

Dr hab. inż. Bartłomiej Płaczek, prof. uczelni  
Uniwersytet Śląski w Katowicach  
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych  
ul. Będzińska 39, 41-200 Sosnowiec

Sosnowiec, 19.02.2025 r.

## RECENZJA

osiągnięć naukowo-badawczych,  
dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej  
**dra inż. Piotra Przemysława Arabasa**  
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych  
w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja

Podstawę wykonania niniejszej recenzji stanowi Uchwała nr 813/2024 Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej z dnia 10 grudnia 2024 roku w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja wszczętym na wniosek dr. inż. Piotra Przemysława Arabasa.

Dokumentację merytoryczną do sporządzenia recenzji stanowi wniosek dra inż. Piotra Arabasa skierowany do Politechniki Warszawskiej za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja z dnia 30 września 2024 r. wraz z załącznikami. Recenzja dotyczy osiągnięcia naukowego zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

### 1. Sylwetka Habilitanta

Pan dr inż. Piotr Arabas uzyskał stopień magistra inżyniera w specjalności systemy sterowania i wspomagania decyzji w Instytucie Automatyki i Informatyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej w 1996 r. Stopień doktora nauk technicznych w specjalności automatyka uzyskał w 2004 r. na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, na podstawie rozprawy doktorskiej pod tytułem „Hierarchiczna struktura w systemie obrony przeciwrakietowej; mechanizmy decyzyjne i badania symulacyjne”.

Habilitant od 2002 r. jest zatrudniony w Instytucie Automatyki i Informatyki Stosowanej na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, gdzie początkowo pracował jako asystent, natomiast od 2004 r. zajmuje stanowisko adiunkta. Ponadto dr inż. Piotr Arabas jest zatrudniony w Państwowym Instytucie Badawczym Naukowa i Akademicka

Sieć Komputerowa, gdzie w latach 2002 – 2004 zajmował stanowisko asystenta w Pionie Naukowym a od 2004 r. pracuje jako adiunkt w Centrum Badań i Transferu Technologii.

Tematyka pracy naukowo-badawczej Habilitanta, prowadzonej zarówno przed, jak i po uzyskaniu stopnia doktora, jest związana z rozproszonymi systemami przetwarzania danych i sieciami komputerowymi.

**Kandydat posiada stopień doktora, zatem spełnia warunek dopuszczenia do postępowania habilitacyjnego, zgodnie z kryterium określonym w art. 219 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

## **2. Ocena osiągnięcia naukowego**

Jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr inż. Piotr Arabas wskazał we wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego cykl powiązanych tematycznie publikacji dotyczących problematyki zarządzania energią w złożonych systemach obliczeniowych. Wskazany przez Habilitanta cykl publikacji pt. „Sterowanie przydziałem zasobów w energooszczędnych sieciach i rozproszonych systemach przetwarzania danych” obejmuje współautorską monografię oraz dwanaście artykułów naukowych opublikowanych w latach 2013 – 2023.

Siedem spośród artykułów wchodzących w skład cyklu publikacji zostało opublikowanych w czasopismach naukowych posiadających współczynnik Impact Factor. Jeden artykuł został opublikowany w materiałach konferencyjnych kategorii B wg. CORE. Artykuły opublikowane w czasopismach Simulation Modelling Practice and Theory oraz Journal of Telecommunications and Information Technology są samodzielnymi pracami pana dra Piotra Arabasa. Z oświadczeń załączonych do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego wynika, że w przypadku czterech artykułów współautorskich zaliczonych do cyklu publikacji Habilitant był głównym autorem (autorem o najwyższym procentowym udziale w przygotowaniu publikacji). Wniósł on zatem istotny wkład w opracowanie ocenianego cyklu publikacji.

Czasopisma, w których zostały opublikowane artykuły mają zróżnicowany poziom. Według obecnie obowiązującej listy MNiSW punktacja tych czasopism mieści się w zakresie od 40 do 140 punktów. Na szczególne uznanie zasługują publikacje w czasopismach o wysokiej renomie, w szczególności artykuły w Future Generation Computer Systems oraz IEEE Systems Journal. Należy jednak również zwrócić uwagę na publikacje w czasopiśmie Energies, które zgodnie z obowiązującymi wytycznymi MNiSW nie jest przypisane do dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Łączny współczynnik Impact Factor publikacji wchodzących w skład ocenianego osiągnięcia naukowego wynosi 23,668.

Publikacje wskazane przez Habilitanta jako jego główne osiągnięcie naukowe dotyczą ważnych i aktualnych problemów, związanych z potrzebą oszczędnego gospodarowania zasobami energii przy zachowaniu wysokiej jakości usług w rozproszonych systemach obliczeniowych. Badania naukowe, których rezultaty są prezentowane w ocenianym cyklu publikacji, obejmowały zagadnienia efektywnych struktur sterowania dla rozproszonego systemu obliczeniowego, wydajności energetycznej sieci przewodowych i bezprzewodowych oraz modelowania poboru mocy przez procesor i system komputerowy.

W ramach zrealizowanych badań Habilitant zdefiniował model opisujący chmurę obliczeniową jako rozproszony system przetwarzania i analizy danych, który składa się z wielu

klastrów obliczeniowych i centrów danych połączonych siecią. Przyjęty model ma strukturę hierarchiczną, obejmującą procesory wchodzące w skład klastrów oraz węzły sieciowe (routery) wyposażone w karty liniowe z określoną liczbą portów. Dla wskazanego modelu sformułowano problem minimalizacji mocy jaką pobiera cały system. Podejmowany problem optymalizacyjny jest jednokryterialnym problemem dyskretnym z binarnymi zmiennymi decyzyjnymi, które opisują stan poszczególnych elementów składowych systemu. Stan urządzenia determinuje wielkość mocy pobieranej przez dany element systemu. Wymagania dotyczące zapewnienia jakości usług przetwarzania danych w chmurze obliczeniowej zostały uwzględnione w problemie optymalizacyjnym jako ograniczenia związane z zapotrzebowaniem na zasoby (moc obliczeniową i pamięć operacyjną) zadań przetwarzania danych, które mają być wykonane w systemie. Odpowiednio zdefiniowane ograniczenia uwzględniają również zapotrzebowanie na pojemność łączy transmisyjnych, wynikające z alokacji zadań do wybranych klastrów obliczeniowych.

Ze względu na złożoność wspomnianego wyżej problemu Habilitant zaproponował jego dekompozycję na problem nadrzędny, który dotyczy alokacji zadań do klastrów obliczeniowych oraz problemy podrzędne, polegające na przypisaniu zadań wykonywanych w ramach klastra do dostępnych w klastrze procesorów. Opracowana dekompozycja problemu optymalizacyjnego ułatwia jego rozwiązanie w hierarchicznej architekturze chmury obliczeniowej, w której problem nadrzędny jest rozwiązywany na poziomie globalnego zarządzania całym systemem, natomiast problemy podrzędne są rozwiązywane na poziomie zarządzania poszczególnymi klastrami obliczeniowymi. Aby umożliwić zastosowanie scharakteryzowanego powyżej podejścia, bazującego na dekompozycji problemu optymalizacyjnego, zaproponowano iteracyjny algorytm alokacji zadań do klastrów na poziomie zarządzania chmurą obliczeniową oraz heurystyczny algorytm alokacji zadań do procesorów na poziomie klastra. Efektywność i przydatność opracowanych algorytmów została poddana ocenie w trakcie eksperymentów, które przeprowadzono z wykorzystaniem technik symulacyjnych.

Nowatorskim aspektem zaproponowanych rozwiązań w zakresie energooszczędnego, rozproszonego systemu obliczeniowego jest uwzględnienie możliwości sterowania poszczególnymi komponentami infrastruktury sieciowej w celu minimalizowania zużycia energii. Słabych stron przedstawionego przez Habilitanta podejścia można upatrywać w uproszczonym modelowaniu wymagań dotyczących jakości usług poprzez ograniczenia problemu optymalizacyjnego, które zakładają stałe zapotrzebowanie na moc obliczeniową, pamięć i pojemność łączy. Sformułowanie problemu optymalizacji z jednym kryterium (minimalizacji poboru mocy) w potencjalnych zastosowaniach może utrudniać osiągnięcie kompromisu pomiędzy dążeniem do zapewnienia wysokiego poziomu jakości usług i potrzebą oszczędzania energii. W tym kontekście szersze możliwości pozwalają uzyskać metody optymalizacji wielokryterialnej.

Rezultaty scharakteryzowanych powyżej prac Habilitanta, dotyczące energooszczędnej chmury obliczeniowej, zostały opublikowane w artykułach [H1, H2]. W artykule [H2] (udział Habilitanta 70%) opisano opracowaną przez dra Piotra Arabasa hierarchiczną strukturę energooszczędnego sterowania chmurą obliczeniową z iteracyjnym algorytmem alokacji zasobów. Ponadto, jak wynika z oświadczenia dot. udziału w przygotowaniu publikacji, pan dr Arabas jest współautorem sformułowanych w publikacji [H2] problemów optymalizacyjnych. Kontynuację i rozszerzenie pracy [H2] stanowi artykuł [H1] (udział Habilitanta 100%), w którym szczegółowo zaprezentowano koncepcję heurystycznego algorytmu przydziału zasobów do zadań obliczeniowych systemu chmurowego. Na podstawie uzyskanych wyników

eksperymentalnych wykazano, że opracowana metoda umożliwia ograniczenie zużycia energii oraz że rozproszone rozwiązanie podejmowanego problemu optymalizacyjnego w zaproponowanej architekturze dwuwarstwowej pozwala skrócić czas obliczeń względem podejścia scentralizowanego. Zakres prezentowanych wyników budzi pewien niedosyt ze względu na brak szerszego porównania z innymi dostępnymi w literaturze metodami zarządzania energią, alokacji zasobów w chmurach obliczeniowych i algorytmami optymalizacji. Wnioski ze studiów literaturowych, które stanowiły motywację do podjęcia przez dra Arabasa prac nad metodami energooszczędnego sterowania chmurą obliczeniową są opisane w artykule [H3] (udział Habilitanta 100%). Artykuł [H3] zawiera komplementarną względem prac [H1, H2] analizę stanu wiedzy i techniki w zakresie metod zarządzania energią dedykowanych dla klastrów i chmur obliczeniowych.

Publikacje [H4 – H8] są poświęcone metodom umożliwiającym poprawę wydajności energetycznej sieci łączącej centra danych i klastry w rozpatrywanym modelu chmury obliczeniowej. Pan dr inż. Piotr Arabas jest autorem schematów energooszczędnego sterowania siecią zaprezentowanych w artykule [H4] (udział Habilitanta w przygotowaniu publikacji wynosi 40%). Zaproponowane podejście do sterowania siecią jest realizowane na trzech poziomach (interfejsów sieciowych, kart liniowych i urządzeń sieciowych). Koncepcja ta została wykorzystana w kompleksowym modelu optymalizacji systemu chmury obliczeniowej. Dr Arabas sformułował cztery warianty problemu sterowania siecią, które stanowiły ważny element publikacji [H5] (udział Habilitanta 20%). Rozpatrywane warianty dotyczyły zadań optymalizacji sformułowanych za pomocą zmiennych binarnych lub ciągłych, które zakładały pełne obliczenia trasowania i przypisanie stanu energetycznego wszystkim urządzeniom i łączom w sieci oraz uproszczonych wariantów tych zadań, z wykorzystaniem wstępnie zdefiniowanych tras.

W artykule [H6] zaprezentowano autorskie propozycje Habilitanta dla energooszczędnego routingu w centrach danych (udział Habilitanta w przygotowaniu publikacji wynosi 50%). Zaproponowane heurystyki umożliwiają osiągnięcie oszczędności energii poprzez wybór kolejnych węzłów na trasie transmisji z uwzględnieniem ich efektywności energetycznej oraz poprzez wyłączanie nieużywanych węzłów po upływie określonego czasu bezczynności. Skuteczność heurystyk została zweryfikowana z wykorzystaniem technik symulacyjnych dla topologii Butterfly i Fat-Tree.

Habilitant przygotował również stanowisko laboratoryjne, które umożliwiło przeprowadzenie eksperymentów w celu oceny efektywności proponowanych w pracy [H5] metod przydziału zasobów w sieci. Opracowane przez dra Arabasa stanowisko testowe i demonstrator systemu sterowania siecią umożliwiły przeprowadzenie eksperymentalnej weryfikacji algorytmów energooszczędnego sterowania ruchem w sieci zbudowanej z routerów programowalnych, jak również podejścia, w którym jako kryterium optymalizacji poza zużyciem energii uwzględnia się również jakość usług. Wyniki tych eksperymentów opublikowano w artykułach [H7] (udział Habilitanta 20%) i [H8] (udział Habilitanta 35%). Ponadto, pomiary wykonane w środowisku testowym pozwoliły Habilitantowi zdefiniować prosty liniowy model poboru mocy przez router programowalny bazujący na komputerze PC. Model umożliwia oszacowanie poboru mocy dla określonego natężania obsługiwanego ruchu sieciowego, co może być przydatne w rozpatrywanych metodach sterowania rozproszonymi systemami obliczeniowymi.

Badania prowadzone przez dra Piotra Arabasa dotyczyły również identyfikacji modeli opisujących moc pobieraną przez inne komponenty rozproszonego systemu obliczeniowego, tj. procesor i komputer. W pracy [H9] (udział Habilitanta 50%) przedstawiona została

propozycja wykorzystania interfejsu IPMI (Intelligent Platform Management Interface) i rejestrów RAPL (Running Average Power Limit) do określania obciążenia procesora i pobieranej przez niego mocy. Praca [H10] (udział Habilitanta 80%) prezentuje model umożliwiający oszacowanie poboru mocy przez komputer na podstawie poboru mocy odczytywanego z rejestrów RAPL. Habilitant wykazał, że w przypadku komputera realizującego funkcje serwera obliczeniowego lub routera, analizowany model może przyjąć postać funkcji liniowej. W przypadku identyfikacji modelu dla serwera transkodującego strumień wideo użyto wielomianu drugiego stopnia. Zaproponowana przez dra Arabasa metoda określania poboru mocy przez system komputerowy na podstawie odczytów rejestrów RAPL została wykorzystana do konstrukcji sterowników częstotliwości procesora w celu redukcji zużycia energii przy zachowaniu wymaganego poziomu jakości usług. Rozwiązanie to zostało opisane w artykule [H 11] (udział Habilitanta 20%).

Wymienione powyżej modele opisujące pobór mocy były identyfikowane na podstawie pomiarów wykonanych dla wybranych rozwiązań sprzętowych, bazujących na konfiguracji typowego komputera PC. W związku z ograniczonym zakresem badań wątpliwości budzi możliwość uogólnienia przedstawionych modeli i wykorzystania ich w odniesieniu do innych procesorów, komputerów lub urządzeń sieciowych w systemach chmury obliczeniowej, zwłaszcza urządzeń specjalizowanych i posiadających odmienną architekturę.

Ostatnia część cyklu publikacji dotyczy prac mających na celu redukcję zużycia energii w węzłach sieci sensorowych. Z przedstawionego oświadczenia o udziale w przygotowaniu monografii [H12] wynika, że pan dr Piotr Arabas jest współautorem pięciu rozdziałów monografii, które są poświęcone dostępnym platformom sprzętowym, znanym algorytmom grupowania węzłów oraz sterowania aktywnością węzłów i poziomem mocy nadawanego sygnału. Ponadto Habilitant jest samodzielnym autorem rozdziału monografii [H12], w którym zamieszczono krótki przegląd energooszczędnych protokołów trasowania dla sieci bezprzewodowych. W tym zakresie recenzowane osiągnięcie ogranicza się do analizy i usystematyzowania istniejącego stanu wiedzy.

W artykule [H13] zaproponowano metodę koordynacji aktywności węzłów w bezprzewodowej sieci sensorowej (udział Habilitanta w przygotowaniu publikacji wynosi 70%). Przedstawiona metoda zakłada, że węzły sensorowe są podzielone na grupy, przy czym dla każdej z grup należy wyznaczyć optymalny harmonogram transmisji danych z poszczególnych węzłów, umożliwiający wszystkim węzłom w grupie przesłanie danych do stacji bazowej. Habilitant sformułował odpowiednie modele optymalizacyjne, w których funkcja celu uwzględnia minimalizację łącznego poboru mocy przez wszystkie węzły w sieci lub minimalizację poboru mocy przez węzeł sensorowy zużywający najwięcej energii. Efektywność podejścia była analizowana w środowisku symulacyjnym. Należy zauważyć, że wskazana wyżej metoda harmonogramowania pracy węzłów sensorowych bazuje na podejściu scentralizowanym, które ma ograniczoną użyteczność w przypadku bezprzewodowych sieci ad-hoc i sieci sensorowych o ograniczonych zasobach. Ze względu na specyfikę tego typu sieci (m. in. nieuniknione, dynamiczne zmiany topologii), znacznie bardziej obiecujące są opisywane w literaturze rozwiązania wykorzystujące zdecentralizowane techniki samoorganizacji węzłów.

Wymienione i scharakteryzowane powyżej publikacje Habilitanta są niewątpliwie powiązane ze sobą pod względem podejmowanej tematyki. Wszystkie wskazane prace łączą wspólny cel, jakim jest minimalizacja zużycia energii w rozproszonych systemach komputerowych. Opisane w zaprezentowanym cyklu publikacji wyniki badań naukowych dotyczą metod umożliwiających redukcję energii zużywanej przez poszczególne komponenty

systemu przetwarzania danych, tj. klastry obliczeniowe, centra danych, urządzenia sieciowe, komputery i procesory. Ważnym wątkiem badawczym jest również efektywne wykorzystanie zasobów energii w bezprzewodowych sieciach sensorowych, stanowiących źródła przetwarzanych danych. Habilitant wykazał, że wiele rozpatrywanych metod może zostać zastosowanych wspólnie w ramach modelu hierarchicznego dzięki dekompozycji problemu optymalizacyjnego. Odpowiedni model i algorytmy umożliwiające praktyczne zastosowanie przedstawionej koncepcji zostały zaprezentowane w pracach [H1, H2]. Warto zauważyć, że analizowany w powyższych publikacjach model uwzględnia tylko dwa poziomy hierarchii, jednak może zostać rozszerzony dla bardziej złożonych struktur. Ta część cyklu publikacji stanowi najważniejszy element ocenianego osiągnięcia, który potwierdza indywidualny wkład dra inż. Piotra Arabasa w rozwój dyscypliny.

**Podsumowując, stwierdzam, że przedstawione przez Habilitanta osiągnięcie, obejmujące cykl powiązanych tematycznie publikacji, ma twórczy i naukowy charakter oraz stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja.**

### **3. Ocena innych osiągnięć naukowych i badawczych**

W dorobku publikacyjnym pana dra Piotra Arabasa znajduje się szereg artykułów uzupełniających cykl publikacji wskazany przez Habilitanta jako jego główne osiągnięcie naukowe. Są to prace prezentujące częściowe lub wstępne wyniki badań oraz służące rozpowszechnianiu uzyskanych rezultatów na konferencjach naukowych, związane tematycznie z głównym osiągnięciem naukowym. W autoreferacie wskazano 12 tego typu publikacji. Poza tematyką głównego osiągnięcia naukowego, dr Arabas w swoich publikacjach prezentował interesujące wyniki badań naukowych, które dotyczyły analizy sieci społecznych i złożonych, bezpieczeństwa sieciowego oraz inżynierii ruchu w sieciach telekomunikacyjnych.

Łączny dorobek zgromadzony przez Habilitanta obejmuje 62 publikacje. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora Habilitant opublikował 56 prac, w tym: 8 artykułów w czasopismach indeksowanych w bazie JCR, 26 artykułów w czasopismach spoza bazy JCR, 12 artykułów w materiałach konferencyjnych, 2 współautorskie monografie oraz 8 rozdziałów w monografiach. Istotne z punktu widzenia oceny poziomu naukowego są publikacje w wydawnictwach notowanych w bazie Web of Science (Core Collection), w której obecnie zaindeksowano 26 artykułów Habilitanta. Biorąc pod uwagę dane naukometryczne, należy zauważyć, że najwyższą wartość w dorobku Habilitanta mają dwa artykuły opublikowane w czasopiśmie Future Generation Computer Systems – The International Journal of eScience, którego aktualny Impact Factor wynosi 6,2. Dr inż. Piotr Arabas nie jest jednak głównym autorem tych publikacji (jego udział wynosi 20%).

Dorobek publikacyjny dra inż. Piotra Arabasa, pod względem ilościowym i jakościowym jest na dobrym poziomie. Należy również zauważyć znaczący wzrost liczby i jakości prac opublikowanych przez Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora. Sumaryczny Impact Factor opublikowanych prac, których autorem lub współautorem jest Habilitant wynosi 27,035. Według bazy Web of Science liczba cytowań prac dra Arabasa, z wykluczeniem autocytowań, wynosi 121. Natomiast indeks Hirsha jest równy 6. Powyższe wskaźniki pozwalają jednoznacznie stwierdzić, że dorobek publikacyjny Habilitanta został dostrzeżony w międzynarodowym środowisku naukowym.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant wygłosił 12 referatów na konferencjach naukowych, z czego większość stanowiły wystąpienia na konferencjach międzynarodowych. W tym obszarze widoczny jest istotny spadek aktywności Habilitanta po roku 2015. W latach

2016 – 2024 dr Arabas miał tylko jedno wystąpienie podczas konferencji HPCS 2019 (International Conference on High Performance Computing & Simulation).

Pozytywnie należy ocenić dorobek dra inż. Piotra Arabasa w zakresie uczestnictwa w projektach badawczych i badawczo-rozwojowych finansowanych w drodze konkursów. Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora Habilitant brał udział jako wykonawca w realizacji jednego projektu finansowanego w 5. PR KE. Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczył w realizacji 11 projektów badawczych i badawczo-rozwojowych. Pełnił rolę kierownika zadania w projekcie pt. „Centrum monitorowania instalacji przemysłowych w podziemnych zakładach górniczych i wykrywania cyberzagrożeń”, dofinansowanym przez NCBiR. Rezultatami zrealizowanych projektów były publikacje i wdrożenia. Na uwagę zasługują również osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne. Habilitant wykazał 8 tego typu osiągnięć, wśród których ujęto m. in. projektowanie i implementację klastra obliczeniowego, farmy pułapek sieciowych i analizatora złośliwego oprogramowania.

Dr inż. Piotr Arabas w informacji o swoim dorobku nie wykazał członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism. Recenzował jednak artykuły naukowe zgłoszone do publikacji w czasopismach i materiałach konferencji międzynarodowych i krajowych. Wykonał około czterdziestu recenzji, w tym recenzje dla renomowanych czasopism posiadających współczynnik Impact Factor, takich jak ACM Computing Surveys i IEEE Transactions on Services Computing.

Habilitant był kilkakrotnie nagradzany za osiągnięcia naukowe. Otrzymał m. in. 2 nagrody zespołowe i 2 nagrody indywidualne Rektora Politechniki Warszawskiej. Ponadto, wraz ze współautorami uzyskał nagrodę „Best Paper Award” za artykuł pt. „Energy-saving management in computer networks”.

**Podsumowując, osiągnięcia naukowo-badawcze dra inż. Piotra Arabasa obejmujące publikacje naukowe, referaty konferencyjne oraz uczestnictwo w pracach badawczych oceniam pozytywnie. Są one wystarczające do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.**

#### **4. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej, popularyzatorskiej oraz współpracy międzynarodowej**

W ramach pracy w Instytucie Automatyki i Informatyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej Habilitant prowadził wykłady oraz zajęcia laboratoryjne z przedmiotów związanych z sieciami komputerowymi, sieciami społecznymi, programowaniem obiektowym i wirtualnymi środowiskami obliczeniowymi. Dr inż. Piotr Arabas brał udział w organizowaniu i utrzymaniu laboratoriów dydaktycznych oraz opracowaniu nowych przedmiotów. Ważnym osiągnięciem dydaktycznym i popularyzatorskim jest współautorstwo książki pt. „Sieci społeczne i technologiczne”. Dr inż. Piotr Arabas pełnił funkcję promotora 15 prac inżynierskich i 19 prac magisterskich.

Dotychczasowa działalność organizacyjna Habilitanta jest związana z pełnieniem funkcji Kierownika Zespołu Inżynierii Systemów Sieciowych NASK, Kierownika Laboratorium Zespołu Inżynierii Systemów Informatycznych NASK, Sekretarza seminarium w Zespole Złożonych Systemów oraz członka komitetu naukowego kilku konferencji. Działalność związana z popularyzacją nauki obejmowała prowadzenie prezentacji osiągnięć zespołów, w których pracował Habilitant na forum gospodarczym i konferencji oraz publikację w Biuletynie NASK.

Pan dr inż. Piotr Arabas jest również aktywny w zakresie współpracy z otoczeniem gospodarczym. Współpraca ta obejmowała tworzenie rozwiązań stanowiących odpowiedź na

zidentyfikowane potrzeby podmiotów gospodarczych w ramach realizowanych projektów, w tym projektów prowadzonych wspólnie z podmiotami gospodarczymi. Efektem tej działalności są m. in. biblioteki do dekodowania protokołów przemysłowych zastosowane w zabezpieczeniach infrastruktury informatycznej kopalni, komponenty systemu wczesnego ostrzegania o cyberzagrożeniach oraz narzędzia do pozyskiwania i analizowania informacji z internetowych serwisów miejskich i społecznościowych.

W zakresie współpracy międzynarodowej aktywność Habilitanta nie wyróżnia się w sposób szczególny. Polegała ona na uczestnictwie w trzech projektach realizowanych przez polskie jednostki naukowe z udziałem partnerów zagranicznych (cHiPSet, ECONET i QOSIPS) oraz udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji międzynarodowych. Ponadto, przed uzyskaniem stopnia doktora, w latach 2000 - 2001 pan dr inż. Arabas odbył dwa kilkutygodniowe staże w firmie Knowledge Support Systems Ltd. w Manchesterze, gdzie realizował zadania związane z integracją oprogramowania. Dotychczasowa aktywność Habilitanta nie obejmowała jednak staży w zagranicznych instytucjach naukowych.

W związku z powyższym można stwierdzić, że Habilitant jest aktywny w obszarach działalności dydaktycznej i organizacyjnej, a pozostała działalność ma również wpływ na popularyzację nauki. Jako słabszy punkt należy wskazać współpracę międzynarodową.

**Dorobek dra inż. Piotra Arabasa w zakresie dydaktyki, działań organizacyjnych i popularyzatorskich oraz współpracy międzynarodowej oceniam jako wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.**

## **5. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Po analizie wskazanego przez Habilitanta osiągnięcia naukowego, jakim jest jednotematyczny cykl publikacji pt. „Sterowanie przydziałem zasobów w energooszczędnych sieciach i rozproszonych systemach przetwarzania danych” oraz po zapoznaniu się z pozostałymi osiągnięciami Habilitanta w zakresie działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej, organizacyjnej i współpracy międzynarodowej, pozytywnie oceniam zdobyte przez niego wiedzę, doświadczenie naukowe, kwalifikacje zawodowe, umiejętności i kompetencje.

W mojej opinii zaprezentowany przez Habilitanta cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja. Ponadto, stwierdzam, że dr inż. Piotr Arabas wykazuje się istotną aktywnością naukową w uczelni i instytucji naukowej. Uważam zatem, że Habilitant spełnia wymagania formalne określone w art. 219 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

**W związku z powyższym, stwierdzam, że dorobek pana dra inż. Piotra Arabasa może być podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.**