

Prof. dr hab. inż. Jarosław Sęp  
Politechnika Rzeszowska  
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa

Rzeszów, 15.05.2020 r

**RECENZJA**  
**cyklu publikacji, dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego**  
**dr inż. Michała Pająka**  
**w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy dr hab. inż. Bogdana Ligaja, prof. uczelni z dnia 7.04.2020 r. Recenzja wykonana została na podstawie dostarczonych materiałów w postaci:

- zbioru prac składających się na osiągnięcie naukowe,
- autoreferatu,
- wykazu dorobku po osiągnięciu stopnia doktora.

### **1. Życiorys zawodowy Kandydata**

Pan Michał Pająk uzyskał tytuł magistra inżyniera w zakresie Robotyki w roku 1993 na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Jego praca dyplomowa magisterska nosiła tytuł: „Projekt wstępny robota do laboratorium analitycznego”.

W roku 2004 Kandydat uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn na Wydziale Mechanicznym Politechniki Radomskiej na podstawie rozprawy doktorskiej: „Optymalizacja harmonogramów remontów bloków energetycznych elektrowni”.

W 1999 roku Michał Pająk rozpoczął pracę na Politechnice Radomskiej (obecnie Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu) na Wydziale Mechanicznym. Jest tam zatrudniony do chwili obecnej, aktualnie na stanowisku adiunkta. Wcześniej, w latach 1996-1997 był zatrudniony na umowę zlecenie na stanowisku wykładowcy na Wydziale Transportu Politechniki Radomskiej. Ponadto, w latach 1998-1999 pracował na umowę zlecenie w Prywatnej Wyższej Szkole Ochrony Środowiska, a w latach 2004-2007 w Wyższej Szkole Finansów i Bankowości na stanowisku adiunkta na podstawie umowy o pracę.

### **2. Ocena osiągnięcia naukowego**

Dr inż. Michał Pająk jako osiągnięcie naukowe wynikające z art. art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. poz.1668 ze zm.) wskazuje jednotematyczny cykl publikacji zatytułowany:

## **Model systemowy potencjału użytkowego oraz jego zmian zachodzących w procesach eksploatacyjnych złożonych obiektów technicznych**

Cykl ten tworzy dziewięć autorskich, powiązanych tematycznie publikacji [1-9] wyszczególnionych w wykazie umieszczonym poniżej. Przedstawione publikacje stanowią własne osiągnięcia badawczo-naukowe dotyczące tematyki związanej z modelowaniem potencjału użytkowego obiektów technicznych.

W skład cyklu wchodzi następujące publikacje:

1. M. Pająk: The Analysis of Usefulness of Operational Potential Consumption Models to Control Complex Technical Systems Maintenance. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Vol. 17 No. 2, Warszawa (pp. 387 - 395) 2010.
- 2 M. Pająk: Types of the states space of complex technical systems. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Vol. 18 No. 3, Warszawa (pp. 323 - 331) 2011.
- 3 M. Pająk: The technical states' space in the modelling process of operation tasks of a complex technical system. *Maintenance Problems*, 1/2014, ITeE - PIB, Radom (pp. 15 - 33) 2014.
- 4 M. Pająk: Operational potential of a complex technical system. *Maintenance Problems*, 4/2015, ITeE - PIB, Radom (pp. 99 - 113) 2015.
- 5 M. Pająk: Operation and service processes expressed in the technical states space of a system. *Maintenance Problems*, 1/2016, ITeE - PIB, Radom (pp. 65 - 81) 2016.
6. M. Pająk: Fuzzy modeling of cardinal features of a complex technical system. *Risk, Reliability and Safety: Innovating Theory and Practice*, CRC Press Taylor & Francis Group, ESREL 2016 European Safety and Reliability Conference, Glasgow (pp. 62 - 78) 2016.
7. M. Pająk: Modelling of the operation and maintenance tasks of a complex power industry system in the fuzzy technical states space. *Proceedings of 18th International Scientific Conference EPE 2017 (Electric Power Engineering)*, Kouny nad Desnou, (DOI 10.1109/EPE.2017.7967234) 2017.
8. M. Pająk: Identification of the operating parameters of a complex technical system important from the operational potential point of view. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, Vol. 232, Issue 1, (pp. 62 - 78) 2018.
9. M. Pająk: Fuzzy identification of a threat of the inability state occurrence. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, Vol. 35 No. 4, IOS Press, Amsterdam, (pp. 3597 - 3604) 2018.

Praca [1] znajduje się w czasopiśmie, które w roku jej opublikowania posiadało ocenę punktową równą 7. W jej ramach przeprowadzono analizę literaturową, bazującą głównie na pracach krajowych, modeli stosowanych do opisu procesów eksploatacyjnych. Szczególną uwagę zwrócono na ich przydatność do określenia potencjału użytkowego i jego zmian zachodzących podczas eksploatacji. Analizie poddano modele analityczne i probabilistyczne. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że dla rozpatrywanej klasy obiektów technicznych opis potencjału użytkowego powinien być wykonany przy zastosowaniu modelu

systemowego. Zaproponowano także ogólną koncepcję systemowego modelu ubytku potencjału użytkowego. Model ten wskazuje na konieczność uwzględnienia przy określaniu ubytku potencjału eksploatacyjnego: parametrów eksploatacyjnych, czynników wymuszających zależnych i niezależnych od funkcjonowania systemu oraz zmian tzw. cech kardynalnych systemu. Model nie ma formuły matematycznej pozwalającej na przeprowadzenie obliczeń.

Praca [2] jest opublikowana w tym samym czasopiśmie, co praca [1]. Wprowadzono w niej pojęcie cech kardynalnych systemu. W założeniu są to takie cechy, których chwilowe wartości jednoznacznie określają stan systemu. Wyróżniono wartości charakterystyczne w zakresie zmienności tych cech, definiując tym samym ich przedziały charakterystyczne. Bazując na zbiorze cech kardynalnych sformułowano przestrzeń cech systemu, w której stan systemu jest określany na podstawie położenia punktu, a przedziały charakterystyczne cech określają obszary stanów. Wykorzystując powyższe założenia zdefiniowano przestrzeń stanów niezawodnościowych (zdatności, niezdatności, częściowej zdatności), przestrzeń stanów użytkowych (pracy optymalnej, stabilnej i awaryjnej), przestrzeń stanów jakościowych (pożądaney jakości, niepożądaney jakości) oraz przestrzeń stanów bezpieczeństwa (bezpieczeństwa systemu, zagrożenia bezpieczeństwa i zawodności bezpieczeństwa). Artykuł ma charakter wyłącznie rozważań teoretycznych, nie ma konkretnych odniesień do praktyki.

Opracowanie [3] opublikowano w czasopiśmie z grupy B wykazu MNiSW, które w roku publikacji posiadało wartość punktową równą 5. Wskazano w nim, że stany niezawodnościowe systemu są określone w przestrzeni funkcji, a punkty reprezentują określone stany techniczne. Na podstawie przeprowadzonych rozważań, przestrzeń stanów technicznych systemu przekształcona zostaje do przestrzeni ściśle zdeterminowanej. Wyróżniono w niej stany: zdatności, niezdatności oraz ograniczonej zdatności. Wymienione rozważania przeprowadzono w przestrzeni wielowymiarowej. Następnie przeprowadzone wywody zilustrowano przykładem w przestrzeni jednowymiarowej, biorąc pod uwagę element rurowy w systemie zasilania paliwem kotła pyłowego. Zdefiniowano jedną cechę kardynalną – grubość ścianki rury, która ulega zmniejszeniu w wyniku zużycia eksploatacyjnego. Wskazano jej wartość graniczną (4 mm) wskazując na tej podstawie stany zdatności i niezdatności. Następnie przeprowadzone rozważania teoretyczne zilustrowano na przykładzie kotła pyłowego OP-650k-040 wskazując go jako przykład złożonego systemu technicznego. Wyselekcjonowano cztery odchylenia związane ze zużyciem energii cieplnej jako cechy systemu – wymiary w przestrzeni stanów technicznych. Na podstawie poczynionych założeń oraz przeprowadzonych obliczeń dotyczących zużycia energii cieplnej określono założenia eksploatacyjne dla uniknięcia stanu niezdatności.

Praca [4] została opublikowana w tym samym czasopiśmie jak praca [3]. W roku publikacji miało ono wartość punktową równą 12. Opracowanie zawiera definicje ilości potencjału użytkowego zawartego w systemie oraz ilości dysponowanej potencjału użytkowego jako ilości potencjału użytkowego, możliwej do przetworzenia w efekt działania systemu, w danej chwili. Według Autora dzięki implementacji definicji można określić, czy dysponowana ilość potencjału operacyjnego jest wystarczająco duża, aby można było zrealizować określone zadanie operacyjne. Stwierdzenie to zilustrowano ponownie na przykładzie kotła pyłowego OP-650k-040 i wymienionych już w pracy [3] cech. Analizie poddano odchylenia od wartości nominalnej ilości ciepła zużytego w procesie produkcji 1 kWh energii elektrycznej. Obliczenia przeprowadzono na podstawie pomiarów przeprowadzonych podczas badań przemysłowych. Dla określonego stanu technicznego systemu minimalną wartość dysponowanego potencjału operacyjnego wyznacza się, obliczając odległości między punktem pracy systemu i liniami granicznymi stanów zdolności systemu.

W pracy [5] (to samo czasopismo co prace [3,4]) poddano analizie zmiany potencjału użytkowego systemu w trakcie użytkowania i odnowy. Na podstawie przeprowadzonych analiz

zdefiniowano pojęcie stanu granicznego optymalnego, jak również opisano procesy użytkowania i odnowy w przestrzeni stanów technicznych. Przeprowadzone rozważania stały się podstawą wskazania sposobu optymalizacji procesów użytkowania z punktu widzenia ilości potencjału użytkowego przekształconego w efekt działania systemu. Zaprezentowany analizę przeprowadzono w odniesieniu do kotła pyłowego OP-650k-040 wskazując go jako przykład złożonego systemu technicznego. Wyselekcjonowano cztery odchylenia związane ze zużyciem energii cieplnej jako cechy systemu, analogicznie jak w pracach [3,4]. Wyliczono potencjał użytkowy na początku oraz w końcowej fazie procesu eksploatacji, a także procent potencjału przetworzonego w efekt działania systemu. Wyznaczono również potencjał użytkowy na początku procesów odnowy, w końcowej fazie tych procesów oraz procentowy udział odnowionej ilości dysponowanej potencjału użytkowego. Stwierdzono, że procesy eksploatacyjne realizowane są ze średnią skutecznością około 70% co pozostawia przestrzeń na optymalizację działania systemu.

Praca [6] jest opublikowana w materiałach międzynarodowej konferencji, jej wartość punktowa wynosi 15. W artykule przedstawiono zastosowanie logiki rozmytej do opisu cech kardynalnych systemu technicznego. Rozważanym system ponownie był kocioł pyłowy OP-650k-040, a cechami kardynalnymi ponownie wybrano cztery rozważane we wcześniejszych publikacjach odchylenia związane ze zużyciem energii cieplnej przy wytwarzaniu energii elektrycznej. Autor konsekwentnie wykorzystuje wskaźniki energetyczne do charakterystyki systemów technicznych weryfikujących modele opisujące potencjał użytkowy. Za pomocą wprowadzonego sposobu modelowania wykonano analizę stopnia zagrożenia wystąpienia stanu niezdatności wymienionego wyżej systemu. Bazując na badaniach przemysłowych wyznaczono rozmyte wartości charakterystyczne i przedziały charakterystyczne cech kardynalnych systemu. Stwierdzono, że w przypadku 12% analizowanych procesów użytkowania miało miejsce zagrożenie wystąpieniem stanu niezdatności. Wprowadzone pojęcia wykorzystano do modelowania systemu technicznego

Praca [7] jest również opublikowana w materiałach międzynarodowej konferencji, a jej wartość punktowa wynosi 15. W artykule sformułowano pojęcie rozmytej przestrzeni stanów technicznych i odwzorowano w niej stan systemu, a następnie zdefiniowano przestrzenne zbiory rozmyte obszarów stanów zdatności, niezdatności oraz stanów granicznych systemu. Wprowadzone pojęcia wykorzystano do modelowania, a cechami kardynalnymi ponownie wybrano cztery rozważane we wcześniejszych publikacjach odchylenia związane ze zużyciem energii cieplnej przy wytwarzaniu energii elektrycznej. Bazując na modelu opisywanym w artykule określono wartości kardynalnych cech systemu niezbędnych do jego utrzymania w stanie zdatności.

Praca [8] została opublikowana w czasopiśmie z listy JCR (20 pkt., IF = 1,420). Przedstawiono w niej metodę wyboru najistotniejszych parametrów procesu użytkowania. Skorzystano w niej z sformułowanego już założenia, że stan techniczny opisywany jako wektor cech kardynalnych może być interpretowany jako punkt w n-wymiarowej przestrzeni cech kardynalnych. Identyfikacja zmian systemu technicznego może być dokonana przez identyfikację przebiegów czasowych czynników wymuszających scharakteryzowanych przebiegami czasowymi parametrów procesów użytkowania. W celu ograniczenia ilości wymiarów przestrzeni konieczny jest wybór najistotniejszych z nich. Aby to zrealizować zaproponowano rozszerzenie metody średnich rozmytych dla przestrzeni funkcyjnych. Metodę zweryfikowano w warunkach przemysłowych na kotle pyłowym OP-650k-040. Przeprowadzono analizę metodą wykresów średnich rozmytych na zbiorze 23 parametrów procesu użytkowania. W jej rezultacie wybrano 10 najistotniejszych parametrów. Analizy oparto na wielkościach opisujących odchylenia rzeczywistych i nominalnych wartości energii chemicznej zużywanej w procesie wytwarzania energii elektrycznej. Są to wielkości energetyczne, a jako najistotniejsze ponownie wybrano cztery z nich opisywane już we

wcześniejszych publikacjach. Przebiegi czasowe wybranych parametrów posłużyły jako dane uczące w procesie automatycznej iteracyjnej genetyczno - rozmytej generacji modeli rozmytych zmian wartości cech systemu w funkcji przebiegów czasowych parametrów procesów użytkownika. Weryfikacja modeli wykazała poprawność opracowanej metody.

Ostatnia praca [9] cyklu również została opublikowana w czasopiśmie z listy JCR (25 pkt., IF = 1,426). Zaproponowano w niej metodę wyznaczania stopnia zagrożenia wystąpienia stanu niezdatności systemu. Bazuje ona na rozmytej przestrzeni stanów technicznych oraz odwzorowaniu potencjału użytkowego w tej przestrzeni. Zaprezentowaną metodę zastosowano do określenia stopnia zagrożenia wystąpieniem stanu niezdatności oraz określenia jakości realizowanych procesów użytkownika kotła pyłowego OP-650k-040. W przeprowadzonych analizach ponownie oparto się na czterech odchylenia od wartości nominalnej ilości ciepła zużytego w procesie produkcji energii elektrycznej. Finalnie stwierdzono, że zagrożenie pojawienia się stanu niezdatności dotyczy 20,5% analizowanych procesów, przy czym w przypadku 7,18% z nich prawdopodobieństwo jest większe od 50%.

Analizując zaprezentowany jednotematyczny cykl publikacji można stwierdzić, że:

- zawiera on dwie publikacje w czasopismach z listy JCR, pięć publikacji w czasopismach z listy B wykazu MNiSW oraz dwie publikacje w materiałach renomowanych konferencji międzynarodowych,
- zgodnie z obowiązującą punktacją MNiSW publikacje w cyklu mają od 5 do 25 punktów,
- wszystkie publikacje mają charakter autorski,
- jest on spójny tematycznie i dotyczy modelowania potencjału użytkowego oraz jego zmian zachodzących w procesach eksploatacyjnych,
- zawiera wyniki oryginalnych prac naukowych,
- zawiera opracowania opublikowane w czasopismach o różnicowanej wartości punktowej; generalnie charakteryzuje się niezbyt imponującą wartością czasopism w których zamieszczono prace.

Przedstawione osiągnięcie posiada wartościowe oryginalne aspekty naukowe, których należy upatrywać w utworzeniu modelu potencjału użytkowego i jego zastosowaniu do stworzenia opisu zmian tego potencjału zachodzących podczas realizacji procesów eksploatacyjnych. Interesujące jest także wprowadzenia elementów logiki rozmytej do modelowania procesów eksploatacyjnych. Jednakże lektura cyklu publikacji nasuwa także uwagi o charakterze dyskusyjnym i krytycznym, które należy wziąć pod uwagę przy jego ocenie.

1. Dyskusyjne wydają się być twierdzenia o uniwersalności prezentowanego modelu oraz sposobu podejścia do tworzenia modelu. Opieranie się na części cech (nazwanych kardynalnymi) jest istotnym ograniczeniem. Może bowiem zachodzić sytuacja szybkiej utraty potencjału użytkowego w wyniku pojawienia się pozornie drobnych problemów poza wskazanymi cechami kardynalnymi. Wiele systemów inżynierii mechanicznej jest narażonych na takie uwarunkowania.

2. Także zawarte w tytule cyklu ukierunkowanie na złożone obiekty techniczne jest dyskusyjne. W pracach cyklu nie sprecyzowano co jest rozumiane przez złożone obiekty techniczne. Model weryfikowany jest konsekwentnie na tylko jednym systemie technicznym (kotle pyłowym), charakteryzującym się specyficznymi cechami. Jest to system stacjonarny, można wskazać wiele systemów o dużo większej złożoności i wykonujących swoje zadania eksploatacyjne w bardziej złożonych uwarunkowaniach. Brakuje zatem rozważań o granicach stosowalności prezentowanych modeli.

3. Jak już wspomniano założenia teoretyczne prezentowanych modeli weryfikowane są we wszystkich publikacjach cyklu na kotle pyłowym OP-650k-040. Informacja na ten temat nie pojawia się w sposób jawny w autoreferacie. Wspomniany kocioł jest elementem maszyny - turbiny energetycznej co można uznać za argument uzasadniający ułożenie prezentowanych

rozważań w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna. Z drugiej jednak strony jako cechy kardynalne, charakteryzujące rozważanym system w praktycznie wszystkich artykułach przyjęto cztery wielkości charakteryzujące procesy energetyczne w kotle. To z kolei wskazuje energetykę jako bliższą prowadzonym rozważaniom. Zgodnie z aktualną klasyfikacją dyscyplin naukowych energetyka nie jest samodzielna i występuje w ramach dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Zatem generalnie można uznać, że prace cyklu mieszczą w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna. Szkoda jednak, że Autor nie zweryfikował chociażby częściowo swoich modeli w oparciu o cechy systemów, które są typowe dla Inżynierii mechanicznej.

4. W artykułach cyklu istotne z naukowego punktu widzenia elementy są przedstawione opisowo, co uniemożliwia pełną ocenę merytoryczną wykonanych prac. Dotyczy to przykładowo wielomianowej aproksymacji zmian w czasie przyjętych cech charakteryzujących analizowany system – kocioł parowy. Nie są podane żadne szczegóły przeprowadzonej aproksymacji. Nie podano także precyzyjnie kryteriów wyłonienia 4 cech systemu z 40 rozważanych [3]. Stwierdzono tylko, że pozostałe nie są powiązane ze stanem technicznym kotła.

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego dr inż. Michała Pająka w postaci jednotematycznego cyklu publikacji pt. „*Model systemowy potencjału użytkowego oraz jego zmian zachodzących w procesach eksploatacyjnych złożonych obiektów technicznych*” stwierdzam, że w stopniu co najwyżej dostatecznym wnosi ono istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna. Wkład ten upatruję w szczególności w utworzeniu oryginalnego modelu potencjału użytkowego i jego zastosowaniu do stworzenia opisu zmian tego potencjału zachodzących podczas realizacji procesów eksploatacyjnych.

### **3. Ocena aktywności naukowej Habilitanta**

Po uzyskaniu stopnia doktora aktywność naukowa Kandydata koncentrowała się w dwóch głównych obszarach. Pierwszy z nich dotyczył problematyki związanej z badaniami w zakresie eksploatacji urządzeń i układów energetycznych. Drugi obejmował zagadnienia dotyczące zastosowania automatyzacji i informatyzacji w eksploatacji złożonych systemów technicznych ze szczególnym uwzględnieniem metod sztucznej inteligencji. W wyniku zrealizowanych prac aktywność naukowa dr inż. Michała Pająka ukierunkowała się na teorię eksploatacji. Efektem tej aktywności było opracowanie modelu systemowego potencjału użytkowego systemów technicznych. Prowadzone były także prace mające na celu sprawdzenie stosowalności zaproponowanego modelowania systemowego w przypadku różnych rzeczywistych obiektów badań (wały napędowe trałowców oraz główne kotły jednostek napędowych stosowanych na gazowcach i promach pasażerskich). W zestawieniu poniżej opisano istotne elementy aktywności naukowej po uzyskaniu stopnia doktora zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej.

#### **1. Opublikowanie monografie naukowe**

Kandydat opublikował jedną autorską i jedną współautorską monografię. Dotyczą one gospodarki remontowej elektrowni cieplnych (wydawnictwo ITeE – PIB w Radomiu), oraz modelu sterowania procesem ubytku potencjału użytkowego złożonych systemów technicznych (wydawnictwo Politechniki Radomskiej).

#### **2. Opublikowane rozdziały w monografiach naukowych**

Habilitant opublikował 7 rozdziałów w monografiach. Trzy z nich są autorskie, pozostałe współautorskie. Ich tematyka jest zróżnicowana i dotyczy:

- powiązania celów ochrony środowiska z planowaniem remontów,
- oceny możliwości zastosowania logiki rozmytej w ocenie jakości działania systemów,

- wspomaganie procesu podejmowania decyzji z wykorzystaniem rozmytego modelu analizy wielokryterialnej,
- form energii odnawialnej wykorzystywanej w UE,
- modelowania rozmytego cech kardynalnych złożonych systemów technicznych,
- chłodzenia łopatek wysokotemperaturowych turbin gazowych,
- wykorzystania odnawialnych form energii na terenie UE.

### 3. Członkostwo w redakcjach naukowych monografii.

W dokumentacji nie jest wykazywane członkostwo w redakcjach naukowych monografii.

### 4. Artykuły opublikowane w czasopismach naukowych

Habilitant jest Autorem lub współautorem 42 artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych. Siedem z nich wykazanych jest w cyklu wskazywanym jako osiągnięcie naukowe. Dziesięć publikacji opublikowano w czasopismach z określonym współczynnikiem IF, dwie z nich wykazano w osiągnięciu naukowym.

### 5. Informacja o wystąpieniach na konferencjach naukowych

Kandydat wykazuje 31 publikacji w materiałach konferencji naukowych oraz 39 wystąpień konferencyjnych.

### 6. Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji.

Kandydat wykazuje członkostwo w komitetach organizacyjnych dwóch krajowych konferencji naukowych.

### 7. Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów.

W dokumentacji wykazany jest uczestnictwo dr inż. Michała Pajaka w jednym projekcie finansowanym w drodze konkursowej. Był to grant Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr NN509084033 nt.: „Opracowanie metody i budowy modelu oceny wpływu skuteczności realizowanych napraw na niezawodność i efektywność działania systemu transportowego”. Realizowany był w latach 2008 – 2010, a kandydat był głównym wykonawcą.

### 8. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych.

Od roku 2013 dr inż. Michał Pajak jest członkiem Polskiego Naukowo-Technicznego Towarzystwa Eksploatacyjnego.

### 9. Informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych.

W dokumentacji nie jest wykazywane odbycie stażu naukowego.

### 10. Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism.

Dr inż. Michał Pajak jest członkiem zespołów redakcyjnych trzech czasopism. Są to następujące czasopisma: Artificial Intelligence Research (od 2015), International Journal of Systems Engineering (od 2017) oraz Artificial Intelligence Advances (od 2019).

### 11. Informacja o recenzowanych pracach naukowych

Kandydat recenzował 28 prac opublikowanych w czasopismach międzynarodowych (26) oraz w materiałach międzynarodowych konferencji (2).

### 12. Informacja o uczestnictwie w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

Dr inż. Michał Pajak uczestniczył w programie ERASMUS+ w ramach którego realizował zajęcia na następujących uczelniach zagranicznych:

- University of Ruse (Bułgaria),

Siauliu universitetas, Siauliu (Litwa),  
Sveučilište u Zagrebu (Chorwacja),  
TEI of Thessaloniki (Grecja),  
University of Lisbona (Portugalia).

#### 13. Informacja o udziale w zespołach badawczych.

Kandydat współpracował z trzema zespołami badawczymi spoza ośrodka, w którym jest zatrudniony. Były to następujące zespoły:

- Zakład Eksploatacji i Transportu Wydziału Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Technologiczno - Przyrodniczego w Bydgoszczy – współpraca w badaniach jakości działania i bezpieczeństwa systemów transportowych, wystąpienia na seminariach organizowanych przez prof. dr hab. inż. M. Woropaya, realizacja grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr NN509084033 nt.: „Opracowanie metody i budowy modelu oceny wpływu skuteczności realizowanych napraw na niezawodność i efektywność działania systemu transportowego” w latach 2008 – 2010; efektem współpracy było 26 publikacji oraz 18 wystąpień konferencyjnych,
- Instytut Budowy i Eksploatacji Okrętów Wydziału Mechaniczno - Elektrycznego Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni – współpraca w badaniach dotyczących identyfikacji stanów niezawodnościowych układów napędowych okrętów; efektem współpracy było 7 publikacji oraz 2 wystąpienia konferencyjne,
- Institute of Industrial Engineering on Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb – współpraca w badaniach dotyczących analizy drgań układów wirujących, wystąpienia w instytucie; efektem współpracy były 2 wspólne publikacje oraz jedno wystąpienie konferencyjne.

#### 14. Informacja o uczestnictwie w zespołach oceniających

W dokumentacji nie jest wykazywane uczestnictwo w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

Aktywność naukowa Kandydata przejawia się przede wszystkim publikacjami naukowymi obejmującymi pozycje monograficzne (2) oraz publikacjami w czasopismach recenzowanych (42 – z czego 10 publikacji w czasopismach z listy JCR). Jest On również Autorem licznych publikacji i wystąpień konferencyjnych, recenzował prace publikowane w czasopismach o charakterze międzynarodowym. Współpracował z zespołami badawczymi z dwóch uczelni krajowych i jednej zagranicznej. Współpracę tą udokumentował publikacjami naukowymi i wystąpieniami konferencyjnymi. Jest członkiem zespołów redakcyjnych trzech czasopism o zasięgu międzynarodowym, także członkiem krajowego towarzystwa naukowo-technicznego. Kandydat jest natomiast zdecydowanie mniej aktywny w realizacji projektów finansowanych ze środków pozyskiwanych w trybie konkursowym – wykazuje jeden taki projekt. Nie odbył także stażu w instytucji naukowej.

Analiza aktywności naukowej Kandydata wskazuje, że Jego dorobek naukowy oraz aktywność naukowa zostały znacząco powiększone po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Kompleksowa analiza dorobku naukowego oraz aktywności naukowej pozwala zauważyć wszechstronność działań, których dowodem są publikacje oraz inne formy działalności.

Kandydat po raz drugi składa wniosek o postępowanie habilitacyjne. Również w odniesieniu do poprzedniego wniosku, który nie uzyskał akceptacji Recenzentów, można zauważyć znaczące zwiększenie dorobku naukowego. Można zauważyć także, że Kandydat wykazuje się istotną, udokumentowaną licznymi publikacjami i wystąpieniami konferencyjnymi,



aktywnością naukową w trzech uczelniach (z wyłączeniem macierzystej), w tym jednej zagranicznej.

W podsumowaniu stwierdzam, że aktywność naukowa dr inż. Michała Pająka zasługuje na pozytywną ocenę i spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

#### **4. Ocena współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym**

Dr inż. Michał Pająk współpracuje z licznymi podmiotami z otoczenia. Po uzyskaniu stopnia doktora współpracował z:

- Gabinetem Rehabilitacji i Solarium – Radom w zakresie projektu, wykonania i obsługi systemu sterowania i nadzoru pracy solarium,
- Tryg Polska S.A. – Radom jako projektant – programista.
- HDI Asekuracja – Warszawa jako inżynier ds. aplikacji – programista analityk / główny specjalista – koordynator zespołu rozwoju aplikacji,
- Małą Elektrownią Wodna – Piaseczno w zakresie analizy i projektu systemu nadzoru stanu pracy,
- TUiR Warta S.A. – Warszawa jako starszy ekspert – koordynator zespołu rozwoju systemów i aplikacji,
- Skupem Surowców Wtórnych – Radom w zakresie opracowania koncepcji, analizy i projektu systemu zarządzania skupem surowców wtórnych.

Zakres wdrożonego dorobku technologicznego obejmuje głównie informatyczne systemy wspomagające różnorodne aspekty funkcjonowania organizacji.

W dokumentacji nie są wykazywane uzyskane prawa własności przemysłowej, w tym uzyskane patenty, jak również udział w zespołach eksperckich lub konkursowych.

Przedstawione zestawienie uwidacznia, że dr inż. Michał Pająk prowadzi aktywną współpracę z otoczeniem, posiada także wdrożenia praktyczne w zakresie systemów informatycznych doskonalących funkcjonowanie organizacji.

#### **5. Ocena wskaźników naukometrycznych**

Liczba cytowań prac dr inż. Michała Pająka oraz IH wynoszą odpowiednio:

- wg bazy Web of Science: liczba cytowań 41 (bez autocytowań 26), IH = 5,
- wg bazy Scopus: liczba cytowań 55 (bez autocytowań 31), IH=5.

Sumaryczny współczynnik IF publikacji wynosi 8,833, Suma punktów za publikacje w czasopiśmie zgodnie z wykazem MNiSW wynosi 426, z uwzględnieniem udziału w pracach zbiorowych 268. Łączna liczba punktów za publikacje konferencyjne wynosi 15, a publikacje monograficzne 115 (97,5 przy uwzględnieniu udziału w pracach zbiorowych).

Łączna liczba punktów za publikacje zgodnie z wykazem MNiSW wynosi 556, a z uwzględnieniem udziału w pracach zbiorowych 380,5.

Wskaźniki naukometryczne opisujące dorobek dr inż. Michała Pająka mają akceptowalne wartości i wskazują na rozpoznawalność międzynarodową Jego dorobku.

## 6. Ocena dorobku dydaktycznego oraz popularyzatorskiego

Dr inż. Michał Pająk jest bardzo aktywnym nauczycielem akademickim. Na Wydziale Mechanicznym Uniwersytetu techniczno-Humanistycznego prowadził zajęcia z następujących przedmiotów: *Podstawy eksploatacji urządzeń i układów energetycznych, Sterowanie bloków i systemów energetycznych, Układy cieplne, gazowo-parowe, pompowe, wymienniki ciepła i wytwornice pary, Automatykacja i regulacja systemów klimat., wentylacyjnych i grzewczych, Eksploatacja układów energetycznych, klimat., wentylacyjnych i grzewczych, Gospodarka cieplna i energetyczna, Konstrukcja urządzeń energetycznych, klimatyzacyjnych i wentylacyjnych, Systemy ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, Technika cieplna, Termodynamika / Termodynamika techniczna, Komputerowe systemy nadzoru procesów przemysłowych, Podstawy gospodarki energią i systemami energetycznymi, Zagadnienia specjalne w budowie i eksploatacji turbin cieplnych, Inteligentne systemy inżynierskie, Obiektowe projektowanie procesów technologicznych, Modelowanie obiektów techniki cieplnej, Obiektowe projektowanie procesów energetycznych, Komputerowe modelowanie w technice, Technologia maszyn energetycznych, Eksploatacja instalacji energetycznych, Mechanika płynów, Pompy, sprężarki, wentylatory, Wymiana ciepła i masy, Maszyny przepływowe, Wentylacja i klimatyzacja, Konwencjonalne i niekonwencjonalne siłownie cieplne, Audyt energetyczny budynków, Wymiana i wymienniki ciepła, Instalacje klimatyzacyjne i wentylacyjne, Perspektywiczne technologie energetyczne, Odnawialne źródła energii, Termomodernizacja budynków.* Ponadto prowadził zajęcia w języku angielskim z następujących przedmiotów: *Databases, Air-conditioning and Heat Devices Exploitation, Energy Management, Renewable Energies, Thermal Technique, Air-conditioning in Buildings, Theory of Operations and Maintenance of Technical Systems.* Prowadził ponadto zajęcia na Wydziale Transportu Politechniki Radomskiej, na Wydziale Ochrony Środowiska Prywatnej Wyższej Szkoły Ochrony Środowiska w Radomiu oraz na Wydziale Informatyki Wyższej Szkoły Finansów i Bankowości w Radomiu.

Kandydat był ponadto promotorem 20 prac inżynierskich i magisterskich, opracował programy kształcenia dla 16 przedmiotów, zbudował 10 stanowisk laboratoryjnych, przygotował 2 dydaktyczne programy komputerowe.

Habilitant prowadził także działalność organizacyjną i popularyzatorską. Pełni i pełnił różnorodne funkcje organizacyjne w trakcie swojej pracy zawodowej:

- członkostwo w Komisji rekrutacyjnej Wydziału Mechanicznego Politechniki Radomskiej (2005-2006),
- funkcja opiekuna roku studentów studiów stacjonarnych I stopnia Wydziału Mechanicznego Politechniki Radomskiej (2006-2009),
- funkcja instytutowego koordynatora ds. wprowadzania danych jednostki organizacyjnej do systemu POLON,
- członkostwo w Komisji ds. Oceny Efektów Kształcenia na kierunku Inżynieria odnawialnych źródeł energii Wydziału Mechanicznego Uniwersytetu Technologiczno – Humanistycznego w Radomiu,

Kandydat brał także udział w innych pracach organizacyjnych oraz licznych akcjach popularyzujących naukę:

- udział w akcji promującej Politechnikę Radomską wśród uczniów szkół średnich regionu radomskiego – lata 2006, 2007,
- utworzenie na Politechnice Radomskiej pracowni zastosowań technik sztucznej inteligencji – rok 2007,
- organizacja pobytu i koordynacja naukowa zajęć grupy studentów z ISAIP-ESAIP Group de Angers we Francji na Politechnice Radomskiej – lata 2008 – 2010,

- opieka nad grupą polskich studentów przebywających na praktykach obserwacyjnych w Angers we Francji – lata 2009, 2010,
- udział jako prezentujący w Dniach Otwartych Uniwersytetu Technologiczno – Humanistycznego w Radomiu – rok 2014,
- udział jako prezentujący Uniwersytetu Technologiczno – Humanistycznego w Radomiu w Pikniku naukowym – rok 2014, 2015,
- nawiązanie współpracy i pilotaż podpisania umowy bilateralnej pomiędzy Uniwersytetem Technologiczno – Humanistycznym w Radomiu a Uniwersytetem w Zagrzebiu dotyczącej wymiany studentów i pracowników naukowych w ramach programu ERASMUS+ - rok 2017,
- reprezentacja Uniwersytetu Technologiczno – Humanistycznego w Radomiu w ramach International Week w Grecji Tesseloniki – rok 2018,
- organizacja pobytu i koordynacja naukowa wykładów pracowników naukowych z Uniwersytetu w Zagrzebiu na Wydziale Mechanicznym UTH – 2018.

W podsumowaniu stwierdzam, że dr inż. Michał Pająk jest bardzo aktywnym nauczycielem akademickim, zaangażowanym także w prace organizacyjne i popularyzujące naukę.

## **7. Podsumowanie i wnioski końcowe**

Podsumowując dorobek naukowo-badawczy i wdrożeniowy oraz aktywność naukową Habilitanta należy stwierdzić, że:

- prace naukowo-badawcze dotyczą oryginalnych zagadnień metodycznych, badawczych i potencjalnie aplikacyjnych z zakresu modelowania systemowego potencjału użytkowego oraz jego zmian zachodzących w procesach eksploatacyjnych obiektów technicznych,
- przydatność aplikacyjna rezultatów badań przejawia się potencjalnie w wykorzystaniu opracowanych modeli do optymalizacji procesów eksploatacji systemów technicznych,
- aktywność wdrożeniowa Habilitanta związana jest głównie z wprowadzaniem do praktyki systemów komputerowych wspomagających procesy eksploatacyjne systemów technicznych oraz zarządzanie podmiotami gospodarczymi,
- aktywność naukowa Habilitanta przejawia się w głównej mierze w publikacjach w czasopismach naukowych i wystąpieniach konferencyjnych,
- Kandydat wykazuje się istotną, udokumentowaną licznymi publikacjami i wystąpieniami konferencyjnymi, aktywnością naukową w trzech uczelniach (z wyłączeniem macierzystej), w tym jednej zagranicznej,
- dorobek naukowy ma cechy interdyscyplinarne oraz jest upowszechniany częściowo w renomowanych, specjalistycznych czasopismach naukowych z obszaru inżynierii mechanicznej, transportu, informatyki i sztucznej inteligencji,
- słabościami dorobku Kandydata są niska aktywność w realizacji projektów realizowanych ze środków pozyskanych w drodze konkursowej oraz brak odbycia stażu naukowego, a cykl publikacji zawiera w większości prace opublikowane w czasopismach o przeciętnej wartości punktowej.

Biorąc pod uwagę zakres badań prowadzonych przez Habilitanta, w szczególności zagadnienia związane z modelowaniem systemowym potencjału użytkowego obiektów technicznych (w tym maszyn), jak również możliwość wykorzystania wyników badań do modelowania i doskonalenia procesów eksploatacji maszyn energetycznych i środków transportu, uważam, że problematyka prac badawczych wystarczająco uzasadnia przeprowadzenie postępowania w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna.

Wykonana ocena cyklu publikacji oraz aktywności naukowej dr inż. Michała Pajaka wskazuje, że Habilitant podjął tematykę badawczą charakteryzującą się potencjałem wdrożeniowym i rozwojowym. Modelowanie potencjału użytkowego i jego zmian w procesach

eksploatacji jest istotnym zagadnieniem naukowym, czego dowodzą publikacje w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Prace Kandydata o charakterze praktycznym i wdrożeniowym obejmują zagadnienia wykraczają poza dyscyplinę Inżynieria mechaniczna co dodatkowo dowodzi szerokiego spektrum zainteresowań i znaczących kompetencji naukowych, badawczych i inżynierskich.

Uważam, że dokonania naukowe dr inż. Michała Pająka stanowią istotny wkład rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria mechaniczna Wkład ten upatruję w szczególności w utworzeniu oryginalnego modelu potencjału użytkowego i jego zastosowaniu do stworzenia opisu zmian tego potencjału zachodzących podczas realizacji procesów eksploatacyjnych. Kandydat wykazuje się także istotną, udokumentowaną publikacjami i wystąpieniami konferencyjnymi, aktywnością w trzech (poza miejscem zatrudnienia) uczelniach, w tym jednej zagranicznej.

Na pozytywną ocenę zasługują też z pewnością dokonania dydaktyczne i popularyzatorskie oraz działalność organizacyjna Habilitanta. Jest kompetentnym i aktywnym nauczycielem akademickim podejmującym również zadania organizacyjne i współpracę międzynarodową.

Analiza dokonań dr inż. Michała Pająka we wszystkich obszarach aktywności naukowo-badawczej, wdrożeniowej, dydaktycznej, popularyzatorskiej oraz organizacyjnej wskazuje, że spełniają one wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o status samodzielnego pracownika naukowego. Podejmowana problematyka badawcza, zawarta w cyklu publikacji oraz przedstawionym dorobku naukowym mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

**Na podstawie przeprowadzonej analizy osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowej, a także współpracy z otoczeniem oraz osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych stwierdzam, że spełnione zostały wymagania stawiane procedurze habilitacyjnej wynikające z ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

**Przedkładam zatem Komisji Habilitacyjnej oraz Radzie Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy wniosek o nadanie dr inż. Michałowi Pająkowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**

