

dr hab. inż. Grzegorz Filo, prof. PK
Katedra Informatyki Stosowanej
Wydział Mechaniczny
Politechnika Krakowska
grzegorz.filo@pk.edu.pl

Kraków, 03.04.2024 r.

RECENZJA

osiągnięć naukowych

Pana dr inż. Krzysztofa Kędzi

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

Podstawy formalne recenzji

Podstawą prawną opracowania niniejszej recenzji jest pismo dr hab. inż. Sławomira Błasiaka, prof. PŚk z dnia 12.02.2024 r. (MAA-521/23/2024) przekazane w dniu 22.02.2024 r. wraz z dokumentacją i powierzenie mi funkcji recenzenta. Recenzję przygotowałem w oparciu o Ustawę z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742) na podstawie dokumentacji sporządzonej przez Habilitanta, obejmującej:

1. Wniosek przewodni z dnia 25.09.2023 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, wg klasyfikacji MNiSW z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).
2. Dane wnioskodawcy.
3. Autoreferat w języku polskim prezentujący informacje o wykształceniu, posiadanych dyplomach i stopniach naukowych, przebiegu kariery zawodowej, zatrudnieniu oraz osiągnięciach naukowych, dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę.
4. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych po uzyskaniu stopnia doktora, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2 Ustawy.
5. Kopia dyplomu doktora nauk technicznych.
6. Kopie publikacji wchodzących w skład dorobku naukowego oraz oświadczenia i opinie ośrodków naukowych i przedsiębiorstw przemysłowych.
7. Kopie dokumentów potwierdzających istotną aktywność naukową w więcej niż jednej jednostce.

1. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Krzysztof Kędzia ukończył jednolite studia magisterskie na kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej w dniu 7 grudnia 1997 roku, uzyskując wyróżnienie za pracę dyplomową i osiągnięcie bardzo dobrych wyników w nauce. Na tym samym wydziale w dniu 15 czerwca 2004 roku uzyskał tytuł naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, specjalność: sterowanie i napęd hydrauliczny na podstawie rozprawy *Metoda optymalizacji energetycznej i ekologicznej hydrostatycznego wieloźródłowego układu napędowego*, której promotorem był dr hab. inż. Jan Kulczyk. Rozprawa została wyróżniona decyzją Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej. W latach 1998-2001 i 2004-2005 pracował na stanowisku asystenta naukowo - dydaktycznego w Instytucie Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej. Od roku 2005 do chwili obecnej jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Katedrze Eksploatacji Systemów Technicznych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej. Dodatkowo, w latach 2002-2016 był wykładowcą w Międzynarodowej Wyższej Szkole Logistyki i Transportu we Wrocławiu. Jest również redaktorem tematycznym i członkiem zespołu recenzentów w czasopiśmie *Hidraulica* (Rumunia, od 2015 r.) oraz redaktorem tematycznym w czasopiśmie *Hydraulika i Pneumatyka* (Polska, od 2013 r.).

2. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania

Habilitant, dr inż. Krzysztof Kędzia przedstawił swoje główne osiągnięcie naukowe wynikające z art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy w postaci monografii pod tytułem *Wyznacznik zmienności cyklu obciążenia wieloźródłowego hydrostatycznego układu napędowego* Wydanie II (2023) wraz z cyklem powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych pod wspólnym tytułem *Metody zwiększania efektywności energetycznej i ekologicznej wieloźródłowych układów napędowych*. Autor przedstawił własne koncepcje, a także uzupełnił lub uściślił znane metody i algorytmy związane z projektowaniem wieloźródłowych napędów z wykorzystaniem akumulatorów hydraulicznych. Ogółem Habilitant wskazał pięć szczegółowych osiągnięć naukowych, obejmujących: (1) metodę szacowania korzyści energetycznych za pomocą wskaźnika WZ, (2, 3) uzupełnienie oraz uściślenie kinetostatycznej metody sterowania układami wieloźródłowymi, (4) zbudowanie modelu symulacyjnego wieloźródłowego napędu hydrostatycznego oraz (5) określenie i opisanie zjawiska samohamowności w pomposilnikach hydrostatycznych zachodzącego w określonych warunkach pracy.

Jako główne osiągnięcie naukowe Habilitant uznał opracowanie i zaprezentowanie autorskiej metody szacowania potencjalnych korzyści energetycznych wynikających z zastąpienia jednoźródłowego napędu układem wieloźródłowym za pomocą wskaźnika zmienności cyklu obciążenia (WZ) napędu hydrostatycznego. Opracowana metoda

pozwała na względnie łatwą ocenę, czy zastosowanie układu wieloźródłowego ma uzasadnienie dla zastosowania w danym urządzeniu, przy realizacji określonego cyklu roboczego oraz znacznie zmniejsza ryzyko popełnienia błędu projektowego. Jest to zagadnienie szczególnie ważne w aspekcie ekonomicznym, ze względu na większy stopień złożoności układów wieloźródłowych oraz znaczne koszty ich wdrażania. Niemniej istotny jest również aspekt środowiskowy, wpisujący się w rozwijaną obecnie koncepcję zrównoważonego projektowania w celu poprawy efektywności energetycznej, która prowadzi do zmniejszenia wpływu na środowisko. W monografii została przedstawiona szczegółowa procedura wyznaczania wskaźnika WZ, zakres i warunki jej stosowalności, ograniczenia oraz efekty zastosowania w typowych cyklach roboczych.

Drugie i trzecie osiągnięcie naukowe przedstawione przez Habilitanta dotyczy uzupełnienia oraz uściślenia metody kinetostatycznej. Metoda ta jest wykorzystywana do sterowania wieloźródłowymi układami napędami, poprzez wyznaczanie nastaw pomp, silników hydraulicznych i silników spalinowych oraz parametrów akumulatorów hydraulicznych. Wkład habilitanta w rozwój tej metody dotyczy opracowania algorytmu sterowania silnikiem hydrostatycznym w momencie zmiany trybu pracy z silnikowej na pompową i związanego z tym zjawiska samohamowności. Ze względu na fakt, iż praca silnika w tej strefie jest związana z generowaniem znacznych strat hydraulicznych, wpływających na zmniejszenie ogólnej sprawności układu, opracowany przez Habilitanta algorytm ma zapewnić jak najszybsze opuszczanie tej strefy. Wkład habilitanta w uściślenie algorytmu metody kinetostatycznej polega na uzupełnieniu modelu wtórnego źródła energii w układzie wieloźródłowym (akumulatora gazowo-hydraulicznego) o równanie stanu gazu rzeczywistego według modelu Benedicta-Webba-Rubina (BWR). Zastosowanie modelu gazu rzeczywistego zamiast idealnego może w zauważalny sposób wpłynąć na zgodność wyników symulacji z pomiarami działania rzeczywistego akumulatora, zwłaszcza przy wysokich ciśnieniach roboczych, charakterystycznych dla układów hydrauliki siłowej.

Jako kolejne, czwarte osiągnięcie naukowe Habilitant wskazał budowę i weryfikację modelu symulacyjnego wieloźródłowego hydrostatycznego układu napędowego służącego do walidacji opracowanego wcześniej algorytmu sterowania przy pomocy metody kinetostatycznej. W ramach modelu została przedstawiona m.in. koncepcja przybliżenia modelu wzmacniacza elektrohydraulicznego za pomocą członu inercyjnego II rzędu. Autor raportuje prowadzenie badań symulacyjnych modelowanych układów zarówno w środowisku Matlab/Simulink (rozdział 3.5.4), jak również przy wykorzystaniu autorskiego oprogramowania zaimplementowanego w języku C (rozdział 4.2). W monografii autor prezentuje wyniki badań symulacyjnych (np. rozdziały 3.5.4, 3.6.3, 4.4), jednak brakuje eksperymentalnej weryfikacji, która w znaczący sposób zwiększyłaby ich wiarygodność. Można przy tym znaleźć niezbyt jasne sformułowania dotyczące weryfikacji, np. w rozdziale 3.6.3: "Celem badań symulacyjnych jest zweryfikowanie modelu symulacyjnego układu akumulacji energii.", czy w rozdziale 4.5 "symulacyjna

weryfikacja uzyskanych w metodzie kinetostatycznej wyników". Jednakże, zbudowane modele matematyczne i symulacyjne bez wątpienia można uznać za wartościowe, przydatne i stanowiące niewątpliwie istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Piątym osiągnięciem naukowym Habilitanta jest opisanie zjawiska samohamowności pojawiającego się w pompo-silniku hydrostatycznym w momencie zmiany jego charakteru pracy z silnika hydraulicznego na pompę, które bardzo niekorzystnie wpływa na sprawność. Wkład autora w badanie tego zagadnienia stanowi sporządzenie bilansu sił, określenie stref pracy, wyznaczenie warunków pojawienia się zjawiska samohamowności. Finalnie, autor prezentuje opracowaną przez siebie strategię sterowania, umożliwiającą jak najszybsze wyjście urządzenia ze strefy samohamowności.

Poza monografią autor wskazał do osiągnięcia naukowego cykl 19 publikacji, oznaczonych od A1 do A19. Tylko jedna pozycja, będąca samodzielną publikacją Habilitanta w czasopiśmie *Energies* (A1) ma przypisaną wartość współczynnika *impact factor* (*IF*) (3.252, z roku 2021). Pozostałe są publikacjami w czasopismach zagranicznych nieposiadających *IF*, jak *Hydraulika a Pneumatika* (Žilina), *Hidraulica* (Bukareszt), w czasopismach o zasięgu krajowym, (częściowo w języku polskim): *Hydraulika i Pneumatyka*, *Napędy i Sterowanie*, *Transport Przemysłowy*, w wydawnictwach związanych z uczelniami i jednostkami naukowymi (wydawnictwa Politechniki Opolskiej, Instytutu Techniki Górniczej KOMAG w Gliwicach, Politechniki Krakowskiej, Instytutu Technologii Eksploatacji w Radomiu) oraz publikowanymi materiałami konferencyjnymi. Dodatkowo, aż 13 z wykazanych 19 publikacji ukazało się do roku 2013, czyli powyżej 10 lat temu. W tym aspekcie Habilitant mógłby wykazać się zdecydowanie większą aktywnością w publikowaniu swych osiągnięć w wartościowych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Uważam, że przedstawiony cykl publikacji uzupełniających monografię można ocenić ogółem na ocenę dostateczną.

Podsumowując stwierdzam, iż w mojej opinii pięć osiągnięć naukowych zaprezentowanych w monografii oraz cyklu publikacji stanowi znaczący wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, w szczególności w zakresie badań nad hydrostatycznymi układami napędowymi.

3. Ocena pozostałego dorobku naukowo-badawczego

W ramach pozostałego dorobku naukowo-badawczego obejmującego współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym Habilitant wykazał zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne, w tym: (1) autorstwo projektu i opracowania dokumentacji technicznej multiplikatora hydraulicznego, (2) koordynację pracy i kierowanie zespołem interdyscyplinarnym wdrażającym w zakładzie przemysłowym zintegrowany system zarządzania klasy ERP-MFG/PRO, (3) współautorstwo dokumentacji konstrukcyjnej i wykonania prototypu

pontonu, (4) współautorstwo opracowania inteligentnego filtra olejowego, (5) autorstwo projektu innowacyjnego układu napędowego do testowania urządzeń AGD w komorze klimatycznej, (6) autorstwo koncepcji i kierownictwo projektu zmiany technologii klejenia szyb w drzwiczkach kuchenek. Ponadto, Habilitant był kierownikiem 4 projektów finansowanych w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, w tym: (1) międzynarodowego projektu *Badania i weryfikacja poprzez analizę i symulację zoptymalizowanej wersji prototypu wielotłoczkowej pompy hydrostatycznej o ciśnieniu 700 bar*, (2) zakupu usługi badawczej *opracowanie sposobu zastosowania pianki poliuretanowej na dachach odwróconych*, (3) realizacji usługi badawczej *zaprojektowanie i wykonanie innowacyjnego urządzenia do trenowania w domu lub sali gimnastycznej*, (4) realizacji projektu POIR *zakup usługi opracowanie innowacyjnej techniki pomiaru oraz układu automatycznej kontroli i korekcji składu chłodziwa w obrabiarkach CNC*. Dorobek uważam za wystarczający.

W zakresie wykazywania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej jednostce, w szczególności zagranicznej Habilitant wykazał długoletnią współpracę z Hydraulics and Pneumatics Research Institute INOE 2000 – IHP z Bukaresztu (od roku 2009), czego efektem były m.in. trzy staże zagraniczne odbyte w latach 2012-2015. Poza tym Habilitant wymienił współpracę z naukowymi i przemysłowymi ośrodkami krajowymi, w tym: Instytutem Techniki Górniczej KOMAG (Gliwice), Zakładem Hydrauliki i Pneumatyki Politechniki Gdańskiej, Laboratorium Badań Technoklimatycznych i Maszyn Roboczych Politechniki Krakowskiej, Przedsiębiorstwem Produkcyjno-Usługowym ZAP-Kooperacja Sp. z o.o. z Ostrowa Wielkopolskiego. Odbył także staż krajowy w przedsiębiorstwie HYD-ROL Zakład Napędów i Sterowań Hydraulicznych Emil Hyrczak w ramach projektu *Kluczowy Stażysta – II edycja* (POKL 2007-13). Pełnił ponadto funkcje opiekuna dwóch zagranicznych stażystów, w tym jednego w ramach międzynarodowego programu *Staf Training Mobility Program in the Framework of the Erasmus Mundus Action 2 PHOENIX*. Odpowiednie oświadczenia poszczególnych podmiotów współpracujących zostały załączone do dokumentacji. Działalność Habilitanta w tym zakresie uważam za wystarczającą.

W zakresie pozostałej aktywności publikacyjnej, niezaliczonej do głównego osiągnięcia naukowego, Habilitant przedstawił wykaz obejmujący autorstwo lub współautorstwo: 1 monografii, 4 rozdziałów w monografiach i 4 rozdziałów w książkach, 26 innych publikacji po uzyskaniu stopnia doktora. Jest to dorobek wystarczający z niewielkim zastrzeżeniem, iż znaczna część publikacji ma niską wartość punktową wg wykazów MEiN/MNiSW (14 pozycji uzyskało poniżej 10 pkt wg wykazów aktualnych w roku publikacji). Dodatkowo, Habilitant wykazał 7 wykonanych recenzji prac naukowych, w tym 4 dla czasopism międzynarodowych.

W ramach wykazu publicznych realizacji dzieł Habilitant zamieścił listę 14 referatów konferencyjnych, których był współautorem oraz 17 wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych związanych głównie z prezentacją

wyników badań, w tym 3 wykłady na zaproszenie oraz 1 wykład plenarny. Aktywność w tym zakresie oceniam, jako jak najbardziej wystarczającą.

Ocena dorobku naukowego w oparciu o statystyki dostępne w bazie bibliograficznej serwisu Scopus (www.scopus.com). Sumaryczna wartość *IF* wykazana przez Habilitanta w autoreferacie wynosi 12.8 (stan na dzień 26.09.2023 r.). Poniżej przedstawiam parametry odczytane w dniu 29.03.2024 r. Ogółem na koncie Habilitanta jest indeksowanych 10 publikacji, H-index jest równy 3, natomiast ogólna liczba cytowań wynosi 12. Tylko w przypadku jednej publikacji Habilitant jest pierwszym autorem. Obecne parametry Habilitanta oceniam, jako dostateczne, natomiast niewątpliwym dobrym prognozą na przyszłość jest widoczne zwiększenie aktywności w ostatnich latach (aż 8 z 10 indeksowanych publikacji pochodzi z lat 2023-24).

4. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

W ramach osiągnięć dydaktycznych Habilitant wskazał aktywne uczestnictwo w procesie dydaktycznym realizowanym na Politechnice Wrocławskiej na dwóch stopniach studiów prowadzonych na wydziałach: Mechanicznym, Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów oraz Informatyki i Zarządzania, jak również w Międzynarodowej Wyższej Szkole Logistyki i Transportu we Wrocławiu. Zamieszczona lista obejmuje 17 różnych kursów, oznaczonych, jako przykładowe, w większości prowadzonych także w języku angielskim. Wymienił m.in. ponad 6500 godzin przeprowadzonych kursów akademickich, członkostwo w ponad 30 komisjach egzaminacyjnych, wypromowanie 230 dyplomantów, autorstwo lub współautorstwo ok. 35 sylabusów. Aktywność jest oceniona pozytywnie.

Niezwykle istotnym elementem dorobku w tym zakresie jest promotorstwo pomocnicze Habilitanta w 3 przewodach doktorskich, co jest wynikiem bardzo dobrym.

Na pozytywną ocenę zasługuje członkostwo Habilitanta w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych, w tym Stowarzyszeniu Inżynierów i Mechaników Polskich (od 2004 r.) oraz delegatura z ramienia Korporacji Napędów i Sterowań Hydraulicznych i Pneumatycznych do Komisji Edukacji CETOP oraz Komisji Marketingu i Komunikacji CETOP (od 2006 r.). Dorobek organizacyjny obejmuje również czynne uczestnictwo w komitetach organizacyjnych dwóch międzynarodowych konferencji: *Napędy i Sterowania Hydrauliczne i Pneumatyczne* (ostatnia edycja 2023) oraz *International Conference on Hydraulics and Pneumatics – HERVEX*, jak również cyklicznego seminarium w ramach corocznych Targów Pneumatyki, Hydrauliki, Napędów i Sterowań *KIELCE FLUID POWER*.

W ramach dodatkowych informacji Habilitant wskazuje, iż jest prezesem Izby Gospodarczej Komponentów i Technologii, wiceprezesem Korporacji Napędów i Sterowań Hydraulicznych i Pneumatycznych oraz prezesem Akademickiego Klubu Płetwonurków „PIRANIA”. Aktywnie uczestniczy w pracach Kół Naukowych Politechniki Wrocławskiej „Robocik” (Automatyka i Robotyka) oraz BIOMBA (Wydział Podstawowych Problemów

Techniki). Otrzymał dotychczas 3 nagrody Rektora Politechniki Wrocławskiej, w tym za osiągnięcie organizacyjne, dydaktyczne i naukowe, Brązowy Medal za Długoletnią Służbę oraz w uznaniu wyróżniającego wkładu w działalność uczelni.

5. Wnioski końcowe

Na podstawie analizy otrzymanej dokumentacji uważam, że przedstawione osiągnięcie dr inż. Krzysztofa Kędzi w postaci monografii pod tytułem *Wyznacznik zmienności cyklu obciążenia wieloźródłowego hydrostatycznego układu napędowego* Wydanie II (2023) wraz z cyklem powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych zatytułowane łącznie *Metody zwiększania efektywności energetycznej i ekologicznej wieloźródłowych układów napędowych* zawiera oryginalne rozwiązania, wpisujące się w tematykę współczesnych badań nad układami hydraulicznymi. Za szczególnie ważne uważam podejmowanie przez Habilitanta badań ukierunkowanych na optymalizację konstrukcji i technik sterowania w celu poprawy efektywności i redukcji zużycia energii. Dr inż. Krzysztof Kędzia znacząco powiększył swój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Uzyskiwane przez niego wyniki mają wartości zarówno poznawcze, jak też użytkowe, czego dowodem jest długotrwała i owocna współpraca zarówno z ośrodkami naukowymi, jak też z przedsiębiorstwami przemysłowymi. Wykazuje aktywność naukową w jednostkach innych niż macierzysta, w tym zagranicznych (Rumunia), gdzie odbył trzy staże naukowe. Niewielkie zastrzeżenia może budzić jedynie niska aktywność publikacyjna Habilitanta w czasopismach posiadających *impact factor*, indeksowanych w bazach jak Scopus, jednak widać tutaj znaczącą poprawę w ostatnich latach.

W końcowej konkluzji, oceniając całokształt dorobku Habilitanta, w tym **przedstawione osiągnięcie naukowe**, działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzującą naukę stwierdzam, iż **spełniają one wymagania** stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w art. 221 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, stanowiąc znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna. W związku z powyższym, **popieram** wniosek Pana dr inż. Krzysztofa Kędzi o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

.....
Arzypor Ticho