsultacji z wykorzystywaniem zaplanowanych metod; przygotowanie transkrypcji i zestawień wyników konsultacji eksperckich;
- analiza jakościowa i ilościowa wyników badań oraz przygotowanie raportów (prace niepublikowane: J. Nazarko, J. Ejdys, **E. Chodakowska**, K. Dębowska, U. Kobylińska, A.M. Olszewska (2014), Raport: *Potencjał Naukowo-Technologiczny Inteligentnej Specjalizacji Województwa Podlaskiego*; J. Kilon, I. Jakuszewicz, **E. Chodakowska**, A. Gudanowska, A.M. Olszewska, Ł. Nazarko (2014), Raport: *Weryfikacja i testowanie narzędzi zaimplementowanych w PIK (stabilność, intuicyjność, testy wydajnościowe) wraz z opracowaniem propozycji modyfikacji narzędzi opracowanych przez PB, SAN i GIG*).

Wiedzę i umiejętności analizy danych wykorzystywałam w dwóch ekspertyzach badawczych realizowanych dla Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Wojewódzkiego Urzędu Pracy w Białymstoku (załącznik 4, punkt III.M). Wykonane prace zostały opublikowane w raportach:

- K. Dębowska, U. Widelska, J. Kilon, J. Marcinkiewicz, **E. Chodakowska**, A.M. Walicki, A. Raczkowska, M. Garwolińska, M. Moczydłowski, M. Paszko (2014), *Podlaski absolwent. Analiza sytuacji w zakresie kształcenia zawodowego w województwie podlaskim w latach 2010–2012*, Wojewódzki Urząd Pracy w Białymstoku, Białystok
- **E. Chodakowska**, J. Nazarko, E. Broniewicz, J. Ejdys (2016), *Efektywność funkcjonowania NFOŚiGW i WFOŚiGW – doświadczenia i rekomendacje na przyszłość*, Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych, Białystok.

Posiadane kompetencje i doświadczenie badawcze stanowiły uzasadnienie powołania mnie do pełnienia funkcji pomocniczego opiekuna naukowego, a następnie promotora pomocniczego w dwóch otwartych na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej przewodach doktorskich w dyscyplinie inżynieria produkcji (załącznik 4, punkt III.K):

- mgr inż. Mateusz Kikolski, *Projektowanie optymalnego rozmieszczenia stanowisk roboczych w procesach wytwórczych*, od 27.06.2018 roku;
- mgr inż. Patryk Zwierzyński, *Zwiększenie produktywności linii montażowej poprzez przekształcenie struktury szeregowej na strukturę komórkową*, od 5.03.2019 roku.

O mojej rozpoznawalności w międzynarodowym środowisku naukowym świadczy wyznaczanie mnie jako recenzenta artykułów zgłaszanych do renomowanych czasopism naukowych (załącznik 4, punkt III.P): „Technological and Economic Development of Economy” (ISSN: 2029-4913 eISSN: 2029-4921, czasopismo w bazie JCR, Impact Factor 2017: 3,244), „Entropy” (ISSN: 1099-4300 eISSN: 1099-4300, czasopismo w bazie JCR, Impact Factor 2017: 2,305), „Quantitative Finance and Economics” (ISSN (Online): 2573-0134, czasopismo indeksowane w ESCI WoS), „Wiadomości Statystyczne” (PL ISSN: 0043-518X e-ISSN: 2543-8476, 12 pkt. wg oceny MNiSW 2018 r.), „Engineering Management in Production and Services” (ISSN: 2543-6597 (print), 2543-912X (online), czasopismo indeksowane w bazie SCOPUS).

Biorę aktywny udział w organizacji międzynarodowych konferencji naukowych EPPM: International Conference on Engineering, Project and Production Management (załącznik 4, punkt III.C). Są to interdyscyplinarne spotkania naukowców, inżynierów, menadżerów z całego świata dające możliwość zaprezentowania i omówienia problemów i osiągnięć w zarządzaniu produkcją, zarządzaniu inżynierskim i zarządzaniu projektami. W 2016 roku byłam członkiem komitetu organizacyjnego, a w roku 2018 i 2019 członkiem komitetu naukowego. Biorę również udział w pracach przygotowujących konferencję EPPM w roku 2020 w Krakowie. Materiały konferencyjne od 2017 roku są indeksowane w bazach *Web of Science*.

W 2014 roku, korzystając z dofinansowania w ramach projektu „Podniesienie potencjału uczelni wyższych jako czynnik rozwoju gospodarki opartej na wiedzy” realizowanego przez Politechnikę Białostocką w ramach Poddziałania 4.1.1 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, odbyłam miesięczne staże na Uniwersytecie Warszawskim na Wydziale Nauk Ekonomicznych oraz w Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Technology and Management. Celem staży była wymiana doświadczeń i wiedzy, nawiązanie kontaktów naukowych, udoskonalenie warsztatu badawczego oraz prezentacyjnego. W 2018 roku, w ramach Program Santander Universidades, uczestniczyłam w kilkudniowej wizycie stażowej w Aston Business School w Birmingham — jednej z największych szkół biznesu w Europie, posiadającej akredytację AMBA, EQUIS i AACSB. Staż pozwolił mi poznać aktualny stan nauki w obszarze wiodących trendów w analizie i ocenie produktywności i nawiązać kontakty naukowe. Dodatkowo wzięłam udział w konferencji oraz miałam okazję zreferować, a następnie przedyskutować koncepcję pracy naukowej i dotychczasowe wyniki badań, przedstawiając referat pt. *Fuzzy rough DEA in the process of prospective analysis of technology* (załącznik 4, punkt III.L).

6. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ DYDAKTYCZNYCH I ORGANIZACYJNYCH

Oprócz działalności naukowo-badawczej za szczególnie istotną uważam działalność dydaktyczną i organizacyjną.

Syntetyczne zestawienie najważniejszych osiągnięć dydaktycznych oraz organizacyjnych po uzyskaniu stopnia doktora przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Syntetyczne zestawienie osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych po uzyskaniu stopnia doktora (2013-2019)

| Wyszczególnienie | Liczba |
|---|----------|
| Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki | |
| • współautorstwo podręcznika | 1 |
| • autorstwo programu nowego przedmiotu | 12 |
| Opieka naukowa nad studentami w charakterze | |
| • opiekuna naukowego stażu asystenckiego | 1 |
| • opiekuna dydaktycznego (roku i praktyk) | 2 |
| • promotora prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich) | 12 |
| • recenzenta prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich) | 39 |
| Udział w zespołach eksperckich i konkursowych | 6 |
| Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych | 2 |
| Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową i organizacyjną | 5 |

Od początku pracy na Politechnice Białostockiej aktywnie uczestniczę w opracowaniu programów studiów, przygotowaniu i prowadzeniu zajęć z przedmiotów zgodnych z moim wykształceniem kierunkowym (informatyka), kwalifikowanych do dziedziny nauk technicznych (od 1 października 2018 r. do dziedziny nauk inżynierijno-technicznych³). Przed uzyskaniem stopnia doktora były to następujące przedmioty:

- technologie informacyjne,
- systemy operacyjne,
- prognozowanie i symulacje,
- podstawy programowania,
- programowanie obiektowe,
- aplikacje biznesowe w MS Office,
- bazy danych i zarządzanie informacją,
- grafika w biznesie,
- Internet w biznesie,
- projektowanie aplikacji WEB.

Zajęcia ze studentami prowadzę na większości kierunków realizowanych na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej, zarówno na studiach pierwszego, jak i drugiego stopnia: zarządzanie i inżynieria produkcji, zarządzanie i inżynieria usług, zarządzanie, logistyka.

³ Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych, Dz. U. 2018 r. poz. 1818.

Po uzyskaniu stopnia doktora zostałam powołana na koordynatora następujących przedmiotów:

- oprogramowanie *open source* w logistyce,
- zarządzanie projektem w organizacji pracy,
- zarządzanie projektem innowacyjnym,
- rachunek produktywności,
- podstawy informatyczne systemów usługowych,
- nowoczesne metody i narzędzia zarządzania w logistyce.

Dodatkowo prowadzę zajęcia w języku angielskim ze studentami programu Erasmus oraz na kierunku Logistic:

- modern methods and tools of management in logistics,
- productivity analysis.

Zatrudnienie na stanowisku adiunkta, od 2016 roku, umożliwiło mi prowadzenie seminariów dyplomowych oraz prac dyplomowych. Jestem promotorem 5 zakończonych i obronionych prac magisterskich oraz 7 inżynierskich. Pełniłam funkcję recenzenta w 14 zakończonych pracach magisterskich, 24 inżynierskich i 1 licencjackiej (załącznik 4, punkt III.J.2–3). W roku akademickim 2018/2019 pod moją opieką dydaktyczno-naukową przygotowuje prace kolejnych kilkunastu dyplomantów.

Angażuję się w realizację inicjatyw i projektów dydaktycznych realizowanych na Politechnice Białostockiej. Jestem wykonawcą zadań projektu „Logistyka i zarządzanie — międzynarodowe programy studiów II stopnia na Wydziale Zarządzania Politechniki Białostockiej (LogMan2)” oraz „2WORK — kompleksowy program kształtujący kompetencje i kwalifikacje, zwiększający szanse absolwentów na rynku pracy” (załącznik 4, punkt III.A). W ramach projektu LogMan2 opracowałam program zajęć z przedmiotu obieralnego: C/C++ programming na studiach II stopnia kierunku zarządzanie, na specjalności Smart and innovative business, oraz przygotowałam i prowadziłam zajęcia w ramach przedmiotu: Modern methods and tools of management in logistics na kierunku Logistic. Udział w projekcie „2WORK” polegał na prowadzeniu szkoleń przygotowujących studentów do egzaminu Microsoft Office Specialist (MOS Excel 2013, Exam 77-420).

Aktywnie pracuję w zespołach do spraw jakości kształcenia, w tym m.in.: przygotowujących raport samoceny kontroli programowej PKA, dostosowujących dokumentację i programy do Ustawy 2.0⁴, modernizujących kierunki studiów (załącznik 4, punkt III.N).

W 2015 roku zostałam powołana na opiekuna dydaktycznego studentów rozpoczynających naukę na nowym interdyscyplinarnym, praktycznym kierunku studiów prowadzonym na Wydziale Inżynierii Zarządzania: zarządzanie i inżynieria usług (załącznik 4, punkt III.I.4). Jestem także opiekunem praktyk na tym kierunku, co poprzedzało przygotowanie regulaminu i nowej dokumentacji praktyk zawodowych na studiach o profilu praktycznym według kryteriów oceny PKA (załącznik 4, punkt III.I.3

⁴ Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. 2018 r. poz. 1668.

oraz III.I.5). Opracowywałam także zestaw zagadnień egzaminacyjnych dla studentów kończących ten kierunek (załącznik 4, punkt III.N).

W 2019 roku zostałam opiekunem naukowym studentki stażystki Liwei Shi, absolwentki Ningbo Institute of Technology, Zhejiang University (uczelni, która wspólnie z Politechniką Białostocką realizuje przedsięwzięcie o nazwie International China and Central-Eastern Europe Institute of Logistics and Service Science), obecnie kontynuującej naukę na studiach stacjonarnych drugiego stopnia, na kierunku Logistic (załącznik 4, punkt III.J.1).

Jestem współautorką cyklu następujących czterech części podręcznika akademickiego pt. *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem*:

1. J. Nazarko (red.), **E. Chodakowska**, J. Chrabołowska, P. Filipkowski, K. Halicka, I. Jakuszewicz, A. Jurczuk, (2004), *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Cz. I. Wprowadzenie do metodyki prognozowania*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok (wydanie III, 2011), 55 s., [ISBN: 83-88229-51-6]
2. J. Nazarko (red.), **E. Chodakowska**, J. Chrabołowska, P. Filipkowski, K. Halicka, I. Jakuszewicz, A. Jurczuk, (2004), *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Cz. II. Prognozowanie na podstawie szeregów czasowych*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok (wydanie III, 2011), 63 s., [ISBN: 83-88229-52-4]
3. J. Nazarko (red.), **E. Chodakowska**, J. Chrabołowska, P. Filipkowski, K. Halicka, I. Jakuszewicz, A. Jurczuk (2005), *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Cz. III. Prognozowanie na podstawie modeli adaptacyjnych*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok (wydanie II, 2011), 119 s., [ISBN: 83-60200-01-7]

Po uzyskaniu przeze mnie stopnia doktora została wydana część czwarta podręcznika:

4. J. Nazarko (red.), **E. Chodakowska**, K. Halicka, A. Jurczuk (2018), *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Cz. IV. Prognozowanie na podstawie modeli trendu*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 182 s. [ISBN: 978-83-65596-33-8], https://pb.edu.pl/oficyna-wydawnicza/wp-content/uploads/sites/4/2018/02/Nazarko-red._publikacja.pdf

Obecnie opracowywana jest piąta część podręcznika *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, poświęcona prognozowaniu na podstawie modeli ARIMA, a jej autorami są: **E. Chodakowska**, K. Halicka, A. Kononiuk, J. Nazarko.

W celu zwiększenia swoich kompetencji dydaktycznych systematycznie uczestniczę w kursach i szkoleniach. Między innymi biorę udział w kursach językowych prowadzonych na Politechnice Białostockiej dla wykładowców (semestr zimowy 2015/2016 — kurs języka angielskiego dla wykładowców prowadzących zajęcia ze studentami biorącymi udział w międzynarodowym programie studiów; w semestrze letnim 2016/2017 oraz zimowym 2018/2019 — kurs języka angielskiego), w warsztatach i szkoleniach z metodyk zarządzania projektami (Prince2, PMI) czy wielowymiarowych analiz danych, a także w seminariach TRIZ (Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań) (załącznik 4, punkt III.Q).

Jestem członkiem kilku krajowych i międzynarodowych organizacji: EPPM – Association of Engineering, Project and Production Management (członek zarządu 2018–2020), IEEE Technology and Engineering Management Society, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją (załącznik 4, punkt III.H).

Za ponadprzeciętne zaangażowanie i osiągnięcia w pracy organizacyjnej, naukowej i dydaktycznej zostałam nagrodzona Medalem Komisji Edukacji Narodowej (załącznik 4, punkt III.D) oraz wielokrotnie Nagrodami Rektora (załącznik 4, punkt II.K).

7. PODSUMOWANIE

Autorka wyraża przekonanie, że opracowany przez nią hybrydowy model priorytetyzacji technologii, oparty na metodzie analizy obwiedni danych oraz koncepcji zbiorów przybliżonych, będący efektem postępowania badawczego, w tym studiów literaturowych, dociekań metodologicznych i badań empirycznych, pozwolił na uzupełnienie i rozszerzenie wiedzy z zakresu metod oceny technologii, stanowi zatem znaczący wkład w rozwój dyscypliny nauk o inżynierii produkcji.

Prezentowany model może być traktowany jako referencyjny w złożonych problemach wielokryterialnej porównawczej oceny licznego zbioru technologii, które można scharakteryzować, korzystając ze zunifikowanego, określonego *a priori* zbioru atrybutów, które opisują własności technologii lub wynikają z jej otoczenia bez ograniczeń co do jej specyfiki. Zaproponowany model może ułatwić priorytetyzację technologii w warunkach niepewności, a w rezultacie zwiększyć efektywność wykorzystania prywatnych i publicznych środków na prace badawczo-rozwojowe związane z wdrażaniem w Polsce rozwiązań w zakresie produkcji przyszłości zgodnie z koncepcją Przemysłu 4.0.

Przeprowadzone badania nie wyczerpują obszernej tematyki badawczej. Opracowany model stanowi element szerszej metodyki oceny i priorytetyzacji technologii zorientowanej na prospektywne makrozarządzanie technologią. Autorka zakłada kontynuację badań zarówno w zakresie rozwoju metodyki, jak również jej adaptacji dla poziomu mezozarządzania w szeroko rozumianym obszarze życia społeczno-gospodarczego. Rozwój metodyki związany jest z dodatkowymi możliwościami analitycznymi DEA, które pozwalają określić najważniejsze dla ocenianej technologii atrybuty mające wpływ na osiągnięte wyniki oraz dokonywanie symulacji wpływu zmian wartości atrybutów. Ponadto możliwe jest określenie grup technologii konkurencyjnych. Jednocześnie autorka zakłada dostosowanie modelu do poziomu mezozarządzania poprzez nowatorskie opracowania zmiennych przybliżonych i uwzględnienie lokalnych/regionalnych warunków oraz formułowanych potrzeb przy realizacji zadań opracowania i kształtowania wizji strategii rozwoju technologicznego.

Ewa Chodakowska