

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

Sosnowiec, 30.06.2022 r.



## RECENZJA

osiągnięć naukowo-badawczych,  
dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej  
**dra inż. Marka Stawowego**  
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych  
w dyscyplinie *inżynieria lądowa i transport*

Podstawą wykonania recenzji jest Uchwała nr 432/2022 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport z dnia 10.05.2022 r. oraz pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport dra hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. uczelni z dnia 13.05.2022 r. (WTBD.524.HAB.91.2022).

Dokumentację merytoryczną do sporządzenia recenzji stanowił wniosek dra inż. Marka Stawowego skierowany do Politechniki Warszawskiej za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport z dnia 06.12.2021 r. wraz z załącznikami na nośniku cyfrowym (pendrive).

### 1. Sylwetka Habilitanta

Pan dr inż. Marek Stawowy uzyskał stopień magistra inżyniera w 1994 roku, po ukończeniu studiów na kierunku Transport na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie transportu uzyskał dnia 08.06.2001 r. uchwałą Rady Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej na podstawie rozprawy doktorskiej pod tytułem „Komputerowa analiza obrazów w zastosowaniu do pomiarów parametrów ruchu pojazdów”. Promotorem w przewodzie doktorskim był doc. dr hab. Wojciech Mokrzycki.

Habilitant od 1994 r. jest zatrudniony w Zakładzie Telekomunikacji w Transporcie na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej, gdzie pracował początkowo na stanowisku asystenta (do 2001 r.) a obecnie zajmuje stanowisko adiunkta. W latach 2009 – 2010 Pan dr inż. Marek Stawowy pełnił funkcję Kierownika Katedry Informatyki w Wyższej Szkole Przedsiębiorczości i Nauk Społecznych w Otwocku.

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

## **2. Ocena osiągnięcia naukowego**

Jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr inż. Marek Stawowy wskazał we wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego monografię naukową p.t. „Metoda wielowarstwowego modelowania niepewności w szacowaniu jakości informacji systemów teleinformatycznych w transporcie” oraz jednotematyczny cykl publikacji związanych z problematyką modelowania i oceną jakości oraz jakości informacji systemów technicznych w tym systemów teleinformatycznych stosowanych w transporcie.

Głównym celem badań prowadzonych przez Habilitanta było opracowanie metody oceny jakości systemów technicznych, która pozwalałaby wyznaczać wartość jednego wskaźnika jakości, uwzględniającego wiele elementów i cech ocenianego systemu. W szczególności, zrealizowane badania naukowe dotyczyły metod oceny jakości informacji systemów teleinformatycznych stosowanych w transporcie, tzn. metod pozywających dokonać wielokryterialnej oceny jakości informacji, jaka może zostać dostarczona użytkownikom za pomocą rozpatrywanych systemów teleinformatycznych. Aby osiągnąć przyjęty cel badawczy, dr inż. Marek Stawowy zaproponował model jakości systemu technicznego, który bazuje na znanych metodach modelowania niepewności, tj. teorii ewidencji matematycznej (Dempstera-Shafera) i współczynnika pewności CF (ang. Certainty Factor).

### **2.1. Ocena monografii**

Monografia wskazana przez Habilitanta jako element osiągnięcia naukowego została wydana w 2019 roku w Warszawie nakładem Oficyny Wydawniczej Politechniki Warszawskiej. Praca zawiera 112 stron i obejmuje 10 numerowanych rozdziałów. Zawartość pracy stanowią również 3 dodatki z wynikami obliczeń oraz spisem ważniejszych skrótów i oznaczeń. Wykaz literatury zawiera 47 pozycji. Wydawca monografii, tj. Politechnika Warszawska, był ujęty w Wykazie wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe, sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Pierwszy rozdział monografii (Wstęp) zawiera wprowadzenie do tematyki szacowania jakości informacji w systemach teleinformatycznych i modelowania niepewności. Habilitant wyjaśnił podstawowe założenia dotyczące zastosowania metod oceny niepewności do wyznaczania jakości systemu teleinformatycznego oraz zaproponowanej koncepcji modelowania wielowarstwowego, która umożliwi uwzględnienie wielu czynników mających wpływ na jakość dostarczanej informacji.

W rozdziale drugim Habilitant wyjaśnił znaczenie jakości informacji w teleinformatycznych systemach transportu. Autor scharakteryzował pojęcie jakości informacji w kontekście definicji dostępnych w literaturze naukowej i normach oraz opisał związki pomiędzy ogólną definicją jakości, jakością informacji i jakością systemów teleinformatycznych. Opisane zostały również wybrane publikacje dotyczące wpływu informacji na realizację procesów transportowych i sterowania ruchem w transporcie. Treść rozdziału drugiego doprecyzowuje podejmowany w monografii problem i uzasadnia potrzebę zastosowania dedykowanych metod oceny jakości dla systemów teleinformatycznych wykorzystywanych w transporcie.

Trzeci rozdział monografii został poświęcony miarom jakości. Bazując na koncepcji ciągłego doskonalenia jakości, według norm ISO serii 9000, Habilitant przyjął założenie, że miara jakości powinna być opisana za pomocą funkcji, która jest zbieżna w nieskończoności do wartości

odpowiadającej doskonałości. Rozdział trzeci zawiera przegląd literatury dotyczącej miar jakości informacji, z którego wynika, że ograniczenia dostępnych metody nie pozwalają na kompleksowe wyznaczenie jakości informacji w systemach teleinformatycznych dla transportu. Autor wykazał, iż metoda oceny jakości powinna uwzględniać wiele wymiarów, których zestaw został ustalony na podstawie opracowań związanych z programem MITIQ (Massachusetts Institute of Technology Information Quality Program). Uwzględnione zostały również cechy, które umożliwiają bardziej szczegółowy opis poszczególnych wymiarów jakości informacji. Wynikiem rozważań przedstawionych w rozdziale trzecim jest propozycja miary jakości informacji w postaci funkcji wielu zmiennych, w której poszczególne zmienne odwzorowują wpływ danego wymiaru jakości informacji dla określonego procesu realizowanego w systemie teleinformatycznym (tzw. „stanu informacji”). Dla systemu teleinformatycznego w transporcie Habilitant zaproponował 16 wymiarów jakości informacji oraz 5 stanów informacji. Przyjęte przez Autora założenia dotyczące wyboru 5 stanów informacji (rejestrwanie, przesyłanie, przechowywanie, przekazywanie, interpretowanie) dla systemu teleinformatycznego są dyskusyjne i nie zostały odpowiednio uzasadnione. Brak jest również uzasadnienia dla stwierdzenia, iż „przejście przez wiele stanów informacji pociąga za sobą obniżenie jakości tej informacji” (str. 24). Ponadto, zgodnie z opisem zawartym w Tabeli 3.2 proces przetwarzania danych został uwzględniony jedynie jako element stanu „przekazywanie”, co znacząco ogranicza uniwersalność przyjętego modelu. Nie zostały wskazane przyczyny, dla których Autor zrezygnował z uwzględnienia przetwarzania danych jako odrębnego stanu. Należy zauważyć, że w systemach teleinformatycznych transportu przetwarzanie danych jest realizowane wielokrotnie na różnych etapach i często umożliwia poprawę jakości informacji (np. filtrowanie, agregacja, fuzja w na etapie akwizycji danych).

Podstawowe założenia własnego modelu opisującego jakość informacji w transportowym systemie teleinformatycznym Habilitant przedstawił w czwartym rozdziale monografii. Rozdział ten zawiera krótkie uzasadnienie potrzeby zastosowania proponowanego przez Autora nowego podejścia do opisu jakości informacji z wykorzystaniem modelowania niepewności. Przedstawiono również przykład zastosowania notacji graficznej (graf na rysunku 4.1), którą Autor wykorzystuje do prezentowania modeli jakości informacji.

Bardzo istotny dla wartości naukowej monografii jest rozdział piąty monografii. Habilitant szczegółowo opisał w tym rozdziale opracowaną przez siebie metodę modelowania jakości informacji, która bazuje na ocenie niepewności poprzez wykorzystanie zaczerpniętej z literatury definicji współczynnika pewności (CF). Autor przedstawił również cztery przykłady zastosowania proponowanej metody. Pierwsza część rozdziału zawiera podstawowe informacje dotyczące zastosowanej przez Habilitanta metody obliczania wartości współczynnika CF dla dwóch modeli podstawowych, tj.:

- modelu „równoległego”, czyli sytuacji, w której dwie różne obserwacje potwierdzają tę samą hipotezę,
- modelu „szeregowego”, czyli przypadku, gdy dana obserwacja jest równocześnie hipotezą, którą potwierdza inna obserwacja.

W dalszej części rozdziału piątego opisane zostały zaproponowane przez Autora podejścia, wykorzystujące współczynnik pewności do modelowania wymiarów jakości i stanów informacji. Przedstawiono kolejne kroki budowy modelu, który pozwala uzyskać wynik w postaci nieliniowej zależności pomiędzy jakością informacji i zmienną reprezentującą dany wymiar jakości. Autor wykazał, że uwzględnienie w obliczeniach oczekiwanej wartości współczynnika jakości informacji (odpowiadającej doskonałości) pozwala uzyskać zależność zgodną z założeniami, które przyjęto w rozdziale trzecim monografii. Mankamentem modelu

stanów informacji, który został zaprezentowany w podrozdziale 5.9 jest fakt, że kolejne etapy (rejestracja, przesyłanie, przechowywanie, przekazywanie i interpretacja danych) zgodnie z tym modelem powodują obniżenie jakości informacji. Jak już wskazano powyżej w niniejszej recenzji, w rzeczywistych systemach teleinformatycznych na różnych etapach realizowane jest przetwarzanie danych, którego celem jest poprawa jakości informacji. Zaproponowany model stanów informacji (rys. 5.9) nie pozwala bezpośrednio odwzorować takich systemów.

W przykładzie 1 zademonstrowano bardzo prosty model uwzględniający pięć stanów informacji w systemie teleinformatycznym. Model ten sprowadza się do wyznaczenia iloczynu pięciu zmiennych. Nieco bardziej rozbudowana wersja modelu została przedstawiona w przykładzie 2, w którym uwzględniono redundantne źródła danych oraz wielotorowe przekazywanie danych. Zaprezentowany przykład potwierdza, że zaproponowane podejście pozwala odwzorować korzystny wpływ redundancji na jakość informacji. Brak jest jednak podstaw, które pozwalałyby zgodzić się ze stwierdzeniem Autora, iż „z wykresów (rys. 5.16 i 5.17) można wywnioskować, że model dość precyzyjnie odwzorowuje zależność jakości informacji od kolejnych etapów kształtowania jakości w wybranym systemie”. Trudno jest mówić w przypadku wspomnianego przykładu o ocenie precyzji (lub, jak wynika z kontekstu, dokładności), gdyż dane do obliczeń zostały przyjęte arbitralnie i nie zostały skonfrontowane z wynikami pomiarów.

Przykład 3 ilustruje zastosowanie zaproponowanej metody do oceny jakości informacji przekazywanej kierowcom za pomocą sygnalizacji świetlnej. W przykładzie uwzględniono dwa proste przypadki z pojedynczym i podwójnym sygnalizatorem. Wyniki obliczeń, podobnie jak w przykładzie 2, potwierdzają, że redundancja przekazywania informacji poprawia jej jakość, co jest zgodne z oczywistymi obserwacjami funkcjonowania sygnalizacji świetlnej.

Podrozdział 5.3 zawiera opis opracowanej metody modelowania jakości informacji poprzez połączenie modeli zaprezentowanych w punktach 5.1 i 5.2. Metoda umożliwia uwzględnienie wymiarów jakości, które są określane w sposób niezależny dla poszczególnych stanów informacji. Na rysunku 5.26 Autor przedstawił ogólny schemat metody, który obejmuje 5 kroków prowadzących do wyznaczenia jakości informacji dla transportowego systemu teleinformatycznego. Metoda umożliwia wyznaczenie współczynnika jakości dla rozpatrywanego systemu teleinformatycznego, jak również dla poszczególnych stanów informacji w tym systemie. Zgodnie z zaproponowaną przez Habilitanta metodą, model może być dowolnie rozbudowywany poprzez dobór sekwencji stanów informacji, wymiarów jakości i ich cech. Zastosowanie metody zostało zilustrowane w przykładzie 4, który dotyczy systemu teleinformatycznego z dwuetapowym przesyłaniem danych i dwoma źródłami danych. Przykład 4 potwierdza, że zaproponowana metoda pozwala tworzyć bardziej złożone modele niż te, które przedstawiono w przykładach 1 - 3. Jednocześnie, w przykładzie 4 wykazano problemy związane z pracochętnością modelowania, koniecznością uwzględnienia wiedzy eksperckiej z różnych dziedzin i oszacowania wartości dla dużej liczby współczynników. Część z tych problemów rozwiązano przyjmując założenia upraszczające.

W rozdziale szóstym monografii dr inż. Marek Stawowy przedstawił modyfikację opisaną w rozdziale piątym metody wyznaczania jakości informacji. Modyfikacja ta polega na zastosowaniu innego podejścia do szacowania niepewności, tj. teorii ewidencji matematycznej (Dempstera-Shafera). Zgodnie z tym podejściem, jakość informacji jest wyznaczana poprzez obliczenie wartości funkcji przekonania (ang. belief). Sposób realizacji obliczeń został zilustrowany wzorami (6.10) – (6.41). Wyniki obliczeń przedstawione za pomocą wykresu na rysunku 6.1 potwierdzają, że zmodyfikowana metoda odwzorowuje nieliniową zależność współczynnika jakości informacji od zmiennej opisującej dostępność

informacji, podobnie jak w przypadku metody bazującej na współczynniku CF. Rozdział szósty zawiera również przykład 5, który w skróconej formie opisuje sposób zastosowania zmodyfikowanej metody dla przypadku systemu teleinformatycznego będącego przedmiotem analizy w przykładzie 4. Autor wykazał, że zakres możliwości modelowania jakości informacji za pomocą zmodyfikowanej metody jest podobny do metody wykorzystującej współczynnik pewności CF, przy czym zmodyfikowana metoda jest bardziej czuła na zmianę współczynników reprezentujących wymiary jakości. Opis zmodyfikowanej metody w rozdziale szóstym jest bardzo skrótowy i pobieżny. Brakuje w nim powiązania obliczeń (6.10) – (6.41) z podstawowymi definicjami (6.1) – (6.9) oraz interpretacji pośrednich wyników obliczeń. Cały ciąg wzorów prezentujących przebieg obliczeń został zamieszczony bez komentarzy i wyjaśnień. Również zawartość tabel 6.2 – 6.6 nie została szczegółowo opisana.

W rozdziale siódmym, na niepełnych dwóch stronach, Habilitant zasygnalizował możliwość wykorzystania teorii zbiorów przybliżonych i zbiorów rozmytych w zaproponowanym podejściu do szacowania jakości informacji. Rozdział zawiera podstawowe definicje dotyczące zbiorów przybliżonych oraz kilka stwierdzeń dotyczących potencjalnych obszarów zastosowania i ograniczeń wspomnianych metod modelowania niepewności.

Rozdział ósmy został poświęcony badaniom opracowanych modeli, które miały na celu sprawdzenie w jaki sposób zmiany danych wejściowych wpływają na wynik zwracany przez model. Autor generował losowo (zgodnie z rozkładem normalnym) wartości współczynników wymiarów informacji lub zmieniał je w określonym zakresie oraz rejestrował zmiany pośrednich i końcowych wyników szacowania jakości informacji. Badania zostały wykonane na danych symulowanych. Na podstawie uzyskanych wyników Habilitant stwierdził, że działanie modelu jest zgodne z oczekiwaniami.

Rozdział dziewiąty zawiera opis zasad i sposobów kalibracji zaproponowanych przez Habilitanta modeli szacowania jakości informacji. Autor wykazał potrzebę wprowadzenia w modelu zmiennych korygujących współczynniki wymiarów jakości, aby wyznaczana za pomocą tego modelu jakość informacji nie zależała od liczby wymiarów. Ponadto, wprowadził „funkcje korygujące” dla współczynników wymiaru jakości informacji, które pozwalają kontrolować wpływ poszczególnych wymiarów jakości informacji i stanów informacji. W rozdziale dziewiątym zamieszczono również prosty przykład, który ilustruje zasady kalibracji. W pracy nie została przeprowadzona kalibracja modelu w sensie dosłownym, tzn. parametry modelu nie zostały dopasowane, aby uzyskany wynik był zgodny z wzorcem (np. zebrany zestawem obserwacji).

W rozdziale dziesiątym Habilitant dokonał podsumowania pracy oraz przedstawił wnioski. Zasadnicze wnioski zostały sformułowane w siedmiu punktach, w tym cztery dotyczą korzyści wynikających z możliwości, jakie oferują zaproponowane metody modelowania jakości informacji, natomiast pozostałe dotyczą wad opracowanych rozwiązań. Autor zwrócił również uwagę na możliwość zastosowania przedstawionych metod w dziedzinach innych niż transport oraz zasugerował możliwość dalszego rozwoju metod oceny jakości informacji z wykorzystaniem modelowania niepewności. Mankamentem ostatniego rozdziału monografii jest brak szerszej, szczegółowej dyskusji dotyczącej dalszych kierunków badań.

Podsumowując ocenę monografii należy stwierdzić, że Autor przedstawił oryginalną metodę modelowania i wyznaczania jakości informacji systemów teleinformatycznych, która może znaleźć zastosowania w transporcie. Habilitant w sposób twórczy wykorzystał dostępne dotychczas modele niepewności, aby na ich podstawie sformułować własny model, który pozwala odtworzyć teoretyczną zależność pomiędzy cechami składowych elementów systemu

teleinformatycznego oraz globalnym współczynnikiem opisującym jakość informacji dostarczanej przez rozpatrywany system.

Monografia ma jednak istotne mankamenty, które obniżają jej wartość naukową. Po pierwsze, analizowane w monografii przykłady systemów teleinformatycznych nie są w pełni realistyczne. W żadnym z przykładów (również w bardzo prostym i oczywistym przykładzie sygnalizacji świetlnej) Autor nie uwzględnił w sposób szczegółowy i kompletny rzeczywistego przypadku systemu teleinformatycznego. Po drugie, Autor nie przedstawił praktycznego sposobu szacowania parametrów modelu, których zbiór jest bardzo liczny, ponieważ obejmuje współczynniki dotyczące cech i wymiarów jakości dla poszczególnych stanów informacji, jak również dodatkowe współczynniki umożliwiające kalibrację poszczególnych elementów modelu. W zaprezentowanych przykładach Autor zastosował istotne uproszczenie dobierając arbitralnie wartości współczynników oraz konkludując, że oszacowanie tych wartości wymagałoby dużego nakładu pracy i zaangażowania ekspertów z wielu dziedzin. Po trzecie, zaproponowany model nie został zweryfikowany. Aby jednoznacznie wykazać użyteczność zaproponowanej metody Autor powinien przeprowadzić weryfikację modelu wykorzystując do tego celu dane dotyczące rzeczywistych systemów lub realistycznego środowiska symulacyjnego.

## 2.2. Ocena cyklu publikacji

Przedstawiony do recenzji cykl publikacji składa się z ośmiu artykułów naukowych opublikowanych w latach 2015 – 2021. Cztery spośród tych artykułów opublikowano w materiałach konferencyjnych (konferencja European Safety and Reliability Conference ESREL). Pozostałe cztery artykuły zostały opublikowane w czasopiśmie naukowym posiadającym współczynnik Impact Factor (czasopisma Remote Sensing i Energies wydawnictwa MDPI). Habilitant jest samodzielnym autorem dwóch prac konferencyjnych należących do cyklu publikacji. W przypadku czterech wysoko punktowanych artykułów w czasopiśmie udział merytoryczny autora wynosi 25% dla trzech prac i 40% dla jednej publikacji. Tematyka wskazanych publikacji dotyczy modelowania i oceny jakości systemów technicznych, w szczególności oceny jakości informacji w systemach teleinformatycznych transportu.

W artykule konferencyjnym pt. „Model for Information Quality Determination of Teleinformation Systems of Transport” dr inż. Marek Stawowy zaprezentował metodę oceny jakości informacji w systemach teleinformatycznych z wykorzystaniem współczynnika pewności CF oraz zilustrował zastosowanie tej metody na przykładzie systemu monitorowania ruchu drogowego. Publikacja zawiera prosty przykład obliczeniowy dla danych symulowanych i krótką dyskusję uzyskanych wyników, w której zwrócono uwagę na możliwość uwzględnienia wielu czynników mających wpływ na jakość informacji oraz identyfikacji elementów, które mają najistotniejszy wpływ na tę jakość.

Artykuł konferencyjny Habilitanta pt. „Model for Information Quality Determination of Teleinformation Systems of Transport” zawiera porównanie wyników szacowania jakości informacji dla systemu transmisji danych przy zastosowaniu współczynnika pewności CF oraz funkcji przekonania (belief). Wskazane warianty metody zostały porównane na uproszczonym przykładzie transmisji danych z uwzględnieniem stosu protokołów TCP/IP. Na potrzeby przykładu Autor przyjął hipotetyczne wartości współczynników opisujących wpływ błędów na poszczególnych warstwach modelu referencyjnego OSI. Na podstawie uzyskanych wyników Habilitant stwierdził, że obydwa analizowane w artykule podejścia dają podobne rezultaty i są przydatne do szacowania jakości informacji.



W publikacji konferencyjnej pt. "Application and simulations of uncertainty multilevel models to ensure the ITS services" zastosowano podejście bazujące na ocenie niepewności i teorii ewidencji matematycznej do oceny jakości usług transmisji danych w inteligentnych systemach transportowych. Przedstawiono przykład obliczeniowy, w którym przyjęto rzeczywiste parametry różnych technologii transmisyjnych. Wykazano, że zaproponowane podejście umożliwia ocenę różnych technologii transmisji danych z uwzględnieniem wielu kryteriów wpływających na jakość usług.

Publikacja konferencyjna pt. „Modelling of uncertainty for continuity quality of power supply” dotyczy zaproponowanej przez Habilitanta metody do oceny systemu zasilania urządzeń elektrycznych w szpitalu. Przedstawiono prosty model systemu zasilania szpitala bez redundancji. Przyjęte w obliczeniach parametry modelu zostały dobrane arbitralnie, bez wykorzystania danych dotyczących rzeczywistych systemów. Głównym rezultatem badań opisanych w tej publikacji jest wykazanie możliwości wykorzystania zaproponowanej metody do oceny jakości systemów energetycznych.

W artykule pt. "The Analysis and Modelling of the Quality of Information Acquired from Weather Station Sensors", opublikowanym w czasopiśmie Remote Sensing, zaprezentowano przykład wykorzystania metody zaproponowanej w monografii Habilitanta do oceny jakości informacji pozyskiwanej ze stacji meteorologicznej. Wartościowym elementem tej pracy jest szczegółowy opis procesu konstruowania modelu dla rozpatrywanej stacji meteorologicznej z uwzględnieniem dwóch czujników temperatury, systemu akwizycji i rejestracji danych, modułu transmisji GSM/GPRS oraz serwera. Z deklaracji zawartej w artykule wynika, że wartości parametrów modelu zostały określone na podstawie rzeczywistych danych dotyczących pracy stacji meteorologicznej z okresu jednego roku. Istotnym mankamentem publikacji jest krótki i ubogi w treść rozdział nr 4 „Simulation and Results using Real Measurements”, w którym przedstawiono na wykresach zależności pomiędzy współczynnikami opisującymi poprawność pracy czujników temperatury a współczynnikiem pewności hipotezy dotyczącej poprawnej interpretacji danych przesłanych na serwer. W artykule brakuje szczegółowej analizy, interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników. Ponadto, wbrew temu co sugeruje streszczenie znajdujące się na pierwszej stronie artykułu, w publikacji nie przedstawiono wyników weryfikacji zaproponowanego modelu jakości informacji.

Publikacja w czasopiśmie Energies pt. „Method of Estimating Uncertainty as a Way to Evaluate Continuity Quality of Power Supply in Hospital Devices” jest rozszerzoną i zmodyfikowaną wersją wspomnianego wyżej artykułu konferencyjnego pt. „Modelling of uncertainty for continuity quality of power supply”. Główna różnica pomiędzy tymi dwoma publikacjami polega na tym, że w rozszerzonej wersji analizowany model uwzględnia redundantne źródło zasilania. Zaprezentowane w artykule wyniki, uzyskane za pomocą opracowanego modelu, dotyczą wpływu współczynników opisujących poprawność działania źródeł zasilania na współczynnik pewności hipotezy dotyczącej ciągłości dostaw energii elektrycznej do urządzeń szpitalnych.

Podobny, choć mniej rozbudowany, model zasilania energią elektryczną z zapasowym źródłem energii został przedstawiony w publikacji pt. „Quality and Reliability-Exploitation Modeling of Power Supply Systems” (czasopismo Energies). Do modelowania jakości systemu zasilania została wykorzystana w tej pracy metoda zaproponowana przez Habilitanta, bazująca na teorii ewidencji matematycznej. Autorzy zasugerowali, że opisana w artykule metoda może zostać wykorzystana do modelowania jakości systemów zasilających urządzenia telematyczne.

Wartość wyników i wniosków zaprezentowanych w powyższych dwóch publikacjach, dotyczących zasilania energią elektryczną, jest dyskusyjna ze względu na fakt, że w ramach budowy modeli, jak również podczas eksperymentów nie zostały wykorzystane dane dotyczące rzeczywistych systemów elektroenergetycznych.

Ostatni z artykułów tworzących cykl publikacji również został opublikowany w czasopiśmie *Energies*. Jest to praca zatytułowana „Determining Information Quality in ICT Systems”, w której zamieszczono wybrane fragmenty monografii Habilitanta przetłumaczone na język angielski. W artykule została opisana metoda modelowania jakości informacji, którą Habilitant zaprezentował w swojej monografii. Opisy metody w artykule i monografii (również rysunki) są nieomal identyczne. Na potrzeby artykułu przygotowano zmodyfikowany przykład obliczeniowy. Przedstawione w artykule wnioski pokrywają się z wnioskami zamieszczonymi w monografii. Zatem, z punktu widzenia oceny osiągnięcia naukowego, wskazany artykuł nie wnosi wartości dodanej.

Podsumowując ocenę jednotematycznego cyklu publikacji, należy zauważyć, iż przykłady zaprezentowane w scharakteryzowanych powyżej artykułach naukowych potwierdzają, że istnieje szerokie spektrum zastosowań, w których przydatna może być opracowana przez Habilitanta metoda modelowania jakości informacji. Jakość publikacji zaliczonych do cyklu oceniam jako średnią. Artykuły nie wnoszą żadnych istotnych elementów nowości do metod i modeli przedstawionych w autorskiej monografii Habilitanta. Wyniki badań przedstawione w artykułach są zbieżne z wynikami przedstawionymi w monografii i nie niwelują jej mankamentów. Z informacji o zadeklarowanym przez Kandydata procentowym udziale merytorycznym wynika, że Jego udział w przygotowaniu artykułów wysoko punktowanych nie był dominujący. Czasopisma, w których opublikowane zostały artykuły z ocenianego cyklu nie należą do zbioru szczególnie prestiżowych czasopism naukowych związanych z inżynierią lądową i transportem. Materiały konferencji ESREL nie zaliczają się do wysoko ocenianych publikacji i nie zostały uwzględnione w wykazie recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych MNiSW/MEiN.

**Pomimo wskazanych w niniejszej recenzji mankamentów, stwierdzam, że przedstawione przez Kandydata osiągnięcie, obejmujące autorską monografię oraz cykl publikacji powiązanych tematycznie, w ujęciu całościowym ma twórczy i naukowy charakter oraz stanowi wkład w rozwój dyscypliny *inżynieria lądowa i transport*.**

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

Przed uzyskaniem stopnia doktora Dr inż. Marek Stawowy opublikował 3 artykuły w czasopismach naukowych i 6 artykułów w materiałach konferencyjnych, wygłosił 3 referaty na międzynarodowych konferencjach naukowych oraz 3 referaty na konferencjach krajowych. Habilitant współpracował również z Instytutem Transportu Samochodowego w ramach prac badawczo-rozwojowych dotyczących oceny strumienia świetlnego reflektorów samochodowych. Prace opublikowane przez Habilitanta przed uzyskaniem stopnia doktora nie zostały zaindeksowane w bazie Web of Science i nie posiadają współczynnika Impact Factor. Dane o punktacji wskazanego wyżej dorobku publikacyjnego nie są dostępne ze względu na to, że Habilitant obronił doktorat w 2001 roku.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora dr inż. Marek Stawowy opublikował 1 monografię naukową, był autorem lub współautorem 17 rozdziałów w monografiach, 32



artykułów w czasopiśmie i 11 artykułów w materiałach konferencyjnych, wygłosił 33 referaty na konferencjach naukowych (z czego większość stanowiły wystąpienia na konferencjach międzynarodowych organizowanych w Polsce). Brał również udział w realizacji 4 projektów oraz zadań wykonywanych w ramach prac statutowych Zakładu Telekomunikacji w Transporcie Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej i Instytutu Transportu Samochodowego.

Dr inż. Marek Stawowy zrecenzował 20 prac naukowych w czasopiśmie międzynarodowych, w tym 17 recenzji dotyczyło artykułów zgłoszonych do czasopiśmie wysoko punktowanych, posiadających współczynnik Impact Factor. Pełni funkcję redaktora wydania specjalnego pt. "Modeling of Quality, Reliability, and Exploitation for Power Supply Systems, ICT Systems, and Transportation Systems" czasopiśmie Energies.

Dr inż. Marek Stawowy zgromadził obszerny dorobek publikacyjny. Należy podkreślić znaczący wzrost liczby prac opublikowanych przez Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Łączny dorobek publikacyjny obejmuje 72 prace (w tym 63 po uzyskaniu stopnia doktora).

Najistotniejsze z punktu widzenia oceny poziomu naukowego są publikacje w wydawnictwach notowanych w bazie Web of Science. Habilitant opublikował 6 artykułów w czasopiśmie naukowych posiadających współczynnik Impact Factor oraz 10 prac w materiałach konferencyjnych uwzględnionych w bazie Web of Science. Wszystkie te prace zostały opublikowane po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Biorąc pod uwagę dane naukometryczne, należy stwierdzić, że najwyższą wartość w dorobku Habilitanta ma artykuł pt. „The Analysis and Modelling of the Quality of Information Acquired from Weather Station Sensors”, opublikowany w czasopiśmie Remote Sensing, którego Impact Factor wynosi 4,848.

Mankamentem dorobku publikacyjnego Habilitanta jest brak samodzielnych artykułów w wysoko punktowanych czasopiśmie. Częściowo rekompensuje to fakt, że dr inż. Marek Stawowy jest wymieniony jako pierwszy autor w przypadku czterech spośród sześciu tego typu artykułów, co może świadczyć o Jego kluczowej roli w przygotowaniu tych publikacji. Sumaryczny Impact Factor opublikowanych prac wynosi 20,615.

Według bazy Web of Science liczba cytowań prac, których autorem lub współautorem jest dr inż. Marek Stawowy Habilitanta, z wykluczeniem autocytowań, wynosi 34. Natomiast indeks Hirsha jest równy 3. W bazie Scopus zarejestrowano 92 cytowań bez autocytowań oraz indeks Hirscha równy 4. Powyższe wskaźniki pozwalają stwierdzić, że dorobek publikacyjny Habilitanta jest dostrzegany przez międzynarodową społeczność naukową.

O aktywności naukowej Habilitanta świadczą liczne wystąpienia na konferencjach międzynarodowych, wśród których na szczególną uwagę zasługuje udział w czterech edycjach konferencji ESREL (European Safety and Reliability Conference).

Pozytywnie należy ocenić dorobek Habilitanta w zakresie uczestnictwa w projektach badawczych. Dr inż. Marek Stawowy brał udział w pracach kilku zespołów badawczych, które realizowały projekty finansowane przez Komitet Badań Naukowych, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad.

W projekcie pt. „Miejsca parkingowe na MOP” Habilitant pełnił funkcję kierownika zadania. Przeprowadzone w projekcie prace badawcze dotyczyły analizy zajętości parkingów. Projekt był realizowany w latach 2016 – 2018 w ramach przedsięwzięcia „RID - Rozwój Innowacji Drogowych” w konsorcjum Uniwersytetu Warszawskiego, Politechniki Warszawskiej oraz Instytutu Transportu Samochodowego.

Dr inż. Marek Stawowy uczestniczył, jako projektant i programista systemów analizy obrazów, w projekcie pt. „Podstawy teoretyczne i koncepcja techniczna nowatorskiego systemu kompleksowej diagnostyki oświetlenia pojazdów samochodowych”. Projekt był realizowany w Instytucie Transportu Samochodowego w latach 2002 – 2003.

W ramach projektu pt. „Metody wykorzystania środków telematyki we wspomaganie realizacji zadań transportowych”, realizowanym na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej w latach 2003- 2006 Habilitant brał udział w opracowaniu oprogramowania do symulacji ruchu pojazdów na autostradzie.

Ponadto, warto zauważyć współpracę dra inż. Marka Stawowego z Instytutem Transportu Samochodowego, gdzie w sierpniu 2021 r. odbył staż naukowy związany z pomiarami fotometrycznymi świateł pojazdów.

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

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

Dr inż. Marek Stawowy posiada istotne osiągnięcia w pracy dydaktycznej. W ramach pracy na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej Habilitant prowadzi zajęcia laboratoryjne, ćwiczenia i wykłady, opracował programy kilku nowych przedmiotów nauczania na studiach I i II stopnia, nadzorował ponad dwadzieścia prac dyplomowych, inżynierskich i magisterskich, jest współautorem dwóch podręczników akademickich wydanych przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej w 2019 roku (podręczniki pt. „Podstawy elektroniki. Laboratorium” i „Elektronika. Laboratorium”). Ponadto, jest autorem oprogramowania, które znalazło zastosowanie w dydaktyce (m. in. program do filtrowania obrazów, symulator ruchu autostradowego i aplikacja do analizy obrazów). Habilitant otrzymał nagrodę zespołową III stopnia za osiągnięcia dydaktyczne w latach 2018-2019. Nagroda została przyznana przez Rektora Politechniki Warszawskiej. Dr inż. Marek Stawowy prowadził również działalność dydaktyczną w Wyższej Szkole Przedsiębiorczości i Nauk Społecznych w Otwocku, gdzie m. in. był promotorem prac dyplomowych.

Dotychczasowa działalność organizacyjna Habilitanta obejmowała udział w pracach komitetu organizacyjnego Międzynarodowej Konferencji Naukowej "Transport XXI wieku", koordynowanie przedmiotów nauczania, sprawowanie opieki nad bazą laboratoryjną i siecią komputerową w Zakładzie Telekomunikacji w Transporcie na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej, przygotowywanie przetargów na zakup sprzętu komputerowego, udział w pracach Wydziałowej Komisji Programowej i Rektorskiej Komisji ds. Aparatury Naukowo-Badawczej oraz koordynowanie prac związanych z przygotowaniem wniosku projektowego do konkursu POPC 2.3.1. Dr inż. Marek Stawowy realizował również zadania związane z organizacją pracy badawczej i dydaktycznej Katedry Informatyki w Wyższej Szkole Przedsiębiorczości i Nauk Społecznych w Otwocku, gdzie w latach 2009 – 2010 sprawował funkcję kierownika katedry.

Wśród podejmowanych dotychczas przez Habilitanta kilku działań związanych z popularyzowaniem nauki należy wskazać członkostwo w Towarzystwie Przetwarzania

Obrazów w latach 1997-2002 oraz prowadzenie wykładu pt. „Autostrady i drogi szybkiego ruchu w Polsce – wczoraj, dziś i jutro” na Uniwersytecie Trzeciego Wieku Politechniki Warszawskiej.

Z dokumentacji udostępnionej wraz z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego wynika, że Dr inż. Marek Stawowy nie posiada istotnych osiągnięć w zakresie współpracy międzynarodowej. Działalność międzynarodowa Habilitanta sprowadza się do recenzowania prac i organizacji wydania specjalnego w zagranicznych czasopiśmie naukowych.

**Dorobek dra inż. Marka Stawowego w zakresie dydaktyki, działań organizacyjnych i popularyzatorskich oceniam jako wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.**

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

Po analizie wskazanego przez Habilitanta osiągnięcia naukowego, jakim jest autorska monografia pt. „Metoda wielowarstwowego modelowania niepewności w szacowaniu jakości informacji systemów teleinformatycznych w transporcie” wraz z jednotematycznym cyklem publikacji oraz po zapoznaniu się z pozostałymi osiągnięciami Kandydata w zakresie działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej pozytywnie oceniam zdobyte przez Niego wiedzę, doświadczenie naukowe, kwalifikacje zawodowe, umiejętności i kompetencje.

Stwierdzam, że zaprezentowana przez Kandydata autorska monografia wraz z cyklem powiązanych tematycznie artykułów naukowych, pomimo istotnych mankamentów, stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport. Ponadto, stwierdzam, że dr inż. Marek Stawowy wykazuje się istotną aktywnością naukową w uczelni i instytucji naukowej. Uważam zatem że, Kandydat spełnia wymagania formalne określone w art. 219 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

**W związku z powyższym, stwierdzam, że dorobek Pana dra inż. Marka Stawowego może być podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *inżynieria lądowa i transport*.**

