

Prof. dr hab. inż. Jacek Stefański
Politechnika Gdańska
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Katedra Systemów i Sieci Radiokomunikacyjnych
ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
e-mail: jacstefal@pg.edu.pl

Gdańsk, dnia 03.03.2025r.

R E C E N Z J A
osiągnięć naukowych i aktywności naukowej
dr. inż. Macieja Nikodema,
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Podstawą wykonania niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Wrocławskiej, prof. dr. hab. Wojciecha Bożejko z dnia 08.01.2025 r. (RDN ITT/17/2025), który działając w zgodzie z uchwałą nr 118/04/RDND03/2024-2028 z dnia 18.12.2024 r. powierzył mi rolę recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Maciejowi Nikodemowi (Habilitantowi, Kandydatowi) w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Zgodnie z art. 221 ust. 8 *Ustawy* z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571) recenzja zawiera ocenę osiągnięć naukowych Habilitanta oraz dodatkowo ocenę Jego istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

1. Ocena osiągnięć naukowych

Oceniane osiągnięcia naukowe, na które zgodnie z *Ustawą* wskazał Habilitant, są opisane w cyklu dwunastu artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych ([A1], [A3 – [A5], [A7]) i w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych ([A2], [A6], [A8] – [A12]), pod wspólnym tytułem *Dedykowane protokoły i lokalizacja wewnątrzbudynkowa w systemach Internetu Rzeczy*.

Habilitant podjął ważną i aktualną tematykę badawczą, związaną z warstwą protokółową w sieciach IoT (*Internet of Things*) oraz metodami radiolokalizacyjnymi w środowisku wewnątrzbudynkowym. W świetle powyższego, publikacje [A4] – [A8], [A11] i [A12] dotyczą rozwiązań protokółowych, natomiast [A1] – [A3], [A9] i [A10] poruszają zagadnienia związane z radiowymi sieciami lokalizacyjnymi. W świetle *Ustawy* Kandydat powinien przedstawić do recenzji cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Potwierdzenie istnienia takiego cyklu jest możliwe, gdy poszczególne publikacje zebrane w jedną całość wskazują na oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wnosząc znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej. Ponadto, udowodnienie wspomnianego w *Ustawie* powiązania tematycznego spoczywa na osobie ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. **Według recenzenta ten warunek nie jest spełniony**, a przedstawione do recenzji dwie grupy publikacji, odnoszące się do dwóch różnych zagadnień, stanowią luźne dokonania Kandydata, w tym aplikacyjne, które bazują na pomysłach zaczerpniętych z literatury przedmiotu, czasami nieznacznie zmodyfikowanych.

Tematyka radiolokalizowania w sieciach IoT została ograniczona przez Habilitanta do dwóch metod: RSS (*Received Signal Strength*), która ogólnie rzecz ujmując polega na pomiarze poziomów mocy sygnałów radiowych, pochodzących z kilku stacji referencyjnych i odbieranych przez wyposażenie radiowe lokalizowanego obiektu oraz TDoA (*Time*

WPLYNEŁO

07-03-2025

RAND03/88/2025

Difference of Arrival), która polega na pomiarze różnicy czasów opóźnień sygnałów radiowych emitowanych przez kilka stacji bazowych i odbieranych przez wyposażenie radiowe, umieszczone jak w poprzedniej metodzie w obiekcie.

W artykule [A1] opisano trzy algorytmy (pierścieniowy, sekcyjny i „masowy”) do szacowania położenia wyposażenia radiowego BLE (*Bluetooth Low Energy*) w środowisku wewnątrzbudynkowym (oborze). Każdy z tych algorytmów różni się podejściem do estymacji położenia oraz poziomem dokładności i złożonością implementacyjną. W algorytmie pierścieniowym szacowanie położenia obiektu polega na określeniu zakresów odległości (pierścieni) wokół znanych lokalizacji urządzeń referencyjnych (kotwic) na podstawie wartości parametru RSSI (*Received Signal Strength Indicator*). Miejsce przecięcia pierścieni dla różnych kotwic pozwala oszacować położenie obiektu. W algorytmie sekcyjnym cały obszar działania sieci radiolokalizacyjnej jest dzielony na sekcje (podobszary). W procesie estymacji położenia każdej sekcji przypisywana jest wartość prawdopodobieństwa na podstawie parametru RSSI. Sekcja o największym prawdopodobieństwie jest wskazywana jako miejsce położenia lokalizowanego urządzenia. Algorytm „masowy” związany jest z określaniem środka masy w analogii do podejścia w mechanice, traktując przy tym wartości parametru TSS (*Total Signal Strength*) jako „masy” rozmieszczone w punktach, gdzie znajdują się kotwice, a następnie wyznacza się środek tak zdefiniowanej masy jako przybliżone położenie obiektu. Przedstawione w [A1] podejścia do problemu pozycjonowania w sieciach IoT, jak podkreślają sami autorzy publikacji, nie są nowe, a główne problemy skupiają się na efektywnej implementacji w ograniczonych zasobach sprzętowych.

Publikacja [A2] stanowi pierwowzór prac, które zostały opisane w [A1]. Dotyczy ona rozwiązania technicznego systemu lokalizacji zwierząt hodowlanych z zastosowaniem parametru RSSI w sieci IoT, bazującej na technice BLE. Klasyczne metody lokalizacji na podstawie wartości parametru RSSI wykorzystują model tłumienia propagacyjnego na zadanym obszarze działania sieci radiowej do szacowania długości łącza radiowego pomiędzy stacją referencyjną a lokalizowanym obiektem. W środowiskach zamkniętych, takich jak obory, modele te są szczególnie niedokładne ze względu na odbicia fal radiowych, tłumienie przez przeszkody (np. ściany, metalowe konstrukcje) oraz zmienność warunków propagacyjnych. Aby uniknąć błędów w modelu propagacyjnym, autorzy zaproponowali podejście geometryczne, w którym zamiast określania pojedynczej odległości na podstawie RSSI, stosuje się zakresy odległości (pierścienie) dla różnych wartości RSSI. Zaproponowane rozwiązanie zostało przetestowane w rzeczywistych warunkach w oborze o wymiarach 20m x 80m, wykorzystując 10 kotwic. Średni błąd lokalizacji obiektu w tych warunkach wyniósł 6,3m, natomiast wartość maksymalna tego błędu przekroczyła wymiar krótszego boku obory. Pomimo niewielkiej dokładności estymacji położenia obiektu, zakładane warunki projektowe zostały w dużym procencie przypadków spełnione, jednak nie stanowi to znaczącego przełomu w metodzie RSS, która z założenia obarczona jest znacznym błędem bez względu na sposób jej realizacji.

Metoda RSS jest również treścią artykułu [A3], w którym Kandydat zaproponował wykorzystanie wszystkich 40 kanałów częstotliwościowych w systemie BLE do estymacji położenia węzłów mobilnych. Eksperymenty efektywności pracy zaproponowanego rozwiązania zostały przeprowadzone w przestrzeni biurowej o powierzchni 100m², w której w rogach rozmieszczono cztery skanery pasywne, pracujące w trybie ciągłego skanowania. Pomiary wykazały, że zaproponowane rozwiązanie poprawia dokładność lokalizacji węzłów mobilnych o kilkadziesiąt procent w stosunku do standardowej metody wykorzystującej 3 kanały częstotliwościowe. Warto jednak wspomnieć, że proces estymacji położenia węzła mobilnego był realizowany na bazie co najmniej 44 uśrednionych pomiarów parametru RSSI w każdym kanale radiowym w ciągu 60 sekund. Przy tak dużej liczbie uśrednień pomiarów oraz wykorzystanie 40 kanałów częstotliwościowych (poprawa wartości stosunku mocy

sygnałów użytecznych do mocy szumów), zwiększenie dokładności estymacji położenia węzłów jest wnioskiem oczywistym. Ponadto, zaproponowane rozwiązanie zwiększa złożoność obliczeniową, wydłuża czas pomiarów, wymaga urządzeń zgodnych ze standardem BLE 5.x oraz zajmuje ok. 80MHz pasma. Wady te w konfrontacji z potencjalnymi zaletami w postaci zwiększonej dokładności estymacji położenia węzłów (w 90% przypadków błąd estymacji położenia węzła mobilnego był mniejszy od ok. 3m) oraz mniejszej liczby punktów kalibracyjnych, mogą przeważać podczas wyboru metody w praktycznych implementacjach.

Z kolei artykuł [A10] opisuje zmodyfikowaną metodę TDoA, która nie wymaga synchronizacji zegarów w węzłach referencyjnych w sieci lokalizacyjnej. Położenie węzła mobilnego jest określone na podstawie pomiarów różnic czasowych w odbiorze pakietów radiowych od różnych stacji referencyjnych. Każda stacja referencyjna wysyła sygnały w określonym, zaplanowanym wcześniej czasie, a urządzenie mobilne rejestruje czas odbioru tych sygnałów. Znając położenia stacji referencyjnych oraz opóźnienia w transmisji pakietów można określić położenie węzła mobilnego, rozwiązując odpowiedni układ równań. Metoda ta jest realizowana w łączu w dół, czyli w kierunku od węzłów referencyjnych do mobilnych, zatem nie ma ograniczeń co do liczby węzłów ruchomych w sieci. **Habilitant w autoreferacie przypisuje sobie autorstwo tej metody. Niestety, jest to nieuzasadnione, ponieważ porównując opis tej metody w [A10] i treść patentu z 2010 roku¹, współautorstwa recenzenta, wyraźnie widać, że jest on tożsamy w części wyjaśniającej zasadę działania wynalazku (zastrzeżenie patentowe).** Dziwi również fakt, że Habilitant podczas analizy literatury przedmiotu (tego m.in. wymaga się od Kandydata na stopień doktora habilitowanego) nie natrafił na artykuły szczegółowo opisujące tę metodę. W latach 2010 – 2017, czyli od momentu zgłoszenia w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej rzeczzonego patentu do momentu opublikowania [A10] pojawiło się przynajmniej 15 takich artykułów w wydawnictwach krajowych oraz materiałach konferencyjnych o zasięgu międzynarodowym. Większość tych publikacji znajduje się w uznawanych naukowych bazach bibliometrycznych: Web of Science Core Collection i Google Scholar. Warto również w tym miejscu wspomnieć, że Habilitant pod koniec 2012 roku zakwalifikował się i wziął udział w programie stażowo-szkoleniowym Top 500 Innovators–Science, Management, Commercialization finansowanym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Szkolenie to odbyło się w Stanford University w USA, które dotyczyło m.in. ochrony własności intelektualnej.

Ostatnia publikacja [A9], zaliczona przez Habilitanta do bloku tematycznego związanego z radiolokalizacją w sieciach IoT, dotyczy symulatora SMILe (*Simulator for Methods of Indoor Localization*) wspomagającego analizę działania wybranych metod lokalizacyjnych w środowisku wewnątrzbudunkowym. SMILe to narzędzie typu *open-source*, dostępne na platformie GitHub², które wspiera metody oparte na pomiarach zależności czasowych w sieciach IoT: TDoA i ToF (*Time of Flight*). Do podstawowych funkcji symulatora można zaliczyć:

- Możliwość tworzenia dedykowanej sieci lokalizacyjnej poprzez dowolne rozmieszczanie węzłów sieci (stacjonarnych i mobilnych) na zdefiniowanym wcześniej obszarze, definiowanie własnych modeli propagacyjnych, modelowanie niedokładności zegarów w węzłach oraz innych parametrów wpływających na wyniki estymacji położenia węzłów mobilnych.

¹ R. Katulski, J. Stefański, W. Siwicki, J. Sadowski, S. Ambroziak, *Asynchroniczny system i sposób wyznaczania własnej pozycji osób i/lub obiektów*, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, nr PL 227154, data zgłoszenia: 08.12.2010, data ogłoszenia: 18.06.2012, data udzielenia: 30.11.2017.

² <https://github.com/goofacz/smile>

- Modelowanie warstwy protokółarnej pomiędzy węzłami w sieci z możliwością obsługi różnych schematów transmisji oraz modelowanie ruchu węzłów mobilnych w obszarze działania sieci.
- Analiza i wizualizacja otrzymywanych wyników symulacyjnych.

Z opisu symulatora SMILe wynika, że jest to rozwojowe narzędzie do symulacji pracy szerokiej gamy struktur sieci radiolokalizacyjnych, jednak niewykorzystane w tworzeniu dorobku naukowego Habilitanta w tym zakresie.

Podsumowując tę część recenzji, według recenzenta zgromadzony dorobek naukowy przez Habilitanta nie można zaliczyć do istotnych w obszarze metod radiolokalizacyjnych. Kandydat skupił się jedynie na metodzie RSS i bez wyraźnego nakreślenia problemu naukowego zaproponował wybrane implementacje rozwiązań, które są znane w literaturze przedmiotu, czasami z drobnymi modyfikacjami, które bezpośrednio wynikały z uwarunkowań aplikacyjnych.

Kolejna grupa publikacji, włączona przez Habilitanta zgodnie z *Ustawą* do cyklu artykułów naukowych, dotyczy zagadnień protokółarnych w sieciach IoT. Cykl ten zawiera 7 artykułów opublikowanych w czasopiśmie *Sensors* oraz w materiałach konferencyjnych o zasięgu międzynarodowym.

Autor w [A4] zaproponował organizację wymiany danych w aplikacjach sieci IoT, w której wiele urządzeń BLE jednocześnie prowadzi wymianę informacji z centralnym serwerem. Rozwiązanie to opiera się na tzw. aktywnym skanowaniu ze zmniejszoną liczbą transmitowanych pakietów. Technika BLE jest szeroko stosowana do budowy systemów monitorowania, w których urządzenia wysyłają okresowe pomiary do bramy internetowej. Zazwyczaj stosuje się tryb pracy bezpołączeniowy (*advertisement mode*), który w środowiskach z dużą liczbą urządzeń BLE prowadzi do utraty danych i zwiększonego zużycia energii poprzez liczne retransmisje. Habilitant wprowadził tryb pracy z aktywnym skanowaniem (*active scanning*) wraz z mechanizmem okresowego wstrzymywania transmisji rozsiewczych (*advertisement*) przez urządzenia BLE po otrzymaniu potwierdzenia odbioru danych przez skaner. Zaproponowane przez Habilitanta rozwiązanie protokółarne, według recenzenta, bazuje na powszechnie stosowanym algorytmie *stop-and-wait*, czyli po nadaniu jednego pakietu danych, nadajnik oczekuje na potwierdzenie przed wysłaniem kolejnego. Warto zwrócić uwagę, że zaproponowane rozwiązanie zakłada wykorzystanie aktywnego skanowania, które nie jest zawsze dostępne lub pożądane w każdej aplikacji IoT. W trybie aktywnego skanowania wiadomości SCAN_RESP nie są potwierdzane przez skaner, co oznacza, że mogą zostać utracone na skutek interferencji lub kolizji, w konsekwencji utraty tego pakietu dane w nim zawarte nigdy nie dotrą do skanera. Ponadto, skanery w trybie aktywnego skanowania muszą wysyłać SCAN_REQ do każdego urządzenia BLE, co oznacza, że zużywają więcej energii niż w trybie pasywnym.

Z kolei w [A5] Habilitant przeprowadził eksperymentalną ocenę efektywności pracy dużej liczby urządzeń BLE w warunkach rzeczywistych, pracujących w sieci IoT na niewielkim obszarze działania. Przeprowadzono pomiary w laboratorium o powierzchni 21m² z udziałem 210 urządzeń BLE. Autor skupił się na trybie bezpołączeniowym (*connectionless*), który polega na cyklicznym nadawaniu informacji rozsiewczych przez urządzenia końcowe i ich odbieraniu przez skaner. Analizowano wpływ różnych parametrów systemowych na efektywność transmisji, m.in. zmienny interwał nadawania informacji rozsiewczych, zmienną liczbę powtórzeń tej samej wiadomości oraz zmienną liczbę aktywnych nadajników. Zgromadzone wyniki z pewnością stanowią cenny materiał eksperymentalny do opracowania dedykowanych rozwiązań protokółarnych, zgodnie z głównym tytułem cyklu artykułów przedstawionym do recenzji, jednak Habilitant nie kontynuował tych prac.

W referacie [A6] Kandydat opisał system monitorowania zdrowia krów mlecznych oparty, podobnie jak poprzednie rozwiązania, na technice BLE. Zaproponowana architektura tego systemu składa się z urządzeń noszonych przez krowy, które zbierają dane z czujników kontrolujących stan zdrowia zwierząt, bramy pośredniczącej, serwera chmurowego oraz aplikacji mobilnej do zdalnego monitorowania stanu zdrowia krów. Zastosowane rozwiązanie protokółowe ogranicza się do standardu BLE 5.0, który działa w trybie bezpołączeniowym (*advertisement-based communication*). Dane rozsiewcze są nadawane co 250ms. Każdy pakiet danych zawiera numer sekwencyjny i jest nadawany około 40 razy dla zwiększenia prawdopodobieństwa prawidłowego odbioru. Treść artykułu wskazuje, że Habilitant jest sprawnym informatykiem, znającym wiele różnych technik informatycznych, co umożliwiło zaprojektowanie i wykonanie użytecznego systemu monitorowania zwierząt hodowlanych. Jednak recenzent nie znajduje w tych dokonaniach Habilitanta oryginalnego rozwiązania problemu naukowego.

W kolejnych artykułach [A7] i [A8] Habilitant wraz z zespołem opisał system śledzenia pojazdów (NeuroFlow) za pomocą kilku kamer, wykorzystując tzw. przetwarzanie brzegowe (*edge computing*) oraz bezprzewodową transmisję danych w paśmie ISM (*Industrial, Scientific and Medical*), na częstotliwości 868MHz. System NeuroFlow został zaprojektowany do monitorowania ruchu pojazdów na parkingach i skrzyżowaniach. Składa się z kamer, które wykrywają i następnie śledzą pojazdy w czasie rzeczywistym oraz serwera centralnego do przechowywania i analizowania zgromadzonych danych. Kamery wykorzystują wbudowane algorytmy głębokiego uczenia w celu eliminacji konieczności przesyłania „surowych” danych o obrazach do serwera. Identyfikacja pojazdów odbywa się na podstawie znaczników czasowych i ich trajektorii, bez użycia tablic rejestracyjnych. Dzięki temu transmisja danych odbywa się z niską przepływnością ($50\text{kb/s} \div 200\text{kb/s}$), co wystarcza do przekazywania informacji o pojazdach. Dodatkowo, zastosowanie lokalnej transmisji pomiędzy kamerami, umożliwia wymianę informacji o śledzonych pojazdach bez udziału centralnego serwera. Transmisja danych w sieci bazuje na metodzie dostępu do medium z wykrywaniem nośnej w kanale CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*) z podziałem czasowym TDMA (*Time Division Multiple Access*), co zmniejsza liczbę kolizji pakietów i poprawia niezawodność transmisji. Protokoły retransmisji są używane tylko wtedy, gdy pakiety są istotne (ważność informacji o pojeździe została oszacowana na maksymalnie 30 sekund). Transmisja w sieci odbywa się w formie rozgłoszeniowej (*broadcast*), a numerowanie pakietów pozwala na wykrywanie utraconych danych. Z kolei synchronizacja w sieci jest realizowana na bazie odbiorników sygnałów GPS (*Global Positioning System*). Zastosowane rozwiązanie protokółowe w systemie jest zatem standardowe, a wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej należy upatrywać raczej w przetwarzaniu brzegowym zastosowanym w kamerach, na których posadowiona jest sieć neuronowa wcześniej zoptymalizowana pod kątem pracy w systemach wbudowanych i wytrenowana na zewnętrznych jednostkach obliczeniowych GPU (*Graphics Processing Unit*).

Dwa kolejne artykuły [A11] i [A12] dotyczą analizy mechanizmów kontroli mocy sygnałów nadawanych TPC (*Transmission Power Control*) w sieciach czujników bezprzewodowych WSN (*Wireless Sensor Network*), opartych na estymowanym wskaźniku odbioru pakietów PRR (*Packet Reception Rate*) oraz wpływu tzw. klastrowania (grupowania) w sieciach czujników WSN na ich żywotność. Celem wprowadzania mechanizmów TPC w sieciach WSN jest minimalizacja zużycia energii przy jednoczesnym zapewnieniu skutecznej transmisji. Zasadniczo, każdy algorytm TPC można podzielić na cztery etapy: transmisję pakietu – wybór kanału, wysłanie pakietu i oczekiwanie na potwierdzenie odbioru ACK (*ACKnowledge*); aktualizację statystyk transmisyjnych – pomiary jakości kanału (PRR, RSSI); obsługę nieudanych transmisji – retransmisja lub zwiększenie mocy sygnałów

nadawanych oraz obsługę udanych transmisji – ewentualne obniżenie mocy sygnałów nadawanych. Habilitant wraz z zespołem przeprowadził analizę porównawczą trzech podstawowych metod kontroli mocy sygnałów nadawanych w sieciach WSN. Metoda oparta na potwierdzeniach (ACK-based TPC), w której moc sygnałów nadawanych zmniejsza się po określonej liczbie udanych transmisji, a w przypadku nieudanej transmisji licznik błędów rośnie i jeśli transmisja się nie uda po przyjętej maksymalnej liczbie prób, pakiet jest odrzucany. Metoda oparta na wskaźniku RSSI (RSSI-based TPC), której celem jest utrzymanie wskaźnika RSSI w określonym zakresie, aby zapewnić stabilną jakość transmisji przy minimalnym zużyciu energii. Metoda zaproponowana przez Habilitanta, oparta została na wskaźniku PRR (PRR-based TPC), w której określane jest prawdopodobieństwo udanej transmisji pakietu w celu dynamicznego dostosowania mocy sygnałów nadawanych dla zapewnienia stabilnej transmisji przy minimalnej liczbie retransmisji. W ostatniej metodzie energia potrzebna do przesłania pakietu jest szacowana na podstawie kosztu transmisji i aktualnej wartości PRR. W celu sprawdzenia efektywności pracy ww. metod przeprowadzono badania symulacyjne w uniwersalnym środowisku obliczeń matematycznych MATLAB. W wyniku tych badań, metoda PRR-based TPC znacząco redukuje średnie zużycie energii oraz liczbę retransmisji w porównaniu z metodą ACK-based TPC. Najlepsze wyniki osiągnięto dla zmodyfikowanych wersji PRR-2 i PRR-3 (szerzej opisanych w [A11]), w których PRR jest aktualizowane okresowo lub dynamicznie w zależności od zmian właściwości kanału.

Habilitant w [A12] skupił się na teoretycznych aspektach klastrowania i badaniu, czy sam proces klastrowania (bez agregacji danych) może wydłużyć czas pracy sieci w porównaniu do sieci nieklastrowanych. W sieciach klastrowanych, niektóre węzły stają się nadrzędnymi CH (*Cluster Head*), odpowiedzialnymi za przekazywanie pakietów od innych węzłów. Pozostałe węzły RN (*Regular Node*) komunikują się wyłącznie z węzłami CH. Habilitant przeprowadził kompleksowe badania symulacyjne, w których analizował sieci jednowymiarowe (1D) i dwuwymiarowe (2D). Dla celów porównawczych Habilitant zdefiniował tzw. żywotność sieci, którą określił jako czas od jej uruchomienia do momentu, gdy pierwszy węzeł wyczerpie swoją energię. Główne wyniki badań wskazują, że dla sieci 1D stosowanie 2 – 3 mostów połączeniowych (retransmiterów) znacząco wydłuża żywotność sieci, natomiast dla sieci 2D klastrowanie nie przedłuża żywotności sieci, jeśli nie jest połączone z agregacją danych oraz dla małych sieci transmisja bezpośrednia (bez klastrów) jest bardziej efektywna.

Podsumowując ten fragment recenzji warto również zwrócić uwagę, że od powiązanego tematycznie cyklu publikacji należałoby oczekiwać, że jest on **aktualny** i uwzględnia stan wiedzy na dzień rozpoczęcia postępowania. W świetle tych wytycznych, wniosek ogólny przytoczony w autoreferacie Habilitanta po ostatnich dwóch analizowanych publikacjach: „*W sieciach WSN o rozmiarach nieprzekraczających zasięgu komunikacyjnego pojedynczych węzłów najbardziej efektywną metodą komunikacji jest transmisja informacji bezpośrednio do odbiorcy, bez węzłów pośredniczących*”, brzmi raczej oczywiste i jest powszechnie znany w środowisku radiokomunikacyjnym.

Na zakończenie tego punktu warto również odnieść się do przedłożonej do recenzji dokumentacji Kandydata:

- W przypadku, gdy osiągnięciem naukowym jest cykl współautorskich artykułów, wymagane jest, aby Habilitant załączył do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego oświadczenia, określające Jego **indywidualny, precyzyjnie zdefiniowany wkład merytoryczny w ich powstanie**. Habilitant powinien załączyć także oświadczenia wszystkich pozostałych współautorów prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, określające precyzyjnie ich wkład merytoryczny w powstanie danej pracy. Niestety, oświadczenia współautorów publikacji bazują na systematyczne

CRedit³, która opiera się na słowach kluczowych ze zbioru 14-sto elementowego. Porównując następnie wyjaśnienia do słów kluczowych z treścią oświadczeń Kandydata do poszczególnych publikacji można zauważyć, że treści te w pełni się pokrywają. Zatem recenzent nie jest w stanie określić wkładu Habilitanta w powstanie publikacji na tle wkładu współautorów. Ponadto, warto zwrócić uwagę, że sentencje nagminnie stosowane przez Habilitanta w oświadczeniach w postaci: „redakcja pracy”, „wizualizacja wyników”, itp. z pewnością nie są precyzyjnym opisem wkładu merytorycznego w powstawanie prac, stanowiących osiągnięcie naukowe Kandydata.

- Autoreferat powinien prezentować informacje o podstawie ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego z wyszczególnieniem tych, które odpowiadają definicji zawartej we wskazanym przepisie *Ustawy*, a niestety przypomina jedynie raport techniczny z przeprowadzonych badań.
- Niska jakość merytoryczna autoreferatu związana przede wszystkim ze stosowanym przez Habilitanta nazewnictwem, przykładowo:
 - ✓ „*siła sygnału radiowego*” – w telekomunikacji nie występuje takie wyrażenie, gdyż nasuwa ono jednoznaczne skojarzenie, że poziom sygnałów radiowych mierzymy w niutonach;
 - ✓ dostęp do kanału radiowego CDMA (*Code Division Multiple Access*) Habilitant nazywa modulacją!
 - ✓ stwierdzenie „*energochłonne wzmacniacze o małych szumach własnych*” w ogólności jest nieprawdziwe;
 - ✓ „*sieci z wieloma przeskokami*” – są to oczywiście sieci z węzłami retransmitującymi sygnały radiowe;
 - ✓ „*najlepsza moc transmisji do realizacji komunikacji*” lub „*koszty energetyczne transmisji węzłów*” – recenzent nie podejmuje się wyjaśniać, co Habilitant miał na myśli;
 - ✓ „*paczka danych*” – pewnie Habilitant miał na myśli pakiet danych;
 - ✓ „*moc nadawania*” – skrót myślowy, oczywiście powinno być *moc sygnału/sygnałów nadawanego/nadawanych*;
 - ✓ „*złożoność komunikacyjna*” – trudno powiedzieć, co Habilitant miał na myśli;
 - ✓ zauważono również sporo literówek, np.: „*radowej*”, „*kounikację*”.Opisane powyżej przykładowe uwagi i błędy merytoryczne oraz liczne błędy językowe i stylistyczne w dokumentacji na pewno nie przemawiają na korzyść Habilitanta, od którego na tym etapie procedowania wniosku powinno się wymagać wiedzy eksperckiej.

Biorąc pod uwagę osiągnięcia naukowe opisane w cyklu artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych i w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych stwierdzam, że dr inż. Maciej Nikodem nie wniósł znaczącego wkładu w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja.

2. Ocena aktywności naukowej

Podstawą oceny aktywności naukowej Kandydata, przy braku w obowiązujących przepisach prawa legalnej definicji pojęcia „aktywność naukowa”, są wytyczne Rady Doskonałości Naukowej opublikowane w dniu 09.08.2023r. w poradniku pt. *Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego*⁴. W świetle zapisów w tym poradniku,

³ <https://info.orcid.org/pl/credit-for-research-contribution>

⁴ <https://www.rdn.gov.pl/dobre-praktyki.poradnik-postepowania-dotyczace-nadawania-stopnia-doktora-habilitowanego.html>



omawiana aktywność musi być realizowana w co najmniej dwóch uczelniach lub instytucjach naukowych, innych niż w podmiocie, w którym zatrudniona jest osoba ubiegająca się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Jednocześnie musi ona spełniać warunek istotności, a zatem przy ocenie istotności aktywności naukowej należy ją odnosić do wpływu na uzyskanie osiągnięć, które stanowią znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja (opisany w pkt. 1 niniejszej recenzji).

Za istotną aktywność naukową Habilitanta należy uznać Jego współpracę z Instytutem Informatyki Teoretycznej i Stosowanej Polskiej Akademii Nauk (IITiS PAN). Współpraca ta odbywała się w latach 2014-2020, w ramach której powstały m.in. trzy publikacje [A4], [A7] i [A8] włączone do osiągnięcia naukowego Habilitanta.

Ponadto, w autoreferacie Habilitant wskazał na realizację następujących aktywności naukowych w uczelniach i instytucjach naukowych:

- Plataforma Solar de Almería (PSA), w której Habilitant pracował nad algorytmem sterowania instalacją parabolicznych kolektorów słonecznych. W ramach tej współpracy powstała publikacja naukowa opublikowana na konferencji międzynarodowej w 2025 roku, jednak tematycznie nie ma nic wspólnego z przedstawionymi do recenzji osiągnięciami Habilitanta.
- University of Technology Sydney, w którym Habilitant prowadził prace nad protokołami dla rozległych bezprzewodowych sieci czujników i algorytmami do trasowania wiadomości w takich sieciach. W ramach tej współpracy powstało pięć współautorskich artykułów opublikowanych na międzynarodowych konferencjach i jeden w czasopiśmie, jednak nie zostały one wliczone do istotnych osiągnięć Habilitanta.
- Virginia Tech (Blacksburg, Virginia, USA), w którym Habilitant w latach 2012-2014 pracował nad wykorzystaniem układów FPGA (*Field-Programmable Gate Array*) do modelowania termicznego zachowania złożonych układów cyfrowych. W ramach tej współpracy powstały przynajmniej cztery publikacje, znacząco odbiegające tematycznie od recenzowanego cyklu artykułów naukowych.
- Uniwersytet w Las Palmas de Gran Canaria (Hiszpania), w którym Kandydat prowadził m.in. prace nad rozwiązaniami do szacowania tzw. dystansu społecznego w okresie pandemii COVID-19 z zastosowaniem techniki BLE. Jak dotąd nie powstały z tego okresu żadne publikacje naukowe.

Współpraca Habilitanta z działem badawczo-rozwojowym firmy Nokia Siemens Networks Sp. z o.o. oraz z działem rozwojowym firmy Thaumatec Sp. z o.o. z oczywistych przyczyn nie spełnia kryterium ustawowego, dotyczącego istotnej aktywności naukowej.

Wyżej wymienione staże (poza stażem w IITiS PAN) nie można zaliczyć do istotnej aktywności naukowej Habilitanta realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, gdyż działania te nie odegrały roli w tworzeniu Jego dorobku naukowego, a co za tym idzie nie wpłynęły na uzyskanie osiągnięć naukowych, które stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej informatyka techniczna i telekomunikacja.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że dr inż. Maciej Nikodem nie wykazuje się istotną aktywnością naukową, która była realizowana w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

3. Podsumowanie i wnioski końcowe

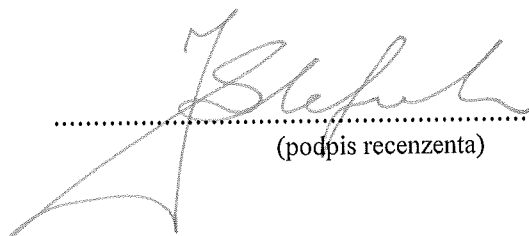
Osiągnięcia naukowe zatytułowane *Dedykowane protokoły i lokalizacja wewnątrzbudynkowa w systemach Internetu Rzeczy* w postaci cyklu artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych i w recenzowanych materiałach z konferencji



międzynarodowych, **nie stanowią znacznego wkładu Habilitanta w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja**, ponieważ w opinii recenzenta:

- przedstawiony dorobek naukowy jest niespójny, gdyż zebrany w całość nie wskazuje na oryginalne rozwiązanie problemu naukowego;
- Kandydat zlekceważył reguły rzetelności naukowej, przypisując sobie rozwiązanie, które od wielu lat jest szeroko opisywane w literaturze przedmiotu;
- Kandydat nie wykazuje się precyzją językową, która jest niezwykle istotna podczas opisu własnych dokonań naukowych i formułowania wniosków końcowych z przeprowadzonych badań.

Biorąc powyższe pod uwagę można stwierdzić, że osiągnięcia naukowe dr inż. Macieja Nikodema nie spełniają wymagania stawianego dla stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, które zostało określone w art. 219 *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571).



.....
(podpis recenzenta)

**Wykaz cyklu artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych
i materiałach z konferencji międzynarodowych, wchodzących w skład ocenianego
osiągnięcia naukowego Habilitanta**

- [A1] K. Szyk, **M. Nikodem**, M. Zdunek, *Bluetooth Low Energy Indoor Localization for Large Industrial Areas and Limited Infrastructure*, Ad Hoc Networks, Elsevier, 2023, 20, 6371 (10.1016/j.adhoc.2022.103024).
- [A2] **M. Nikodem**, *Bluetooth Low Energy Livestock Positioning for Smart Farming Applications*, 21st International Conference Computational Science – ICCS 2021, Kraków, Poland, June 16-18, 2021, s. 55-67 (10.1007/978-3-030-77970-2_5).
- [A3] **M. Nikodem**, P. Szeliński, *Channel Diversity for Indoor Localization Using Bluetooth Low Energy and Extended Advertisements*, IEEE Access, vol. 9, s. 169261-169269, 2021 (10.1109/ACCESS.2021.3137849).
- [A4] **M. Nikodem**, M. Słabicki, M. Bawiec, *Efficient Communication Scheme for Bluetooth Low Energy in Large Scale Applications*, Sensors, 2020, 20, 6371 (10.3390/s20216371).
- [A5] **M. Nikodem**, M. Bawiec, *Experimental Evaluation of Advertisement-Based Bluetooth Low Energy Communication*, Sensors, 2020, 20, 107 (10.3390/s20010107).
- [A6] O. Unold, **M. Nikodem**, M. Piasecki, K. Szyk, H. Maciejewski, M. Bawiec, P. Dobrowolski, M. Zdunek, *IoT-Based Cow Health Monitoring System*, 20th International Conference Computational Science – ICCS 2020, Amsterdam, Netherlands, June 3-5, 2020, s. 344-356 (10.1007/978-3-030-50426-7_26).
- [A7] **M. Nikodem**, M. Słabicki, T. Surmacz, P. Mrówka, C. Dołęga, *Multi-Camera Vehicle Tracking Using Edge Computing and Low-Power Communication*, Sensors, 2020, 11, 3334, s. 1-16 (10.3390/s20113334).
- [A8] **M. Nikodem**, T. Surmacz, M. Słabicki, D. Hofman, P. Klimkowski, C. Dołęga, *Robust Radio Communication Protocol for Traffic Analysis Application*, Theory and Applications of Dependable Computer Systems: Proceedings of the Fifteenth International Conference on Dependability of Computer Systems DepCoS-RELCOMEX, June 29 - July 3, 2020 (10.1007/978-3-030-48256-5_45).
- [A9] T. Jankowski, **M. Nikodem**, *SMILe - Simulator for Methods of Indoor Localization*, International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), 24-27 September 2018, Nantes, France, s. 1-7 (10.1109/IPIN.2018.8533754).
- [A10] T. Jankowski, **M. Nikodem**, *Synchronization-Free TDoA Localization Method for Large Scale Wireless Networks*, Eighth International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, September 18-21, 2017, Sapporo, Japan, s. 1-6, (10.1109/IPIN.2017.8115890).
- [A11] **M. Nikodem**, M. Słabicki, T. Surmacz, B. Wojciechowski, *Transmission Power Control Based on Packet Reception Rate*, 6th International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS), March 30th to April 2nd, 2014, Dubai, s. 1-4 (10.1109/NTMS.2014.6814057).
- [A12] M. Nikodem, B. Wojciechowski, *Upper Bounds on Network Lifetime for Clustered Wireless Sensor Networks*, The Fourth IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security, February 7-10, 2011, Paris, France, s. 1-6 (10.1109/NTMS.2011.5720657).

