

## RECENZJA

dorobku naukowego i działalności naukowej  
**dr. inż. Jarosława Michalaka**  
w postępowaniu habilitacyjnym  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych  
w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika

Recenzję opracowano zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami, Dz. U. z 2016 r., poz. 882) oraz Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Przedmiotem recenzji są:

1. Osiągnięcie naukowe w postaci monografii pt. **„Komunikacja w sklasteryzowanych sieciach radiowych specjalnego przeznaczenia. Wybrane aspekty organizacji sieci”**, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2019.
2. Osiągnięcia naukowo-badawcze, dorobek dydaktyczny, popularyzatorski, organizacyjny oraz w zakresie współpracy międzynarodowej.

### 1. Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym wskazanym przez dr. inż. Jarosława Michalaka jest Jego monografia pt. **„Komunikacja w sklasteryzowanych sieciach radiowych specjalnego przeznaczenia. Wybrane aspekty organizacji sieci”**, wydana w roku 2019 przez Wojskową Akademię Techniczną w Warszawie. Monografia zawiera 4 rozdziały główne, 3 dodatki, spisy oznaczeń, pojęć, rysunków, tabel oraz literatury, całość o łącznej objętości 186 stron.

Praca jest poświęcona przedstawieniu problematyki organizacji architektury sieci bezprzewodowych z ograniczoną liczbą węzłów, specjalnego przeznaczenia, w tym przede wszystkim dla potrzeb pola walki. Autor nazywa analizowany typ sieci sklasteryzowanymi, przez co rozumie podział na grupy węzłów w obszary o zdefiniowanej autonomii. Jest to cecha wszystkich rodzajów znanych dziś sieci teleinformatycznych (np. komputerowe, Internet, satelitarne) a mechanizm tego podziału jest jednym z podstawowych problemów organizacji sieci. Zdaniem recenzenta użycie pojęcia klasteryzacji w tytule monografii niepotrzebnie zawęża temat, co nie powinno mieć miejsca w publikacji o charakterze habilitacyjnym. Ale z punktu widzenia ochrony własności intelektualnej temat opracowania należy do właściwości prawa autora, zatem nie ma potrzeby dalszego rozwijania tego zagadnienia.

Zawartość merytoryczna monografii niesie cechy rozprawy habilitacyjnej. W oparciu o badania literaturowe (spis zawiera 171 pozycji, włącznie z publikacjami autorskimi) Autor przedstawia dotychczasowy stan prac nad problemem podziału węzłów sieci radiowych na zarządzające i podporządkowane, w tym dokonuje oceny wybranych protokołów i

algorytmów według zaproponowanej metody kategoryzacji. Myślą przewodnią tej kategoryzacji jest aspekt praktyczny związany z tzw. przeżywalnością sieci, zwłaszcza przy ograniczonych zasobach radiowych, energii zasilania węzłów oraz przy uwzględnieniu ich mobilności w różnych i często silnie zróżnicowanych warunkach propagacyjnych. Te aspekty są ważne dla takich zastosowań jak wspomaganie prowadzenia działań wojskowych, monitorowania zjawisk i obiektów w sieciach sensorowych, a także w sieciach typu ad-hoc dla różnych zastosowań cywilnych (np. przemysłowych, powszechnych). Praktycyzm treści opracowania dominuje nad ujęciem teoretycznym, chociaż na wstępie Autor wspomina i słusznie, znaczące osiągnięcia matematyków węgierskich z początku ubiegłego stulecia, które ukierunkowały badania nad zachowaniem się sieci rozległych. Tego dorobku teoretycznego dalej w rozprawie nie komentuje, wychodząc z założenia, że odnosi się on do innej skali problemu. Ale dorobek teoretyczny, użyteczny na potrzeby sieci bezprzewodowych tego typu o których chodzi Autorowi istnieje, np. jest zawarty w książce: Paolo Santi „Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks”, John Wiley & Sons, 2005. W wykazie literatury brak jest tej pozycji, co uważam za mankament rozprawy.

W rozdziale 1 Autor rozważa sposoby wyboru węzłów zarządzających w ramach grup autonomicznych w sieciach sensorowych, ad-hoc i typu cognitive radio. Podstawowym problemem jest tu optymalny wybór węzła głównego, zarządzającego klastrem przy uwzględnieniu szeregu ograniczeń wpływających na jego spójność, rozumianą jako trwałość transmisji w kanałach komunikacyjnych przy zmianach warunków propagacyjnych. Na podstawie analizy krytycznej dotychczasowych metod proponuje własne rozwiązanie oparte na wykorzystaniu wiedzy i rozpoznania otoczenia sieciowego przez węzły. Jest to mechanizm znany i wykorzystywany w wielu algorytmach routingu, ale innowacyjność rozwiązania polega na nowym sposobie wartościowania danych o otoczeniu sieciowym przez zastosowanie nowego zestawu współczynników wagowych. Na stronie 35 monografii Autor odrzuca klasyczny sposób tworzenia zbioru współczynników wagowych spełniającego warunek sumowania do 1, twierdząc że, cyt. „... *Nie znajduje to jednak praktycznego uzasadnienia.*”. Trudno mi się z tym zgodzić, tym bardziej, że temu stwierdzeniu nie towarzyszy uzasadnienie. Przeciwnie, uważam, że warunek ten posiada cechę normalizacji a to pozwala na porównanie z innymi metodami. Interesującym i nowym rozwiązaniem, które pojawia się w rozdziale 1 jest propozycja wykorzystania przelotu drona lub zespołu dronów w charakterze ruchomych stacji bazowych do identyfikacji i przywrócenia łączności z węzłami nie rozgłaszającymi swojej pozycji. To rozwiązanie kończy się tylko scenariuszami zastosowań i symulacjami komputerowymi, nie jest jednak potwierdzone doświadczalnie.

W rozdziale 2 znajduje się rozwinięcie tez z rozdziału 1 poprzez wykonanie szeregu eksperymentów symulacji komputerowych. Głównym celem tych symulacji jest zbadanie wpływu liczności węzłów w sieci, ich mobilności i częstości wymiany informacji o otoczeniu sieci na jej spójność, zdefiniowaną jako istnienie co najmniej jednej drogi transmisji pomiędzy dowolnymi dwoma węzłami. Autor stwierdza, że wyniki uzyskane drogą symulacji pozwalają na usprawnienie projektowania sieci bezprzewodowych dla potrzeb wojskowych.

W podobnym duchu jest napisany rozdział 3. Autor rozważa zagadnienie skuteczności transmisji rozsiewczej w sieciach bezprzewodowych porównując znane w literaturze protokoły. Wkład Autora w rozwój tej problematyki polega na wykonaniu szeregu symulacji komputerowych i wnioskowaniu o zaletach i wadach tego rodzaju transmisji.

W rozdziale 4 Autor analizuje kilka algorytmów przydziału kanałów w sieciach bezprzewodowych ad-hoc. Przedstawia własny algorytm, który pozwala na maksymalizację przepustowości kanałów lub minimalizację mocy nadawania w klastrze. Uzyskane wyniki na drodze symulacji komputerowych należą do zbioru rozwiązań dopuszczalnych, brakuje natomiast analizy rozwiązań optymalizacji globalnej. W drugiej części tego rozdziału Autor

omawia zagadnienie przydziału zasobów radiowych z punktu widzenia pragmatyki operacji wojskowych, stąd ten aspekt trudno ocenić pod kątem wkładu naukowego.

W Dodatku 1 Autor zawarł wyniki obliczeń przepustowości w sieci sensorowej do monitorowania dostępu do określonego obszaru działania grupy wojskowej oraz w sieci sensorowej do monitorowania kondycji fizjologicznej żołnierzy w akcji (rzeczywistej i/lub ćwiczebnej). Analizowane scenariusze symulacji mogą być rozszerzone na przypadki zastosowań cywilnych, np. monitorowania zanieczyszczenia środowiska (problem smogu, zmian klimatycznych), lokalizacji źródła ognia w rozległych obszarach leśnych, a także na użytek zarządzania jednostkami specjalnymi w akcji, np. monitorowania strażaków.

Dodatek 2 jest poświęcony krótkiemu omówieniu medycznych zastosowań sieci sensorowych. Ten problem jest rozwojowy z wielu punktów widzenia i ma potencjalnie bardzo szerokie zastosowanie.

W Dodatku 3 Autor przedstawił klasyczną metodę techniki wieloantenowej i zawarł interesujące wyniki przeprowadzonych symulacji.

Podsumowując ocenę wkładu Habilitanta w rozwój dyscypliny elektronika stwierdzam, że wyniki opisane w rozprawie o tytule **„Komunikacja w sklasteryzowanych sieciach radiowych specjalnego przeznaczenia. Wybrane aspekty organizacji sieci”** są wartościowe i rozszerzają poznanie właściwości bezprzewodowych sieci sensorów, ad-hoc i inteligentnego radia. Habilitant dokonał szerokiego przeglądu podstawowych zagadnień określających warunki przeżywalności tych sieci, przy uwzględnieniu rodzajów zastosowań i zmienności wielu parametrów. Zasięg tego wkładu dotyczy przede wszystkim zastosowań wojskowych, ale wnioski są słuszne również w przypadku zastosowań cywilnych. Wprawdzie w rozprawie ograniczono się do weryfikacji tez tylko za pomocą symulacji komputerowych, ale dyskusja zawarta w pracy pozwala na rozwinięcie problematyki w kolejnych projektach badawczych. Rozwojowość tematyki przedstawionej przez Habilitanta w rozprawie jest jej cenną wartością.

## **2. Ocena aktywności naukowej, organizacyjnej, dydaktycznej i popularyzatorskiej**

Dr inż. Jarosław Michałak ukończył studia na Wydziale Elektroniki Wojskowej (WAT) Akademii Technicznej w 1988 roku, uzyskując stopień zawodowy magistra inżyniera elektronika. Po uzyskaniu dyplomu został zatrudniony w Instytucie Systemów Łączności macierzystej uczelni, początkowo na stanowisku inżynierskim a od 1992 roku do dziś na stanowisku nauczyciela akademickiego. W roku 1997 Rada Wydziału Elektroniki WAT nadała Mu stopień naukowy doktora n.t. na podstawie rozprawy doktorskiej o tytule: „Adaptacyjna eliminacja zakłóceń wąskopasmowych w systemach krótkofalowych wykorzystujących sygnały z rozproszonym widmem”. W latach 1993-1998 Kandydat kierował laboratorium badawczym w Zakładzie Radiokomunikacji i Walki Radioelektronicznej a od 2012 roku jest kierownikiem Zakładu Radiokomunikacji w Instytucie Telekomunikacji WAT.

Działalność naukowa Kandydata jest zorientowana na wykorzystanie aktualnych osiągnięć z zakresu radiokomunikacji w zastosowaniach wojskowych, wspomagających działania operacyjne i rozpoznawcze. W dużej mierze ta działalność miała miejsce w okresie, kiedy Polska nie była członkiem NATO. Kandydat był uczestnikiem a potem również kierownikiem wielu projektów badawczych wdrożeniowych, których celem było zbadanie nowych środków technicznych oraz wyposażenie armii w nowoczesne zabezpieczenie techniczne działań na polu walki. Rezultaty projektów badawczych musiały być objęte ścisłą

ochroną, stąd zarówno objętość dorobku publikacyjnego, jaki i jego zasięg są ograniczone. W następstwie przystąpienia Kraju do Paktu Północnoatlantyckiego te ograniczenia złagodniały, ale nadal istnieją i są ważnym warunkiem bezpieczeństwa i zobowiązań Polski wobec Sojuszu. Dlatego osiągnięcia naukowe Kandydata, uzyskane także w ramach projektów NATO należy oceniać przez pryzmat tych ograniczeń. Większość publikacji, w tym doniesień konferencyjnych jest zawarta w pismach krajowych i sympozjach środowiska wojskowego a liczba cytowań niewielka. Dlatego indeks Hirscha 3 uważam za wynik dobry (wg. badań ośrodka niezależnego, mediana indeksu dla habilitacji z dyscypliny elektronika wynosi 5).

Kandydat jest również doświadczonym dydaktykiem. Jest autorem wielu przedmiotów z kierunku elektronika i telekomunikacja, głównie z zakresu radiokomunikacji. Był opiekunem kilkudziesięciu studenckich prac dyplomowych oraz promotorem pomocniczym w dwóch zakończonych przewodach doktorskich. Habilitant jest członkiem ekspertem kilku komisji zajmujących się świadczenie usług badawczych na zlecenia zewnętrzne. W ramach współpracy międzynarodowej uzyskał certyfikat szkolenia studentów w zakresie sprzętu radiowego firmy Harris z USA. W swojej karierze zajmował się również popularyzacją nauki. Za osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne był wielokrotnie nagradzany dyplomami przez odnośne gremia.

### 3. Wniosek

Na podstawie oceny zawartości naukowej monografii pt. **„Komunikacja w sklasteryzowanych sieciach radiowych specjalnego przeznaczenia. Wybrane aspekty organizacji sieci”**, przedstawionej wyżej, stwierdzam, że rezultaty uzyskane w wyniku realizacji badań Habilitanta stanowią osiągnięcie techniczne z zakresu elektroniki i wnoszą wkład do rozwoju metod projektowania sieci bezprzewodowych sensorowych i typu ad-hoc.

Biorąc pod uwagę ocenę osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowej, organizacyjnej i dydaktycznej dr. inż. Jarosława Michałaka stwierdzam, że **spełnia On wymagania** stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego i na tej podstawie wnioskuje o dopuszczenie Habilitanta do kolejnego etapu procedury habilitacyjnej.

Tomasz Kacprzak

