

RECENZJA

**Osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej
oraz istotnej działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej
i organizacyjnej dra Marcina Kafarskiego
w związku z wszczęciem postępowania w sprawie nadania
stopnia naukowego doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo**

1. Podstawa formalna oceny

Niniejsza ocena została przygotowana w odpowiedzi na pismo Pana prof. dra hab. Cezarego Sławińskiego – Dyrektora Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie (RN-432-1/26 z dnia 30 marca 2026r.), informujące iż Rada Naukowa Instytutu powołała komisję habilitacyjną w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo, wszczętego na wniosek dra Marcina Kafarskiego, powierzając mi funkcję recenzenta komisji.

Podstawą recenzji jest przekazana przez Instytut dokumentacja, zawierająca m. in. informację o przebiegu pracy zawodowej, działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej i organizacyjnej oraz o innych osiągnięciach Kandydata.

Prawną podstawę do niniejszej recenzji stanowią przepisy Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024r. poz. 1571 ze zmianami), a także Statut Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN oraz Regulamin Rady Naukowej tegoż Instytutu.

Przedmiotem oceny jest osiągnięcie naukowe (rozprawa habilitacyjna) pt.: „*Opracowanie innowacyjnych technik pomiarowych oraz sensorów wykorzystywanych do pomiarów właściwości dielektrycznych materiałów rolniczych*” – przedłożona w formie cyklu powiązanych tematycznie publikacji naukowych (zgodnie z art. 219 ust.1 pkt 26 Ustawy) oraz zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia technologicznego (zgodnie z art. 219 ust. 1. Punkt 2c Ustawy).

2. Podstawowe informacje o Kandydacie

2.1. Przebieg pracy zawodowej

Pan dr Marcin Kafarski jest absolwentem Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, gdzie w 2007 roku uzyskał tytuł zawodowy magistra na kierunku fizyka w specjalności fizyka komputerowa, wykonując pracę magisterską pt.: „*Bardzo szybka elektronika półprzewodnikowa*”. W 2012 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „*Hybrydowe modele numeryczne nadprzewodnikowych ograniczników prądu do wyznaczania zmian prądu i temperatury podczas zwarcia*”.

Pracę zawodową Kandydat rozpoczął w 2013 roku w Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Chełmie na stanowisku adiunkta, po czym w tym samym roku podjął pracę również na stanowisku adiunkta w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie. Ponadto w latach 2015-2016 pracował na stanowisku nauczyciela fizyki w Gimnazjum Nr 6 w Chełmie.

2.2. Rozwój naukowy i problematyka badawcza

Dr Marcin Kafarski, od momentu rozpoczęcia pracy (2013 r.) w Instytucie Agrofizyki stał się aktywnym jego pracownikiem w zakresie pozyskiwania tematów badawczych, co dawało możliwość zdobywania środków finansowych dla Instytutu, ale przede wszystkim stwarzało możliwości nieograniczonego własnego rozwoju naukowego. Habilitant wszedł w skład interdyscyplinarnego zespołu badawczego, który w latach 2013-2024 zrealizował kilka projektów badawczych krajowych i międzynarodowych. W ramach dwóch jednocześnie realizowanych projektów NCBiR (2012-2015), projektu SONATA 8 (NCN 2015-2019), projektu BIOSTRATEG 3 (NCBiR (2017-2020) oraz projektu TANGO 2 (wspólne przedsięwzięcie NCN i NCBiR; 2017-2020) Habilitant pełnił funkcję wykonawcy, a w kolejnych dwóch projektach: MINIATURKA 5 (NCN 2021-2022) i TANGO 5 (NCBiR 2022-2024) był kierownikiem.

Problematyka badawcza realizowana w ramach tych projektów wyznaczała w znacznym stopniu kierunek badawczy Habilitanta. W ogólności zakres tych badań przedstawiał się następująco:

- unowocześnienie reflektometrycznego miernika do selektywnego pomiaru wilgotności,
- sensory dielektryczne do badania wilgotności gleby,
- zależności między przenikalnością i konduktywnością elektryczną gleby oraz konduktywnością elektryczną wody,
- mobilny system iniekcyjnego, precyzyjnego nawadniania i nawożenia,
- czujnik wilgotności i zasolenia gleby dla systemów bezprzewodowego wielopunktowego monitoringu.

Ponadto dr Marcin Kafarski był wykonawcą w dwóch projektach międzynarodowych: PROFILE – TDT (NCBiR 2016-2020) – projekt polsko-niemieckiej współpracy na rzecz zrównoważonego rozwoju STIHR, oraz projekt Programu „Akademickie Partnerstwa Międzynarodowe” (Narodowa Agencja Wymiany Akademickiej 2018-2020).

Projekty badań wynikające z uczestnictwa w wymienionych wyżej projektach zaowocowały licznymi publikacjami w renomowanych czasopismach zagranicznych i wystąpieniami na krajowych i międzynarodowych konferencjach (wykłady, prezentacje plakatowe).

W dowód uznania dorobku naukowego dr Marcin Kafarski był powoływany na recenzenta artykułów naukowych publikowanych w czasopismach międzynarodowych. Łącznie recenzował 40 artykułów, m. in. w takich czasopismach, jak: Remote Sensing, Sensors, Journal of Soils and Sediments, Canadian Journal of Soil Science, Soil Science of America Journal, Measurement Science and Technology i in.

Aktywność naukową Habilitanta uzupełniają odbyte staże naukowe: 3 długoterminowe w: Utah State University in Logan, USA (8-27.06.2012r.), Slovak University of Agriculture in Nitra, Słowacja (12.10-12.11.2021r.) oraz krajowy staż naukowy w Katedrze Elektrotechniki i Elektrotechnologii Politechniki Lubelskiej (01.09-30.09.2021r.). Staże te uzupełniają naukowe pobyty krótkoterminowe (wyjazdy studyjne) w: Institut für Ökologie, Berlin – Niemcy (08-12.07.2016r.), Institut Fresnel, Marsylia – Francja (08-12.08.2019r.) i Politechnic University of Cartagena, Hiszpania (08-12.11.2022r.). Dr Marcin Kafarski w latach 2018-2019 był członkiem European Geosciences Union, a od 2015 roku jest członkiem Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej.

2.3. Inne aktywności zawodowe

Poza działalnością ściśle naukową, Habilitant współpracuje z otoczeniem społeczno-gospodarczym regionu lubelskiego. Od 2013 roku do chwili obecnej współpracuje z firmą E-Test Sp. z o.o., która działa w sektorze elektronicznej aparatury pomiarowej i specjalizuje się w produkcji mierników TDR do pomiarów wilgotności, zasolenia i temperatury gleby, które zostały opracowane w Instytucie Agrofizyki PAN. Współpraca ta polega na uruchomianiu, testowaniu, pomiarach oraz programowaniu i serwisowaniu elektronicznych urządzeń pomiarowych oraz sensorów, co ma bezpośredni praktyczny związek z obszarem zainteresowań naukowych Kandydata. Firma E-Test Sp. z o.o. podpisała z Instytutem Agrofizyki PAN dwie umowy licencyjne w sprawie korzystania z patentów, których współautorem jest dr Marcin Kafarski (łącznie jest współautorem 9. patentów). Ponadto na zlecenie firmy E-Test uczestniczył jako ekspert w dziedzinie rolnictwa i ogrodnictwa w opracowaniu systemu do precyzyjnego nawadniania. Dodatkowo stworzył aplikację mobilną do obsługi przenośnego miernika wilgotności, temperatury i zasolenia gleby oraz napisał publikację na komputery PC, sterującą kalibratorami urządzeń do pomiaru wilgotności gleby. Prezentował również urządzenie produkowane przez firmę E-Test podczas konferencji ISEMA 2018 w Lublinie.

Wykorzystując swoją wiedzę teoretyczną oraz duże już doświadczenie praktyczne był współwykonawcą 8 ekspertyz dla instytucji publicznych i przedsiębiorstw.

W zakresie osiągnięć dydaktycznych i popularyzujących naukę Habilitant prowadził w 2018 roku zajęcia z przedmiotu Metrologia agrofizyczna dla doktorantów Instytutu Agrofizyki, a od 2013 prowadzi wykłady, ćwiczenia, laboratoria dla studentów Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Chełmie z przedmiotów: fizyka, języki programowania, metody numeryczne, modelowanie numeryczne, technologia informacyjna w łącznym wymiarze ponad 3000 godzin. W 2025 roku został odznaczony przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej brązowym medalem za długoletnią służbę.

3. Ocena dorobku naukowego

3.1. Ocena liczebności dorobku i czasopism, w których prace były publikowane

Dorobek publikacyjny dra Marcina Kafarskiego – zarówno pod względem ilości prac, jak i rodzaju czasopism, w których je zamieszczono – jest w pełni wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Dorobek ten, bez 6. artykułów składających się na rozprawę

habilitacyjną, obejmuje 19 oryginalnych prac twórczych (w tym 1 publikację przed doktoratem), 19 wykładów na zaproszenie (w tym 17 wykładów plenarnych) wygłoszonych na sympoziach i konferencjach krajowych i zagranicznych, 82 prezentacje plakatowe prezentowane również na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych, 9 patentów, 1 wdrożenie technologiczne, 5 ekspertyz na zamówienie instytucji publicznych.

Wszystkie oryginalne prace twórcze w liczbie 25 Habilitant opublikował w znaczących czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym o wysokich współczynnikach IF. O dużej wartości merytorycznej publikacji świadczą dane naukometryczne, a mianowicie:

- łączny Impact Factor: 89,592
- liczba cytowań: według Web of Science – 302 (242 bez autocytowań),
według Scopus – 442 (327 bez autocytowań),
- indeks Hirscha: według Web of Science – 11;
według Scopus -14
- liczba punktów według MNiSW – 2 857.

Dorobek Habilitanta zawiera niemal wyłącznie prace zespołowe, co jest w pełni zrozumiałe, a wręcz oczywiste w aktualnych uwarunkowaniach funkcjonowania nauki w obszarach nauk przyrodniczych, rolniczych, leśnych oraz nauk o Ziemi. Badania naukowe w tych obszarach realizuje się prawie wyłącznie w dużych, często interdyscyplinarnych zespołach. W dużej liczbie, bo w 8. spośród 25 oryginalnych prac, dr Marcin Kafarski jest autorem wiodącym, a w 6. innych drugim autorem. Udział Habilitanta w przygotowaniu znaczącej części publikacji zespołowych obejmował zarówno opracowania koncepcji pracy, metodyki badań, realizację badań laboratoryjnych i terenowych, a także sporządzenie interpretacji uzyskanych wyników.

4. Ocena rozprawy habilitacyjnej

4.1. Charakterystyka formalna

Rozprawa habilitacyjna dra Marcina Kafarskiego stanowi monotematyczny cykl 6. publikacji naukowych pt.: „*Opracowanie innowacyjnych technik pomiarowych oraz sensorów wykorzystywanych do pomiarów właściwości dielektrycznych materiałów rolniczych*”. Taką formę rozprawy dopuszczają aktualne regulacje prawne. Cykl publikacji został opatrzony obszernym komentarzem, w którym Autor przedstawił m. in. informacje zbiorcze dotyczące celu pracy i zakresu badań oraz zastosowanych metod badawczych, a następnie w syntetyczny sposób omówił wyniki badań i zebrał najważniejsze wnioski.

Rozprawę habilitacyjną stanowią następujące prace, zgodnie z numeracją P1-P7. Tytuły prac podano w rozdziale 4.2.2, w którym w syntetyczny sposób przedstawiono istotną ich treść przy uwzględnieniu wkładu Habilitanta w ich realizację.

W zbiorze znajduje się 6. publikacji naukowych opublikowanych w latach 2015-2024 i 1 patent uzyskany w 2021 roku. Wszystkie prace (P1-P6) stanowiące rozprawę zostały opublikowane w języku angielskim i są spójne pod względem redakcyjnym. Wartość punktowa tych publikacji jest bardzo wysoka: ich łączny impact faktor wynosi 20,62, a wg Listy MNiSW – to 700 punktów.

Wymienione wyżej publikacje oraz patent są pracami zbiorowymi, w których w czterech przypadkach Habilitant jest autorem wiodącym (P2, P3, P5, P7) oraz drugim autorem w trzech innych (P1, P4, P6). We wszystkich publikacjach współautorskich dr Marcin Kafarski jest autorem koncepcji prac, metodologii badań i ich przygotowaniem do druku, ma też znaczący udział w badaniach terenowych i laboratoryjnych oraz opracowaniu i interpretacji wyników. Wszyscy współautorzy prac zespołowych (P1-P7) w oświadczeniach załączonych do dokumentacji podali wyczerpującą informację o charakterze (zakresie) ich wkładu własnego, a także potwierdzili podane przez Habilitanta informacje o jego udziale w pracach badawczych i przygotowaniu publikacji.

4.2. Problematyka badawcza

4.2.1. Informacje wstępne

Już starożytni myśliciele uznawali istnienie czterech podstawowych elementów przyrody, od których zależy nasze życie – ziemi (gleby), powietrza, ognia i wody. Do podtrzymania procesów życiowych konieczna jest gleba, stanowiąca powierzchniową warstwę litosfery, gazy zawarte w atmosferze i woda stanowiąca hydrosferę. Obok tlenu zawartego w atmosferze woda jest najważniejszym elementem naturalnym, bez którego nie może istnieć żadna forma życia na Ziemi. Życiodajne środowisko przyrodnicze Ziemi stale się odradza i wzbogaca dzięki obiegowi wody, która jest również stabilizatorem atmosfery ziemskiej. Zasoby wody na kuli ziemskiej są olbrzymie (ok. 1,459 mln km³), ale tylko znikoma ich część przypada na wody zgromadzone w glebie i strefie aeracji (ok. 0,3 % ilości wody słodkiej). Obecnie ludzkość wykorzystuje połowę dostępnych na Ziemi zasobów wody słodkiej. Jednakże szacuje się, iż w XXI wieku, kiedy liczba ludności Ziemi wzrośnie do około 12 mld, system zaopatrzenia w wodę stanie przed bardzo trudnym wyzwaniem, co w końcu może doprowadzić do osiągnięcia kresu możliwości jej dostarczenia.

Rolnictwo jest największym na świecie sektorem zużywającym zasoby wody słodkiej (około 70%). Naturalne nawadnianie około 80% użytków rolnych na świecie opiera się wyłącznie na opadach atmosferycznych, będących głównym źródłem wody glebowej. Wraz ze zmianami klimatycznymi i coraz częstszym występowaniem zjawisk ekstremalnych (powodzie, długotrwałe susze) następuje zachwianie równowagi, zarówno w gospodarce wodnej gleb, jak również w bilansie wodnym roślin. Zatem coraz bardziej konieczne staje się podejmowanie badań nad szeroko rozumianą gospodarką wodną w rolnictwie, w których powinny mieć miejsce zaawansowane technologie oraz innowacyjne metodologie, szczególnie w czasie szybko rozwijającego się rolnictwa precyzyjnego.

W dobie nieustającego deficytu wody w środowisku przyrodniczym racjonalne gospodarowanie jej zasobami wymaga badań nad tworzeniem nowych, precyzyjnych, szybkich metod oznaczania jej zawartości w różnych ośrodkach, nie tylko w glebie, ale również w produktach rolniczych. Konkludując, uważam, że wybór przez Habilitanta, wprawdzie wąskiego, ale wysoce specjalistycznego wycinka badań w tym obszarze, był trafny i uzasadniony.

4.2.2. Cel i zakres badań

Zasadniczy (główny) cel badawczy został określony w tytule rozprawy habilitacyjnej w brzmieniu ” *Opracowanie innowacyjnych technik pomiarowych oraz sensorów wykorzystywanych do pomiarów własności dielektrycznych materiałów rolniczych*”. Natomiast cele cząstkowe są definiowane w poszczególnych publikacjach. Z charakterystyk opisowych tych publikacji wynika dość szczegółowa problematyka badawcza, jej zakres, metodologia postępowania, w tym zastosowane najnowsze rozwiązania technologiczne. Poniżej przedstawiam – moim zdaniem – najistotniejsze treści tych publikacji, przy jednoczesnym wskazaniu roli Habilitanta w rozwiązywaniu przedmiotowego zagadnienia.

W pracy oznaczonej nr P1 pt.: „*Wykorzystanie techniki TDR do pomiaru ilości wody pochodzącej z osadów atmosferycznych*” (realizacja w ramach projektu NCBiR – 2012). Habilitant wskazuje na metodyczne trudności w oznaczaniu małych ilości wody pochodzących z osadów atmosferycznych, takich jak rosa, szron czy szadź, a które są znaczące w dobowym bilansie wody. Stąd celem badań było zaprojektowanie, wytworzenie i ewaluacja czujnika rejestrującego bardzo małe ilości wody pochodzące z osadów atmosferycznych. Opracowane rozwiązanie jest oparte na technice pomiarowej TDR. Habilitant zaprojektował i wykonał dwa sensory różniące się grubością płytki korundowej, które po kalibracji zostały podłączone do miernika TDR. Możliwości zaprojektowanych sensorów zostały przetestowane w warunkach laboratoryjnych i polowych. Wysoka czułość i dokładność zaprojektowanego urządzenia gwarantowała wystarczającą dokładność i rozdzielczość pomiarów do prawidłowego oznaczania osadów atmosferycznych.

Wkład dra Marcina Kafarskiego w tej pracy polegał na: opracowaniu koncepcji czujnika oraz koncepcji badań, wykonaniu projektu technicznego i wykonaniu czujnika, przeprowadzeniu eksperymentów laboratoryjnych i polowych, przetworzeniu danych eksperymentalnych wraz z wykonaniem wizualizacji graficznej.

Celem pracy nr P2 pt.: „*Wykorzystanie sond z otwartym końcem do monitorowania jakości owoców na przykładzie jabłek*” (realizacja również w ramach projektu NCBiR – 2012) było wykorzystanie autorskich sond z otwartym końcem, różniących się wielkością strefy czułości, do monitorowania jakości jabłek odmiany Jonagold Decosta podczas przechowywania w okresie 21 dni. W eksperymencie zastosowano dwie sondy: typową sondę płaską na końcu oraz sondę z antenką o wydłużonym kształcie. Sondy były podłączone do dwunawrotowego wektorowego analizatora obwodów (VNA). Każde jabłko mierzono obydwojema sondami kilkukrotnie w taki sposób, aby każda sonda była przykładana do owocu

w sześciu różnych miejscach. Przeprowadzone badania dielektryczne pokazały jak ważny jest aspekt strefy czułości sensorów.

Wkład Habilitanta w pracę był następujący: opracowanie koncepcji badań, wykonanie projektu technicznego, wytworzenie czujników, przeprowadzenie eksperymentów, wykonanie symulacji numerycznych i wizualizacji danych.

Praca nr P3 pt.: „*Optymalizacja strefy czułości sondy profilowej TDT do pomiaru wilgotności gleby*” jest wynikiem prac w projekcie STAIR-2018. Celem publikacji było określenie parametrów poszczególnych modułów sondy i wynikającej z nich strefy czułości pod kątem zoptymalizowania pomiarów wilgotności gleby. W badaniu analizowano wielkość strefy czułości sondy profilowej P-TDT, służącej do pomiaru wilgotności gleby na różnych głębokościach. Prezentowane rozwiązanie techniczne działa w oparciu o metodę TDT, ale zostało wyposażone w nowatorskie udoskonalenie, polegające na zastosowaniu sygnału różnicowego w linii symetrycznej, która umożliwia poprawę dokładności pomiaru czasu impulsu propagującego wzdłuż pasków (elektrod) sondy. Szczegółowe rozwiązania techniczne zostały zawarte w patencie PAT. 228416, którego Habilitant jest współautorem. Wykonano sparametryzowany model numeryczny odwzorowujący pojedynczy moduł sondy profilowej, a także analizowano wpływ konduktywności elektrycznej gleby wokół sondy. Wykazano m. in., że głębokość strefy czułości sondy profilowej oszacowana na podstawie symulacji i zweryfikowana eksperymentalnie okazała się wystarczająca do praktycznych zastosowań w pomiarach wilgotności gleby w zakresie częstotliwości stosowanych powszechnie w technice TDR. Wkład Habilitanta w tej pracy to: skonstruowanie modułu sondy profilowej, przeprowadzenie symulacji numerycznych, opracowanie metodyki badań, walidacja i wizualizacja danych.

Wyniki badań zaprezentowane w publikacji nr P4 pt.: „*Zastosowanie autorskiej sondy sztyletowej do pomiaru przenikalności elektrycznej gleby*” są jednym z rezultatów projektu BIOSRATEG 3. Celem badań w tej publikacji było opracowanie sondy sztyletowej do pomiaru przenikalności elektrycznej gleby. Sonda musiała spełniać surowe warunki wytrzymałościowe, gdyż miała być przeznaczona do zamontowania na automatycznej bądź przyłączonej do traktora rolniczego maszynie i służyć do precyzyjnego punktowego nawodnienia i tym samym zaspokojenia indywidualnych potrzeb rośliny. Na podstawie modelu numerycznego Habilitant wykonał prototyp sondy sztyletowej i przetestował go w warunkach laboratoryjnych. Przeprowadzone symulacje wykazały, że zaprojektowana sonda jest odpowiednia do pomiaru wilgotności gleby w technice TDR, w tym również gleb zasadowych.

Wkład Habilitanta w tej pracy to: opracowanie koncepcji mechanicznej i projektu sondy sztyletowej oraz wykonanie jej elementów, przeprowadzenie testów i symulacji numerycznych oraz współautorstwo manuskryptu.

Efektom prac badawczych przeprowadzonych w ramach projektu NAWA, w którym Habilitant był wykonawcą oraz projektów TANGO 5, w którym z kolei był kierownikiem była publikacja nr P5 pt.: „*Pomiar szerokopasmowego widma przenikalności elektrycznej nasion rzepaku w zamkniętej*

celce koaksjalnej”. Pomiary zostały przeprowadzone za pomocą celki współosiowej podłączonej do wektorowego analizatora obwodów. Pomiary widma przenikalności elektrycznej rzepaku przeprowadzono w szerokim pasmie częstotliwości dla nasion o wilgotności w zakresie 8-16%, a więc typowej dla nasion podczas zbioru. W pracy wykazano, iż opracowana metoda jest skuteczna, daje powtarzalne wyniki właściwości dielektrycznych nasion rzepaku i jest metodą nie wymagającą specjalnego przygotowania próbek. Rezultaty tych badań mogą stanowić bazę do modelowania procesów mikrofalowego suszenia lub przetwarzania nasion.

Wkład Habilitanta w tej publikacji to: zaprojektowanie koncepcji badań, przygotowanie stanowiska pomiarowego, opracowanie wyników, nadzór nad prowadzonymi badaniami oraz pozyskanie środków finansowych.

Publikacja nr P6 pt.: *„Badania wpływu zagęszczania gleby na widmo jej przenikalności elektrycznej – zastosowanie metody opartej o zastosowanie sondy z otwartym końcem i celki współosiowej”*. Rezultaty badań zaprezentowane w tej publikacji są wynikiem działania naukowego MINIA-TURA 5 oraz TANGO 5 – projektów w których Habilitant pełnił funkcję kierownika. Celem badań było określenie stopnia zależności między przenikalnością elektryczną a gęstością i objętością wody w trzech różnie zagęszczonych gleby, uwilgotnionych na poziomie wilgotności masowej około 1, 5, 15 i 20%. Badania przeprowadzono na glebach o zróżnicowanym składzie granulometrycznym: glina pylasta, glina piaszczysta, piasek gliniasty, a więc w glebach stanowiących często powierzchniowe warstwy uprawne, w których rozwija się system korzeniowy większości roślin uprawnych. Wyniki badań posłużyły do pozyskania charakterystyk przenikalności elektrycznej różnych gleb zależnie od ich gęstości i wilgotności. Wykazano m. in., że przenikalność elektryczna gleby jako parametr odzwierciedla jej wilgotność i gęstość może być przydatna w ocenie jej jakości.

Wkład Habilitanta w pracę to: szczegółowy przegląd literatury, współudział w opracowaniu metodologii badań, zaprojektowanie i przygotowanie stanowisk pomiarowych, przygotowanie próbek glebowych, prowadzenie eksperymentu, a także nadzór nad merytorycznym przygotowaniem manuskryptu oraz działania w celu pozyskania środków finansowych na realizację projektów.

Ostatni element 7-częściowego zbioru prac monotematycznych to osiągnięcie technologiczne udokumentowane patentem opisane w temacie nr P7 pt.: *„Precyzyjny pomiar wilgotności w okolicach systemu korzeniowego roślin”*. Zaprezentowany patent jest rezultatem badań Habilitanta, jako współwykonawcy, prowadzonych w ramach projektu BIOSTRATEG 3. Celem praktycznym tego przedsięwzięcia było skonstruowanie sondy o zwiększonej wytrzymałości mechanicznej do szybkiego, częstego i automatycznego pomiaru wilgotności gleby. Opracowana sonda pracuje w technice TDR, a istotną jej częścią jest element roboczy w postaci pręta o średnicy 12 mm, długości 200 mm wykonany ze stali kwasoodpornej, zapewniającej dużą sztywność, odporność na ścieranie i korozję. Skonstruowana

sonda umożliwia bezpośredni odczyt wilgotności gleby, ale może również rejestrować widma przenikalności elektrycznej gleby. Stanowi ona rozwinięcie konstrukcji sondy przedstawionej w publikacji nr P4.

Wkład Habilitanta w tym osiągnięciu technologicznym, to: opracowanie koncepcji opatentowanego urządzenia, wykonanie projektu dokumentacji technicznej i prototypu urządzenia.

4.2.3. Ocena merytoryczna rozprawy

Wiele ocen cząstkowych oraz wkład Habilitanta w rozwiązywane problemy naukowe przedstawiłem w rozdziale 4.2.2 recenzji. W niniejszym rozdziale przedstawiam zatem rekapitulację tych ocen w formie merytorycznej konkluzji końcowej.

Sześć publikacji oznaczonych nr P1-P6 wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej dra Marcina Kafarskiego reprezentują wysoki poziom naukowy. Prace te zostały już wcześniej zrecenzowane przez specjalistów i uzyskały pozytywne opinie na etapie procesów wydawniczych, a o wysokich walorach merytorycznych świadczy fakt ich opublikowania w znaczących publikatorach zagranicznych, o dużych współczynnikach impact factorowych. Należy podkreślić, że wymienione publikacje są spójne pod względem metodycznym i merytorycznym oraz stanowią logicznie uporządkowaną całość. W ogólności zasadniczym przedmiotem rozprawy jest zbiór zagadnień związanych z oceną dotychczasowych metod badania wilgotności gleby, zalet i wad stosowanych instrumentów (urządzeń), propozycjami nowych rozwiązań metodycznych, w tym nowych projektów, oryginalnych przyrządów poszerzających możliwości ich zastosowania w szybko rozwijającym się rolnictwie precyzyjnym w dobie trudno, a niekiedy nieprzewidywalnych ekstremalnych zjawisk klimatycznych. W pracach wykazano również szerokie możliwości zastosowania tych nowych, oryginalnych technik pomiaru wilgotności w innych obszarach poza glebowych, a mianowicie w ogrodnictwie (przechowalnictwie, przetwórstwie), a nawet w ochronie przeciwpożarowej wielu elementów przyrody. Pozycja wymieniona pod nr P-7 i wchodząca w skład rozprawy jest osiągnięciem technologicznym udokumentowanym patentem. Osiągnięcie to jest kwintesencją wcześniejszych, cząstkowych rozwiązań metodycznych, zaprezentowanych w publikacjach nr P1-P4.

W podsumowaniu, oceniając bardzo pozytywnie nie tylko dorobek naukowy zaprezentowany w ramach rozprawy habilitacyjnej, ale również pozostałe osiągnięcia naukowe stwierdzam, iż dr Marcin Kafarski wykazuje się ogromnym zasobem wiedzy, potrafi w ukierunkowany sposób ją wykorzystać, umiejętnie wiedzę teoretyczną zmaterializować i przetworzyć w konkretne efekty praktyczne. Udokumentowana wiedza i kompetencje gwarantują dalszy prawidłowy rozwój Habilitanta.

Osiągnięcia dra Marcina Kafarskiego dostarczają nauce nowej wiedzy w zakresie możliwości zastosowania różnych metod i konstrukcji sensorów do pomiarów właściwości istotnych w praktyce rolniczej oraz badaniach gleby i materiałów pochodzenia rolniczego. Przedstawione propozycje różnych rozwiązań konstrukcyjnych posiadają potencjał komercjalizacyjny i mogą przyczynić się do rozpowszechnienia metod dielektrycznych w szeroko pojętym rolnictwie.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Dr Marcin Kafarski, jako absolwent Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki UMCS w Lublinie, na którym uzyskał tytuł zawodowy magistra w specjalności fizyka komputerowa, a następnie stopień doktora nauk technicznych, w dyscyplinie elektronika na Wydziale Elektroniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej posiada dużą wiedzę, o charakterze teoretycznym w przedmiotowych specjalnościach, jak również szerokie spektrum umiejętności techniczno-inżynierskich. Wiedza ta została pogłębiona w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie także o wiedzę z obszaru szeroko pojętej fizyki gleby, zwłaszcza w zakresie jej właściwości fizycznych i metod ich oznaczania, szczególnie metod oznaczania właściwości wodnych, a także uzupełniona niezbędną wiedzą o właściwościach fizycznych (struktura, gęstość, porowatość, wilgotność) wytworów produkcji rolniczej i ogrodniczej, m. in. owoców rolnych, warzyw, owoców itp. W wyniku synergii wiedzy z dwóch dyscyplin naukowych rolnictwa i ogrodnictwa oraz elektrotechniki, Habilitant słusznie ocenił istnienie szerokich możliwości badawczych i trafnie określił zakres problematyki badań, w którym dostrzegł duże możliwości dla swoich kompetencji, co w ogólności zawarł w tytule rozprawy habilitacyjnej.

Habilitant posiada bogaty i szczególnie dobrze udokumentowany dorobek naukowy, który został wypracowany po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Wyniki Jego badań wnoszą do nauki wiele nowych pierwiastków zarówno poznawczych, jak i aplikacyjnych w zakresie szeroko pojętej problematyki w reprezentowanej przez Habilitanta dyscyplinie naukowej – rolnictwo i ogrodnictwo. Na szczególne podkreślenie zasługują osiągnięcia w zakresie innowacyjnych rozwiązań technologicznych, co potwierdzają uzyskane patenty.

Zestaw szeregu prac i jednego patentu z syntetyczną ich charakterystyką stanowiących rozprawę habilitacyjną zawiera bogaty materiał analityczny, w pełni oryginalny, w większości nowatorski, rzetelnie opracowany oraz przedyskutowany na tle najnowszej literatury krajowej i zagranicznej. Również duży i wartościowy jest pozostały dorobek naukowy, szczególnie publikacyjny prezentowany w wysoko punktowanych czasopismach impact faktorowych, głównie w publikatorach zagranicznych.

W mojej ocenie Habilitant jest badaczem dociekliwym i dokładnym, potrafiącym dostrzegać istotne problemy badawcze, stawiać sobie ambitne cele i hipotezy oraz znajdować właściwe narzędzia i metody do ich rozwiązywania bądź weryfikacji. Na obecnym etapie rozwoju naukowego, nabyta wiedza i umiejętności badawcze, a także duże doświadczenie i kompetencje we wdrażaniu konkretnych rozwiązań do praktyki dają gwarancję dalszego, prawidłowego rozwoju naukowego i organizacyjnego Habilitanta.

Powyższe pozytywne podsumowanie dorobku naukowego, jak również inne osiągnięcia, w tym dydaktyczne i organizacyjne upoważniają mnie do stwierdzenia, iż dr Marcin Kafarski spełnia wymagania określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym. Wnioskuje zatem do członków Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie o dopuszczenie dra Marcina Kafarskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Subski, 22.05.2026.

Wojciech Dąbrowski