

Autoreferat

1. Imię i nazwisko: Marcin Relich

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- 2008 **stopień doktora nauk ekonomicznych w zakresie nauk o zarządzaniu**
Wydział Informatyki i Zarządzania, Politechnika Wrocławska
tytuł rozprawy doktorskiej: *Metoda monitorowania płynności finansowej z wykorzystaniem technik inteligentnych*
- 2002 tytuł inżyniera w dziedzinie nauk technicznych
Wydział Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji, Uniwersytet Zielonogórski
kierunek: informatyka; specjalność: inżynieria oprogramowania
tytuł pracy: *Projekt zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie produkcją na przykładzie Elektrociepłowni „Zielona Góra” S.A.*
- 2001 tytuł magistra inżyniera w dziedzinie nauk ekonomicznych
Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Zielonogórska
kierunek: zarządzanie i marketing; specjalność: zarządzanie finansami
tytuł pracy: *Analiza sytuacji majątkowej i finansowej przedsiębiorstwa na przykładzie Zakładu Górnictwa Nafty i Gazu w Zielonej Górze w latach 1998-2000*

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 2017 – obecnie Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Ekonomii i Zarządzania, Zakład Systemów Informacyjnych i Gospodarki Elektronicznej; stanowisko: **adiunkt**
- 2009 – 2016 Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Ekonomii i Zarządzania, Zakład Controllingu i Informatyki Ekonomicznej; stanowisko: adiunkt
- 2001 – 2008 Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Ekonomii i Zarządzania, Zakład Controllingu i Informatyki Ekonomicznej; stanowisko: asystent

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego 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)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Zgodnie z treścią ww. ustawy, jako moje osiągnięcie naukowe wskazuję cykl powiązanych tematycznie publikacji objętych wspólnym tytułem:

Analiza decyzyjna w rozwoju nowych produktów

4.2. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

Na cykl powiązanych tematycznie publikacji składa się 10 prac naukowych [P1-P10] opublikowanych w latach 2013-2019, w tym 1 monografia, 4 artykuły w czasopiśmie (2 w czasopiśmie z *impact factor*), 4 rozdziały w monografiach oraz 1 publikacja konferencyjna. W nawiasach zostały podane informacje o liczbie punktów według rozporządzenia MNiSW. Liczba cytowań została podana według baz danych Web of Science (WoS), Scopus oraz Google Scholar (GS) na dzień 1 marca 2019 r. Spośród wskazanego cyklu 10 publikacji, 7 publikacji to pozycje jednoautorskie, natomiast w 3 kolejnych udział własny habilitanta wynosi 80%.

[P1] Marcin Relich (2013). Knowledge acquisition for new product development with the use of an ERP database, [in:] *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems - FedCSIS 2013*, pp. 1273-1278. (MNiSW: 15 pkt)
Liczba cytowań: WoS – 17, Scopus – 16, GS – 25.

[P2] Marcin Relich (2014). A declarative approach to new product development in the automotive industry, [in:] Golinska P. (ed.) *Environmental Issues in Logistics and Manufacturing*, pp. 23-45. Springer International Publishing. (MNiSW: 15 pkt)
Liczba cytowań: WoS – 10, Scopus – 10, GS – 15.

[P3] Marcin Relich, Wojciech Muszyński (2014). The use of intelligent systems for planning and scheduling of product development projects. *Procedia Computer Science*, vol. 35, pp. 1586-1595. (MNiSW: 15 pkt)
Liczba cytowań: WoS – 26, Scopus – 27, GS – 33.

[P4] Marcin Relich, Krzysztof Bzdrya (2015). Knowledge discovery in enterprise databases for forecasting new product success, [in:] Jackowski K. et al. (eds.) *Intelligent Data Engineering and Automated Learning*, pp. 121-129. Springer International Publishing. (MNiSW: 15 pkt)
Liczba cytowań: WoS – 5, Scopus – 6, GS – 7.

[P5] Marcin Relich (2016). A knowledge-based system for new product portfolio selection, [in:] Różewski P. (ed.) *New Frontiers in Information and Production Systems Modelling and Analysis*, pp. 169-187. Springer International Publishing. (MNiSW: 5 pkt)
Liczba cytowań: WoS – 0, Scopus – 5, GS – 7.

[P6] Marcin Relich (2016). Computational intelligence for estimating cost of new product development. *Foundations of Management*, vol. 8, no. 1, pp. 21-34. (MNiSW: 10 pkt)
Liczba cytowań: WoS – 1, Scopus – 2, GS – 2.

- [P7] Marcin Relich (2016). Portfolio selection of new product projects: a product reliability perspective. *Eksploatacja i Niezawodność-Maintenance and Reliability*, vol. 18, no. 4, pp. 613-620. (MNiSW: 25 pkt; IF = 1,145)
Liczba cytowań: WoS – 5, Scopus – 4, GS – 6.
- [P8] Marcin Relich, Paweł Pawlewski (2017). A fuzzy weighted average approach for selecting portfolio of new product development projects. *Neurocomputing*, vol. 231, pp. 19-27. (MNiSW: 30 pkt; IF = 3,317)
Liczba cytowań: WoS – 8, Scopus – 12, GS – 15.
- [P9] Marcin Relich (2017). Identifying project alternatives with the use of constraint programming, [in:] Borzemski L. et al. (eds.) *Information Systems Architecture and Technology*, pp. 3-13. Springer International Publishing. (MNiSW: 15 pkt)
Liczba cytowań: WoS – 2, Scopus – 3, GS – 4.
- [P10] Marcin Relich (2019). *Decision support in product development*, 125 p. Springer International Publishing. (Monografia, MNiSW: 25 pkt)
Liczba cytowań: WoS – 0, Scopus – 0, GS – 0.

4.3. Prezentacja celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.3.1. Wprowadzenie

Nieustanny rozwój nowych produktów (RNP) oraz ich zakończone sukcesem wprowadzenie na rynek są kluczowymi elementami w procesie poprawy konkurencyjności przedsiębiorstw produkcyjnych. Nowe produkty można podzielić na produkty nowe dla rynku, nowe dla przedsiębiorstwa oraz produkty stanowiące istotną modyfikację produktów już istniejących w przedsiębiorstwie¹. Nowy produkt to produkt (wyrób lub usługa), który różni się znacząco swoimi cechami lub przeznaczeniem od produktów dotychczas wytwarzanych przez przedsiębiorstwo. Natomiast produkt istotnie ulepszony to produkt już istniejący, który został znacząco udoskonalony poprzez zastosowanie nowych materiałów, komponentów oraz innych cech zapewniających lepsze działanie tego produktu².

W badaniach rozważana jest klasa nowych produktów (wyrobów) stanowiąca modyfikację produktów już istniejących na rynku. Badania polskich przedsiębiorstw wskazały, że w latach 2014-2016 produkty nowe lub istotnie ulepszone zostały wprowadzone średnio przez 26,1% przedsiębiorstw, w tym produkty nowe dla rynku przez 13,6% przedsiębiorstw². Dla wybranych rodzajów produkcji relacja produktów nowych lub istotnie ulepszonych do produktów nowych dla rynku jest następująca: 54,7% i 29,2% dla produkcji komputerów i wyrobów elektronicznych, 49,5% i 30,2% dla produkcji urządzeń elektrycznych, 43,6% i 26,7% dla produkcji maszyn i urządzeń, 41,5% i 18,4% dla produkcji

¹ A. Sosnowska, *Zarządzanie nowym produktem*. Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2000, s. 14.

² *Rocznik statystyczny przemysłu*. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2017.

pojazdów samochodowych². Przedstawione wartości wskazują, że znaczna część polskich przedsiębiorstw rozwija nowe produkty poprzez modyfikację produktów już istniejących.

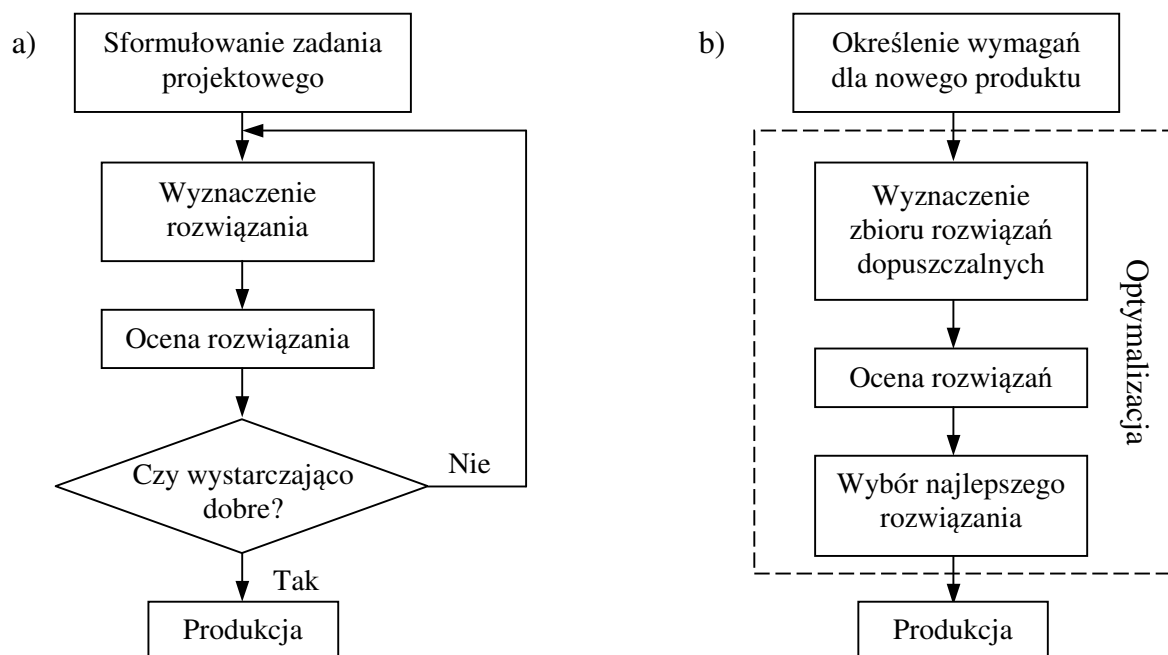
Współczesne przedsiębiorstwa w coraz szerszym zakresie wykorzystują systemy informatyczne do rejestracji i wspomagania realizacji procesów biznesowych. Na przykład 86% polskich dużych przedsiębiorstw zadeklarowało korzystanie w roku 2017 z oprogramowania wspomagającego zarządzanie przedsiębiorstwem (ang. *Enterprise Resource Planning*, ERP), natomiast 64% – z oprogramowania wspomagającego zarządzanie relacjami z klientami (ang. *Customer Relationship Management*, CRM)³. Nieustannie powiększające się bazy danych tych systemów informatycznych mogą być źródłem potencjalnie użytecznych informacji nie tylko w procesie projektowania nowego produktu, lecz również w ocenie potencjału projektu RNP, wyborze optymalnego portfela projektów RNP, identyfikacji potencjalnych trudności w jego realizacji oraz ocenie osiągalności zadanej realizacji projektu.

Ocena osiągalności zadanej realizacji projektu RNP polega na sprawdzeniu czy istnieje możliwość otrzymania oczekiwanego wyniku, a w przypadku istnienia takiej możliwości, na wyznaczeniu warunków umożliwiających otrzymanie tego wyniku. Wynikiem tym może być na przykład satysfakcjonujący koszt RNP, a warunki umożliwiający jego otrzymanie mogą odnosić się do realokacji zasobów. Aktualnie podejście to jest stosowane w procesie projektowania nowego produktu. Rysunek 1 przedstawia dwie strategie RNP ze względu na wzorzec poszukiwań: strategię wyznaczania i oceny indywidualnych rozwiązań nowego produktu (Rys. 1a) oraz strategię wyznaczania zbioru dopuszczalnych rozwiązań nowego produktu (Rys. 1b)⁴. Strategia wyznaczania zbioru dopuszczalnych rozwiązań nowego produktu umożliwia zapoznanie się z pełnym zbiorem możliwych rozwiązań i jest ona obecnie stosowana przede wszystkim do tworzenia koncepcji nowego produktu⁵. Przykładem wykorzystania tej strategii może być wyznaczenie możliwych kombinacji połączenia komponentów z uwzględnieniem ich specyfikacji (np. wymiarów, wagi, funkcjonalności), które zapewniają osiągnięcie przyjętych wymagań w zakresie projektowania nowego produktu.

³ Europejski Urząd Statystyczny (kod danych: isoc_bde15dip, isoc_bde15dec). <https://ec.europa.eu/eurostat> [data dostępu: 07.02.2019].

⁴ I. Rutkowski, *Metodyczne i kompetencyjne uwarunkowania rozwoju nowego produktu w przedsiębiorstwach przemysłowych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2006, s. 33.

⁵ B. Barczak, B. Binczycki, *Analiza morfologiczna w wariantowaniu rozwiązań projektowych*, [w:] P. Cabała (red.), *Metody doskonalenia procesów zarządzania projektami w organizacji*. Wydawnictwo Difin, Warszawa 2016, s. 80.



Rys. 1. Strategia wyznaczania i oceny indywidualnych rozwiązań nowego produktu (a) oraz wyznaczania zbioru dopuszczalnych rozwiązań nowego produktu (b)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4].

Przeprowadzone badania literaturowe pozwoliły zidentyfikować lukę w wiedzy w obszarze wykorzystania strategii wyznaczania zbioru rozwiązań dopuszczalnych realizacji projektu RNP w zakresie zarządzania zasobami, czasem, kosztem i jakością projektu nowego produktu. Stało się to przesłanką do rozwinięcia metodyki wspomagającej decyzje menedżerskie dotyczące wyboru portfela projektów RNP oraz alokacji zasobów między realizowanymi projektami, a także wspomagającej zarządzanie projektem RNP w zakresie oceny potencjału projektu i identyfikacji potencjalnych trudności w jego realizacji. Zaproponowana metodyka bazuje na modelu RNP wyrażonym w sposób deklaratywny.

Specyfikacja modelu przedsiębiorstwa i realizowanego w nim projektu RNP w ujęciu deklaratywnym sprowadza rozpatrywane zagadnienie do postaci problemu spełniania ograniczeń (PSO), który zawiera skończony zbiór zmiennych, ich dziedzin oraz skończony zbiór ograniczeń limitujący wartości zmiennych decyzyjnych. W konsekwencji przedstawienie modelu w sposób deklaratywny oznacza, że sposób sformułowania zadania interpretowany jest wprost jako program rozwiązujący to zadanie⁶. W odróżnieniu od podejścia proceduralnego, podejście deklaratywne umożliwia budowę jednego modelu RNP, który jest wykorzystywany do formułowania różnych problemów decyzyjnych w obszarze RNP.

Zakres wykorzystania i przydatność strategii wyznaczania zbioru dopuszczalnych realizacji projektu RNP zależy od sposobu wyrażenia rozważanego problemu w postaci modelu matematycznego oraz skuteczności metody pozwalającej zredukować wielkość

⁶ Z. Banaszak, G. Bocewicz, *Decision support driven models and algorithms of artificial intelligence*. Warsaw University of Technology, Warsaw 2011, s. 116.

przeszukiwanej przestrzeni rozwiązań dopuszczalnych. Aktualnie dostępne rozwiązania przedstawiają problem wyboru portfela projektów RNP najczęściej w ujęciu finansowym jako zestawienie oczekiwanych przepływów pieniężnych w zakładanym cyklu życia produktu (np. metoda *Net Present Value*, NPV)⁷. Model matematyczny obejmuje wówczas oczekiwane koszty (np. RNP, produkcji, promocji produktu) oraz przychody, które są wyznaczone z wykorzystaniem prognozowania przez analogię⁸ (poprzez identyfikację najbardziej podobnego zakończonego projektu RNP do nowego projektu), wartości średnich dla zbioru projektów należących do tej samej linii produktów oraz modelowania ekonometrycznego (z użyciem liniowych lub linearyzowanych modeli regresyjnych)⁹. Jednakże metody te mają ograniczoną przydatność w identyfikacji zależności przyczynowo-skutkowych w warunkach wielowymiarowych struktur danych zawierających zależności o nieliniowym i nieprecyzyjnym charakterze. Stosowne właściwości do identyfikacji tego rodzaju zależności posiadają techniki inteligencji obliczeniowej, do których można zaliczyć między innymi sztuczne sieci neuronowe, logikę rozmytą i systemy neuronowo-rozmyte¹⁰. W rezultacie zaproponowano wykorzystanie wybranych technik inteligencji obliczeniowej do budowy modelu estymacji parametrycznej w celu oszacowania potencjału projektu RNP. Zidentyfikowane zależności przyczynowo-skutkowe są następnie wykorzystywane w modelowaniu symulacyjnym, którego celem jest wspomaganie decyzji menedżerskich w zakresie oceny osiągalności zadanej realizacji projektu.

4.3.2. Cel i zakres badań

Tematyka badań obejmowała koncepcję wykorzystania archiwów danych przedsiębiorstw produkcyjnych zorientowanych na rozwój nowych produktów, w celu pozyskania informacji wspierających decyzje menedżerskie w zakresie zarządzania projektem nowego produktu. Specyfikacja modelu RNP w postaci zmiennych i ograniczeń (w tym zależności przyczynowo-skutkowych pomiędzy zmiennymi) umożliwiła przeprowadzenie symulacji, mających na celu identyfikację możliwości realizacji projektu RNP zgodnie z wymaganiami deklarowanymi przez menedżera oraz identyfikację potencjalnych trudności podczas realizacji projektu RNP. Przeprowadzane na potrzeby analizy decyzyjnej eksperymenty przyczynowo-skutkowe obejmowały obszar wyboru portfela projektów RNP, alokacji zasobów pomiędzy projektami oraz oceny potencjału projektu RNP.

Zadania badawcze zostały podzielone na cztery obszary:

- 1) badania literaturowe w zakresie RNP,
- 2) budowa modelu RNP,
- 3) opracowanie metod dedykowanych analizie decyzyjnej w zakresie modelowania parametrycznego i symulacyjnego,
- 4) badanie zakresu stosowalności modelu.

⁷ Z. Wilimowska, M. Wilimowski, *Sztuka zarządzania finansami*. Oficyna Wydawnicza OPO, Bydgoszcz 2001, s. 794-796.

⁸ M. Cieślak, *Prognozowanie gospodarcze*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, s. 48-49.

⁹ F. Krawiec, *Zarządzanie projektem innowacyjnym produktu i usługi*. Wydawnictwo Difin, Warszawa 2000, s. 188.

¹⁰ J. Zieliński, *Inteligentne systemy w zarządzaniu: Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000, s. 49-50.

Badania literaturowe w zakresie RNP odnosiły się przede wszystkim do identyfikacji wyzwań stojących przed współczesnymi przedsiębiorstwami produkcyjnymi w aspekcie skracającego się cyklu życia produktu i powiększających się archiwów danych. Ponadto szukano odpowiedzi na pytanie czy stosowane standardy zarządzania projektami RNP w zakresie oceny potencjału nowego produktu i identyfikacji potencjalnych trudności w realizacji projektu RNP można adaptować do tych wyzwań oraz czy istnieją narzędzia (w tym rozwiązania informatyczne) do wsparcia decydenta ww. zakresie. Przeprowadzone badania pozwoliły zidentyfikować lukę w wiedzy dotyczącą wykorzystania strategii wyznaczania zbioru rozwiązań dopuszczalnych realizacji projektu RNP do wspierania decyzji menedżerskich w obszarze wyboru portfela projektów RNP o największym potencjale. W rezultacie, określone zostały cel i kierunki dalszych badań obejmujące opracowanie metodyki budowy modelu RNP na potrzeby analizy decyzyjnej, dedykowanej przedsiębiorstwom zorientowanym na RNP.

Do głównych rezultatów osiągniętych w pierwszym obszarze badań można zaliczyć określenie stosowalności i ograniczeń istniejących modeli oceny potencjału nowego produktu [R1-R3], zidentyfikowanie stosowanych metod i narzędzi informatycznych wykorzystywanych do wspomagania zarządzania projektem RNP [R1-R4], zidentyfikowanie zbioru kryteriów oceny potencjału projektu RNP w ujęciu produkt – przedsiębiorstwo – otoczenie przedsiębiorstwa [R5-R8], a także określenie wymagań, które należy spełnić projektując nowe modele i metody oceny potencjału projektu RNP w zakresie wykorzystania baz danych przedsiębiorstwa zorientowanego na RNP [R9-R11].

4.3.3. Budowa modelu RNP

Drugi obszar badań obejmował budowę modelu przedsiębiorstwa i realizowanego w nim projektu RNP w ujęciu deklaratywnym. W ramach tych badań szukano odpowiedzi na pytanie dotyczące postaci metodyki budowy modelu RNP, która zapewniałaby rzetelne odwzorowanie relacji między podejmowanymi decyzjami, zwłaszcza typu parametrycznego, a wynikami gospodarczymi przedsiębiorstwa (w odniesieniu do sukcesu nowego produktu). W ramach tego obszaru badań poszukiwano również założeń do opracowania modelu RNP, umożliwiającego uzyskiwanie odpowiedzi na pytania o wynik osiągnięty przy danych warunkach, a także o warunki, których spełnienie umożliwia osiągnięcie oczekiwanego wyniku. Ponadto poszukiwano odpowiedzi na pytanie o zakres wykorzystania podejścia deklaratywnego w modelowaniu symulacyjnym.

Deklaratywna reprezentacja modelu RNP obejmuje zmienne i ograniczenia (w tym zależności przyczynowo-skutkowych) wiążące i limitujące te zmienne, i jeżeli ograniczenia te nie są ze sobą sprzeczne, wyodrębniony zostanie zbiór rozwiązań dopuszczalnych (jeżeli istnieje). Specyfikacja modelu RNP w ujęciu deklaratywnym umożliwia stawianie przez menedżera (np. kierownika projektu RNP) pytań o wynik (wartość zmiennej wyjściowej/objaśnianej) przy przyjętych warunkach (wartościach zmiennych wejściowych/objaśniających) lub o warunki, których spełnienie zapewnia osiągnięcie oczekiwanego wyniku.

W podejściu proceduralnym model RNP jest budowany dla rozwiązania konkretnego problemu, a proces jego budowy kończy się, gdy uzyskana struktura modelu jest wystarczająca, aby rozwiązać dany problem. Na przykład do oceny realizacji projektu i podjęcia decyzji o jego kontynuacji lub wstrzymaniu realizacji wykorzystuje się metodę wartości uzyskanej (wypracowanej; ang. *Earned Value*, EV), w której estymowane są koszty RNP w przyjętym horyzoncie czasu. W metodzie EV estymacja może bazować na modelu parametrycznym, a estymowane wartości kosztu i czasu realizacji RNP są odnoszone do przyjętych ograniczeń (budżetu i planowanego czasu zakończenia projektu). Zgodnie z metodami modelowania ekonometrycznego zostaje wyodrębniony zbiór zmiennych objaśniających (np. liczba pracowników uczestniczących w projekcie, ilość wymaganych materiałów, liczba testów prototypów opracowywanego produktu), które najistotniej wpływają na zmienną objaśnianą (np. koszt projektu RNP). Kierownik projektu może przeprowadzić wówczas eksperymenty symulacyjne deklarując wartości zmiennych objaśniających, aby pozyskać informację dotyczącą zakresu zmiany kosztu projektu. Na przykład w celu nie przekroczenia budżetu RNP może rozważać redukcję kosztu RNP poprzez zmniejszenie liczby testów prototypów nowego produktu. Jednakże wprowadzone zmiany w realizacji projektu mogą wpłynąć nie tylko na zmienną objaśnianą, lecz również na inne nieuwzględnione w modelu zmienne. Na przykład zmniejszenie liczby testów prototypów nowego produktu może prowadzić do zmniejszenia kosztu projektu RNP, lecz również do zmniejszenia niezawodności produktu, zwiększenia poziomu kosztów serwisu (rozpatrzenia reklamacji i wymiany produktu na niewadliwy), pogorszenia opinii klientów o jakości produktów wytwarzanych w przedsiębiorstwie i ostatecznie zmniejszenia rentowności sprzedaży danego produktu.

W podejściu deklaratywnym budowany jest jeden model RNP w ujęciu systemowym, uwzględniającym zmienne i ograniczenia odnoszące się do produktu, przedsiębiorstwa i jego otoczenia, które występują w całym cyklu życia produktu, a nie tylko w procesie RNP. Umożliwia to formułowanie różnych problemów decyzyjnych w obszarze jednego modelu. Zmienne decyzyjne i ograniczenia (np. zasobowe i czasowe) są wybierane przez decydenta z uwzględnieniem konkretnego problemu (np. wyboru portfela projektu, alokacji zasobów), lecz zbudowany w ujęciu deklaratywnym model RNP zawiera również inne zmienne oraz ograniczenia (w postaci zależności przyczynowo-skutkowych), które łączą te zmienne i mogą ograniczać przestrzeń poszukiwania rozwiązań dopuszczalnych. Zadeklarowane przez decydenta ograniczenia lub zakres dziedzin dla jednych zmiennych mogą uniemożliwiać wykorzystanie innych zmiennych w zakresie uzyskania rozwiązania. Na przykład przyjęcie ograniczenia o maksymalnej wartości kosztów serwisu (poprzez wykorzystanie zidentyfikowanych zależności pomiędzy liczbą testów a niezawodnością produktu oraz wpływem tej niezawodności na koszt serwisu) może doprowadzić do nie rozważania zmniejszenia liczby testów prototypów nowego produktu. Ponadto, decydent deklarując zakres dziedzin dla zmiennych decyzyjnych otrzymuje informację czy istnieje rozwiązanie dla rozważanego problemu, a jeżeli ono istnieje, to otrzymuje pełen zbiór rozwiązań dopuszczalnych, które mogą być rozważane jako warianty alternatywnej realizacji projektu RNP.

Reasumując, podejście deklaratywne w odróżnieniu od podejścia proceduralnego sprowadza się do budowy jednego modelu (bazy wiedzy) i modelowania rozważanego zadania jako problemu spełniania ograniczeń. Jeżeli zawarte w bazie wiedzy zmienne i ograniczenia będą wystarczające do udzielenia odpowiedzi na postawione przez decydenta pytanie (np. o możliwość ograniczenia kosztu RNP) oraz ograniczenia będą logicznie spójne i niesprzeczne, wówczas sformułowany problem będzie miał rozwiązanie. Należy zaznaczyć, że na dokładność estymacji zmiennych objaśnianych (które są podstawą oceny potencjału projektu i kierunku jego realizacji) ma wpływ przyjęta metoda wyznaczania parametrów modelu prognostycznego. W przeprowadzonych badaniach poddano ocenie tezę, że wybrane techniki inteligencji obliczeniowej mogą służyć jako narzędzia analizy decyzyjnej, identyfikując zależności przyczynowo-skutkowe pomiędzy zmiennymi i zwiększając dokładność estymacji w porównaniu z modelami bazującymi na regresji liniowej.

Sformułowanie modelu RNP w ujęciu deklaratywnym umożliwia wspieranie decydenta przy wyborze portfela projektów RNP (poprzez ocenę potencjału projektu), alokacji zasobów oraz podjęciu decyzji o zaniechaniu projektu lub jego kontynuacji (poprzez ocenę realizacji projektu). W przypadku już realizowanego projektu (np. na etapie projektowania i testowania nowego produktu), decydent otrzymuje zbiór wariantów alternatywnego dokończenia projektu (jeżeli ten zbiór istnieje), co umożliwia mu usunięcie zidentyfikowanych trudności w realizacji projektu w ramach zasobów obecnych w przedsiębiorstwie lub wskazanie zasobów wymaganych do pozyskania, aby pomyślnie zakończyć realizację projektu RNP.

Model RNP został wyrażony w pracach [P2,P3,P4,P6,P7] w postaci zmiennych i ograniczeń wykorzystywanych do formułowania i rozwiązania problemu wyboru portfela projektów, alokacji zasobów pomiędzy projektami oraz oceny potencjału projektu RNP. W [P2] przedstawiono model przedsiębiorstwa i zarządzania projektem w postaci zmiennych i ograniczeń, które obejmowały liczbę pracowników i środków finansowych przyporządkowanych do projektu RNP, zbiór czynności w projekcie, kolejność realizacji czynności, czas rozpoczęcia czynności i okres jej trwania. Model ten został wykorzystany do sformułowania i rozwiązania problemu optymalnej alokacji zasobów w środowisku wieloprojektowym i w warunkach ograniczonych zasobów. W [P3] przedstawiono model RNP obejmujący zmienne i ograniczenia w obszarze zaopatrzenia (np. liczba dostawców materiałów wymaganych do produkcji, czas dostawy, opóźnienie dostawy), gospodarki magazynowej (np. liczba materiałów w magazynie), produkcji (np. liczba zleceń produkcyjnych, liczba maszyn, czas przebrojenia maszyn, wydajność produkcji) oraz zarządzania projektem (np. liczba czynności w projekcie, liczba członków zespołu projektowego, liczba zmian w specyfikacji projektu). Model ten wykorzystano do planowania i harmonogramowania projektów RNP. W [P4] adaptowano model RNP na potrzeby oceny potencjału nowego produktu w kierunku dodania zmiennych i ograniczeń związanych z marketingiem i sprzedażą (np. liczba wymagań klientów w odniesieniu do nowego produktu, liczba reklamacji produktów należących do tej samej linii co nowy produkt, czas i wydatki na działania promocyjne nowego produktu), produkcją (np. jednostkowy koszt produkcji) oraz zarządzaniem projektem (np. średni czas przeznaczony na komunikację w zespole projektowym, czas i koszt RNP). W [P6] dostosowano model RNP na potrzeby oceny

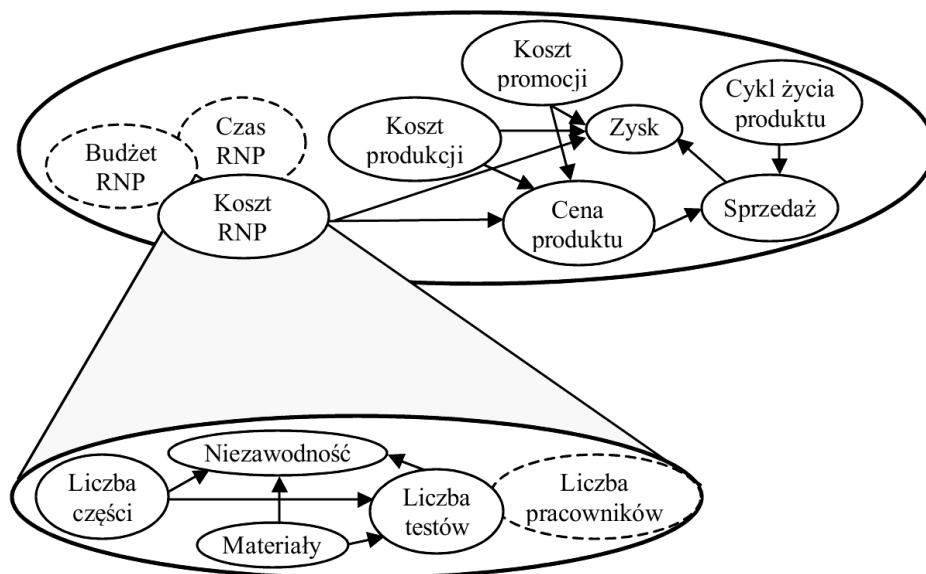
potencjału projektu RNP w zakresie zdefiniowania zmiennych i ograniczeń w następujących trzech etapach RNP: projektowanie produktu (np. liczba przebadanych klientów w kierunku ich oczekiwań co do nowego produktu, liczba pomysłów dotycząca koncepcji nowego produktu, liczba komponentów nowego produktu, liczba komponentów niezmienionych w odniesieniu do aktualnie dostępnych produktów, stopień uwzględnienia oczekiwań klientów w specyfikacji nowego produktu), produkcja prototypu (np. liczba komponentów do obróbki/montażu, czas obróbki/montażu danego komponentu, liczba maszyn i czas ich przebrojenia) oraz testowanie prototypów nowego produktu (np. liczba komponentów w nowym produkcie, liczba cykli testowania prototypu, liczba urządzeń do testowania prototypu). Dodatkowo w pracy [P7] zaproponowano uzupełnienie modelu RNP o elementy związane z zarządzaniem jakością nowego produktu, już na etapie jego projektowania. W [P7] przedstawiono wykorzystanie zależności przyczynowo-skutkowych do oszacowania kosztu RNP oraz kosztu serwisu (np. napraw gwarancyjnych i rozpatrzenia reklamacji), a następnie odniesienia ich do niezawodności nowego produktu. Model RNP wykorzystano do sformułowania i rozwiązania problemu wyboru portfela projektów RNP. Zbiór zmiennych i ograniczeń przedstawiony w [P2,P3,P4,P6,P7,R14,R19] można wyrazić w postaci dyskretnej i wyodrębnić z baz danych systemów informatycznych przedsiębiorstwa (np. systemu ERP i CRM).

W celu rozszerzenia modelu RNP o elementy wyrażone w sposób nieprecyzyjny (np. w postaci opinii klienta i/lub pracownika przedsiębiorstwa), uwzględniono kolejne obszary zarządzania przedsiębiorstwem. W [P8] zaproponowano kryteria oceny potencjału projektu RNP w obszarze strategii przedsiębiorstwa (np. znaczenie nowego produktu w osiąganiu celów przyjętych przez naczelne kierownictwo, perspektywy rozwoju przedsiębiorstwa dzięki RNP), ryzyka (np. konkurencja pierwsza wprowadzi na rynek podobny produkt, dostawcy nie wywiążą się z przyjętych zamówień), sprzedaży i marketingu (np. wielkość docelowego rynku, atrakcyjność cenowa nowego produktu) oraz zespołu projektowego (np. obecność lidera w zespole, interdyscyplinarność zespołu, zdolność do opracowania wymaganej technologii). W [P10] przedstawiono dodatkowo rozszerzenie modelu RNP w zakresie uwzględnienia oceny satysfakcji klienta w szacowaniu potencjału nowego produktu między innymi z wykorzystaniem elementów marketingu-mix: produktu, ceny, dystrybucji i promocji. Ponadto w [R16] przedstawiono koncepcję poszerzenia modelu RNP o elementy związane z postrzeganiem produktu w perspektywie jego ekologiczności, w celu identyfikacji ewentualnego wpływu tego aspektu na ocenę potencjału nowego produktu. W [R17] zaproponowano rozszerzenie modelu RNP w aspekcie komunikacji w zespole projektowym, dodając takie elementy oceny projektu jak: stopień wsparcia ze strony kierownictwa, motywowania do kreowania nowych pomysłów, efektywności dyskusji w zespole, analizy powodów niepowodzeń przeszłych projektów, częstotliwości komunikacji oraz dokładne przyporządkowanie zakresu odpowiedzialności za konkretne zadania projektowe. W [R18] przedstawiono rozszerzenie modelu RNP w zakresie oceny i wyboru dostawców materiałów na potrzeby RNP. Natomiast w [R15,R20] przedstawiono model zarządzania wiedzą dedykowany dla przedsiębiorstw produkcyjnych zorientowanych na RNP.

W proponowanym podejściu identyfikowane są zależności przyczynowo-skutkowe pomiędzy przyjętymi zmiennymi, które następnie są wykorzystywane w dwóch obszarach: do wyznaczenia wartości zmiennej wyjściowej przy przyjętych wartościach zmiennych wejściowych oraz do określenia wartości zmiennych wejściowych (jeżeli te istnieją), które zapewniają otrzymanie oczekiwanej wartości zmiennej wyjściowej. Pierwszy obszar odnosi się do wykorzystania zidentyfikowanych zależności w zakresie predykcji zmiennej wyjściowej, natomiast drugi dotyczy przeprowadzania symulacji w zakresie osiągalności zadanej wartości zmiennej wyjściowej (por. Rys. 3).

Wykorzystanie zależności przyczynowo-skutkowych do przeprowadzania symulacji istnienia alternatywnych wariantów realizacji projektu RNP, wymaga przyjęcia pewnych założeń dotyczących budowy modelu RNP oraz formułowania problemów decyzyjnych. W pracy [P10] zaproponowano wykorzystanie formalizmu PSO do budowy modelu i specyfikacji problemu wyboru portfela projektów, alokacji zasobów pomiędzy projekty oraz oceny potencjału projektu RNP. Wartości zmiennych wyrażone są w postaci całkowitoliczbowej, umożliwiając przedstawienie modelu w postaci równań diofantycznych. Rozwiązanie problemu diofantycznego sprowadza się do stwierdzenia czy ma on wymierne rozwiązanie, czy też nie ma żadnego rozwiązania. Należy zaznaczyć, że podjęto również badania w zakresie wyrażenia zmiennych wejściowych w sposób nieprecyzyjny w odniesieniu do problemu harmonogramowania projektu i estymacji jego kosztów [R12,R13].

Wyodrębnienie zbioru zmiennych wejściowych i włączenie ich do analizy przyczynowo-skutkowej pozwala decydentowi otrzymać informację dotyczącą wpływu tych zmiennych na zmienną wyjściową. Z wykorzystaniem aktualnie dostępnych rozwiązań (np. metody NPV) decydent otrzymuje informacje tylko o sile i kierunku oddziaływania zmiennych wejściowych (np. kosztu RNP, kosztu produkcji, kosztu promocji nowego produktu), które bezpośrednio wpływają na zmianę wartości zmiennej wyjściowej (zysku). Jednakże informacje te są zbyt ogólne, aby je wykorzystać do skutecznego sterowania projektem w kierunku uzyskania pożądanych zmian. Z tego powodu w proponowanym podejściu wyodrębniono zmienne wejściowe (np. liczba pracowników oddelegowanych do projektu, liczba testów prototypów nowego produktu, ilość materiałów), które można wykorzystać w procesie sterowania projektem w celu otrzymania satysfakcjonującej wartości zmiennej wyjściowej. Rysunek 2 przedstawia sieć zależności pomiędzy zmiennymi wejściowymi, które bezpośrednio (np. jak koszt RNP) lub pośrednio (np. jak liczba testów prototypów nowego produktu) wpływają na zysk produktu. Linia przerywaną zaznaczono na rys. 2 przykładowe ograniczenia dotyczące projektu RNP, takie jak budżet, czas zakończenia projektu (np. narzucony poprzez wymagania rynkowe) oraz liczbę dostępnych pracowników w dziale rozwoju i badań przedsiębiorstwa.



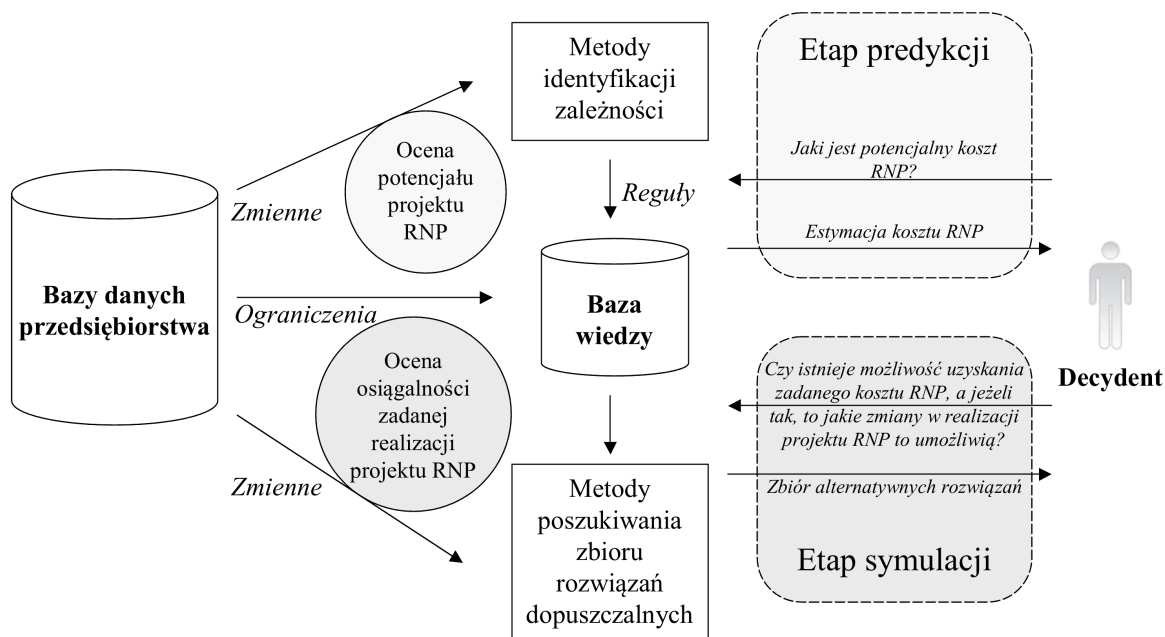
Rys. 2. Zmienne bezpośrednio i pośrednio wpływające na zysk produktu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P10].

Deklaratywna reprezentacja modelu RNP umożliwia zastosowanie efektywnych technik ograniczania przestrzeni potencjalnych rozwiązań. Ma to istotne znaczenie w przypadku, gdy eksperyment symulacyjny obejmuje wiele zmiennych decyzyjnych o znacznej rozpiętości powiązanych z nimi dziedzin. Zwiększenie efektywności procesu identyfikacji alternatywnych wariantów realizacji projektu RNP zainicjowało opracowanie przedstawionych dalej metod modelowania symulacyjnego w ramach podejścia deklaratywnego. Wykorzystanie modelu RNP formułowanego w postaci deklaratywnej pozwala przeprowadzić eksperymenty symulacyjne w zakresie pełnego zbioru rozwiązań dopuszczalnych. W konsekwencji liczba oferowanych decydentowi alternatywnych wariantów realizacji projektu RNP jest większa w porównaniu ze standardową analizą scenariuszy (obejmującą wariant optymistyczny, najbardziej oczekiwany i pesymistyczny). Ponadto, decydent ma możliwość zapoznania się z alternatywnymi realizacjami projektu RNP, o których istnieniu mógł nie zdawać sobie sprawy. Jest to szczególnie istotne w przypadku środowiska wieloprojektowego, w którym należy uwzględnić współdzielone zasoby. Należy zaznaczyć, że wykorzystanie proponowanego modelu RNP wiąże się ze spełnieniem pewnych założeń w zakresie standardów zarządzania projektem RNP oraz metod identyfikacji zależności przyczynowo-skutkowych i modelowania symulacyjnego. Do założeń dotyczących opracowanego modelu można zaliczyć to, że przedsiębiorstwo korzysta ze standardów zarządzania projektem RNP w zakresie rejestracji jego realizacji, stosuje podział na fazy w projektach RNP, gromadzi metryki dla projektów RNP, a także definiuje, w jaki sposób będzie mierzony sukces projektu RNP (uwzględniając kryteria finansowe i niefinansowe) oraz dostosowuje standardowe techniki i narzędzia do potrzeb pojedynczych projektów RNP. Założenia dotyczące wykorzystania opracowanego modelu opisano szerzej w [P10]. Natomiast opracowane na użytek analizy decyzyjnej metody przedstawiono poniżej.

4.3.4. Opracowanie metod dedykowanych analizie decyzyjnej

Trzeci obszar badań obejmował adaptowanie wybranych technik inteligencji obliczeniowej oraz modelowania symulacyjnego na użytek analizy decyzyjnej, z uwzględnieniem specyfiki formułowania modelu RNP w ujęciu deklaratywnym. Poniżej przedstawiono metody dotyczące identyfikacji zależności przyczynowo-skutkowych i ich wykorzystania do szacowania potencjału projektu RNP oraz oceny osiągalności zadanej realizacji projektu RNP. Rysunek 3 przedstawia umiejscowienie tych metod w proponowanym systemie wspomagania decyzji menedżerskich w obszarze RNP.

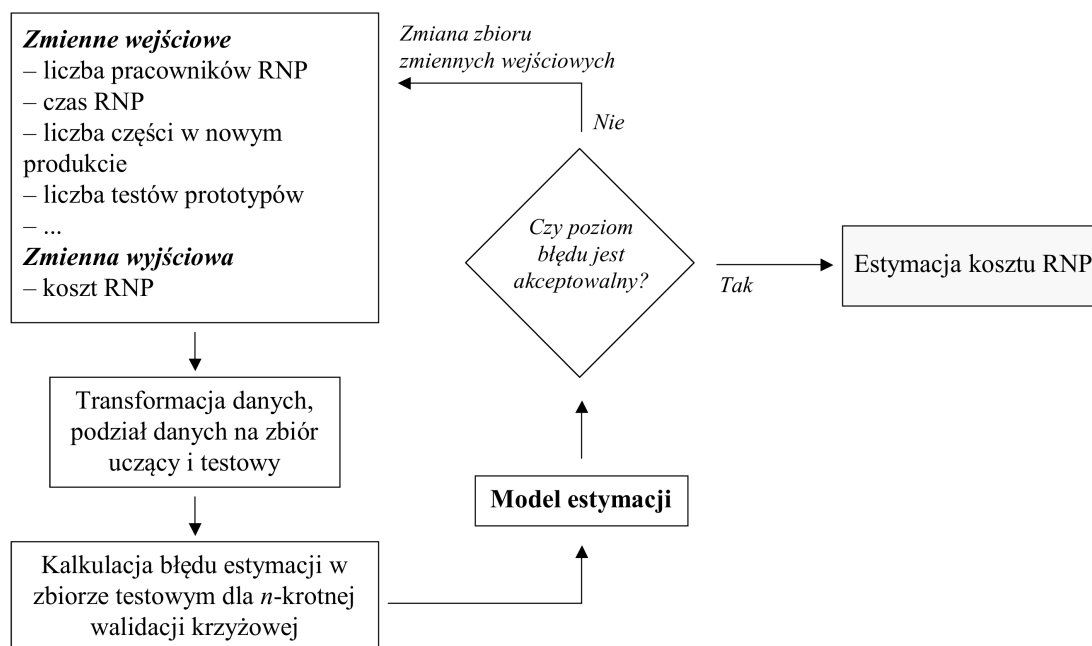


Rys. 3. Struktura proponowanego systemu wspomagania decyzji

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P10].

Metoda modelowania parametrycznego do szacowania potencjału projektu RNP

Opracowanie tej metody związane było z wykorzystaniem narzędzi, które umożliwiłyby identyfikację zależności przyczynowo-skutkowych w środowisku wielowymiarowych struktur danych, zawierających często nieliniowe i niedeterministyczne relacje pomiędzy zmiennymi biorącymi udział w realizacji projektu RNP. W ramach tej metody zaproponowano procedurę wyboru modelu estymacji parametrycznej oraz wykorzystania wybranych technik inteligencji obliczeniowej do estymacji kosztu RNP, a następnie oceny potencjału projektu RNP. Rysunek 4 przedstawia procedurę wyboru modelu estymacji parametrycznej dla kosztu projektu RNP.



Rys. 4. Procedura wyboru modelu estymacji parametrycznej

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P10].

Aktualnie stosowane metody szacowania opłacalności inwestycji (np. metoda NPV) bazują głównie na przewidywanych przepływach pieniężnych w przyjętym okresie. W metodach tych wartości zmiennych wykorzystywanych do szacowania przepływów pieniężnych są wyznaczane na podstawie danych dotyczących zakończonych projektów RNP, bazując na wartości najbardziej prawdopodobnej dla zmiennej wyjściowej lub modelowaniu parametrycznym (głównie wykorzystując regresję liniową, RL)¹¹. Pomyślne zastosowanie technik inteligencji obliczeniowej do identyfikacji złożonych zależności w różnych obszarach problemowych zarządzania przedsiębiorstwem (np. do określenia profilu klienta, doboru nośnika reklamy, oceny zagrożenia utraty płynności finansowej¹²), zainicjowało podjęcie prób wykorzystania tych technik również do szacowania kosztów (np. RNP, produkcji) i przychodów związanych z nowym produktem. W celu zwiększenia dokładności tych oszacowań zaproponowano wykorzystanie wybranych technik inteligencji obliczeniowej, a mianowicie sztucznych sieci neuronowych (SSN, w przypadku zmiennych wyrażonych w sposób precyzyjny) oraz systemu neuronowo-rozmytego (SNR, w przypadku zmiennych wyrażonych w sposób nieprecyzyjny). Dokładność predykcji wartości zmiennej wyjściowej była porównywana między różnymi modelami parametrycznymi bazującymi na SSR, SNR i RL.

W pracy [P1] przedstawiono wykorzystanie SNR do wyznaczenia zależności przyczynowo-skutkowych, na podstawie których następuje estymacja kosztu i czasu realizacji projektu RNP. W pracy tej przedstawiono również wykorzystanie opracowanej metody do

¹¹ F. Krawiec, *Zarządzanie projektem innowacyjnym ...*, op. cit.

¹² J. Zieliński, *Inteligentne systemy w zarządzaniu...*, op. cit. E. Radosiński, *Systemy informatyczne w dynamicznej analizie dynamicznej*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.

pozyskania informacji z baz danych systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie przedsiębiorstwem (systemu klasy ERP). W pracy [P3] przedstawiono wpływ redukcji zmiennych i wstępnego przetwarzania danych na dokładność estymacji czasu realizacji projektu RNP dla wybranych algorytmów uczenia SSN i SNR. Natomiast w pracy [P4] przedstawiono wpływ liczby wygenerowanych reguł warunkowych na dokładność predykcji zysku netto dla nowego produktu. Wykorzystując dane wyodrębnione z systemu informatycznego przedsiębiorstwa (systemu ERP, CRM) i właściwości SNR zidentyfikowano zależności pomiędzy zmiennymi objaśniającymi a średnim miesięcznym zyskiem netto jako wskaźnikiem sukcesu produktu. W pracy [P6] przedstawiono proces estymacji parametrycznej bazującej na SSN, SNR i RL w trzech grupach kosztów związanych z etapem projektowania produktu, testowania prototypów produktu oraz jego produkcji. W pracy [P8] wykorzystano logikę rozmytą do opisu kryteriów oceny projektów RNP oraz SSN do estymacji jednostkowego kosztu produkcji nowego wyrobu oraz czasu realizacji projektu RNP. Natomiast w pracy [P10] zaproponowano procedurę wyboru modelu estymacji parametrycznej w metodzie oceny potencjału nowego produktu, bazującą na n-krotnej walidacji krzyżowej. Zaproponowano tam również wykorzystanie wnioskowania na podstawie analogii do identyfikacji potencjalnych trudności w realizacji projektu RNP oraz wykorzystanie zidentyfikowanych zależności przyczynowo-skutkowych do analizy wrażliwości zmian NPV w odniesieniu do zmian kosztów, wielkości sprzedaży i ceny nowego produktu.

Reasumując, zaadaptowanie technik inteligencji obliczeniowej jako narzędzi analizy decyzyjnej umożliwiło:

- identyfikację zmiennych wejściowych z bazy danych systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie przedsiębiorstwem, które w największym stopniu oddziałują na potencjał projektu RNP,
- identyfikację zależności przyczynowo-skutkowych (w tym o nieliniowym i nieprecyzyjnym charakterze) występujących w wielowymiarowych strukturach danych,
- wykorzystanie modelowania parametrycznego do bardziej precyzyjnej estymacji kosztu RNP w porównaniu z metodami regresji liniowej, co w konsekwencji umożliwia bardziej wiarygodne planowanie realizacji projektów RNP,
- identyfikację najbardziej podobnych zakończonych projektów RNP do nowego projektu, co ma szczególne znaczenie przy identyfikacji potencjalnych trudności w realizacji projektu nowego produktu,
- wykorzystanie zidentyfikowanych zależności przyczynowo-skutkowych na potrzeby modelowania symulacyjnego.

Metoda modelowania symulacyjnego do oceny osiągalności zadanej realizacji projektu RNP

Opracowanie metody modelowania symulacyjnego miało na celu adaptację technik ograniczania przestrzeni potencjalnych rozwiązań w kierunku ich wykorzystania przy wspomaganiu decyzji menedżerskich. W pracy [P2] przedstawiono sformułowanie problemu alokacji zasobów w środowisku wieloprojektowym, z uwzględnieniem różnych kryteriów oceny danego wariantu alternatywnego realizacji projektu (np. planowanego kosztu i czasu

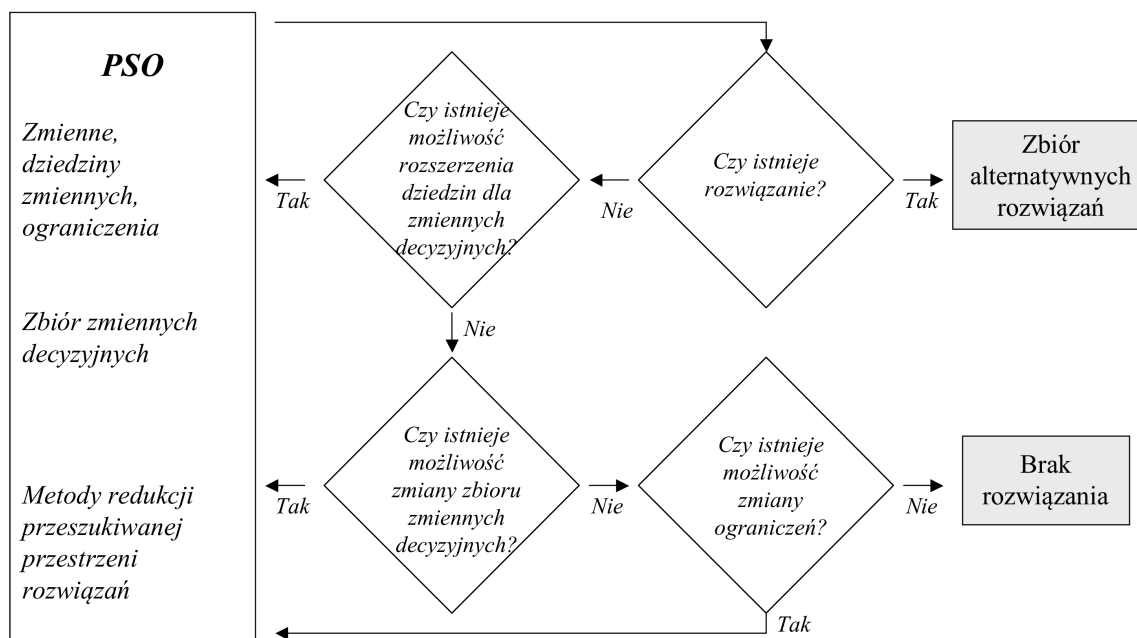
projektu). W pracy [P5] przedstawiono sformułowanie problemu wyboru portfela projektów RNP o największym potencjale oraz problemu identyfikacji warunków zapewniających wymaganą wartość zysku dla portfela projektów. W pracy tej zaproponowano system wspomagania decyzji, który umożliwiał przeprowadzenie symulacji otrzymania optymalnego portfela projektów RNP z uwzględnieniem informacji o preferowanych przez decydenta kryteriach oceny projektu RNP. Jako kryteria wyboru projektu do portfela przyjęto koszt RNP, koszt działań marketingowych oraz liczbę członków zespołu projektowego niezbędnych do RNP.

Rozszerzenie opracowanego modelu RNP w zakresie uwzględnienia niezawodności produktu przedstawiono w [P7]. Aspekt zapewnienia wymaganej niezawodności produktu spowodował rozszerzenie modelu RNP o koszty testowania prototypów nowego produktu oraz wykorzystania trwalszych materiałów w celu ograniczenia potencjalnych kosztów reklamacji i spadku satysfakcji klienta z posiadanego produktu. Uwzględnienie aspektu niezawodności produktu pozwoliło na całościowe ujęcie kosztów występujących na dalszych etapach cyklu życia produktu, które powinny zostać rozważone już na etapie projektowania nowego produktu. W [P7] przedstawiono również możliwość przeprowadzania symulacji w zakresie wielokryterialnego problemu wyboru portfela projektów RNP, z uwzględnieniem kryteriów takich jak: koszt RNP, jednostkowy koszt produkcji i koszt serwisowania produktu. Ponadto w [P7] zaproponowano procedurę szacowania wymaganej niezawodności produktu w odniesieniu do liczby cykli testowania nowego produktu oraz kosztu serwisowania produktu po jego wprowadzeniu na rynek.

W pracy [P9] przedstawiono wykorzystanie technik programowania z ograniczeniami do zredukowania obszaru poszukiwania potencjalnych rozwiązań w zakresie problemu identyfikacji dopuszczalnych wariantów realizacji projektu RNP. Badania w tym obszarze dotyczyły efektywności obliczeniowej różnych strategii dystrybucji zmiennych i propagacji ograniczeń, uwzględniając liczbę rozwiązań dopuszczalnych, głębokość przeszukiwania przestrzeni rozwiązań oraz czas otrzymania rozwiązania. Deklaratywna reprezentacja modelu RNP umożliwiła znaczne zredukowanie obszaru poszukiwania potencjalnych rozwiązań i związanego z tym czasu eksperymentów symulacyjnych, co ma istotny wpływ na interakcyjność systemu wspomagania decyzji.

Natomiast w pracy [P10] przedstawiono wykorzystanie zależności przyczynowo-skutkowych w modelowaniu symulacyjnym w zakresie osiągalności zadanej realizacji projektu RNP, w odniesieniu do problemu wyboru portfela projektów o największym potencjale oraz alokacji zasobów między projektami. Ponadto w pracy [P10] zaproponowano procedurę identyfikacji rozwiązań dopuszczalnych w procesie symulacji (por. Rys. 5). W przypadku braku rozwiązania dla przyjętych ograniczeń i dziedzin zmiennych, procedura ta obejmuje weryfikację możliwości rozszerzenia dziedzin dla zmiennych decyzyjnych, zmiany zbioru zmiennych decyzyjnych lub zmianę ograniczeń. Ponadto, w [P10] zaproponowano procedurę uzależnienia liczby prezentowanych eksperymentów symulacyjnych od zdefiniowanej przez decydenta ziarnistości dziedzin zmiennych decyzyjnych. Ma to istotne znaczenie w sytuacji zadeklarowania znacznej rozpiętości dziedziny i możliwości jej redukcji bez wpływu na wyniki analizy decyzyjnej. Na przykład liczba cykli testowania nowego

produktu (pomiędzy 400 a 600) zamiast wartości jednostkowych może zostać wyrażona w setkach (czyli pomiędzy 4 a 6), redukując znacznie liczbę otrzymanych rozwiązań alternatywnych.



Rys. 5. Procedura identyfikacji rozwiązań dopuszczalnych w procesie symulacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie [P10].

Reasumując, deklaratorywna reprezentacja modelu RNP w zakresie modelowania symulacyjnego umożliwiła opracowanie efektywnego czasowo narzędzia analizy decyzyjnej dedykowanego weryfikacji osiągalności zadanej realizacji projektu RNP. Zredukowanie obszaru poszukiwania potencjalnych rozwiązań i związanego z tym czasu umożliwia w rezultacie budowanie interakcyjnych systemów wspomaganie decyzji menedżerskich. Ponadto, zaproponowana koncepcja zmiany ziarnistości dziedzin zmiennych decyzyjnych ogranicza liczbę rozwiązań dopuszczalnych, co jest szczególnie korzystne w przypadku wystąpienia dużej liczby tych rozwiązań. Natomiast w sytuacji braku rozwiązań dopuszczalnych, zaproponowano procedurę przeprowadzenia eksperymentów symulacyjnych dla zmienionego zakresu dziedziny zmiennej decyzyjnej, zmodyfikowanego zbioru tych zmiennych lub postaci ograniczeń. W konsekwencji, specyfikacja modelu RNP w ujęciu deklaratorywnym pozwala decydentowi uzyskać informację o możliwych wariantach satysfakcjonującej realizacji projektu RNP w środowisku wieloprojektowym.

W przedstawionej metodzie modelowania symulacyjnego decydent ma możliwość zadeklarowania satysfakcjonującej wartości zmiennej wyjściowej i sprawdzenia czy istnieją warunki pozwalające otrzymać tę wartość. Ponadto decydent otrzymuje pełen zbiór alternatywnych wariantów realizacji projektu RNP, mogący zawierać takie propozycje realizacji projektu, o których istnieniu mógł nie zdawać sobie sprawy. Decydent może również przeprowadzać eksperymenty symulacyjne mające na celu sprawdzenie wpływu

zmiany jednej zmiennej (np. liczby osób oddelegowanych do danego projektu RNP) na zmianę wartości innych zmiennych (np. czasu i kosztu RNP). Przedstawiony zakres eksperymentów symulacyjnych wspomaga decydenta nie tylko więc w obszarze oceny potencjału projektu i wyboru optymalnego portfela projektów RNP, lecz również w obszarze bieżącego zarządzania projektem i identyfikacji potencjalnych trudności w jego realizacji (np. prognozy braku wystarczającej liczby pracowników do zakończenia danego zadania projektowego).

4.3.5. Badanie zakresu stosowalności modelu

Czwarty obszar badań dotyczył weryfikacji zakresu stosowalności opracowanego modelu RNP. Obszar ten obejmował zaprojektowanie systemu wspomaganie decyzji (SWD), który zapewniałby efektywne przeprowadzanie eksperymentów przyczynowo-skutkowych na potrzeby analizy decyzyjnej oraz opracowanie założeń w zakresie standardów zarządzania projektem RNP umożliwiających przedsiębiorstwu wdrożenie SWD. Strukturę proponowanego systemu wspomaganie decyzji przedstawiono na Rys. 3. W skład tego systemu wchodzi metody do identyfikacji zależności przyczynowo-skutkowych pomiędzy zmiennymi oraz metody modelowania symulacyjnego.

W pracy [P10] przedstawiono SWD dedykowany dla trzech obszarów problemowych RNP: oceny potencjału nowego produktu, wyboru portfela projektów RNP oraz alokacji zasobów pomiędzy projektami. Proponowany SWD umożliwia specyfikację modelu RNP poprzez wskazanie zmiennych wejściowych i zmiennej wyjściowej oraz zapisanie ograniczeń w postaci równań i nierówności. Użytkownik ma ponadto możliwość wybrania narzędzia do identyfikacji zależności przyczynowo-skutkowych: SSN (jeśli wartości zmiennych są wyrażone w sposób precyzyjny) lub SNR (dla wartości zmiennych wyrażonych w sposób nieprecyzyjny). SWD umożliwia decydentowi automatyczną identyfikację parametrów związanych z budową i uczeniem SSN lub SNR, co jest szczególnie istotne jeśli nie posiada on wiedzy w zakresie działania technik inteligencji obliczeniowej. Po zadeklarowaniu przez użytkownika wartości oczekiwanych dla zmiennych wejściowych, prezentowane są wyniki predykcji zmiennej wyjściowej z wykorzystaniem modelu parametrycznego (SSN, SNR lub RL), który charakteryzował się najlepszymi właściwościami prognostycznymi. Ponadto proponowany SWD umożliwia przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych w zakresie oceny osiągalności zadanej realizacji projektu RNP. Symulacje te są poprzedzone wprowadzeniem przez użytkownika rozpiętości dziedzin dla przyjętych zmiennych wejściowych, wybraniem zmiennych decyzyjnych do analizy oraz zadeklarowaniem satysfakcjonującej wartości dla zmiennej wyjściowej. Wyniki eksperymentów symulacyjnych są prezentowane użytkownikowi wraz z liczbą wszystkich wariantów alternatywnej realizacji projektu RNP. Użytkownik ma możliwość zmodyfikować warunki symulacji poprzez zmianę zakresu dziedzin dla zmiennych decyzyjnych, zmianę zbioru zmiennych decyzyjnych lub zmianę ograniczeń.

Badania weryfikacyjne zostały przeprowadzone w grupie polskich i słowackich przedsiębiorstw sektora motoryzacyjnego, które specjalizowały się w projektowaniu nowych części. Przeprowadzone badania weryfikacyjne pozwoliły stwierdzić, że wykorzystanie

modelowania symulacyjnego w ramach deklaratywnej reprezentacji modelu pozwala zwiększyć zakres uzyskiwanych wariantów realizacji projektu RNP w porównaniu ze standardową analizą scenariuszy (obejmującą wariant bazowy, optymistyczny i pesymistyczny). Ponadto, wykorzystanie estymacji parametrycznej bazującej na wybranych technikach inteligencji obliczeniowej do szacowania kosztu RNP zwiększa dokładność predykcji średnio o 20% w porównaniu z modelami ekonometrycznymi bazującymi na regresji liniowej. Uzupełnienie kryterium finansowego (kosztu RNP) o kryterium niefinansowe (stopień satysfakcji klienta, np. w odniesieniu do kształtu nowego produktu) pozwoliło zwiększyć dokładność predykcji średnio o 25%. Należy zaznaczyć, że opracowany SWD można było zaadaptować do potrzeb pojedynczych projektów RNP, bez zmian struktury systemu informatycznego przedsiębiorstwa (tzn. nie były wymagane żadne zmiany w parametrach związanych z przygotowaniem informacji w systemie ERP).

Założenia w zakresie standardów zarządzania projektem RNP umożliwiające przedsiębiorstwu wdrożenie proponowanego SWD oraz wyniki badania zakresu stosowalności modelu zostały szerzej przedstawione w [P10]. Należy zaznaczyć, że na zakres weryfikacji stosowalności modelu w przedsiębiorstwach produkcyjnych branży motoryzacyjnej istotnie wpłynęły badania przeprowadzone podczas staży naukowych odbytych na Politechnice Bratysławskiej, współpracującej z klastrem przemysłu samochodowego obszaru zachodniej Słowacji. Wyniki zastosowania podejścia deklaratywnego do opisu modelu RNP z uwzględnieniem specyfiki branży motoryzacyjnej zostały przedstawione w [P2].

4.3.6. Podsumowanie

Przedsiębiorstwa produkcyjne zorientowane na RNP w coraz większym stopniu wykorzystują technologie informatyczne do wspomagania zarządzania projektem RNP. Ponadto bazy danych przedsiębiorstwa ulegają systematycznemu powiększeniu, rejestrując realizację kolejnych projektów RNP oraz wyniki ekonomiczne produktów już umieszczonych na rynku. Zgromadzone dane są źródłem potencjalnie użytecznych informacji wspomagających menedżerów w podejmowaniu decyzji w obszarze RNP, do których można zaliczyć wybór portfela projektów o największym potencjale i optymalną alokację zasobów w środowisku wieloprojektowym. W prowadzonych badaniach poddano ocenie tezę, że pewne rozwiązania informatyczne mogą się okazać poszukiwanymi narzędziami, za pomocą których będzie można przeprowadzać eksperymentalną analizę skutków ekonomicznych, jakie mogą powodować decyzje kierownicze.

Stosowane aktualnie rozwiązania w zakresie wykorzystania analizy decyzyjnej na potrzeby zarządzania przedsiębiorstwem dotyczą przede wszystkim oceny sytuacji produkcyjnej i finansowej przedsiębiorstwa¹³ oraz projektowania strategii zarządzania

¹³ J. Duraj, *Analiza decyzyjna w przedsiębiorstwie*. Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Zielona Góra 1992. B. Wersty, *Analiza decyzyjna w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego, Wrocław 1994. E. Radośniński, *Systemy informatyczne ..., op. cit.*

przedsiębiorstwem¹⁴. Wskazany cykl publikacji dotyczy natomiast wykorzystania analizy decyzyjnej w obszarze rozwoju nowego produktu. Do najważniejszych korzyści wynikających z zastosowania proponowanego rozwiązania można zaliczyć identyfikację czynników, które mają największy wpływ na potencjał projektu RNP, identyfikację zależności przyczynowo-skutkowych w warunkach wielowymiarowych struktur danych zawierających zależności o nieliniowym i nieprecyzyjnym charakterze oraz identyfikację potencjalnych trudności w realizacji projektu RNP. Ponadto, proponowane rozwiązanie pozwala przeprowadzić eksperymenty symulacyjne w zakresie identyfikacji warunków umożliwiających osiągnięcie zadanej realizacji projektu.

Intencją prowadzonych badań było znalezienie odpowiedzi na następujące pytania:

- jaka powinna być metodyka budowy modelu RNP, która zapewniałaby rzetelne odwzorowanie relacji między podejmowanymi decyzjami, zwłaszcza typu parametrycznego, a wynikami gospodarczymi przedsiębiorstwa?
- jak powinno się adaptować i doskonalić wybrane techniki inteligencji obliczeniowej oraz modelowanie symulacyjne, aby mogły one służyć jako narzędzia analizy decyzyjnej?
- jak powinien być skonstruowany system wspomagania decyzji, który umożliwiłby efektywne przeprowadzanie eksperymentów przyczynowo-skutkowych na potrzeby analizy decyzyjnej?

Proponowanym rozwiązaniem jest wykorzystanie deklaratywnej reprezentacji modelu RNP na użytek analizy decyzyjnej, dedykowanej przedsiębiorstwom zorientowanym na realizację projektów RNP. Do najistotniejszych osiągnięć naukowych przedstawionych we wskazanym cyklu publikacji [P1-P10] i mających wkład w rozwój nauk o zarządzaniu można zaliczyć:

- opracowanie na potrzeby analizy decyzyjnej modelu RNP w ujęciu deklaratywnym, pozwalającego formułować problemy związane z oceną osiągalności zadanej realizacji projektu w obszarze wyboru portfela projektów RNP oraz alokacji zasobów w środowisku wieloprojektowym,
- opracowanie metodyki szacowania kosztu projektu z wykorzystaniem estymacji parametrycznej, identyfikacji potencjalnych trudności w realizacji projektu oraz oceny osiągalności zadanej realizacji projektu w ramach deklaratywnej reprezentacji modelu, na użytek wspomagania decyzji menedżerskich w obszarze zarządzania projektem RNP,
- wykorzystanie opracowanych metod do budowy systemu wspomagania decyzji w zakresie oceny stosowalności modelu w przedsiębiorstwach zorientowanych na RNP.

Każda z przedstawionych powyżej metod otwiera nowe perspektywy badawcze w zakresie wspomagania menedżerów w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych, a ostatecznie mających na celu podniesienie konkurencyjności przedsiębiorstwa. Dalsze prace nad wykorzystaniem podejścia deklaratywnego do rozwinięcia analizy decyzyjnej w rozwoju nowych produktów mogą dotyczyć na przykład:

¹⁴ A. Stabryła, *Analiza decyzyjna w projektowaniu strategii zarządzania przedsiębiorstwem*, [w:] A. Kaleta, K. Moszkowicz (red.) *Zarządzanie strategiczne w praktyce i teorii*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2010, s. 407-417.

- rozwinięcia rachunku kosztów jakości i opracowania metody doskonalenia jakości produktu na początkowych etapach jego rozwoju,
- zarządzania kompetencjami i tworzenia optymalnych zespołów projektowych, w aspekcie identyfikacji wymaganych kompetencji członków zespołu oraz pożądanych cech osobowościowych umożliwiających efektywną współpracę.

4.4. Podsumowanie dorobku naukowego

Habilitant jest autorem lub współautorem 114 publikacji naukowych, w tym 72 publikacje to pozycje jednoautorskie, a w 101 publikacjach występuje jako pierwszy autor. **Po uzyskaniu tytułu doktora (lata 2009-2019) zostało opublikowanych 80 prac naukowych** habilitanta, w tym 57 publikacji to pozycje jednoautorskie, a w 75 habilitant występuje jako pierwszy autor. Wśród tych 80 prac znajduje się 29 artykułów w czasopismach naukowych, 19 rozdziałów w monografiach, 6 publikacji w zeszytach naukowych, 24 prac wydanych jako materiały konferencyjne, 1 redakcja monografii i 1 monografia. Cztery artykuły zostały opublikowane w czasopismach naukowych z listy A (według obowiązującego rozporządzenia MNiSW). Wykaz wszystkich opublikowanych prac naukowych zamieszczono w załączniku 5.

Sumaryczny impact factor (IF) dla publikacji wydanych w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR) **wynosi 9,112** (odpowiednio 5-Year IF=9,149 liczony według JCR Thomson Reuters obowiązującym w roku wydania czasopisma; z powodu braku wartości IF dla artykułu wydanego w roku 2018, przyjęto wartość z roku 2017).

W tabeli 1 przedstawiono liczbę publikacji oraz punktów przypisanych tym publikacjom według obowiązującego rozporządzenia MNiSW. **Łączna liczba punktów korespondująca z pracami opublikowanymi w latach 2009-2019 wynosi 705, w tym 610 punktów związanych z autorskim udziałem.**

Tabela 1. Liczba publikacji i punktów w latach 2009-2019

Rodzaj		Liczba publikacji	Liczba punktów P ¹	Liczba punktów PMR ²
Web of Science	Lista A	4	110	98
	Pozostałe	21	305	245
Oczekujące na indeksację w WoS ³		1	15	15
Lista B		29	164	144
Monografie i redakcje monografii		2	29	29
Rozdziały w monografiach		19	82	79
Materiały konferencyjne niepunktowane		4	0	0
Suma:		80	705	610

¹ punkty liczone według rozporządzenia MNiSW w roku wydania publikacji.

² punkty uzyskane po uwzględnieniu procentowego udziału habilitanta w poszczególnych publikacjach przedstawionych w załączniku 5.

³ publikacja oczekująca na indeksację w bazie WoS (zgodnie z oświadczeniem organizatorów konferencji – praca publikowana w cyklicznych seriach wydawniczych indeksowanych w WoS).

Wśród opublikowanych 80 prac naukowych, 25 publikacje zostały zaindeksowane w bazie danych Web of Science. **Liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi 168 z indeksem Hirscha równym 8.** Porównanie liczby cytowań z wykorzystaniem baz danych Web of Science, Scopus i Google Scholar przedstawiono w tabeli 2. Według bazy Web of Science Categories większość zaindeksowanych publikacji należy do kategorii takich jak Management, Business i Economics.

Tabela 2. Liczba publikacji, cytowań i indeksu h według wybranych baz danych (na dzień 1 marca 2019 r.)

Baza danych	Liczba publikacji	Liczba cytowań	Liczba cytowań bez autocytowania	h-indeks
Web of Science	25	168	121	8
Scopus	21	142	110	7
Google Scholar	75	389	325	12

Wyniki badań habilitanta zostały przedstawione na 36 krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Ponadto habilitant w latach 2009-2019 był członkiem 30 komitetów naukowych cyklicznych konferencji międzynarodowych, 5 rad naukowych czasopism o zasięgu międzynarodowym i recenzentem ponad 80 publikacji naukowych (w tym 19 recenzji w 12 czasopismach indeksowanych w bazie JCR).

Należy podkreślić, że znaczący wpływ na rozwój dorobku habilitanta miało umiędzynarodowienie działalności naukowej. Zdecydowana większość publikacji została wydana w języku angielskim, a ponad połowa wystąpień miała miejsce na konferencjach międzynarodowych. Ponadto habilitant uczestniczył w dwóch zagranicznych stażach naukowych, które w istotny sposób wpłynęły na badania weryfikujące zakres stosowalności zaproponowanego modelu RNP. Wykaz osiągnięć naukowo-badawczych zamieszczono w załączniku 5.

Pozostałe cytowane prace habilitanta

- [R1] Relich M. (2009). The use of intelligent systems for monitoring economic quantities in an enterprise. *Management*, vol. 13, no. 1, pp. 155-168.
- [R2] Relich M. (2009). Problematyka wdrażania nowoczesnych technik analizy danych w przedsiębiorstwach, [w:] Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. *Ekonomiczne Problemy Usług*, nr 544 (35), s. 211-222.
- [R3] Relich M. (2009). The application of OLAP approach in controlling. *Management*, vol. 13, no. 2, pp. 164-178.
- [R4] Relich M. (2010). Wspomaganie decyzji finansowych w małych i średnich przedsiębiorstwach z wykorzystaniem systemów klasy ERP, [w:] Ćwiklicki M., Jabłoński M. (red.) *Konsulting: rodzaje, obszary, instrumentarium*, s. 278-287. Kraków: Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.
- [R5] Relich M. (2010). A decision support system for alternative project choice based on fuzzy neural networks. *Management and Production Engineering Review*, vol. 1, no. 4, pp. 46-54.
- [R6] Relich M. (2010). Assessment of task duration in investment projects. *Management*, vol. 14, no. 2, pp. 136-147.

- [R7] Relich M., Banaszak Z. (2011). Reference model of project prototyping problem. *Foundations of Management*, vol. 3, no. 1, pp. 33-46.
- [R8] Relich M. (2011). Making alternative variants for project at risk of failure, [in:] Lewandowski J. et al. (eds.) *Contemporary and future trends in management*, pp. 125-142. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.
- [R9] Relich M. (2012). An evaluation of project completion with application of fuzzy set theory. *Management*, vol. 16, no. 1, pp. 216-229.
- [R10] Relich M. (2013). Project parameter estimation of the basic of an ERP database. *Foundations of Management*, vol. 5, no. 2, pp. 49-58.
- [R11] Relich M. (2013). Knowledge discovery from an ERP database in the context of new product development. *Informatyka Ekonomiczna - Business Informatics*, vol. 28, no. 2, pp. 100-111.
- [R12] Relich M., Jakabova M. (2013). A decision support tool for project portfolio management with imprecise data, [in:] *Proceedings of the 10th International Conference on Strategic Management and its Support by Information Systems*, pp. 164-172.
- [R13] Relich M. (2013). A declarative approach to cost estimation in multi-project environment, [in:] *Position Papers of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems - FedCSIS 2013*, pp. 111-116.
- [R14] Relich M. (2015). A computational intelligence approach to predicting new product success, [in:] *Proceedings of the 11th International Conference on Strategic Management and its Support by Information Systems*, pp. 142-150.
- [R15] Relich M. (2015). Knowledge creation in the context of new product development, [in:] *Proceedings of International Scientific Conference on Knowledge for Market Use*, pp. 834-847.
- [R16] Relich M. (2015). Identifying relationships between eco-innovation and product success, [in:] Golinska P., Kawa A. (eds.) *Technology Management for Sustainable Production and Logistics*, pp. 173-192. Springer International Publishing.
- [R17] Relich M., Sujanova J. (2015). Identifying the key success factors of innovation for improving the new product development process, [in:] *Project Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, pp. 444-460.
- [R18] Relich M. (2015). A fuzzy logic approach to supplier selection for new product development, [in:] Saniuk S., Witkowski K. (eds.) *IT solutions in logistics*, p. 105-116. Zielona Góra: Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego.
- [R19] Relich M. (2017). An early warning system for monitoring new product development projects, [in:] *Proceedings of the 12th International Conference on Strategic Management and its Support by Information Systems*, pp. 139-146.
- [R20] Relich M. (2017). A model of knowledge acquisition for new product development projects, [in:] *Proceedings of International Scientific Conference on Knowledge for Market Practice*, pp. 340-347.

Pozostałe cytowane prace

- [1] Banaszak Z., Bocewicz G. (2011). *Decision support driven models and algorithms of artificial intelligence*. Warszawa: Warsaw University of Technology.
- [2] Barczak B., Binczycki B. (2016). *Analiza morfologiczna w wariantowaniu rozwiązań projektowych*, [w:] P. Cabała (red.), *Metody doskonalenia procesów zarządzania projektami w organizacji*. Warszawa: Wydawnictwo Difin.
- [3] Cieślak M. (2005). *Prognozowanie gospodarcze*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

- [4] Duraj J. (1992). *Analiza decyzyjna w przedsiębiorstwie*. Zielona Góra: Polskie Towarzystwo Ekonomiczne.
- [5] Krawiec F. (2000). *Zarządzanie projektem innowacyjnym produktu i usługi*. Warszawa: Wydawnictwo Difin.
- [6] Radościński E. (2001). *Systemy informatyczne w dynamicznej analizie dynamicznej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [7] Rutkowski I. (2006). *Metodyczne i kompetencyjne uwarunkowania rozwoju nowego produktu w przedsiębiorstwach przemysłowych*. Poznań: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.
- [8] Sosnowska A. (2000). *Zarządzanie nowym produktem*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej.
- [9] Stabryła A. (2010). *Analiza decyzyjna w projektowaniu strategii zarządzania przedsiębiorstwem*, [w:] A. Kaleta, K. Moszkowicz (red.) *Zarządzanie strategiczne w praktyce i teorii*, s. 407-417. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- [10] Wersty B. (1994). *Analiza decyzyjna w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego.
- [11] Wilimowska Z., Wilimowski M. (2001). *Sztuka zarządzania finansami*. Bydgoszcz: Oficyna Wydawnicza OPO.
- [12] Zieliński J. (2000). *Inteligentne systemy w zarządzaniu: Teoria i praktyka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Marcin Relich