

Gliwice, 26.01.2024 r.

## RECENZJA

dotycząca **osiągnięć naukowych, istotnej aktywności naukowej**  
oraz działalności dydaktyczno-organizacyjnej  
**dra inż. Ralfa Stettera**  
ubiegającego się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego  
**w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne**

Podstawę formalną do opracowania recenzji stanowią pismo nr WE-IE-A-32/23 Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, prof. dr. hab. inż. Roberta Smoleńskiego oraz umowa o dzieło nr IAEE/D-ka/1099/2023 zlecona przez JM Rektora Uniwersytetu Zielonogórskiego Pana prof. dra hab. Wojciecha Strzyżewskiego. Niniejsza recenzja została wykonana mając na uwadze warunki określone w art. 219 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U.2023.742), na podstawie zestawu załączników zawierających: dane wnioskodawcy; odpis dyplomu doktora nauk technicznych; autoreferat na temat dorobku i osiągnięć naukowo-badawczych; wykaz publikacji; wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny; oświadczenia o współautorstwie opublikowanych prac naukowych; kserokopie prac stanowiących monotematyczny cykl wydawniczy; wniosek habilitacyjny ze wszystkimi załącznikami w wersji elektronicznej.

### 1. Ocena osiągnięć naukowych Habilitanta

#### 1.1. Uwagi formalne

Dr inż. Ralf Stetter prezentuje bardzo interesującą sylwetkę naukową i zawodową. Uzyskał stopień doktora nauk technicznych w 2000 roku na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Monachijskiej w Niemczech. Od września 2004 roku do chwili obecnej pełni

funkcję profesora na Uniwersytecie Nauk Stosowanych Ravensburg-Weingarten w Niemczech. Jednocześnie od października 2016 roku jest kierownikiem projektu w centrum transferu Steinbeis "Automotive Systems" oraz od października 2018 roku Koordynatorem ds. Współpracy Międzynarodowej na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Nauk Stosowanych Ravensburg-Weingarten.

Dodatkowo, w latach 2006–2018, pełnił funkcję Prodziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Nauk Stosowanych Ravensburg-Weingarten, co świadczy o zaufaniu społeczności akademickiej. Przez cztery lata, od grudnia 2000 roku do sierpnia 2004 roku, pracował jako Koordynator zespołu zajmującego się elementami wnętrza pojazdu w dziale rozwoju produktu w firmie Audi AG w Ingolstadt. Od lipca 1996 roku do listopada 2000 roku był także asystentem badawczym na Politechnice Monachijskiej.

***Jego bogate interdyscyplinarne doświadczenie w pracy naukowej, edukacji, zarządzaniu projektami, współpracy międzynarodowej i pracy badawczo-rozwojowej w przemyśle motoryzacyjnym czynią go silnym kandydatem do habilitacji.***

## 1.2. Cel i zawartość merytoryczna osiągnięć naukowych

Na osiągnięcia naukowe, zgłoszone przez dra inż. Ralfa Stettera w ramach postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego, składają się wyniki badań i rezultaty naukowe Habilitanta, uzyskane przez niego samego, jak również w ramach współautorskich prac w ciągu 8 lat obejmujących okres od 2015 do 2022 roku. Główne zainteresowania badawcze Habilitanta, w przedstawionym cyklu publikacji, koncentrują się na projektowaniu i sterowaniu tolerującym uszkodzenia (ang. Fault-Tolerant Design FTD, Fault-Tolerant Control FTC), co jest szczególnie istotne w kontekście aktualnego rozwoju dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. Habilitant formułując pięć głównych problemów badawczych, takich jak definicja FTD, integracja FTD i FTC, rola wirtualnych czujników oraz urządzeń wykonawczych w FTD/FTC, strategię tolerującą uszkodzenia dla systemów z redundantnymi i dzielonymi zasobami czy estymacja pozostałej żywotności komponentów, ukierunkowuje swoje badania na praktyczne wyzwania inżynieryjno-techniczne. Podjęta tematyka jest niezmiernie istotna i aktualna, nieustannie stanowiąc wyzwanie, któremu dotychczas nie udało się w pełni sprostać w dostępnej literaturze. Zaproponowane oryginalne rozwiązania problemów badawczych jakie zdefiniował Habilitant nie tylko mają szansę ułatwić skuteczną realizację wielu zadań jakie stawiane są przed zautomatyzowanymi pojazdami oraz procesami o jakich mowa jest w zgłoszonym cyklu publikacji, ale również przynoszą korzyści w zakresie innych nowoczesnych systemów technicznych, w tym pojazdów samochodowych oraz robotów eksploracyjnych, które docelowo mają osiągnąć możliwie wysoki stopień autonomizacji.

Głównym celem badań Habilitanta jest opracowanie i walidacja metod FTD, które wspomagają projektowanie systemów technicznych z wysoką zdolnością tolerowania uszkodzeń. W szczególności, skoncentrowane są one na automatycznych pojazdach i procesach przemysłowych. Wnioskodawca dąży do zwiększenia nie tylko bezpieczeństwa, ale także efektywności działania systemów technicznych, co może znacząco wpłynąć na rozwój sektorów logistyki, produkcji i infrastruktury. Habilitant podejmuje szereg kluczowych problemów badawczych. Skupia się na formalnej definicji i procesie wdrażania projektowania tolerującego uszkodzenia. Wyzwanie to polega na opracowaniu systematycznego podejścia do tego zagadnienia, co obejmuje zarówno aspekty teoretyczne, jak i praktyczne. Koncentruje się na efektywnym połączeniu strategii projektowania tolerującego uszkodzenia ze sterowaniem tolerującym uszkodzenia. Wnioskodawca analizuje, jak te dwa obszary mogą współdziałać, aby osiągnąć optymalne rezultaty w projektowaniu systemów technicznych. Podejmuje również badania w zakresie wirtualnych czujników i urządzeń wykonawczych do poprawy zdolności systemów technicznych do tolerowania uszkodzeń. Ten obszar badań obejmuje zarówno aspekty teoretyczne, jak i praktyczne związane z implementacją wirtualnych układów. Habilitant analizuje, jak strategie tolerujące uszkodzenia mogą być zaprojektowane dla systemów technicznych, które posiadają redundantne i współdzielone zasoby. Wyzwanie to obejmuje zagadnienia związane z optymalnym wykorzystaniem zasobów oraz zachowaniem stabilności systemu. Habilitant skupia się również na problemie, w jaki sposób estymacja pozostałej żywotności komponentów systemu może być wykorzystana w celu zwiększenia długości życia systemów technicznych. W tym kontekście analizuje, jak prognozowanie stanu technicznego może wpływać na sprawność utrzymania systemów. Te pięć problemów badawczych obejmuje różne aspekty związane z projektowaniem, sterowaniem i utrzymaniem systemów technicznych w warunkach uszkodzeń. Habilitant kieruje uwagę na kwestie praktyczne, które mają istotne znaczenie dla dzisiejszych i przyszłych wyzwań związanych z rozważaną dyscypliną.

Habilitant zdefiniował FTD oraz opracował proces jego realizacji, co stanowiło rozwiązanie pierwszego z problemów jakie rozważał. Warto zaznaczyć, że przed rozpoczęciem tych badań istniało niewiele publikacji naukowych dotyczących FTD, co sugeruje, że Habilitant wniósł znaczący wkład w rozwinięcie tego obszaru. W wyniku dogłębnej analizy literatury i przeprowadzonych badań własnych, dr R. Stetter wyróżnił konkretne aspekty FTD, ujęte w kluczowym modelu na różnych poziomach abstrakcji, co zostało zobrazowane w postaci schematów. W tym kontekście FTD nie ogranicza się jedynie do projektowania FTC, obejmuje także projektowanie innych elementów systemu, takich jak układy czujników czy urządzenia wykonawcze. Ważnym aspektem jest uwzględnienie różnych typów i liczby możliwych uszkodzeń, które system techniczny powinien tolerować, z uwzględnieniem stabilności

i sprawności działania systemu. Przykładem jest proces doboru urządzeń wykonawczych, istotny dla utrzymania funkcjonalności systemu w przypadku uszkodzeń. To osiągnięcie badawcze zostało opublikowane w kilku pracach naukowych, w tym w monografii oraz artykułach naukowych [P1], [P2] i [P7].

Dr Stetter zaproponował oryginalne rozwiązanie drugiego z postawionych problemów badawczych, dotyczącego integracji FTD i FTC w procesie optymalnego projektowania systemu technicznego. Jego badania skoncentrowały się na strategiach FTC, zwłaszcza alokacji sterowania, redundancji czujników i żywotności komponentów systemu. Opracował podejście "health-aware FTC", uwzględniające żywotność komponentów poprzez estymację Remaining Useful Life (RUL) i prognozowanie czasu do awarii. Struktura systemu złożonego jaką rozważał obejmowała podsystemy realizujące określone zadania, każdy z własnym harmonogramem i parametrami. Warstwa podrzędna zawierała model estymacji uszkodzeń czujników i urządzeń wykonawczych, działający na podstawie estymat uszkodzeń i ich przedziałów niepewności. Alokacja sterowania była dostosowywana do utrzymania efektywności podsystemu niezależnie od uszkodzeń. Nadrzędna warstwa sterowania uwzględniała możliwość zmiennego wykonywania zadań przez różne podsystemy, co jest kluczowe dla optymalnego harmonogramu pracy systemu. Integracja FTD i FTC została osiągnięta poprzez zastosowanie aktywnego FTC, gdzie informacje o uszkodzeniach są wykorzystywane do rekonfiguracji sterowania systemem. Zaproponowany model poziomów abstrakcji uwzględnia różne aspekty systemu, takie jak funkcje, struktura fizyczna, geometria i oprogramowanie. Integracja FTD i FTC jest metodologicznie strukturyzowana na różnych poziomach, co prowadzi do optymalnego systemu tolerującego uszkodzenia z uwzględnieniem żywotności komponentów. W skrócie, Habilitant utworzył kompleksowe rozwiązanie, integrując FTD i FTC, uwzględniając żywotność komponentów, co przyczynia się do optymalnego projektowania systemów tolerujących uszkodzenia. Osiągnięcia Habilitanta w tym zakresie zostały opublikowane w pracach naukowych [P1], [P2] i [P7].

Badania Aplikanta przyniosły również odpowiedź na postawione przez niego pytanie jak wirtualne czujniki i urządzenia wykonawcze mogą zwiększyć zdolność tolerowania uszkodzeń systemów technicznych. W kontekście czujników diagnostycznych, istotnych dla realizacji FTC i FTD, Habilitant opracował rozwiązanie w postaci wirtualnych czujników pomiarowych, które umożliwiają odtworzenie informacji z czujników w przypadku braku dostępności pomiarów lub ich dużej niepewności. Badania skoncentrowały się na zastosowaniu tego rozwiązania do zautomatyzowanych pojazdów kierowanych (AGVs), szczególnie na estymacji sił wzdłużnych i momentów obrotowych kół AGV. Przy użyciu modelu matematycznego obiektu, dr Stetter opracował model estymatora dla wirtualnych czujników, który został przetestowany na prototypowym AGV, zdolnym do manewrowania i jazdy po nierównym terenie. Wyniki badań pokazały, że wirtualne czujniki pomiarowe mogą efektywnie

estymować siły i momenty obrotowe, co jest kluczowe dla właściwego zachowania AGV. Zastosowanie takich wirtualnych czujników może znacząco zwiększyć zdolność tolerowania uszkodzeń, umożliwiając dostarczenie niezbędnych informacji diagnostycznych do systemu sterowania i podejmowanie działań korygujących (FTC) w przypadku wystąpienia uszkodzeń. W zakresie wirtualnych urządzeń wykonawczych, Aplikant skupił się na opracowaniu rozmytego wirtualnego urządzenia wykonawczego dla AGV. Zastosował podejście oparte na sygnałach residuów i wiedzy eksperckiej, co pozwoliło na opracowanie nowej klasy rozmytych wirtualnych urządzeń wykonawczych. Badania eksperymentalne przeprowadzone przez niego z użyciem AGV potwierdziły funkcjonalność proponowanego wirtualnego urządzenia wykonawczego. Zastosowanie tego rozwiązania pozwala na utrzymanie nominalnego regulatora zaprojektowanego dla normalnej pracy systemu, jednocześnie umożliwiając skuteczną reakcję na uszkodzenia i utrzymanie sprawności funkcjonowania systemu. To podejście przyczynia się do zwiększenia zdolności tolerowania uszkodzeń w systemach technicznych. Podsumowując ten aspekt, rezultaty badań Habilitanta zostały opublikowane w pracach naukowych [P1], [P3], [P5] oraz [P6] obejmując zarówno innowacyjne wirtualne czujniki pomiarowe, jak i nową klasę rozmytych wirtualnych urządzeń wykonawczych.

Habilitant skutecznie rozwiązał również problem badawczy, który dotyczył projektowania strategii tolerujących uszkodzenia dla systemów technicznych z redundantnymi i dzielonymi zasobami. Zaproponował predykcyjne FTC jako strategię dla systemów technicznych z redundantnymi i dzielonymi zasobami. Model systemu opisano za pomocą równań z wykorzystaniem max-plus algebry, umożliwiającej predykcję czasu rozpoczęcia kolejnych zadań. Na podstawie równań modelujących system, Aplikant sformułował predykcyjne FTC, które umożliwiają kompensację uszkodzeń poprzez predykcję efektu uszkodzenia na horyzoncie zadań i odpowiedni dobór sterowań minimalizujących ich wpływ. Wartościowy rezultat tego podejścia został przedstawiony poprzez porównanie dwóch strategii (sterowania predykcyjnego MPC i predykcyjnego FTC) dla scenariusza z dwoma niezależnymi uszkodzeniami. Po wystąpieniu uszkodzeń predykcyjne FTC dąży do ich kompensacji, co jest wyraźnie widoczne w przedstawionym przykładzie zastosowania. Dodatkowo, opracowany algorytm predykcyjnego FTC zastosowano do systemu logistycznego z wykorzystaniem AGV w magazynie wysokiego składowania. Aplikant skoncentrował się na kilku kluczowych aspektach niezbędnych przy opracowywaniu FTC dla systemu transportowego AGV, obejmującego m.in. konkurencyjność i synchronizację pojazdów, rozwiązanie problemu niepewności parametrycznej za pomocą arytmetyki interwałowej oraz integrację diagnostyki uszkodzeń z układem FTC. Ponadto, uwzględniono elementy dzielonych i redundantnych zasobów, co pozwoliło na efektywne zastosowanie FTC i FTC w celu zwiększenia zdolności

tolerowania uszkodzeń w systemach technicznych. Rezultaty tych badań zostały opublikowane w pracach [P1], [P11],[P12],[P13] oraz [P14].

Habilitant osiągnął oryginalne rozwiązanie w zakresie problemu badawczego, który dotyczył estymacji pozostałej żywotności komponentów systemu i jej zastosowania w celu zwiększenia długości życia systemów technicznych. Zaproponował algorytm estymacji pozostałej żywotności (RUL) baterii AGV przez zastosowanie konwencjonalnego obserwatora Luenbergera. Algorytm ten pozwala na określenie stanu naładowania (SOC) i stanu zdrowia (SOH) baterii AGV. Wprowadzenie estymacji RUL komponentów systemu jest kluczowe dla usprawnienia funkcjonowania zintegrowanych FTD i FTC. Przedstawione rezultaty estymacji SOC dowodzą skuteczności opracowanego algorytmu. Strategia uwzględniająca SOC i SOH w FTC dla systemu AGV została utworzona na podstawie opracowanego algorytmu. Istotnym elementem było uwzględnienie relacji między SOC a przewidywaną liczbą cykli przejazdu AGV na zadanej trasie. Wyniki tych badań zostały wykorzystane do opracowania algorytmu FTC, który uwzględnia żywotność baterii AGV. Przedstawione wyniki badań dowiodły, że możliwe było zbalansowane wykorzystanie wózków AGV z różnymi poziomami SOC poprzez zastosowanie opracowanego algorytmu. Otrzymane rezultaty wyraźnie wskazują, że AGV z wyższym SOC wykonuje większą pracę niż te z niższym poziomem, co potwierdza skuteczność opracowanego algorytmu. Zastosowanie tego algorytmu pozwala na zbalansowane i optymalne wykorzystanie zbioru kooperujących AGV, co ma kluczowe znaczenie dla systemów, w których żywotność baterii jest istotnym czynnikiem. Osiągnięcia Habilitanta w zakresie estymacji pozostałej żywotności komponentów systemu i jej implementacji w strategiach FTC zostały udokumentowane w pracach naukowych, w tym publikacjach [P1], [P8] i [P9]. Te rezultaty wnoszą istotny wkład w rozwój strategii FTC i poszerzają zrozumienie zastosowań estymacji RUL w systemach technicznych.

Osiągnięcia naukowe Habilitanta są znaczące i przynoszą istotny wkład w rozwój metodyki FTD w połączeniu z FTC. W mojej ocenie do najważniejszych osiągnięć należy zaliczyć:

- Szczegółowy opis aspektów FTD i zasadność modelu wielopoziomowego: Habilitant dokładnie opisał kluczowe aspekty FTD, przedstawiając model determinujący różne poziomy projektowania systemu technicznego. Przy tym zaproponował algorytmy, metody i narzędzia dla różnych etapów projektowania. Jego prace nie tylko przedstawiają teoretyczne aspekty, ale również praktyczne podejścia do projektowania systemów z uwzględnieniem FTD. Analiza możliwości zarządzania wymaganiami podczas realizacji FTD pokazuje holistyczne podejście Habilitanta do tematu.

- Opracowanie zasad łączenia FTD i FTC oraz utworzenie V modelu do planowania integracji tych dwóch obszarów stanowi innowacyjne podejście, które umożliwia projektowanie optymalnych systemów. Rozszerzenie FTC o RUL dla skomplikowanych systemów z wieloma podsystemami dodaje warstwę prognozowania do modelu, co może znacznie poprawić skuteczność systemów tolerujących uszkodzenia.
- Opracowanie zaawansowanego matematycznego modelu funkcjonowania AGV, a także oryginalnych ram funkcjonowania FTC z wykorzystaniem wirtualnych czujników i rozmytych wirtualnych urządzeń wykonawczych. Zweryfikowanie zaproponowanego podejścia na rzeczywistym AGV podkreśla praktyczne zastosowanie Jego badań.
- Przeanalizowanie i zamodelowanie procesów montażowych i transportowych, a następnie zaproponowanie ram FTC dla złożonych systemów. Uwzględnienie max-plus algebry i możliwości opisu niepewności parametrycznych oraz redundancji i dzielonych zasobów w systemie pokazuje zaawansowanie i kompleksowość rozwiązań Habilitanta.
- Opracowanie algorytmu wyznaczania SOC i SOH baterii AGV oraz zastosowanie go do estymacji RUL stanowi znaczący postęp w dziedzinie zarządzania energią i utrzymania sprawności systemów. Utworzenie algorytmu FTC uwzględniającego pozostałą żywotność systemu jest kluczowym elementem rozwiniętego podejścia do zautomatyzowanego sterowania.

***Podsumowując, główne osiągnięcia naukowe Habilitanta są nowatorskie, mają praktyczne zastosowanie w różnych obszarach inżynierjno-technicznych, ale przede wszystkim przyczyniają się do rozwoju dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.***

### **1.3. Analiza osiągnięć naukowych**

Wniosek o habilitację został złożony na podstawie cyklu czternastu publikacji naukowych, z których jedna stanowi autorską monografię wydaną przez Springer [P1], dwanaście prac [P2-P4, P6-P14] zostało opublikowanych w czasopismach posiadających Impact Factor (IF), a jedna praca [P5] została opublikowana w materiałach konferencyjnych indeksowanych przez Web of Science (WoS). Wnioskodawca wykazał się pełnym lub znaczącym udziałem w publikacjach, prezentując algorytmy, metody i narzędzia w obszarze fault-tolerant design, zwłaszcza w kontekście zautomatyzowanych pojazdów i procesów. Jego prace zostały opublikowane w renomowanych czasopismach z wysokim wskaźnikiem IF oraz

w materiałach konferencyjnych indeksowanych przez WoS. Osiągnięcia badawcze Habilitanta skoncentrowane są na zwiększeniu odporności na uszkodzenia systemów technicznych. ***Całość cyklu stanowi solidne podstawy do uzyskania stopnia habilitacyjnego, uwzględniając wysoką jakość i znaczenie przekazywanych treści w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.***

Warto zauważyć, że udział wnioskodawcy w poszczególnych pracach został oszacowany, co pozwala na zrozumienie stopnia zaangażowania w każde z osiągnięć naukowych. Pełny lub znaczny udział (siedmiokrotnie jako pierwszy Autor, pięć samodzielnych publikacji) w większości publikacji świadczy o głównej roli Wnioskodawcy w przeprowadzonych badaniach. Sumaryczny indeks osiągnięcia to **IF=37,879**, a punkty ministerialne wynoszą **110** przed 2019 r. oraz **1020** po 2019 r. Uwzględniając średni udział procentowy Habilitanta wskaźniki te wynoszą odpowiednio **IF=16,74735** oraz **35,75** (przed 2019) i **594** (po 2019). Prace te były cytowane **278 /557/1081** razy (WoS/Scopus/Google Scholar).

***Uwzględniając wysoki wynik przeprowadzonej analizy, ocena przedstawionych osiągnięć naukowych jest bardzo dobra.***

#### **1.4. Konkluzja oceniająca podsumowująca osiągnięcia naukowe**

Osiągnięcia naukowe Habilitanta, które stanowią podstawę wniosku, są godne uznania i świadczą o jego znaczącym wkładzie w dziedzinę nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. W roku 1996 Habilitant uzyskał stopień magistra inżyniera na renomowanej Politechnice Monachijskiej w Niemczech. Tytuł Jego pracy magisterskiej, "Analiza prac zespołowych w projektowaniu mechanicznym" wskazywał na zainteresowanie tematyką związaną z projektowaniem. Habilitant zdobył stopień doktora nauk technicznych w 2000 roku na tej samej uczelni. Jego rozprawa doktorska, zatytułowana "Wdrażanie metod w procesach zintegrowanego rozwoju produktu", stanowiła solidne fundamenty dla dalszej kariery naukowej. Promotorem tej pracy był profesor Udo Lindemann, a recenzentem wybitny przedstawiciel środowiska naukowego – prof. John Clarkson z University of Cambridge.

Następnie, w ramach osiągnięć naukowych, Habilitant przedstawia jednotematyczny cykl publikacji zatytułowany "Projektowanie i sterowanie tolerujące uszkodzenia dla inteligentnych systemów technicznych". Cykl ten obejmuje całkiem nowe obszary badawcze, którymi Habilitant zajął się po obronie doktoratu. Wskazuje to na otwartość badawczą na nowe zagadnienia i poszerzenie wiedzy naukowej i doświadczenia inżynierskiego, co należy ocenić pozytywnie. Publikacje z głównego dorobku naukowego przedstawiają istotne osiągnięcia badawcze, obejmujące algorytmy, metody i narzędzia z zakresu projektowania



i sterowania tolerującego uszkodzenia. Habilitant wnikliwie analizuje możliwości przemysłowego zastosowania opracowanych metod i technik, co potwierdza praktyczne znaczenie Jego badań. Szczególne zainteresowanie skupia się na odporności na uszkodzenia systemów technicznych, takich jak zautomatyzowane pojazdy i procesy. Monografia autorstwa Habilitanta stanowi kamień milowy w dziedzinie projektowania i sterowania tolerującego uszkodzenia. Praca ta jest nie tylko zbiorem algorytmów i metod, lecz także wnosi głębokie spostrzeżenia dotyczące możliwości przemysłowego zastosowania tychże narzędzi. Dwanaście prac opublikowanych w czasopismach z wysokim IF oraz jedna praca konferencyjna indeksowana przez WoS stanowią solidne fundamenty naukowe Wnioskodawcy. Warto zaznaczyć, że liczba punktów MEiN przyznanych za publikacje potwierdza ich wysoką jakość. Prace te prezentują nie tylko nowatorskie algorytmy i metody, lecz także praktyczne spojrzenie na możliwości przemysłowe zastosowania tych rozwiązań.

Oceniając meritum osiągnięć naukowych, należy podkreślić, że wyniki badań zdobyły uznanie zarówno wśród automatyków polskich, jak i zagranicznych, co potwierdzają liczne cytowania. Podsumowując, dorobek naukowy Habilitanta nie ulega więc wątpliwości, że stał się On specjalistą w zagadnieniach dotyczących projektowania i sterowania tolerujące uszkodzenia dla inteligentnych systemów technicznych. W wyżej wymienionym zakresie, w ocenie recenzenta, **może On prowadzić dalsze badania samodzielnie.**

Zakres przeprowadzonych badań i otrzymanych rezultatów mieści się całkowicie w temacie „Projektowanie i sterowanie tolerujące uszkodzenia dla inteligentnych systemów technicznych”, który z kolei lokuje się w szerokiej dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. **Ocena merytoryczna osiągnięć naukowych będących podstawą wniosku habilitacyjnego, jest więc bardzo pozytywna.**

Należy więc przyjąć, że **przedstawione osiągnięcia naukowe wnoszą znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.**

## 2. Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta

### 2.1. Publikacje naukowe

Istotna aktywność naukowa Habilitanta obejmuje łącznie **116** publikacji autorskich lub współautorskich (wg Załącznika 4), w tym **22** artykuły w czasopismach naukowych, **1** monografię, **90** artykułów w materiałach konferencji naukowych, oraz **3** rozdziały w monografiach naukowych. **Aktywność publikacyjna Habilitanta jest wysoka.**

## **2.2. Udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych połączony z wygłoszeniem referatu**

Habilitant wielokrotnie prezentował swoje osiągnięcia wygłaszając referaty (w tym referaty plenarne i wykłady na zaproszenie) na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych (90 referatów) organizowanych w 16. krajach (Australia, USA, Hiszpania, Włochy, Francja, Dania, Meksyk, Szkocja, Szwecja, Chorwacja, Niemcy, Polska, Węgry, Czechy, Turcja, Słowacja). ***Biorąc pod uwagę rozważany okres oraz wysoką rangę konferencji dorobek ten można uznać za bardzo dobry.***

## **2.3. Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji/sympozjów/warsztatów**

Habilitant uczestniczył w pracach komitetów naukowych 15. międzynarodowych konferencji, sympozjów i warsztatów, w tym European Workshop on Advanced Control and Diagnosis (2014, 2015, 2022), International Design Conference (2016, 2018, 2020, 2022), IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety for Technical Processes (2018), International Conference on Engineering Design (2017, 2019, 2021), International symposium of Tools and Methods of Competitive Engineering (2012, 2014, 2016), International Dependency And Structure Modelling Conference (2011). Był członkiem komitetów organizacyjnych warsztatów European Workshop on Control Engineering for Industry CEIND (2013, 2014, 2017) oraz współorganizatorem sesji specjalnej w ramach konferencji Polish Control Conference (2020). ***Aktywność Habilitanta w tym zakresie należy uznać za znaczącą.***

## **2.4. Uczestnictwo w realizacji projektów badawczych**

Dr R. Stetter w okresie od 2007 do 2019 pełnił funkcję kierownika lub kierownika sekcji w 7. projektach badawczych, których sumaryczny budżet wynosił ponad 4 mln EUR. Wymienione projekty finansowane były m.in. przez niemieckie Federalne Ministerstwo Edukacji i Badań Naukowych, International Bodenseehochschule, Ministerstwo Nauki, Badań Naukowych i Sztuki Baden-Württemberg oraz Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego. Obecnie pełni funkcję zastępcy kierownika i kierownika sekcji w 2. projektach badawczych, których sumaryczny budżet przekracza 1 mln EUR. Projekty są finansowane przez Federalne Ministerstwo Edukacji i Badań Naukowych oraz Carl Zeiss Foundation. ***Uwzględniając powyższe, przedstawiony dorobek w tym względzie należy uznać za bardzo dobry.***

## **2.5. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych**

Habilitant od 1997 roku jest członkiem Stowarzyszenia Inżynierów Niemieckich, a od 2022 roku pełni rolę Członka Komitetu Technicznego "Strategic Planning and Development of Hybrid Control Bundles (Fachausschuss: Strategische Planung und Entwicklung hybrider Leitungsbündel)". Jest również członkiem Design Society od roku 2001.

## **2.6. Informacja o aktywności naukowej realizowanej w instytucjach naukowych i badawczych**

Habilitant od wielu lat współpracuje z naukowcami, m.in. z Politechniki Warszawskiej, Politechniki Częstochowskiej, Politechniki Poznańskiej oraz z Uniwersytetu Zielonogórskiego. Szczególnie istotnym wynikiem wspólnych badań było opracowanie systemów AGV o wyjątkowych możliwościach kierowania, modeli analitycznych do opisu scenariuszy z wieloma AGV, oraz algorytmów i metod projektowania odpornego na uszkodzenia i sterowania odpornego na uszkodzenia. Innym rezultatem współpracy Habilitanta z naukowcami Uniwersytetu Zielonogórskiego było zorganizowanie warsztatów "European Workshop on Control Engineering in Industry" w 2014 i 2017 r. w Weingarten w Niemczech z udziałem gości z Polski, Białorusi, Włoch i Kanady.

Ważne osiągnięcia Habilitanta związane są z aktywnością w obszarze badań stosowanych, w tym badań przemysłowych i prac rozwojowych we współpracy z partnerem przemysłowym. Będąc zatrudnionym w Munich University of Technology, jako młody naukowiec realizował projekt z Webasto Karosseriesysteme GmbH, Stockdorf. W tym samym okresie jako konsultant Ingenieurbüro Lindemann opracowywał koncepcje dla różnych firm. Był również koordynatorem zespołu odpowiedzialnego za prace rozwojowe nad elementami wnętrza samochodu w Audi AG, Ingolstadt (Niemcy) oraz w późniejszym okresie zastępcą kierownika ds. zwiększenia komfortu siedzisk w zakresie elementów niemetalowych. Jako efekt tej działalności powstało innowacyjne rozwiązanie z zastosowaniem zestawu czujników hydraulicznych kontrolowanych przez procedury algorytmiczne dedykowane do wykrywania obecności fotelików dziecięcych, a także powstały złożone podsystemy mechatroniczne oraz powiązane z nimi metody i algorytmy sterowania.

Potwierdzeniem Jego wysokich kompetencji badawczych o charakterze przesyłowym jest ciągłe zatrudnienie Habilitanta w Centrum Transferu Steinbeis „Automotive Systems” – Ravensburg, w roli lidera projektów realizowanych dla takich firm jak na przykład Audi, Lear, Johnson Controls, Proseat, Faurecia, Huntsman, Fehrler, Porsche, Recaro Aircraft



seating, Sitech; Copotex, Clerprem, Car Trim i Altran. Należy również zaznaczyć rolę Habilitanta w Technische Akademie Esslingen – Haus der Technik Essen, gdzie prowadzi seminaria poświęcone rozwojowi koncepcji wnętrza samochodu oraz komfortowych fotelików samochodowych.

***Mając na uwadze międzynarodowy charakter współpracy naukowej oraz wyjątkowe zaangażowanie Habilitanta w badania przemysłowe i prace rozwojowe we współpracy ze światowym przemysłem, Jego aktywność w tym zakresie należy uznać za znaczącą.***

## **2.7. Autorstwo zrealizowanego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego, technologicznego**

Ważną częścią aktywności naukowo-badawczej dra inż. Ralfa Stettera jest działalność projektowa i konstrukcyjna ukierunkowana na wszechstronny rozwój mobilnych układów mechatronicznych. Przykładowym wynikiem jednego z projektów kierowanych przez Habilitanta ("Steering and Braking Systems for Vehicles in Service and Logistics") było opracowanie układu kierowniczego pojazdu, który w konsekwencji opatentowano w Niemczech (numer patentu DE 10 2005 057 635 B4) i zgłoszono aplikację patentową na cały świat (nr WO 2007/062858 A1). Układ ten wymagał zaawansowanego systemu sterowania, gdzie prace nad tym systemem były nadzorowane przez Habilitanta. Ponadto, należy podkreślić, że znacząca aktywność Habilitanta w zakresie prac projektowo-konstrukcyjnych w różnych obszarach badawczych została potwierdzona współwłasnością uzyskanych patentów, oraz współautorstwem zgłoszeń patentowych i wzorów użytkowych (11 patentów/zgłoszeń). ***Uwzględniając przedstawiony dorobek twórczy, osiągnięcie to należy uznać za istotne.***

## **2.8. Recenzje**

Habilitant wykonał **116** recenzji publikacji zgłaszanych do **31.** czasopism naukowych z listy JCR (np. Automatica, ISA Transactions, Applied Soft Computing, Electronics, Computers and Industrial Engineering, Engineering Applications of Artificial Intelligence, International Journal of Electrical Power and Energy Systems, International Journal of Production Research, Renewable & Sustainable Energy Reviews, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Internet of Things itd.). Ponadto, dr inż. Ralf Stetter recenzował publikacje zgłaszane na **6** prestiżowych konferencji międzynarodowych: Advanced Control and Diagnosis, International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics, IFAC World Congress, International Conference on Systems and Control, International

Conference on Control and Fault-Tolerant Systems oraz Safeprocess 2021/2022.  
***Tę działalność Habilitanta oceniam szczególnie wysoko.***

## 2.9. Wskaźniki naukometryczne

Wskaźniki naukometryczne po uzyskaniu stopnia doktora wynoszą:

- Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (wskaźnik zgodny z rokiem publikacji): **37,879 (38,533 dla wszystkich publikacji)**;
- Sumaryczna liczba publikacji: **165** (m.in. **42** artykuły w czasopismach, w tym **14** z listy JCR, **1** x monografia, **1** x współredakcja książki, **6** rozdziałów w monografiach, **112** artykułów konferencyjnych, **3** x współredakcja materiałów konferencyjnych);
- Sumaryczna liczba punktów MEiN: **110** (punktacja przed 2019r.) oraz **1020** (punktacja po 2019r.);
- Liczba cytowań publikacji według bazy (z dnia 17.03.2023r.):
  - Web of Science: **278**,
  - Scopus: **557**,
  - Google Scholar: **1081**;
- Indeks Hirscha według bazy (z dnia 17.03.2023r.):
  - Web of Science: **9**,
  - Scopus: **11**,
  - Google Scholar: **15**.

***Wysokie wskaźniki naukometryczne świadczą, że dorobek Habilitanta jest bardzo dobry.***

## 3. Ocena aktywności dydaktyczno-organizacyjnej

Dr inż. Ralf Stetter **posiada bardzo bogate doświadczenie dydaktyczne**. Po doktoracie był promotorem i pierwszym egzaminatorem **83/189** prac magisterskich/inżynierskich oraz recenzentem **67/35** prac magisterskich/inżynierskich na Uniwersytecie Nauk Stosowanych Ravensburg-Weingarten. Ponadto, był promotorem pomocniczym **3**. rozpraw doktorskich realizowanych w Politechnice Warszawskiej, Politechnice Częstochowskiej i w Uniwersytecie Zielonogórskim. Był również recenzentem **3**. rozpraw doktorskich. Wielokrotnie brał udział w programach europejskich lub innych programach dydaktycznych i popularyzatorskich. Jest autorem nowych akredytowanych programów studiów - "Rozwój produktu w dziedzinie inżynierii mechanicznej (magister nauk)" oraz „Program integracji zawodowej kształcenia”. Był moderatorem procesu aktualizacji programów studiów "Inżynieria mechaniczna" i "Inżynieria motoryzacyjna" oraz przygotował nowy wariant studiów "Inżynieria projektów międzynarodowych". Opracowywał i aktualizował w kolejnych latach treści programowe **6**.

przedmiotów, oraz prowadził zajęcia dydaktyczne w ramach 13. kursów, w tym w zakresie zagadnień dotyczących projektowania i budowy systemów technicznych.

Habilitant udzielał się również w działalności dotyczącej popularyzacji nauki i badań naukowych poprzez udział w wydarzeniach takich jak: 50 lat Hochschule-Ravensburg Weingarten w Hochschule Ravensburg-Weingarten (2014) - prezentacja przed Ministrem Stanu ds. Badań i Sztuki Badenii-Wirtembergii; Dzień Edukacji w Hochschule Ravensburg-Weingarten (2017) - prezentacja warsztatów przed Ministrem Stanu ds. Badań i Sztuki Badenii-Wirtembergii; Formuła roll-outu uczniów - koordynacja wydarzeń publicznych w Hochschule Ravensburg-Weingarten w latach 2012-2022.

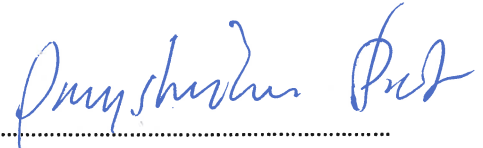
**Aktywność organizacyjna** Habilitanta na Uniwersytecie Nauk Stosowanych Ravensburg-Weingarten **jest wyróżniająca**. W latach 2006-2018 pełnił rolę Prodziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej, role Dziekana badania „automotive engineering PLUS” oraz badania „Rozwój produktu w inżynierii mechanicznej (master of science)”, natomiast od 2018 roku jest Koordynatorem ds. Współpracy Międzynarodowej Wydziału Inżynierii Mechanicznej tego uniwersytetu. Ponadto, od 2016 roku jest kierownikiem projektu w centrum transferu Steinbeis „Automotive Systems”, Ravensburg (Niemcy). Należy również podkreślić, że w latach 2000-2004 zdobył doświadczenie przemysłowe będąc Koordynatorem zespołu w dziale rozwoju produktu w sekcji zajmującej się elementami wnętrza pojazdu, firmy Audi AG, Ingolstadt (Niemcy).

#### 4. Podsumowanie i konkluzja recenzji

Z pełnym przekonaniem uważam, że przedstawione przez dra inż. Ralfa Stettera osiągnięcia naukowe spełniają wymogi, o których mówi art. 219 ust. 1, pkt 2b ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce. Przedstawiony do oceny jednotematyczny cykl publikacji pt. „Projektowanie i sterowanie tolerujące uszkodzenia dla inteligentnych systemów technicznych” wnosi w mojej opinii znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, w szczególności w obszar związany z odpornością na uszkodzenia systemów technicznych, takich jak zautomatyzowane pojazdy i procesy.

Dorobek naukowy dra Ralfa Stettera poparty publikacjami, udział w projektach badawczo-rozwojowych, współpraca ze środowiskiem akademickim, otoczeniem gospodarczym, a także Jego międzynarodowa współpraca z ośrodkami naukowo-badawczymi wskazują na znaczącą aktywność naukową Habilitanta.

Biorąc pod uwagę powyższe, stwierdzam, że **osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój rozważanej dyscypliny, istotna aktywność badawcza realizowana w więcej niż jednej uczelni/instytucji naukowej (w szczególności zagranicznej) oraz działalność dydaktyczna, a także osiągnięcia organizacyjne dra inż. Ralfa Stettera spełniają wymogi obowiązującej ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz.U.2023.742). Przedstawione w recenzji argumenty upoważniają mnie do poparcia wniosku o nadanie dr. inż. Ralfowi Stetterowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.**



.....  
dr hab. inż. Piotr Przystałka, Prof. PŚ