

Wrocław, 16.03.2024 r.

dr hab. inż. Leszek Pawlaczyk, prof. uczelni
Politechnika Wroclawska, Wydział Elektryczny
Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych



Recenzja

Osiągnięć naukowych, aktywności naukowej oraz działalności dydaktyczno-organizacyjnej

dra inż. Łukasza Knypińskiego

W związku z ubieganiem się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyniersko – technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzja została opracowana na zlecenie prof. dr hab. inż. Wojciecha Szelaąga, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Poznańskiej (pismo DR-012/1752023 z dnia 20 grudnia 2023r.)

Podstawę opracowania recenzji stanowiły przekazane recenzentowi:

- „Kopia wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżyniersko – technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne” autorstwa dr. inż. Łukasza Knypińskiego w postaci oprawionego dokumentu liczącego 11 załączników.
- Skany dokumentów w postaci elektronicznej.

2. Informacje ogólne

Pan dr inż. Łukasz Knypiński jest absolwentem Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej.

Pracę dyplomową pt. „Projekt stanowiska do badania aktuatora o ruchu obrotowym” obronił w 2006 roku. Promotorem pracy był dr inż. Krzysztof Kowalski.

Pracę doktorską pt. „**Optymalizacja silników o magnesach trwałych na podstawie polowo - obwodowego modelu zjawisk elektromagnetycznych**” obronił w 2016 roku

w Politechnice Poznańskiej. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Lech Nowak. Recenzentami pracy byli: prof. dr hab. inż. Marian Łukaniszyn i prof. dr hab. inż. Wojciech Szelaąg.

Od 2006 do 2010 roku był słuchaczem studiów doktoranckich w Instytucie Elektrotechniki Przemysłowej Politechniki Poznańskiej. Następnie w latach 2010 - 2011 obejmował stanowisko starszego referenta ds. badawczych w projekcie „*Nowa generacja napędów elektrycznych do pomp i wentylatorów dla górnictwa*”.

W latach 2011 – 2019 pracował na stanowisku asystenta na Wydziale Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki w Zakładzie Mechatroniki i Maszyn Elektrycznych Politechniki Poznańskiej, a następnie od 2019 roku na stanowisku adiunkta w Zakładzie Mechatroniki i Maszyn Elektrycznych tejże uczelni.

Udokumentowany dorobek naukowy Habilitanta zgodnie z zestawem zawartym w bazie publikacji Biblioteki Politechniki Poznańskiej wynosi 90 publikacji. Po obronie pracy doktorskiej 49 publikacji.

3. Ocena publikacji Habilitanta stanowiącego „osiągnięcie naukowe” w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Habilitant swoje główne osiągnięcie naukowe przedstawił w formie cyklu artykułów naukowych złożony z dziesięciu publikacji i zatytułowanym:

„Efektywne metody optymalizacji urządzeń elektromagnetycznych opisanych polowymi modelami zjawisk”

- [A1] Łukasz Knypiński, Optimal design of the rotor geometry of line-start permanent magnet synchronous motor using the bat algorithm, *Open Physics*, vol. 15, no.1, pp. 965 – 970, 2017, <https://doi.org/10.1515/phys-2017-0119>. IF: 0.755, MNiSW: 15, 40 pkt.
- [A2] Łukasz Knypiński, Krzysztof Kowalski, Lech Nowak, Constrained optimization of the magnetostrictive actuator with the use of penalty function method, *COMPEL - The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering*, vol. 37, no. 5, pp. 1575 – 1584, 2018, <https://doi.org/10.1108/COMPEL-12-2017-0555>. IF: 0.705, MNiSW: 15, 40 pkt.
- [A3] Łukasz Knypiński, Adaptation of the penalty function method to genetic algorithm in electromagnetic devices designing, *COMPEL - The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering*, vol. 38, no. 4, pp. 1285 – 1294, 2019, <https://doi.org/10.1108/COMPEL-12-2017-0555>. IF: 0.590, MNiSW: 40 pkt.
- [A4] Łukasz Knypiński, Karol Pawełoszek, Yvonnick Le Manech, Optimization of Low - Power Line-Start PM Motor Using Gray Wolf Metaheuristic Algorithm, *Energies*, vol. 13, no. 5, 2020, <https://doi.org/10.3390/en13051186>. IF: 3.004, MEiN: 140 pkt.

- [A5] Łukasz Knypiński, Constrained optimization of line-start PM motor based on the gray wolf optimizer, *Eksplatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, vol. 23, no. 1, pp. 1 – 10, 2021 <https://doi.org/10.17531/ein.2021.1.1>. IF: 2.176, MEiN: 140 pkt.
- [A6] Łukasz Knypiński, Sebastian Kuroczycki, Fausto Pedro Garcia Marquez, Minimization of Torque Ripple in the Brushless DC Motor Using Constrained Cuckoo Search Algorithm, *Electronics*, vol. 10, no. 18, s. 2299-1-2299-20, 2021, <https://doi.org/10.3390/electronics10182299>. IF: 2.394, MEiN: 100 pkt.
- [A7] Łukasz Knypiński, Performance analysis of selected metaheuristic optimization algorithms applied in the solution of an unconstrained task, *COMPEL – The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering*, vol. 41, no. 5, pp. 1271 – 1284, 2022, <https://doi.org/10.1108/COMPEL-07-2021-0254>. IF: 0.808, MEiN: 40 pkt.
- [A8] Łukasz Knypiński, Ramesh Devarapalli, Yvonnick Le Menach, Constrained optimization of the brushless DC motor using salp swarm algorithm, *Archives of Electrical Engineering*, vol. 71, no. 3, pp. 775 – 787, 2022, <https://doi.org/10.24425/aee.2022.141684>. MEiN: 100 pkt.
- [A9] Łukasz Knypiński, Frederick Gillon, Sizing by optimization of line-start synchronous motor, *COMPEL – The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering*, vol. 41, no. 2, pp. 690 – 702, 2022, <https://doi.org/10.1108/COMPEL-06-2021-0221>. IF: 0.808, MEiN: 40 pkt.
- [A10] Łukasz Knypiński, A novel hybrid Cuckoo Search Algorithm for optimization of a line-start PM synchronous motor, *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*, vol. 71, no. 1, pp. 1 – 8, 2023, <https://doi.org/10.24425/bpasts.2023.144586> IF: 1.515, MEiN: 100 pkt.

Cykl publikacji przedstawiony we wniosku habilitacyjnym posiada łącznie 780 punktów wg MEiN i odpowiednio Impact Factor wynoszący 12,755

3.1 Zakres i aktualność tematyki

Ocenia się, że ok. 60-70 % wyprodukowanej globalnie energii elektrycznej zużywana jest w przemyśle przez elektryczne układy napędowe. Większość przetworników energii stanowią silniki indukcyjne klatkowe pracujące ze stałą prędkością (bez przekształtników częstotliwości) i posiadające stosunkowo niską klasę sprawności energetycznej - IE1. Podniesienie klasy sprawności energetycznej takich silników do poziomu IE4 (super premium) powoduje znaczne oszczędności energii elektrycznej pobieranej przez silniki indukcyjne z systemu elektroenergetycznego. Wydaje się, że poziom sprawności IE4 zbliża się do wartości maksymalnej i jego zwiększenie będzie ograniczone.

Dalsze powiększanie sprawności η i współczynnika mocy $\cos\phi$ możliwe jest poprzez zastosowanie silników synchronicznych o magnesach trwałych z rozruchem bezpośrednim - LSPMSM. Konstrukcja takich silników bazuje najczęściej na elementach konstrukcyjnych maszyn indukcyjnych. Daje to możliwość zamiany określonej grupy silników indukcyjnych silnikami synchronicznymi.

Biorąc dodatkowo pod uwagę, że w dobie panującego od kilku lat globalnego kryzysu energetycznego i gwałtownego rozwoju systemów odnawialnych źródeł energii, w tym energii wiatrowej poczynając od generatorów dużej mocy i planowanych małych, przydomowych generatorów wiatrowych o mocach do kilkudziesięciu kilowatów, w których stosuje się wyłącznie maszyny o wzbudzeniu od magnesów trwałych, można stwierdzić, że **praca badawcza podjęta przez Habilitanta i dotycząca optymalizacji konstrukcji maszyn elektrycznych o magnesach trwałych stanowi bardzo aktualny temat.**

Oprócz silników synchronicznych LSPMSM podłączanych bezpośrednio do sieci szerokie zastosowanie znalazły silniki synchroniczne PMSM zasilane z przekształtników energoelektronicznych i silniki bezszczotkowe prądu stałego BLDC również zasilane z przekształtników energoelektronicznych zwanych komutatorami elektronicznymi, które stanowią obecnie coraz większą grupę regulowanych układów napędowych, w tym **układów napędowych pojazdów elektrycznych i hybrydowych.** Habilitant przeprowadził optymalizację konstrukcji takich silników [A8] i ich układów zasilająco - sterujących [A6].

Habilitant przedstawił w cyklu tematycznie powiązanych ze sobą publikacji dziesięć artykułów dotyczących niedeterministycznej optymalizacji konstrukcji elektromechanicznych przetworników energii.

- Sześć artykułów dotyczy zagadnień optymalizacji konstrukcji silników synchronicznych o magnesach trwałych z rozruchem bezpośrednim LSPMSM: [A1, A4, A5, A7, A9, A10].
- Dwa artykuły dotyczą silników BLDC. W tym jeden dotyczy optymalizacji struktur takiego silnika [A8]. Natomiast drugi artykuł optymalizacji układu zasilająco - sterującego silnik BLDC [A6].
- Dwie prace dotyczą optymalizacji konstrukcji aktuatorów [A2, A3].

W artykule [A1] Habilitant przedstawił zastosowanie algorytmu nietoperza do optymalizacji konstrukcji (geometrii) wirnika silnika synchronicznego o magnesach trwałych i rozruchu bezpośrednim. Autor zaproponował adaptację tego algorytmu do ograniczeń związanych z konstrukcją maszyn elektrycznych.

W artykule [A2] została przedstawiona konstrukcja aktuatora magnetostrykcyjnego przeznaczonego do napędu zaworu komory roboczej działa plazmowego. Układ charakteryzuje się bardzo dużą dynamiką (czasem reakcji). Opracowano oprogramowanie umożliwiające optymalizację struktury obiektu.

W artykule [A3] Habilitant przedstawił obliczenia optymalizacyjne aktuatora elektromagnetycznego. W modelu matematycznym aktuatora przedstawił równania pola elektromagnetycznego z uwzględnieniem nieliniowych charakterystyk ferromagnetyków.

Procedura obliczeń jest oparta o algorytm genetyczny. Autor zaproponował adaptację algorytmu polegającą na zmianie współczynnika kary w każdej iteracji, co wpłynęło na skrócenie czasu obliczeń.

W artykule [A4] przedstawiono wyniki obliczeń projektowych i badań laboratoryjnych silnika synchronicznego o magnesach trwałych LSPMSM wykonanego na bazie zmodyfikowanego silnika indukcyjnego klatkowego o mocy znamionowej $P_N = 250\text{W}$, prędkości obrotowej $n_N = 1380\text{ obr./min.}$ i znamionowym momencie $T_N = 1,73\text{Nm}$.

Do projektowania silnika zastosowano procedurę optymalizacyjną wykorzystującą algorytm szarych wilków, co pozwoliło na optymalny wybór wymiarów geometrycznych magnesów trwałych umieszczonych na wirniku. Przedstawiono podstawowe charakterystyki silnika i porównano je z bazowym silnikiem indukcyjnym. Wyniki badań charakterystyk świadczą o zdecydowanie lepszych charakterystykach zmodyfikowanego silnika z bazową maszyną indukcyjną. Szkoda, że nie przedstawiono również charakterystyki zmian współczynnika mocy $\cos\phi$ od wartości momentu T .

W artykule [5] Habilitant przeprowadził obliczenia symulacyjne silnika synchronicznego o magnesach trwałych z rozruchem bezpośrednim wykonanym na bazie silnika indukcyjnego klatkowego o mocy $P_N = 5,5\text{kW}$, prędkości obrotowej $n_N = 960\text{ obr./min.}$ W procedurze optymalizacyjnej zastosowano metodę szarych wilków z ograniczeniami.

W pracy [6] przedstawiono układ sterowania silnikiem bezszczotkowym BLDC, w którym, za pomocą algorytmu poszukiwania kukułczego, określono wymagany przebieg napięcia zasilającego silnik zapewniający maksymalną wartość średnią momentu elektromagnetycznego przy zadanej wartości tętnień tego momentu. Takie rozwiązanie wymaga w początkowej części każdego półokresu międzyfazowego napięcia wyjściowego falownika (komutatora elektronicznego) praktycznie skokowego zwiększenia napięcia zasilania falownika do wartości $U_s = \xi U_N$ [A6], rys.9. a i b.

W praktyce zaciski (szyny) zasilające falownik napięcia muszą być zablokowane równoległym kondensatorem o znacznej (milifaradowej) pojemności i umieszczonym jak najbliżej modułów tranzystorowych (K. Krykowski: *Silniki PM BLDC 2015*, s. 160; M. Nowak, R. Barlik, J. Rąbkowski: *Poradnik inżyniera energoelektronika, T2. 2015 s. 420*).

Kondensator blokujący zaciski falownika spełnia rolę „dynamicznego” źródła napięcia zapewniając poprawną pracę falownika.

Skokowe zmiany napięcia zasilania U_s , występujące z częstotliwością sześciokrotnie większą od częstotliwość zasilania silnika, doprowadzą w takim układzie do płynięcia niedopuszczalnie dużych (awaryjnych) prądów pomiędzy źródłem zasilania DC i kondensatorem blokującym zaciski falownika.

Układ zasilania falownika przedstawiony w publikacji [A6] pracuje poprawnie tylko w modelu matematycznym, który zakłada, że źródło zasilania jest idealnym źródłem napięcia i pomiędzy falownikiem i tym źródłem nie ma żadnych indukcyjności pasożytniczych oraz nie występuje, niepotrzebny w takim przypadku, kondensator.

Najprostszym rozwiązaniem problemu zasilania, jakie widzi recenzent, byłoby zastosowanie falownika trójpoziomowego, który pozwoliłby na forsowanie prądu fazowego w początkowej części okresu napięcia międzyfazowego na odcinku czasu τ . Można również zasilać falownik dwupoziomowy napięciem o wartości $U_s = \xi U_N$ i po zakończeniu procesu forsowania napięcia (odcinek czasu τ) wprowadzić modulację PWM zapewniającą wartość średnią napięcia równą U_N .

W artykule [A7] Habilitant przedstawił analizę efektywności wybranych pięciu metod optymalizacji, w tym jednej autorskiej, dla przypadku optymalizacji silnika synchronicznego z rozruchem bezpośrednim LSPMSM o mocy $P_N = 3,0 \text{ kW}$.

W artykule [A8] przedstawiono przeprowadzono optymalizację z ograniczeniami wymiarów geometrycznych silnika bezszczotkowego BLDC. Do optymalizacji wykorzystano metodę salpów będący odmianą algorytmu inteligencji roju. W pracy przedstawiono przebiegi chwilowej wartości momentu elektromagnetycznego i określono współczynnik jego tętnień.

W pracy nie przedstawiono, najprawdopodobniej ze względu na ograniczoną objętość pracy, układu zasilania silnika, oraz przebiegów siły elektromotorycznej rotacji i prądów stojana, co znacznie polepszyłyby jej komunikatywność.

W artykule [A9] przedstawiono opracowanie własne Habilitanta do kompleksowej optymalizacji silnika synchronicznego o rozruchu bezpośrednim. Zmienne decyzyjne obejmują 9 parametrów stojana i wirnika. Opracowana metoda zdecydowanie skróciła czas trwania procesu optymalizacji. (Na rys.7 publikacji jest pomyłka redakcyjna opisująca skalę czasu).

W artykule [A10] przedstawiono nowatorską metodę hybrydową będącą połączeniem klasycznej metody kukułki i deterministycznej metody Hooka – Jeeves’a. Opracowana

metoda wykazała bardzo dobrą zbieżność. Habilitant opracował algorytm i oprogramowanie do obliczeń optymalizacyjnych silnika synchronicznego o rozruchu bezpośrednim.

Przedstawiony powyżej cykl dziesięciu powiązanych ze sobą artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych jest ujęty w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust.2 pkt 2 lit.

3.2 Zakres i aktualność tematyki

Głównym celem badań Habilitanta było zaadaptowanie i stworzenie nowych polowych i sprzężonych modeli elektromechanicznych przetworników energii przeznaczonych do procedur optymalizacji. Główne osiągnięcia Habilitanta w tym zakresie to:

- Polowo - obwodowy model bezszczotkowego silnika prądu stałego (BLDC) uwzględniający zjawiska nieliniowości obwodu magnetycznego.
- Polowo - obwodowy model aktuatora elektromagnetycznego z uwzględnieniem regulatora pracującego w zamkniętej pętli regulacji.
- Polowo - obwodowy model silnika BLDC uwzględniający równania równowagi mechanicznej oraz układu komutatora elektronicznego.
- Polowo - obwodowy model aktuatora magnetostrykcyjnego.
- Model silnika BLDC o parametrach skupionych, w którym wartości indukcyjności (własnych i wzajemnych) oraz wartości siły elektromotorycznej wyznaczone są z wykorzystaniem metody elementów skończonych.
- Polowo - obwodowy model aktuatora elektromagnetycznego.
- Polowo - obwodowy model silnika synchronicznego o rozruchu bezpośrednim.

Drugim celem Habilitanta była modyfikacja procedur optymalizacyjnych, która pozwala na ich współpracę z zaawansowanymi numerycznymi modelami symulacyjnymi elektromechanicznych przetworników energii (maszyn elektrycznych). Główne osiągnięcia Habilitanta w tym zakresie to:

- Synchroniczne silniki o wzbudzeniu elektromagnetycznym przeznaczone do napędu elektrycznego pojazdów [7].
- Nowatorskie konstrukcje aktuatorów elektromagnetycznych [8].
- Synchroniczne silniki o wzbudzeniu hybrydowym [9].
- Generatory i silniki magnetoelektryczne o strumieniu poprzecznym [10, 11].
- Aktuatory piezoelektryczne oraz magnetostrykcyjne [12, 13].
- Reluktancyjne silniki synchroniczne wspomagane magnesami trwałymi [14].

- Maszyny o strukturze Verniera [15].
- Reluktancyjne silniki synchroniczne o rozruchu bezpośrednim [16].
- Liniowe silniki synchroniczne [17, 18],
- Wielofazowe silniki synchroniczne z magnesami trwałymi [19].
- Magnetoelektryczne silniki o strumieniu poprzecznym [20].

3.3 Podsumowanie oceny osiągnięcia naukowego

Podsumowując uważam, że opiniowane „osiągnięcie naukowe” pt. *„Efektywne metody optymalizacji urządzeń elektromagnetycznych opisanych polowymi modelami zjawisk”* spełnia wymogi art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i wnosi, w dostatecznym stopniu, znaczący wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

4. Ocena pozostałych osiągnięć świadczących o istotnej aktywności naukowej Habilitanta

4.1 Charakterystyka dorobku publikacyjnego

Habilitant w złożonym wniosku przedstawił pełny wykaz dorobku publikacyjnego przed i po uzyskaniu doktoratu.

4.1.1 Publikacje rozdziałów w monografiach naukowych:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 11 publikacji.

Po uzyskaniu stopnia doktora - 1 publikacja.

4.1.2 Artykuły naukowe w czasopismach naukowych:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 17 publikacji

Po uzyskaniu stopnia doktora - 23 publikacje

4.1.3 Publikacje w materiałach konferencyjnych:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 21 publikacji

Po uzyskaniu stopnia doktora - 18 publikacji

4.2 Wystąpienia na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 22 wystąpienia.

Po uzyskaniu stopnia doktora – 20 wystąpień.

4.3 Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych i międzynarodowych:

Po uzyskaniu stopnia doktora – 5 udziałów w konferencjach.

4.4 Uczestnictwo w pracach zespołów badawczych:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 1 udział

Po uzyskaniu stopnia doktora – 2 udziały

4.5 Odbyte staże i pobyty naukowe:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 2 pobyty

Po uzyskaniu stopnia doktora – 4 pobyty

4.6 Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych:

Po uzyskaniu stopnia doktora – 10 członkostw

4.7 Recenzje artykułów naukowych:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 14 artykułów w czasopismach

Po uzyskaniu stopnia doktora – 1 książka, 136 artykułów w czasopismach i 34 w materiałach konferencyjnych.

4.8 Uczestnictwo w programach międzynarodowych:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 1 udział

Po uzyskaniu stopnia doktora 1 - udział

4.9 Udział w zespołach badawczych:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 2 udziały

Po uzyskaniu stopnia doktora 6 - udziałów

4.10 Międzynarodowe i krajowe nagrody:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 3 nagrody

Po uzyskaniu stopnia doktora 6 - nagród

4.11 Współpraca z otoczeniem gospodarczym:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 2 aktywności

Po uzyskaniu stopnia doktora 2 aktywności

4.12. Wykaz wykonanych ekspertyz:

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 7 ekspertyz

Po uzyskaniu stopnia doktora 7 ekspertyz

5. Informacje naukometryczne

5.1 Sumaryczny Impact Factor

Przed uzyskaniem stopnia doktora – IF=2,257

Po uzyskaniu stopnia doktora - IF=32,574

6 Liczba cytowań po uzyskaniu stopnia doktora:

Web of Science: 234 (151 obce) Index Hirscha 10 (7)

Scopus; 256 (173 obce) Index Hirscha 11 (7)

Google Scholar: 387 (256 obce) Index Hirscha 12 (9)

7 liczba punktów MNiSW/MEN

Przed uzyskaniem stopnia doktora – 212 pkt.

Po uzyskaniu stopnia doktora – 151 przed 31.08.2019r.

Po uzyskaniu stopnia doktora – 1730 po 31.08.2019r.

8 Informacja o działalności dydaktycznej:

Habilitant prowadził 13 różnych zajęć dydaktycznych w Politechnice Poznańskiej.

Oraz 3 wykłady dydaktyczne w Lille University.

Był promotorem 15 prac dyplomowych oraz recenzentem 20 prac dyplomowych.

Habilitant jest również bardzo aktywny w popularyzacji nauki.

Jest członkiem stowarzyszeń naukowych: PTETiS i Emerald Literati Network.

6. Podsumowanie i konkluzja oceny

Po zapoznaniu się z przedstawionym przez **dra inż. Łukasza Knypińskiego** Cyklem artykułów naukowych złożony z dziesięciu publikacji i zatytułowanym:

„Efektywne metody optymalizacji urządzeń elektromagnetycznych opisanych połowymi modelami zjawisk”.

Stwierdzam, że spełnia on wymogi art. 219 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i w dostatecznym stopniu wnosi znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

Analiza dorobku naukowego, niewliczonego do głównego „osiągnięcia naukowego”, **wskazuje na bardzo wysoką aktywność naukową Kandydata** w rozumieniu w/w. Ustawy. Biorąc pod uwagę powyższe, stwierdzam, że osiągnięcia naukowe, osiągnięcia dydaktyczne oraz aktywność organizacyjna dra inż. Łukasza Knypińskiego spełniają wymogi Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Niniejszym jestem zdecydowany przychylić się do **poparcia wniosku o nadaniu dr. inż. Łukaszowi Knypińskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego** w dziedzinie nauk inżynieryjno - technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.



/dr hab. inż. Leszek Pawlaczyk/