

dr hab. inż. Jarosław Jankowski, Prof. ZUT
Wydział Informatyki
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Szczecin, 21.12.2021

Recenzja osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego organizacyjnego w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Mariusza Kalety

Niniejsza recenzja została przygotowana w związku z postępowaniem habilitacyjnym **dr. inż. Mariusza Kalety**, na wniosek Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, kwalifikujące do uzyskania stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, Kandydat przedstawił cykl czternastu powiązanych tematycznie publikacji p.t. **„Modele i metody wspomagające projektowanie mechanizmów rynkowych w oparciu o architekturę referencyjną”**. Cykl ten obejmuje sześć prac opublikowanych w czasopismach naukowych z Impact Factorem, dwa artykuły wydane recenzowanych materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie Web of Science oraz sześć artykułów w pozostałych czasopismach.

W działalności badawczej Kandydat zajmuje się tematyką systemów informacyjnych zorientowanych na procesy dystrybucji z uwzględnieniem mechanizmów rynkowych i ograniczeń zasobów. Badania integrują rozwiązania teoretyczne z obszaru systemów dystrybucji, teorię systemów informacyjnych z wykorzystaniem metod badań operacyjnych przy całościowym podejściu systemowym. W sensie technicznym system rynkowy reprezentowany jest w pracach jest jako środowisko wieloagentowe. Jego elementy wchodzi w procesy interakcji powiązane z wymianą towarów i usług. W środowisku tym wykorzystuje się informacyjną infrastrukturę przesyłową. Za przebieg procesów odpowiada zintegrowany mechanizm rynkowy. W ujęciu algorytmicznym stanowi on zbiór reguł gry pomiędzy agentami. Nadrzędną jednostką w takim układzie jest operator systemu, który również jest agentem. Nadzoruje on funkcjonowanie mechanizmu rynkowego. Sygnały dostarczane przez poszczególnych agentów powiązane są z ich danymi ofertowymi i całościowo reprezentują bieżący stan rynku. Mechanizm nadzorujący musi generować rozwiązanie, którego efektem jest alokacja zasobów i wyznaczenie cen rynkowych. Rezultatem są wyniki dla poszczególnych uczestników rynku reprezentowanych przez agentów. Mechanizm nadzorujący można rozpatrywać w ujęciu wąskim, w którym dla każdego stanu rynkowego osiągany jest stan równowagi rynkowej. Szersze spojrzenie na problem, będące podstawą prezentowanego osiągnięcia habilitacyjnego, rozpatruje środowisko, z którym zintegrowany jest mechanizm nadzorujący. Uwzględnione są w nim dodatkowo struktury podmiotów, ofert i procesów koniecznych w realizacji systemów informatycznych wspomagających procesy rynkowe.

Podejście takie nawiązuje do traktowania problemów projektowania mechanizmów rynkowych jako problemu inżynierskiego, z wiodącym udziałem informatyki, badań operacyjnych. Ma ono charakter komplementarny dla badań ekonomicznych, w których spojrzenie na problematykę projektowania mechanizmów rynkowych prowadzi głównie do rozwiązań teoretycznych o wysokiej efektywności ekonomicznej, jednak przy braku uwzględnienia efektywności obliczeniowej, niezawodności systemów, bezpieczeństwa. Obydwa nurty mają reprezentację w adekwatnych dla nich czasopismach naukowych. Reprezentowany w osiągnięciu nurt integruje obszary rozpatrywane w literaturze anglojęzycznej jako „Algorithmic Mechanism Design” i „Electronic Market Design”. Prace powiązane z tą tematyką są publikowane w uznanych czasopismach naukowych pozycjonowanych w dyscyplinie naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja takich jak: Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, ACM Transactions on Internet Technology, Decision Support Systems czy Applied Artificial Intelligence.

Problematyka projektowania systemów rynkowych z udziałem informatyki rozpatrywana jest w literaturze z punktu widzenia podejścia systemowego, podejścia strukturalnego, parametrycznego. Autor do podstaw metodycznych własnych rozwiązań włącza również problemy automatyzacji procesów i ich adaptacyjności, zastosowań mechanizmów sieciowych, dedykowanych języków opisu, oraz problemów wielokryterialnych.

Na bazie literaturowej Kandydat identyfikuje aktualne luki i problemy badawcze. Uzasadnia konieczność prowadzenia badań z uwagi między innymi na wielowymiarową przestrzeń projektową, niestacjonarne preferencje agentów. Podkreśla brak holistycznych rozwiązań i nieznanego wpływu komponentów składowych na całościowe funkcjonowanie systemu, przy ich niezależnym rozpatrywaniu. Stosowane dotychczas teorie powiązane z mechanizmami rynkowymi nie zapewniają wytycznych jak projektować efektywne systemy informatyczne. Kandydat zauważa również brak ogólnych metod projektowania systemów dla pełnego pokrycia dziedziny. Nieliczne prace rozpatrują zagadnienia powiązane z aukcjami sieciowymi.

W tym kontekście jako cel habilitant przyjął **opracowanie modeli i metod wspomagających projektowanie mechanizmów rynkowych ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmów sieciowych w oparciu o architekturę referencyjną**. W skład osiągnięcia wchodzi architektura referencyjna i trzy perspektywy: funkcji, danych oraz procesów.

Architektura referencyjna jest rozpatrywana jest w pracach [O.12, O.2]. Wprowadzono w nich pojęcie nowej klasy systemów informacyjnych dedykowanych do organizacji rynków określanych jako Market-based Information Systems. Zidentyfikowano różnice między systemami MbIS, a typowymi systemami klasy MIS (ang. Management Information Systems). System MbIS obejmuje zarządzanie danymi, zasobami i procesami w systemie rynkowym, szczególnie na poziomie działań operacyjnych powiązanych z synchronizacją i współpracą wielu podmiotów. Cechy charakterystyczne MbIS obejmują rozproszenie struktury podmiotowej, elementy niepewności powiązanej z decyzjami na poziomie projektu systemu, związek z sektorem gospodarki czy złożoność powiązaną z interakcją agentów.

Zaproponowana koncepcja obejmuje architekturę referencyjną ARMS (ARchitecture for Market Systems), która jest pewną analogią do architektur referencyjnych w systemach ERP. Spełnia też podobne funkcje - definiuje uogólnione struktury systemu rynkowego na określonym poziomie abstrakcji. Umożliwia to dekompozycję i analizy na poszczególnych warstwach funkcjonowania i daje możliwość integracji komponentów. Struktura nawiązuje do metodyki ARIS stosowanej powszechnie w projektowaniu informatycznych systemów zarządzania. ARMS jest traktowane jako meta-metoda, która wspomaga proces projektowania poprzez identyfikację zakresu projektu, a nie sposobu jego realizacji. Kandydat wskazuje na wcześniejsze próby wprowadzenia architektur referencyjnych, jednak zawężone były one do wybranych obszarów zastosowań. Rozpatrują one liniowy model procesów, nie uwzględniają sieciowej struktury przepływu towarów i usług.

Elementy koncepcji ARMS były wprowadzane na różnych etapach badań. Została ona wprowadzona w pracy [O.12] wydanej w roku 2013 i następuje do niej powrót w pracy [O.2] w roku 2020. Pojawia się pytanie, w jakim stopniu koncepcja ARMS została rozszerzona w pracy [O.2] i jaki ma wpływ struktura klustrów na Organisational View?

Perspektywa funkcji jest rozpatrywana w pracach [O.4, O.5 - zagadnienie wyboru zwycięzcy], [O.3, O.1 - zagadnienia cenotwórstwa], [O.8, O.9 - alokacja kosztów]. W pracy [O.3] Kandydat przenosi na grunt mechanizmów rynkowych, a w szczególności mechanizmów cenotwórstwa, twierdzenia o niemożliwości, które wykazują brak możliwości jednoczesnego spełnienia wszystkich kryteriów jakościowych. Głównym osiągnięciem w pracy jest wprowadzenie mechanizmów cenotwórstwa dla aukcji sieciowych. Podstawą do realizacji badań było sformułowanie nowego problemu, który w kolejnej z prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne [O.1] określono jako Best Mechanism Choice Problem (BMC). Problem znalezienia najlepszego mechanizmu został sformułowany jako problem wielokryterialny, przy założeniu że jego bezpośrednie rozwiązanie może być utrudnione. Kandydat w pracy wprowadza koszt sprawiedliwości wielotowarowej (ang. Price of Fairness) uogólniony dla

obrotu wielotowarowego, jako rozwinięcie dotychczas istniejących pojęć sprawiedliwości względnej i bezwzględnej. W pracy wykazano również istnienie minimum PoF oraz wskazano warunki dla których jest ono możliwe.

W pracy [O.4] Kandydat wprowadził i rozwinął nową klasę problemu określonego jako Sieciowy Problem Wyboru Zwycięzców. Problem uwzględnia specyfikę problemów sieciowych, w tym sieciowe modele infrastruktury, wielotowarowość, bezpieczeństwo. W tym obszarze zdefiniowano dwa warianty: wariant zorientowany na wierzchołki oraz wariant zorientowany na łuki. Warianty odróżnia lokalizacja ofert, odpowiednio na wierzchołkach lub krawędziach. Wariant łukowy dla ofert kupna zadeklarowanych przez dwa wierzchołki tworzy ścieżkę łączącą obydwie wierzchołki, która reprezentuje oferty sprzedaży. Selekcja zwycięzców jest powiązana z możliwościami przepływu w zadanym grafie. Badania w obszarze sieciowych problemów wyboru zwycięzcy były powiązane z wprowadzeniem autorskiej notacji oraz analizą złożoności obliczeniowej problemu. Umożliwiło to przyporządkowanie rozpatrywanych wariantów do szerszych uogólnionych klas złożoności. Podział pomiędzy klasą P złożoności obliczeniowej, a klasą NP jest wyznaczany przez parametry wieloproduktowości i podzielności. W badaniach rozpatrywano też wpływ ograniczeń powiązanych z bezpieczeństwem w kategorii ograniczeń przekształcających problem w problem NP trudny (ograniczenie maksymalnej liczby zwycięzców) oraz tych, które do takiego przekształcenia nie prowadzą (np. minimalny i maksymalny wolumen ofert). Ograniczenia budżetu również powodowały przeniesienie problemu do klasy NP trudnych. Badania umożliwiają poznanie wpływu struktur i parametrów modelu na złożoność obliczeniową i możliwości pozyskiwania rozwiązań o określonej dokładności. W pracy [O.1] zaproponowano i zbadano nową klasę mechanizmów rynkowych stworzonych przez uogólnienie mechanizmów LMP (locational marginal pricing) i CP (copper-plate model). Podwaliny do zaproponowanych rozwiązań stanowiły wyniki wcześniejszych prac Kandydata. Głównym osiągnięciem jest uogólnienie rozpatrywanych w literaturze mechanizmów cen marginalnych i ceny jednolitej. Rozwiązania w zaproponowanej przestrzeni CP^R obejmują równania bilansowe przychodowo-rozchodowe oraz mechanizmy podziału korzyści. Rozwiązania poparte zostały systemem pojęciowym, który uwzględnia specyfikę sieciową rozwiązań, w tym ograniczenia sieciowe, nadwyżkę sieciową, koszty bilansowania R , do których włączono koszty spełnienia, warunków sprawiedliwości. Wprowadzone zależności mogą stanowić sformalizowaną bazę wiedzy dla projektantów mechanizmów rynkowych, która umożliwi poszukiwanie zmian składowych w celu uzyskania zakładanych efektów. Efektem badania nowej przestrzeni jest mechanizm cenotwórstwa $LP+$, którego podstawą jest podział węzłów sieci przesyłowej na dwie grupy: węzły konkurencyjne oraz węzły wymuszone. Przynależność do grup jest związana uwzględnieniem swobody rynkowej bez dodatkowych ograniczeń lub zasadami odbiegającymi od zasad rynkowych np. ograniczenie wielkości sprzedaży. Ponadto w pracy wykazano, że w zakładanych warunkach mechanizmów sieciowych zastosowanie mechanizmu LMP zapewnia najlepsze sygnały rynkowe i sprawiedliwość bezwzględną, ale efektem ubocznym i niekorzystnym jest nadwyżka sieciowa. Natomiast zastosowanie mechanizmu CP prowadzi do ograniczenia kosztów systemowych, ale jest związane z brakiem spełnienia warunków sprawiedliwości.

W pracy [O.5] wprowadzono metaheurystykę przeszukiwania przestrzeni opartą na jądrze problemu, które tworzy zredukowany zbiór zmiennych decyzyjnych oraz mechanizmie restrykcji tego zbioru. W algorytmie następuje dekompozycja problemu na podrzędny i nadrzędny. Problem w zredukowanej przestrzeni jest rozwiązywany w warstwie nadrzędnej z wykorzystaniem stochastycznych metod przeszukiwania z uwagi na nieregularność funkcji. Po uzyskaniu rozwiązania w warstwie nadrzędnej jest rozwiązywane dla niego zadanie w warstwie podrzędnej. Następuje dopasowanie restrykcji i wznowienie obliczeń na warstwie nadrzędnej. W pracy [O.5] przeprowadzono poszerzone badania które miały na celu weryfikację różnych rodzajów restrykcji, przykładowo dotyczących horyzontu czasowego, który ma wpływ na liczbę towarów, czy restrykcji dotyczące liczby agentów, cen. Metoda została zweryfikowana na zbiorze danych rzeczywistych. Najlepsze wyniki uzyskano dla restrykcji harmonogramów pracy z zastosowaniem algorytmu symulowanego wyłazania w warstwie nadrzędnej i algorytmu konstrukcyjnego w warstwie podrzędnej. Wyniki zostały porównane z algorytmem konstrukcyjnym stosowanym w praktyce i uzyskano zmniejszenie dystansu uzyskanych

rozwiązań od rozwiązania optymalnego o kilkadziesiąt procent, co przy dużej skali działania operatorów sieci energetycznych może przekładać się na znaczące korzyści.

Wyniki badań [O.9] wskazały na znaczny wzrost złożoności obliczeniowej rozpatrywanej klasy sieciowych zadań wyboru zwycięzcy wraz ze wzrostem liczby ograniczeń. Wprowadzenie ograniczeń zasobowych zwiększa zapotrzebowanie na dodatkowe metody wyznaczania i alokacji kosztów powiązanych z tymi ograniczeniami. Kandydat problem alokacji kosztów rozpatruje jako grę kooperatywną. Rozstrzygnięcie mechanizmu rynkowego inicjuje solidarną realizację procesów wymiany przez zwycięzców. Mechanizmy te Kandydat uwzględnił w uogólnionej grze programowania liniowego, która stanowi rozszerzenie dotychczasowych modeli o scenariusze, w których udział agenta w grze jest częściowy. Podczas gdy dotychczasowe rozwiązania rozpatrują dyskretny udział agentów i ich koalicji, Kandydat rozpatruje szeroki zakres scenariuszy z udziałem częściowym. Przestrzeń zapotrzebowań stanowią wszystkie możliwe scenariusze zapotrzebowania na poziomie agentów, również z uwzględnieniem zapotrzebowań częściowych. Ścieżki w przestrzeni D reprezentują podzbiory możliwych koalicji i stanowią podstawę zaproponowanego algorytmu alokacji kosztów. Zaproponowane rozwiązanie jest obarczone problemem subsydiowania kosztów na poziomie agentów. Problem ten rozwiązano w pracy [O.8]. Przedstawiono w niej rozwinięcie badań [O.9] wolne od problemu subsydiowania kosztów. Podstawą rozwiązania jest wielokryterialny model minimalizacji kosztów powiązanych z poszczególnymi agentami na podstawie przyrostowego testu kosztów. Kluczowy jest tutaj warunek racjonalności grupowej, który określa koszt powiązany z grupą agentów, co najmniej taki jak spadek kosztów występujący po wyłączeniu tej grupy. Celem jest eliminacja zjawiska pokrywania różnicy kosztów przez pozostałych agentów. Poszukiwanie rozwiązań wolnych od subsydiowania może być powiązane z poniesieniem większych kosztów łącznych. Ostatecznie celem jest wyznaczenie rozwiązania, które zapewni racjonalność grupową, a jednocześnie zminimalizuje łączne koszty. W pracy przedstawiono postać zadania optymalizacji wielokryterialnej MASIT (ang. Minimal Allocation Satisfying Incremental cost Test). Duża liczba ograniczeń wpłynęła na potrzebę dekompozycji zadania na poziom nadrzędny i podrzędny.

Perspektywa funkcji jest rozpatrywana w trzech wymiarach: zagadnienie wyboru zwycięzcy, zagadnienia cenotwórstwa, alokacji kosztów. Na ten zbiór funkcji nie nałożono powiązań i hierarchii, która jest typowa dla funkcji rozpatrywanych w metodyce ARIS. Czy włączenie hierarchii było by możliwe? Czy na bazie rozwiązań uzyskanych w [O.4] możliwa jest optymalizacja struktury sieci i dopasowanie jej do charakterystyk rynku? W jaki sposób w pracy [O.5] wyznaczano krzywe popytu i czy badano wrażliwość rozwiązań na zmiany wartości popytu? Jaki wpływ na poszukiwania rozwiązań zgodnie z metodą przedstawiona w pracy [O.3] mogą mieć różne topologie sieci? W jaki sposób w modelu [O.3] można uwzględnić zmienność parametrów sieci w czasie? W pracy [O.1] LP+ zostało wprowadzone jako kompromis między LMP a CP. W jakich warunkach LMP może się sprawdzać lepiej, a w jakich CP?

Perspektywa danych jest rozpatrywana w pracach [O.6, O.11, O.7, O.13]. W pracy [O.6] Kandydat rozpatruje problem języków ofertowych, dostępnych dla aukcji kombinatorycznych i wskazuje na brak rozwiązań dla dóbr podzielnych. Wprowadzono definicję ciągłego problemu wyboru zwycięzcy (ang. Continuous Winner Determination Problem). Kluczowe dla języków ofertowych pojęcie wyrażalności z aukcji kombinatorycznych nie ma zastosowania do aukcji ciągłych. Kandydat wprowadził pojęcie asymptotycznej pełnej wyrażalności języka ofertowego i rozpatruje interpretowalność w czasie wielomianowym. W pracy wprowadzono trzy nowe rodziny języków ofertowych zorientowanych na aukcje ciągłe. Pierwsza rodzina języków umożliwia definicję wycen przy zadanym wektorze towarów, druga dotyczy zbiorów produktów i ich wycen (ang. bundle pricing). Trzecia łączy te cechy. Praca [O.7] rozpatruje rozwój rynku hurtowego energii elektrycznej w powiązaniu z koncepcją obrotu wielotowarowego. Model M3 stanowi podstawę do zwiększania efektywności i eliminacji barier. W pracy [O.11] przedstawiono model danych, którego celem jest uwzględnienie wszystkich aspektów bilansowania rynku. Model określany jako Multicommodity Market Model umożliwia wymianę danych w działaniach operacyjnych i może być wykorzystany na etapie projektowania mechanizmów. Opisuje z założenia dane na wejściu i wyjściu elementarnego zadania bilansowania. Zaproponowana struktura umożliwia uwzględnienie dużego zakresu mechanizmów, przykładowo w odniesieniu do ofert

prostych, grupujących czy wiązek. Podstawą jest dekompozycja procesów na elementarne zadania bilansowania. Pierwsza warstwa obejmuje mechanizm rynkowy z uwzględnieniem obrotu wielotowarowego, druga uwzględnia model danych obrotu wielotowarowego. Implementacja powiązana jest z diagramami klas UML i jest dostępna w formie dokumentów XML w dialekcie M3-XML. W pracy [O.11] przedstawiono system pojęć i modeli formalnych modelu M3 i zaproponowanego dialektu M3-XML. W pracy [O.13] przedstawiono zastosowanie modelu M3 w handlu przepustowościami telekomunikacyjnym. Specyfika przyjętego tu modelu BCBT Balancing Communication Bandwith Trade dotyczy dowolnych ścieżek łączących punkty w przestrzeni, a nie tylko pojedynczych łączy. W pracy przedstawiono zastosowanie dialektu M3-XML do opisu dla sieci czterowęzłowej.

Doprecyzowania wymaga geneza modelu M3, jak jest jego rola w osiągnięciu i w jakim stopniu rozwinęto początkową wersję modelu przedstawioną w pracy, która nie stanowi elementu osiągnięcia: Kacprzak P., Kaleta M., Pałka P., Smolira K., Toczyłowski E., Traczyk T.: M3 – wspólny język dla różnych platform obrotu energią. Rynek Energii 2007, nr 2

Perspektywa procesów jest definiowana i weryfikowana w pracy [O.14, O.10, O.11]. Procesy integrują poszczególne perspektywy i stanowią one podstawę weryfikacji ARMS [O.14]. Wykorzystanie zaproponowanej architektury referencyjnej pozwoliło na zdefiniowanie całego procesu projektowania mechanizmów jako sekwencji działań. Przykład bazował na optymalizacji procesów wieloetapowych na rynku energii elektrycznej. Zadanie było powiązane z wyznaczeniem harmonogramów procesów z uwzględnieniem ograniczeń powiązanych między innymi z ciągłością i czasem trwania procesów. Badania były powiązane z pracami implementacyjnymi i weryfikacją praktyczną. W [O.10] przykłady implementacji bazują na modelu M3. Opracowano symulator rynku energii elektrycznej, który był wykorzystywany w pracach badawczych realizowanych na zlecenie Polskich Sieci Energetycznych.

Pojawia się pytanie na ile rozwiązania i publikacje powiązane z rynkami energii, które stanowią większość prac w dorobku, można odnieść do innych mechanizmów rynkowych skoro tytuł osiągnięcia uogólniono na mechanizmy rynkowe bez wskazania w tytule rynków energetycznych, których dotyczyła większość prac. Czy poza rozpatrywanymi rynkami przepustowości czy VPN są jeszcze inne obszary zastosowań przedstawionych modeli?

Reasumując, sumaryczny Impact Factor sześciu spośród czternastu prac wchodzących w skład osiągnięcia, opublikowanych w czasopismach indeksowanych na liście JCR wynosi 11.86. Pozostałe prace zostały wydanych w recenzowanych materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie Web of Science, w formie rozdziałów w monografiach oraz w czasopismach nie uwzględnionych na liście JCR. W siedmiu pracach Kandydat jest jedynym autorem, w tym w czterech publikacjach w czasopismach z listy JCR włączając pracę z najwyższym Impact Factorem (5.203 w czasopiśmie Energy Economics, 200 pkt. MNiSW). W kolejnych trzech pracach udział Kandydata stanowi co najmniej 50%. Realizowane prace mają charakter interdyscyplinarny. Rozpatrując czasopisma z listy JCR i ich przyporządkowanie do dyscyplin naukowych według listy MNiSW, dwa z sześciu czasopism mają wskazaną jako dyscyplinę informatykę techniczną: Central European Journal of Operations i Archives of Control Sciences. Czasopismo Journal of Applied Mathematics posiadające Impact Factor w roku publikacji, jest również czasopismem powiązanym z informatyką. Najwyżej punktowane prace opublikowano w czasopismach Energy Economics i Energy Policy, które nie są przyporządkowane do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja..

Tematyka badań była powiązana z algorytmizacją rynków, przetwarzaniem danych. Wysoka pozycja czasopism w dyscyplinie powiązanej z rynkami energetycznymi uzasadnia ich wybór mimo braku przypisania do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Przy uwzględnieniu wiodącej w osiągnięciu tematyki i podstawach metodycznych, sposobu formalizacji problemu, analiz złożoności obliczeniowej, osiągnięcie prawidłowo zostało zakwalifikowane do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Struktura autorska prac, liczba prac samodzielnych oraz tych ze znaczącym wkładem wskazuje na dużą samodzielność Kandydata i umiejętność planowania i realizacji prac badawczych.

* * *

Wkład Kandydata w informatykę techniczną i telekomunikację może być rozpatrywany w kilku wymiarach. Na poziomie ogólnym jest powiązany ze specjalizowaną architekturą systemów ARMS do wspomagania złożonych systemów rynkowych z uwzględnieniem perspektywy danych, funkcji i procesów [O2, O12]. Jej podstawę stanowią rozwiązania cząstkowe w trzech głównych perspektywach, w których zrealizowano prace projektowe, symulacyjne, badawcze na poziomie rozwiązań sieciowych z uwzględnieniem metod selekcji zwycięzcy w warunkach sieciowych [O.4, O.3], na poziomie modeli optymalizacyjnych [O.14]. Na poziomie agentowych modeli symulacyjnych z uwzględnieniem koalicji agentów [O.9, O.14].

Zagadnienia powiązane z projektowaniem systemów informacyjnych i ich podstawami formalnymi mogą być rozpatrywane w sensie uogólnionym, a także specjalizowanym, dostosowanym do określonych dziedzin i zastosowań. Rosnąca złożoność systemów dziedzinowych wymaga dedykowanych rozwiązań, zarówno na poziomie strategicznym jak i operacyjnym. Podjęta w badaniach tematyka powiązana z projektowaniem mechanizmów rynkowych może być rozpatrywana interdyscyplinarnie, z wyraźnym znaczącym udziałem informatyki technicznej i telekomunikacyjnej. Infrastruktury platform handlu elektronicznego, systemy aukcji w czasie rzeczywistym wymagają nie tylko wsparcia na poziomie infrastruktury telekomunikacyjnej, ale również złożonych algorytmów i metod. W pracy [O.2] wykorzystano poszczególne perspektywy ARMS, kompletny model, komponenty systemu, które częściowo zostały zaimplementowane co stanowi dowód użyteczności modelu ARMS.

Prace składające się na omawiany cykl przedstawiają nowe metody i rozwiązania w zakresie badania i modelowania zjawisk powiązanych z mechanizmami rynkowymi rozpatrywanymi przez pryzmat informatyki. Autor porusza się w obszarze mechanizmów rynkowych, systemów aukcyjnych, rozpatruje je jednak w innych wymiarach niż rozważania ekonomiczne. Bierze pod uwagę wydajność obliczeniową, szacowanie złożoności, agentowe modele symulacyjne, przepływy w strukturach grafowych, poszukiwanie rozwiązań optymalnych z udziałem zaawansowanych algorytmów, formalne języki opisu, mechanizmy projektowania. Wprowadzone w ramach cyklu publikacji rozwiązanie w postaci architektury referencyjnej jest oryginalnym osiągnięciem, które w sposób kompleksowy rozpatruje problematykę projektowania mechanizmów rynkowych. Architektura referencyjna w powiązaniu z dostarczonymi rozwiązaniami, modelami i podstawami formalnymi umożliwia realizację złożonych zadań projektowych.

Podsumowując ten fragment recenzji mogę stwierdzić, że przedstawiony cykl publikacji stanowi oryginalny i znaczący wkład w dyscyplinę informatyka techniczna i telekomunikacja, w obszarze zastosowań informatyki do optymalizacji i modelowania mechanizmów rynkowych. W mojej ocenie uzyskane wyniki stanowią osiągnięcie naukowe w rozumieniu art. 16 ust. 2 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami.

2. Ocena dorobku naukowego Kandydata

Poza cyklem publikacji przedstawionych jako osiągnięcie naukowe, dr inż. Mariusz Kaleta jest autorem publikacji wydawanych jako rozdziały w monografiach, autorem i współautorem publikacji w czasopiśmie naukowych oraz prac publikowanych w powiązaniu z konferencjami międzynarodowymi. Jest też współautorem (jako pierwszy autor w zespole dwuautorskim) monografii naukowej powiązanej z tematyką aukcji wielotowarowych. Prawie cały dorobek publikacyjny dr inż. Mariusza Kalety dotyczy w różnym zakresie systemów aukcyjnych, mechanizmów rynkowych, rynku energii i systemów informacyjnych powiązanych z tymi obszarami.

W dorobku naukowym powiązanym z monografiami naukowymi opublikowanym po uzyskaniu stopnia doktora Kandydat wykazuje 19 rozdziałów, w których jest autorem i współautorem. Praca [O.11]



została wykazana w wykazie monografii pomimo opublikowania w czasopiśmie. W dwóch pracach Kandydat jest jedynym autorem, a w 9 rozdziałach wieloautorskich autorem wiodącym. Trzy z monografii zostały wydane w wydawnictwie Springer, pozostałe w wydawnictwach krajowych. Wymienione prace dotyczyły między innymi języków opisu dla aukcji ciągłych, zabezpieczeń, modelowania aukcji przepustowości dla rynków telekomunikacyjnych, modelowania ofert, metod notacji, wykrywania obszarów wymuszonych w mechanizmach rynkowych z ograniczeniami, optymalizacji struktur procesów rynkowych, modelowania rynków wielotowarowych, a także zastosowań modelu danych M3.

Kandydat wskazuje na autorstwo i współautorstwo 21 prac opublikowanych po doktoracie w czasopismach naukowych, nie wymienionych w ramach osiągnięcia habilitacyjnego. W wykazie umieszczono pracę wydaną przez E3S Web of Conferences, co wskazuje na powiązanie publikacji p.t. „Analysis of Demand Side Response potential in energy clusters” z konferencją. Osiem prac opublikowano w krajowym czasopiśmie branżowym Rynek Energii, kolejne prace w czasopismach krajowych takich jak Automatyka czy Logistyka. Wymienione czasopisma nie występują w wykazie JCR. Tematyka wykazanych prac jest ściśle powiązana z obszarami badań reprezentowanymi również w osiągnięciu i dotyczyła między innymi środowiska symulacyjnego dla rynku hurtowego energii, symulacji multi-agentowych, zastosowań teorii gier na rynkach energii, aukcji przepustowości telekomunikacyjnych, modeli kooperatywnych na rynkach energii rynków wielotowarowych.

Kandydat aktywnie uczestniczył w konferencjach i wykazuje po doktoracie 28 wystąpień, w tym 8 na konferencjach krajowych i 20 na konferencjach międzynarodowych. W wykazie umieszczono również informacje o dwóch wykładach zapraszanych z inicjatywy Qinzhou University oraz Polish-American Innovation Bridge, dla których nie wskazano powiązania z konferencjami. Tematyka wystąpień w większości była powiązana z problematyką rozpatrywaną w ramach osiągnięcia habilitacyjnego, w tym języków dla aukcji ciągłych, modelowania aukcji wielotowarowych, zastosowań modelowania agentowego na rynkach energii, wycen na rynkach energii elektrycznej. Nie wszystkie wystąpienia były powiązane z publikacjami. Kandydat w odrębnym wykazie umieścił wykaz prac opublikowanych w recenzowanych materiałach konferencyjnych, w którym znajduje się 14 publikacji. Jedną z wykazanych prac opublikowano w wydawnictwie Springer, dwie przy udziale IEEE. Konferencje w większości powiązane są z tematyką rynków energii elektrycznej, systemami wspomagania decyzji. Zauważalny jest wzrost aktywności naukowej Kandydata po doktoracie. Przed doktoratem wykazano wystąpienia na 11 konferencjach i opublikowano 11 prac w materiałach konferencyjnych.

Poza uczestnictwem w konferencjach Kandydat był zaangażowany w organizację konferencji naukowych jako członek komisji programowych. W dorobku wykazano pełnienie tej funkcji w trybie ciągłym na konferencji Zarządzanie energią i teleinformatyką od 2012 roku, na Workshop on Agent Based Computing w roku 2015. Ponadto Kandydat uczestniczył w Komitecie programowym i organizacyjnym Workshop on Modeling Multi-commodity Trade w latach 2011, 2012, 2013.

Kandydat był zaangażowany w realizację projektów przy udziale środków zewnętrznych. W dorobku wykazano 12 projektów, w tym 3 są aktualnie w toku. Pięć z nich było powiązanych z tematyką osiągnięcia habilitacyjnego i organizacją rynków. Projekty były realizowane w ramach POIG jak i finansowane przez MNiSW. Wskazana jest również praca zlecona przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. W dorobku wykazano realizowane 2 projekty dydaktyczne POWR, niezwiązane tematycznie z osiągnięciem oraz projekt o charakterze dydaktycznym w ramach POKL. Kandydat pełnił funkcję Kierownika w pracy zleconej powiązanej z rynkiem energii z perspektywy mikro sieci.

Kandydat wykazuje odbycie pięciu staży naukowych. Były to krótkie pobyty, w większości 1-2 miesięczne. Brakuje szczegółów co było przedmiotem staży i jaki miały charakter. Czy to były wizyty studyjne, czy udział w projektach, publikacjach? Przykładowo pobyt na uniwersytecie Qinzhou był powiązany z wykładem zaproszonym wykazanym też na liście wystąpień.

Kandydat jest członkiem Rady Fundacji Młodej Nauki, EURO Working Group on practice of OR, EURO Working Group on Operational Research for Development, Członek stowarzyszenia Top500 Innovators. Udział w projekcie Top500 nie został wyszczególniony na liście staży - można było doprecyzować, który

z wskazanych staży był Powiązany z Top500. Kandydat wykazuje aktywną współpracę z otoczeniem gospodarczym i realizację 7 projektów, w tym dwa powiązane z tematyką osiągnięcia na zlecenie Polskich Sieci Energetycznych S.A. oraz Globema Sp. z o.o. wykazane również wcześniej we wniosku na liście projektów. Kandydat w dorobku wykazuje zgłoszenie patentowe z roku 2020 powiązane z systemami rezerwacji miejsc hotelowych.

Kandydat uzyskał nagrody zespołowe JM rektora PW I stopnia za osiągnięcia naukowe w latach 2012, 2013, 2014.

Podsumowując dorobek naukowy Kandydata, jest on autorem lub współautorem 84 recenzowanych publikacji w tym samodzielnych 15 prac. 8 publikacji zostało wydanych w czasopismach posiadających Impact Factor, w tym 6 samodzielnych. Wskaźniki bibliometryczne powiązane z dorobkiem obejmują Impact Factor na poziomie 13.978 w tym po doktoracie 13.647, 78 cytowań bez autocytowań w bazie WoS (90 Scopus, 160 Google Scholar), Index H bez autocytowań 5 w WoS, (4 Scopus, 7 Google Scholar). Całościowy dorobek Kandydata to 749 Pkt MNiSW.

Oceniam pozostały dorobek naukowy Kandydata jako dobry. Dorobek publikacyjny jest ilościowo bogaty, a wskaźniki bibliometryczne dość dobre. Kandydat wykazał wysoką aktywność w prezentacji wyników prac na konferencjach międzynarodowych, uczestniczy też w realizacji projektów badawczych.

3. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego oraz popularyzującego naukę

Kolejna część recenzji dotyczy osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę. W ramach osiągnięć dydaktycznych i działalności dydaktycznej Kandydat był opiekunem 47 prac dyplomowych, w tym 24 inżynierskich i 23 prac magisterskich. Uczestniczył w opracowaniu materiałów dydaktycznych i był współautorem skryptów do przedmiotów Modelowanie procesów i danych oraz Informatyczne systemy zarządzania. Działalność dydaktyczna powiązana była również ze współpracą międzynarodową, prowadził wykłady ćwiczenia gościnne na Bejbu Gulf University w Chinach w latach 2017, 2019. Uczestniczył w projekcie realizowanym w ramach akademickiej sieci SUGAR - był koordynatorem, wykładowcą i mentorem z ramienia Politechniki Warszawskiej. Współpraca dotyczyła komercjalizacji projektów i działań ze środowiskami startupowymi. W ramach sieci realizował program mentorski zgodnie z metodyką ME310 Stanford Innovation Proces. Działalność ta realizowana jest od 2016 roku.

Kandydat brał też udział w opracowaniu materiałów wykładowych i ćwiczeń do przedmiotów realizowanych w języku angielskim na kierunku Informatyka na Politechnice Warszawskiej (przedmiot Programing Fundamentals). W ramach pracy dydaktycznej uczestniczył w opracowaniu materiałów do nowych przedmiotów na kierunkach studiów podyplomowych. Prace te były realizowane na wydziałach Mechatroniki oraz Technik informacyjnych Politechniki Warszawskiej. Dotyczyły one przedmiotów związanych z harmonogramowaniem czynności, procesów, projektów oraz modelowaniem procesów i danych a także zarządzaniem produkcją, modelowaniem procesów. Na kierunku Informatyka Politechniki Warszawskiej był odpowiedzialny za tworzenie i koordynowanie działań w ramach przedmiotu Projekt zespołowy. Był kierownikiem specjalności Systemy Informacyjno-Decyzyjne na pierwszym i drugim stopniu kierunku Informatyka, a także kierownikiem specjalności Inteligentne systemy. Poza Politechniką Warszawską realizował współpracę z Wyższą Szkołą Informatyki Stosowanej i Zarządzania pod auspicjami Polskiej Akademii Nauk. Zrealizował laboratoria i ćwiczenia na kilkunastu przedmiotach na studiach stacjonarnych. Poza działalnością dydaktyczną w Instytucie Automatyki i Informatyki Stosowanej brał udział w pracach ogólnouniversyteckich jako członek zespołu rektorskiego do spraw innowacyjnych form kształcenia w latach 2014-2020.

W ramach działalności organizacyjnej w otoczeniu gospodarczym był reprezentantem Politechniki Warszawskiej na międzynarodowym hackatonie, który był realizowany w ramach współpracy sieci jednostek akademickich powiązanej z udziałem partnerów zagranicznych. Był członkiem EURO Working Group on Practice of OR, Euro Working Group on Operational Research for Development, współorganizował przestrzeń kreatywną xLab na Wydziale Elektroniki i Informatyki Politechniki

Warszawskiej, organizował targi zespołowych projektów studenckich, był inicjatorem dołączenia Politechniki Warszawskiej do sieci akademickiej SUGAR.

W ramach działalności organizacyjnej okół naukowej był recenzentem w kilkunastu czasopismach o zasięgu międzynarodowym takich jak Journal of Telecommunications and Information Technology, Computer Networks, Applied Mathematical Modeling, International Journal of Computational Modeling, Journal of Applied Mathematics, Journal of Electrical and Computer Engineering, Operation research and decisions, Utilities Policy, Biuletyn WAT oraz Rynek Energii.

Kandydat podejmował również działalność popularyzatorską, prowadził warsztaty Design Thinking w ramach Tedx Warsaw 2016, współorganizował warszawską edycję festiwalu Design Thinking week, którą zorganizowało Stowarzyszenie Top500 Innovators. Kolejne edycje tej inicjatywy były realizowane w latach 2015, 2017 i 2018, prowadził na niej również wykłady i popularyzatorskie. Był mentorem w programie akceleracyjnym MIT Enterprise forum w latach 2016 – 2020, współorganizował wydarzenie powiązane z targami Sugar Expe (San Francisco) i był mentorem zespołów studenckich w latach 2017, 2019 oraz w trybie online w roku 2020.

W ramach osiągnięć organizacyjnych Kandydat otrzymał nagrodę zespołową II stopnia Rektora Politechniki Warszawskiej za działalność w roku 2016/17.

Dr inż. Mariusz Kaleta legitymuje się solidnym dorobkiem dydaktycznym: prowadzi wykłady i ćwiczenia z wielu przedmiotów, w tym w języku angielskim, dotyczące aktualnej problematyki i technologii informacyjnych. Odbił staże w zagranicznych ośrodkach akademickich. Współpracuje aktywnie z przemysłem. Jest aktywny w wykonywaniu recenzji publikacji w czasopismach międzynarodowych. Fakt, że wykonał kilkanaście recenzji dla czasopism indeksowanych w JCR świadczy, że jego kompetencje są doceniane w międzynarodowym środowisku naukowym.

Podsumowując, oceniam jako bardzo dobry dorobek dydaktyczny Kandydata i jego aktywność w zakresie dydaktyki, organizacji i popularyzacji nauki.

4. Uwagi ogólne

Na cykl publikacji składa się 14 prac, ich wykaz nie ma porządku chronologicznego. Porządek odpowiada punktacji czasopism, która nie przekłada się na proces badawczy realizowany w ramach cyklu. Porządek chronologiczny lub tematyczny ułatwił by ich powiązanie w cykl działań. Przykładowo praca O.2 była realizowana w tematyce zbliżonej do pracy O.12. W autoreferacie należało wyraźniej wyizolować wkład wykazywany w osiągnięciu i oddzielić go od wcześniejszych prac grupy badawczej realizowanej w obszarach powiązanych z osiągnięciem. W kwestiach technicznych można było bardziej dopracować czytelność i uporządkowanie treści w autoreferacie. Zauważalne były powtórzenia treści, brak podziału projektów na naukowe, badawcze, komercyjne. W wykazie osiągnięć naukowych 2.8 uwzględniono również projekty dydaktyczne, do których odnoszono się też w części dydaktycznej. Skoro z autoreferatu wyodrębniono pozostały dorobek naukowy do załącznika, można było podobnie to zrobić dla dorobku dydaktycznego i organizacyjnego. Pomimo dużej aktywności w dorobku dydaktycznym nie wykazano bezpośrednio współpracy z młodymi pracownikami nauki, doktorantami i udziału w kształceniu młodej kadry naukowej. W realizacji badań pomimo, pobytów stażowych zagranicznych (nie określono dla nich celu i zakresu realizowanych prac) nie występują autorzy z ośrodków zagranicznych. Czy specyfika problemu, mimo publikacji międzynarodowych, była ograniczona do rynku krajowego? A może są plany takiej współpracy?

5. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę cyklu czternastu powiązanych tematycznie publikacji p.t. „Modele i metody wspomagające projektowanie mechanizmów rynkowych w oparciu o architekturę referencyjną”, oraz pozytywną ocenę dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Kandydata, stwierdzam że dr inż. Mariusz Kaleta spełnia wymagania stawiane przez Ustawę

o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

W związku z tym popieram wniosek o nadanie dr. inż. Mariuszowi Kalecie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

dr hab. inż. Jarosław Jankowski, Prof. ZUT

