RDITT-rpi. 03.04.2024 r.

dr hab. inż. Jerzy Konorski, prof. uczelni
Katedra Teleinformatyki
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Politechnika Gdańska

Gdańsk, 20 marca 2024 r.

Recenzja osiągnięcia naukowego
oraz ocena istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej
dr. inż. Jacka Stója
w związku z postępowaniem habilitacyjnym prowadzonym przez Radę Dyscypliny
Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Śląskiej

Niniejszą recenzję wykonałem jako recenzent komisji habilitacyjnej powołanej uchwałą nr 139/2023 z dnia 19 grudnia 2023 Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Ocenę osiągnięcia naukowego i istotnej aktywności naukowej Habilitanta przeprowadziłem zgodnie z obowiązującymi uregulowaniami prawnymi: ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz rozporządzeniem MNiSW z dnia 1 września 2011 r., przyjmując za podstawę otrzymane pocztą w dniu 2 lutego 2024 dokumenty związane z postępowaniem habilitacyjnym. Obejmowały one m.in. monografię wskazaną jako osiągnięcie naukowe w wersji elektronicznej i papierowej, ponadto w wersji elektronicznej w języku polskim i angielskim: kopię dyplomu doktorskiego, wniosek habilitacyjny, autoreferat, wykaz i zestawienie ilościowe osiągnięć naukowych, oświadczenia współautorów publikacji, potwierdzenia udziału w realizacji projektów i prowadzenia działalności naukowo-badawczej w więcej niż jednej jednostce naukowej.

Podstawowe informacje o Habilitancie

Dr inż. Jacek Stój ukończył w 2005 r. studia na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach na kierunku informatyka, uzyskując dyplom magistra inżyniera informatyka w specjalności komputerowe systemy sterowania. Pięć lat później został zatrudniony na macierzystym wydziale na stanowisku asystenta. Tamże w 2009 r. obronił pracę doktorską pt. "*Wpływ redundancji na zależności czasowe w rozproszonych informatycznych systemach czasu rzeczywistego*". Od 2014 r. do chwili obecnej kontynuuje pracę na Politechnice Śląskiej na stanowisku adiunkta.

Ocena wskazanego osiągnięcia naukowego

Przedmiotem oceny osiągnięcia naukowego jest przedłożona jako załącznik do wniosku habilitacyjnego monografia pt. "*Wybrane zagadnienia sieci komunikacyjnych w przemysłowych systemach komputerowych*" wydana w Wydawnictwie Politechniki Śląskiej w 2023 r. Wydawnictwo to posiada unikalny identyfikator UIW48600 i jest uwzględnione w wykazie wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe. Monografia liczy około 300 stron tekstu podzielonego na 9 rozdziałów oraz 24 strony bibliografii; tekst opatrzony jest przedmową, wykazem ry-

sunków, tabelą ważniejszych skrótów i terminów, skorowidzem i streszczeniem. Wśród 316 pozycji bibliograficznych znajduje się rozprawa doktorska Habilitanta z 2009 r. pokrywająca się tematycznie z częścią rozdziału 7 monografii, a także 18 innych publikacji Habilitanta: trzy samodzielne i 15 współautorskich z różnym procentowym udziałem własnym. Potwierdza to informację podaną we wniosku habilitacyjnym, iż monografia stanowi efekt wieloletniej aktywności naukowo-badawczej Autora oraz zrealizowanych przez niego projektów badawczych.

Zawartość monografii. Głównym tematem przedłożonej monografii są niektóre aspekty wydajności i szeroko rozumianego bezpieczeństwa pracy przemysłowych sieci teleinformatycznych oraz obsługiwanych przez nie przemysłowych systemów komputerowych (PSK). Jest to tematyka bardzo aktualna z uwagi na rozwój metod produkcyjnych określanych jako Przemysł 4.0, z drugiej strony atrakcyjna poznawczo, gdyż wiąże się z licznymi wyzwaniami intelektualnymi. Wydaje się, że w zakresie rozwiązań teleinformatycznych zasadnicze wyzwania są dwa. Po pierwsze, specyfika współczesnych procesów produkcyjnych i wynikających z nich procesów informacyjno-komunikacyjnych implikuje nietypowe wymagania i tryb pracy, które niekiedy – zwłaszcza dla lokalnych sieci komputerowych – są sprzeczne z pierwotną filozofią odpowiednich standardów protokolarnych. W uproszczeniu, postulat uzyskiwania wysokich przepływności dla strumieni danych użytkowych przy spełnieniu stosunkowo łagodnych ograniczeń co do ich reżimu czasowego zastępowany jest przez postulat odwrotny: zachowania ścisłego, quasi-deterministycznego reżimu czasowego przy stosunkowo niewielkich przepływnościach. Oznacza to konieczność opracowania i przetestowania odpowiednio dostosowanych urządzeń sieciowych i protokołów protokolarnych, na co Autor wielokrotnie zwraca uwagę w tekście monografii. Drugim istotnym wyzwaniem intelektualnym są wysokie wymagania co do ciągłości i bezpieczeństwa pracy przemysłowych systemów informatycznych, w tym niezawodności, bezpieczeństwa funkcjonalnego i cyberbezpieczeństwa. Wynikają one z zakłóceń mechanicznych i elektromagnetycznych niespotykanych w typowych środowiskach sieci publicznych czy biurowych, a także fizycznych i ekonomicznych następstw potencjalnych awarii; dotyczy to w szczególności systemów cybernetyczno-fizycznych (*cyber-physical systems*) oraz systemów komunikacji przemysłowej wykorzystujących łączność bezprzewodową. Także i to wyzwanie Autor często przywołuje w tekście monografii, zarówno w rozdziałach o charakterze przeglądowym, jak i przy prezentacji własnych badań głównie w rozdziałach 4, 5, 7 i 9. Można więc stwierdzić, że badania Autora są dobrze umotywowane i ukierunkowane, zaś ich publikacja w postaci przedmiotowej monografii wyraźnie wzbogaca krajową literaturę teleinformatyczną – edukacyjną i specjalistyczną. W kontekście wymienionych wyzwań można jeszcze zauważyć, że w odniesieniu do sieci przemysłowych realizacja prac twórczych, w szczególności badań eksperymentalnych, jest w warunkach ośrodka akademickiego znacznie utrudniona. Należy bowiem posługiwać się ograniczonym zestawem komercjalnie dostępnych wyspecjalizowanych rozwiązań sprzętowych, na ogół kosztownych, wymagających dodatkowego przeszkolenia i niepoddających się teoretycznie pożądanym modyfikacjom. Również standardy protokolarne sieci przemysłowych ograniczają swobodę tworzenia fundamentalnie nowych rozwiązań. Punktem ciężkości badań naukowych Autora staje się w tej sytuacji pomysłowe wykorzystanie i integracja istniejących rozwiązań oraz ich systematyczna ocena w realistycznym otoczeniu przemysłowym. Podejście takie, cenne z praktycznego punktu widzenia, niesie ze sobą pewne ryzyko: uzyskane wyniki pomiarów mogą sprawiać wrażenie incydentalnych, zależnych od arbitralnie określonych scenariuszy testowych, natomiast rozmaite propozycje konstruktywne można uznać jedynie za doraźne usprawnienia implementacyjne. Uważam, że przedstawione w monografii rezultaty własne Autora mają bardzo dużą wartość praktyczną i znacznie rozszerzają wiedzę w zakresie inżynierii aktualnie istniejących prze-

mysłowych systemów informatycznych; jednocześnie uniwersalny walor tych rezultatów oceniam jako relatywnie skromniejszy. Powrócę do tej kwestii w dalszym ciągu recenzji po skrótowym omówieniu zawartości monografii.

Rozdział 1 systematyzuje podstawowe pojęcia dotyczące PSK, prezentuje standardowy model warstwowy i inne modele PSK, wyjaśnia funkcje elementów systemu i potrzebę zachowania różnych wariantów trybu czasu rzeczywistego. Omawiając parametry czasowe, takie jak cykl sterownika czy czas odpowiedzi systemu na zdarzenie, z rozróżnieniem systemów scentralizowanych i rozproszonych, Autor posługuje się oryginalnymi scenariuszami ilustrującymi znaczenie tych parametrów i związki między nimi.

W rozdziale 2 znajduje się obszerny przegląd zagadnień komunikacji w PSK, w tym opisy znanych architektur warstwowych sieci komputerowych, protokołów i mechanizmów komunikacyjnych, zwłaszcza charakterystycznych dla lokalnych sieci komputerowych, a także spotykanych mechanizmów wymiany danych: master-slave, producent-dystrybutor-konsument, przekazywanie żetonu. Zwracana jest uwaga na ewolucję rozwiązań od tzw. sieci polowych do przemysłowych wersji popularnego standardu Ethernet. Motywem przewodnim są możliwości zapewniania determinizmu czasowego niezbędnego do realizacji trybu czasu rzeczywistego i kontroli nad długością cykli pracy sterowników i sieci komunikacyjnych; czytelnik znajduje tutaj kolejne pomysłowe scenariusze motywacyjne. Autor powołuje się m.in. na wyniki zaczerpnięte ze swych wcześniejszych publikacji współautorskich [24] i [31] odpowiednio z lat 2011 i 2013 (udziały 60% i 30%)[1], dotyczących przekazywania żetonu w sieci polowej Genius i usprawnień prowadzących do skrócenia czasu odpowiedzi systemu; przedstawia również samodzielnie wykonane pomiary i obserwacje dla sieci EtherCAT. Dokonania własne stanowią jednak tylko ilustrację głównego toku rozważań, dominują opisy i dyskusje istniejących rozwiązań sieciowych.

Rozdział 3 zawiera przegląd popularnych technologii sieciowych spotykanych w zastosowaniach przemysłowych wymagających komunikacji bezprzewodowej. Zwięzłemu opisowi standardów IEEE 802.11, 802.15.4 czy Bluetooth oraz protokołów ZigBee, 6LoWPAN, ISA 100.11a i in. towarzyszy dyskusja możliwości ich wykorzystania w sieciach przemysłowych ilustrowana oryginalnymi przykładami i scenariuszami działania. Wzmiankowane są w tym kontekście publikacje [89] i [122] z 2021 r. (udziały 10%), dotyczące wymiany danych między urządzeniami mobilnymi oraz aplikacji standardu IEEE 802.15.4; wydają się mieć niewielki wpływ na treść rozdziału. Jako ilustracja posłużyły także wyniki autorskich eksperymentów (np. w tabeli 3.3), szerzej opisanych w rozdziale 9. Z wyłączeniem tych krótkich fragmentów tekstu rozdział 3 ma podobnie do poprzednich dwóch charakter przeglądowo-szkoleniowy.

Niewielki objętościowo rozdział 4 przedstawia interesujące rozwiązania inżynierskie oparte w dużej mierze na doświadczeniach własnych Autora, jak też opisane w literaturze, dotyczące integracji systemów przemysłowych z punktu widzenia wymiany danych. Przedyskutowano integrację na poziomie różnych warstw architektury PSK, rozróżniając integrację systemów scentralizowanych, rozproszonych i mieszanych oraz wpływ integracji na zachowanie odpowiedniego reżimu czasowego. Specjalista bezpośrednio zainteresowany implementacją sieci przemysłowych znajdzie tu pożyteczne wskazówki i oceny możliwości wymagań dla łączenia konkretnych tech-

[1] Numery prac wg spisu literatury w monografii, udziały współautorskie wg załączonych do wniosku habilitacyjnego oświadczeń współautorów

nologii i protokołów. Autor wykorzystał m.in. współautorską publikację [167] z 2011 r. (udział 30%) omawiającą w dość ogólny sposób integrację w warstwie sterowania oraz współautorską publikację [168] z 2006 r. (udział 60%) analizującą zależności czasowe w sieciach z przekazywaniem żetonu w pierścieniu logicznym – Token Bus.

Rozdział 5 poświęcony jest nowym technologiom w przemysłowych systemach komunikacyjnych, głównie wirtualizacji, sieciom programowalnym (SDN) i sieciom uwarunkowanym czasowo (TSN). Okazuje się, że w tym aspekcie podział usług pomiędzy maszyny wirtualne nie pogarsza parametrów czasowych; Autor nie przytacza szczegółów, powołując się jedynie na współautorską publikację [195] z 2015 r. (udział 30%) i omawiając ogólnie zalety wirtualizacji z punktu widzenia bezpieczeństwa i zarządzania w systemie. Technologię SDN omówiono w aspekcie utrzymania trybu czasu rzeczywistego na podstawie pomierzonych opóźnień i zmienności opóźnień (*jitter*) w sieci EtherCAT oraz na przykładzie możliwości zastosowania przełącznika SDN zamiast przełącznika programowalnego do zbierania danych z sieci procesowych pomiędzy obiektami przemysłowymi a sterownikami PLC. Autor wykorzystał tu materiał z dwóch współautorskich publikacji [205] i [206] z 2022 r. (udziały 60% i 40%). Omawiane są następnie standardy TSN, zaś rozdział kończy się dyskusją zalet i wad realizacji komunikacji w czasie rzeczywistym przy pomocy urządzeń wbudowanych typu Raspberry Pi; wykorzystany jest materiał z dwóch współautorskich publikacji Habilitanta [237] i [238] odpowiednio z lat 2018 i 2019 (udziały 40% i 50%). Całość rozdziału zawiera wiele cennych wskazówek implementacyjnych, choć ma charakter "eklektyczny" – prezentowane idee rozwiązań są silnie specyficzne względem rozpatrywanych technologii i celów eksperymentów.

Rozdział 6, poświęcony aspektom bezpieczeństwa, ma charakter przeglądowo-szkoleniowy. Zawiera omówienie podstawowych pojęć i miar niezawodności, bezpieczeństwa funkcjonalnego i cyberbezpieczeństwa wraz ze stosownymi normami i mechanizmami obronnymi. Zasługą Autora jest uporządkowane przedstawienie tego standardowego materiału w powiązaniu z możliwościami technicznymi urządzeń sieci przemysłowych; dotyczy to zwłaszcza sposobów tworzenia systemów bezpieczeństwa zintegrowanego z wykorzystaniem sterowników PLC, zarówno w wersji scentralizowanej jak i rozproszonej poprzez sieć EtherCAT z profilem Fail-safe over EtherCAT. Bezpieczeństwo protokołów omówiono dokładniej na przykładzie protokołu Profinet.

Znaczną część rozdziału 7 zajmuje opis rozwiązań autorskich. Omawiane są sposoby zwiększania niezawodności PSK przez wprowadzenie redundancji mediów transmisyjnych lub sterowników PLC, którą to tematyką Autor zajmował się jeszcze przed ukończeniem pracy doktorskiej [309] obronionej w 2009 r. Po opisie wykorzystania rezerwowej magistrali danych do transmisji danych niekrytycznych czasowo na podstawie współautorskiej pracy [304] z 2017 r. (udział 20%) oraz opisie realizacji redundancji sterowników na podstawie samodzielnej pracy [305] z 2007 r. Autor przechodzi do dokładniejszego przedstawienia rozwiązań, jakie zaproponował w samodzielnych pracach [306] i [307] odpowiednio z lat 2019 i 2020. Interesująca i starannie zweryfikowana jest koncepcja programowej redundancji sterowników przy pomocy łącza synchronizacyjnego EtherCAT i tzw. bitów życia. Umożliwia to pracę w trybie gorącej rezerwy bez wsparcia sprzętowego bądź firmware'owego. Przedstawiono też wykorzystanie do tego celu inteligentnej stacji wejścia/wyjścia. Ostatnią część rozdziału wypełniają analizy narzutów czasowych związanych z wprowadzeniem redundancji wraz ze stosownymi pomiarami czasu odpowiedzi systemu, których szczegóły zamieszczono w rozdziale 9; Autor oparł się tu na współautorskich pracach [308], [310] i [311] odpowiednio z lat 2008, 2010 i 2018 (udziały 60%, 60% i 70%).

Rozdział 8 poświęcony jest diagnostyce sieci przemysłowych i ma znów charakter przeglądowo-szkoleniowy. Jego pierwszą część zajmuje wyjaśnienie pojęć oraz przykłady defektu, błędu i awarii (być może lepiej byłoby włączyć ten materiał do rozdziału 6). Dalej Autor omawia diagnostykę sieci polowych i sieci Ethernet. Chociaż przeważnie mowa jest o standardowych procedurach z użyciem gotowych, dostępnych w ofercie rynkowej narzędzi pomiarowych, to materiał ten jest interesujący, gdyż w zakresie sieci polowych nie jest powszechnie znany i zawiera szereg cennych wskazówek inżynierskich Autora, zaś w zakresie sieci Ethernet jest wzbogacony opisem pomysłowych konfiguracji portów w przełącznikach sieciowych oraz własnymi doświadczeniami Autora z rozwiązaniami producenckimi typu ET2000 i programami typu Wireshark z dodatkiem autorskich usprawnień programowych.

Rozdział 9 ma na celu, jak stwierdza się we wstępie, zaprezentowanie metod badawczych dla systemów czasu rzeczywistego. Chodzi głównie o pomiary czasów odpowiedzi systemu, opóźnień i zmienności opóźnień w sieciach przemysłowych oraz badanie różnych narzutów czasowych wynikających z zastosowania redundancji lub elementów sieciowych takich jak przełączniki SDN i VLAN. Wynikiem pomiarów są liczne histogramy opóźnień wraz z dyskusją, szczególnie w zakresie ich szerokości (służącej tu jako nieformalna miara wskaźnika *jitter*), zaś poprzedza je każdorazowo staranny opis stanowiska badawczego. Pomiary dokonywane były m.in. dla sieci polowych Genius, Profinet, Ethernet/IP, Ethernet POWERLINK i EtherCAT. Obszernie opisuje się badania sieci przemysłowych z wykorzystaniem komunikacji bezprzewodowej w pasmach 2,4 i 5 GHz. Całość tego rozdziału dokumentuje i rozszerza wyniki wzmiankowane w poprzednich rozdziałach, z tego względu stanowi swego rodzaju dodatek do zasadniczej części monografii. Nie dostarcza on jednolitej metodologii pomiarów, o co zapewne byłoby trudno przy tak zróżnicowanych technologiach i protokołach komunikacyjnych, niemniej w przypadku wielu pomiarów wzbogaca ocenę przydatności danego elementu czy konfiguracji sieciowej w stosunku do informacji producenta.

Ocena poziomu naukowego. Poziom naukowy monografii oraz jej wkład do dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja można oceniać przynajmniej z dwóch punktów widzenia: uniwersalnego waloru zaprezentowanych wyników autorskich/współautorskich bądź budowania przydatnej nowej wiedzy. Ten pierwszy punkt widzenia prowadzi do spostrzeżenia, że wyniki mają charakter partykularny, silnie przywiązany do rozważanej (dostępnej na rynku) technologii sieciowej, rozważanego (standardowego) protokołu komunikacyjnego, a także zestawionego stanowiska pomiarowego i celu eksperymentu (który co do zasady może w wielu przypadkach powtarzać proces testowania u wytwórcy sprzętu). Brakuje próby sformułowania jednolitej metodologii pomiarów czasu w sieciach przemysłowych, typologii występujących ograniczeń, ogólniejszej analizy kryteriów oceny systemu (np. czasu odpowiedzi lub cyklu sieci) w zależności od innych istotnych parametrów (np. cech strumieni danych procesowych, wydajności sterowników, stopnia redundancji), granicznych wartości opóźnień lub wskaźnika *jitter* w zależności od topologii i rozmiaru sieci, statystycznego uwiarygodnienia otrzymanych histogramów itp. Z małymi wyjątkami (np. w rozdziale 7.6) brak jest jakiejkolwiek formalizacji, co prowadzi do licznych luźnych sformułowań. Przykłady zaczerpnięte z rozdziału 9: "Przeskok pomiędzy 0,4 ms a 0,8 ms może wskazywać, że..." (s. 272), "Jednak wydaje się, że jest to związane..." (s. 273), "Możliwe, że zmiana sposobu wywołania programu użytkownika w PLC z ciągłego na wywalany ze stałym cyklem spowodowałaby..." (s. 278), "Możliwe jest, że przy dodatkowych zadaniach inna wartość BaseTime będzie korzystniejsza" (s. 281), "Należy jednak zauważyć, że nie

można stwierdzić, iż połączenie 5 GHz jest znacznie lepsze" (s. 292), "komunikacja za pomocą sieci EtherCAT była co prawda możliwa, ale – jak już powiedziano – mało deterministyczna" (s. 297), "wartości wskazują na silną rozbieżność, jednak może to wynikać nie ze słabości samego rozwiązania, lecz z ograniczeń zwykłego biurowego switcha" (s. 303) i in. Są to mankamenty, lecz, jak wspomniano wyżej, zapewne wynikające ze specyfiki badania systemów informatyki przemysłowej, tj. konieczności eksperymentowania wyłącznie z wyspecjalizowanymi, trudno modyfikowalnymi rozwiązaniami sprzętowymi i programowymi, gdzie tworzenie naukowej "wartości dodanej" przebiega w inny sposób. Słuszniejsze wydaje się więc przyjęcie punktu widzenia przydatnej nowej wiedzy. Tej wyraźnie przybywa dzięki doskonałemu rozeznaniu Autora w rzeczywistych środowiskach przemysłowych, dostępnych produktach, aktualnych standardach i narzędziach pomiarowych, a także umiejętności pomysłowej konfiguracji i integracji różnych rozwiązań oraz planowania i przeprowadzania eksperymentów. Najistotniejsze dokonania Habilitanta to moim zdaniem:

- systematyczne ujęcie istniejących mechanizmów i dobrych praktyk w zakresie integracji komunikacji w zależności od warstwy modelu PSK, zapewniania pracy w trybie czasu rzeczywistego i podwyższania niezawodności,
- kompleksowe pomiary parametrów czasowych w dostępnych sieciach polowych i sieciach opartych na protokołach Ethernetu z wykorzystaniem pomysłowo zestawionych stanowisk badawczych (istotne jest, że eksperymenty opisane są w sposób pozwalający na ich powtórzenie przez innych badaczy),
- konstruktywne propozycje nowych konfiguracji elementów sieci i sterowników PLC dla zapewnienia bezpieczeństwa zintegrowanego i podwyższonej niezawodności,
- analiza parametrów czasowych w systemach przemysłowych wykorzystujących komunikację bezprzewodową i przełączniki SDN,
- (rozproszony w tekście monografii) zestaw licznych rekomendacji praktycznych w zakresie stosowalności dostępnych urządzeń i protokołów, zestawiania i konfigurowania sieci przemysłowych oraz występujących tam problemów do rozważenia.

Opinia recenzenta. Biorąc pod uwagę, że Autor opublikował swe dokonania w specjalistycznych wydawnictwach o zasięgu międzynarodowym, w tym w czasopismach wysokopunktowanych, oraz że podjął trud uporządkowanego przedstawienia tematyki PSK w formie monografii dobrze osadzonej w szerszym kontekście systemów przemysłowych i sieci teleinformatycznych uważam, że wskazane osiągnięcie naukowe można uznać za znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja.

Działalność naukowa i badawcza

Od 2006 r. Habilitant wykazuje znaczącą aktywność badawczą i publikacyjną, wyraźnie zwiększoną od uzyskania stopnia naukowego doktora w 2009 r. W czasopismach z listy JCR opublikował ogółem pięć artykułów, uzyskując łącznie 640 punktów wg obowiązującej punktacji ministerialnej oraz sumaryczny współczynnik wpływu IF = 22,5. Są to bardzo przyzwoite wskaźniki bibliometryczne w odniesieniu do dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja, choć należy też zauważyć, że 1) tylko jeden z tych artykułów jest samodzielnego autorstwa, 2) najwyżej punktowania publikacja (200 punktów) zawiera jedynie 30% udział Habilitanta, wg

oświadczeń współautorów obejmujący głównie fazę wykonawczą, 3) dwa artykuły opublikowano w co prawda wysokopunktowanych, lecz reprezentujących dość zróżnicowany poziom naukowy czasopismach wydawnictwa MDPI (opinię tę wspierają moje własne kilkuletnie doświadczenia jako recenzenta dla tych czasopism). Niemniej dorobek Habilitanta jest pokaźny i umiejscowiony we wskazanej dyscyplinie naukowej, warto też podkreślić, że w dużej części związany jest ze zrealizowanymi projektami i wdrożeniami, w szczególności dotyczy to samodzielnej publikacji wartej 140 punktów. Dorobek ten uzupełnia ponad 20 publikacji w czasopismach o mniejszej randze, monografiach wieloautorskich i materiałach konferencji międzynarodowych. Habilitant dał się poznać w międzynarodowym środowisku naukowym, o czym świadczą cytowania jego prac (przykładowo w bazie Web of Science w dniu 20 marca 2024 r. znaleziono 23 prace, 66 cytowań oraz indeks H = 4; recenzent naliczył ok. 25 cytowań spoza kręgu współautorów), wykonanie 46 recenzji publikacji naukowych wg danych z autoreferatu (w tym dla wysokopunktowanych czasopism *IEEE Transactions on Industrial Informatics* i *IEEE Access*), członkostwo w IEEE jako Senior Member oraz fakt, że jest zapraszany do komitetów programowych kilku konferencji tematycznych, w tym cyklicznej konferencji *Workshop on Factory Communication Systems*. W trakcie swojej dotychczasowej kariery naukowej Habilitant współpracował z kilkoma krajowymi ośrodkami akademickimi i przemysłowymi, realizując projekty inżynierskie związane z tematyką wyżej omawianej monografii, a także z uniwersytetem w Bergen (Norwegia) realizując projekt pod nazwą CoBotAGV, czego owocem jest kilka współautorskich publikacji naukowych, w tym artykuł w czasopiśmie MDPI (100 punktów). Powyższe działania udokumentowano stosownymi potwierdzeniami załączonymi do wniosku habilitacyjnego.

Opinia recenzenta. Osiągnięcia naukowe i projektowe Habilitanta w dyscyplinie naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja można uznać za znaczące, w szczególności dotyczy to monografii wskazanej we wniosku habilitacyjnym jako osiągnięcie naukowe. Spełnione zostało także wymienione w art. 219 ustawy o szkolnictwie wyższym z 2018 r. wymaganie mówiące o istotnej aktywności realizowanej w więcej niż jednej instytucji naukowej.

Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Jako pracownik naukowo-dydaktyczny Politechniki Śląskiej w Gliwicach dr inż. Jacek Stój prowadził zajęcia dla studentów z kilku przedmiotów związanych z informatyką przemysłową: Programowanie sterowników przemysłowych, Przemysłowe systemy komputerowe, Przemysłowe systemy czasu rzeczywistego, Sieci przemysłowe, Wizualizacja procesów przemysłowych oraz od kilku lat Projektowanie przemysłowych systemów komputerowych. W autoreferacie jako swe istotne osiągnięcia dydaktyczne wymienia opracowanie licznych sprzętowych stanowisk dydaktycznych i instrukcji laboratoryjnych.

Na działalność organizacyjną Habilitanta składa się wieloletnie członkostwo w komitecie organizacyjnych krajowej konferencji *Computer Networks* organizowanej przez macierzystą uczelnię oraz redakcja naukowa materiałów konferencyjnych w Zeszytach Naukowych *Studia Informatica* wydawanych w tejże uczelni.

Opinia recenzenta. Dorobek dydaktyczny i organizacyjny Habilitanta jest skromny, mieści się w zakresie typowych obowiązków nauczyciela akademickiego w uczelni publicznej.

Wniosek końcowy.

Stwierdzam, że Habilitant spełnia obowiązujące wymagania art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz rozporządzenia MNiSW z dnia 1 września 2011 r. w zakresie kryteriów nadawania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja: wskazane we wniosku osiągnięcie naukowe uważam za znaczący wkład do dyscypliny naukowej, dorobek naukowy i projektowy za istotny, zaś dydaktyczny i organizacyjny za niebudzący poważnych zastrzeżeń. Wobec tego popieram wniosek o nadanie dr. inż. Jackowi Stójowi stopnia naukowego doktora habilitowanego.