

### **Recenzja**

dotycząca wniosku w sprawie **nadania stopnia doktora habilitowanego**  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych  
w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

**dr inż. Magdalenie Muszyńskiej**  
wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Naukowej  
Inżynieria Mechaniczna  
Politechniki Rzeszowskiej

W dniu 7 grudnia 2023 otrzymałam materiały dotyczące dorobku kandydatki oraz list Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, dr hab. inż. Andrzeja Burghartda datowany na 23 listopada 2023 roku informujący o powołaniu mnie jako recenzentki.

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie dostarczonych materiałów, a mianowicie:

1. Autoreferatu (załącznik nr 3 do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego)
2. Wykazu osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (załącznik nr 4 do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego)
3. Oświadczeń współautorów (załącznik nr 5)
4. Monografii naukowej „Zastosowanie algorytmów neuronowo-rozmytych w automatyzacji wybranych procesów produkcyjnych” (załącznik nr 6)
5. Cyklu artykułów (załącznik nr 7)
6. Dokumentacji zrobotyzowanej stacji (załącznik nr 8).

Materiały zawierają ponadto inne wymagane dokumenty (załącznik nr 1 i 2).

Wskazane w piśmie z dn.31.08.2023 przez doktor inżynier Magdalenę Muszyńską osiągnięcie naukowe to: „Monografia naukowa, cykl powiązanych tematycznie 8 artykułów naukowych oraz oryginalne osiągnięcie konstrukcyjne nt. „Opracowanie i implementacja algorytmów neuronowo-rozmytych w systemach zautomatyzowanych zarówno w niższej warstwie sterowania, jak i na poziomie zarządzania procesem”. Wnioskowane jest przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Zdefiniowany przez habilitantkę obszar tematyczny osiągnięcia nie mieści się w zakresie dyscypliny inżynieria mechanicznej, metody sterowania, sterowanie i zarządzanie procesami np. w przemyśle to domena automatyki, czyli dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Tak więc tematyka osiągnięcia wskazuje na brak związku z podaną we wniosku dyscypliną. Również analiza zawartości materiałów

wskazuje, że łączność dorobku z dyscypliną inżynieria mechaniczna jest niewystarczająca. Pomimo powyższego, dokonałam jednak oceny przedłożonego materiału.

Wykaz osiągnięć naukowych obejmuje m.in. dane przedłożonej monografii, listę 8 artykułów wskazanych jako stanowiące powiązany tematycznie cykl, oraz wykaz aktywności naukowej. Wykaz aktywności obejmuje listy monografii i artykułów w monografiach oraz czasopismach naukowych przed i po uzyskaniu stopnia doktora, listy osiągnięć projektowych i konstrukcyjnych, listę wystąpień konferencyjnych i szkoleń, wykaz udziału w komitetach konferencyjnych, wykaz uczestnictwa w projektach i grantach naukowych i badawczych, wykaz członkostwa w organizacjach i towarzystwach naukowych, wykaz recenzowanych prac naukowych, opis współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym, listę wdrożonych technologii, listę uzyskanych lub złożonych wniosków patentowych, listę wykonanych ekspertyz, dane bibliometryczne.

### **1. Ocena przedłożonego materiału dotyczącego działalności naukowej**

Podstawę naukową wniosku habilitacyjnego stanowi osiągnięcie przedstawione w postaci monografii, cykl ośmiu publikacji oraz projekt i dokumentacja zrobotyzowanej stacji.

W autoreferacie Habilitantka opisuje prace wykonane przed doktoratem, przedstawia streszczenie monografii habilitacyjnej oraz pokrótce opisuje zawartość publikacji. Ta sekcja podzielona jest na dwie części: zrobotyzowana obróbka z „kontrolą siły” oraz algorytm wykorzystujący elementy sztucznej inteligencji w sterowaniu procesem szlifowania łopatek. Użyty nieprawidłowo termin kontrola siły pojawia się również jako tytuły publikacji nr 4 i 8 przygotowanych przez habilitantkę. W istocie habilitantce chodzi o „sterowanie”, co jest prawidłowym terminem używanym w fachowym piśmiennictwie polskim.

Habilitantka odnosi się w sposób całościowy do zawartości artykułów nie wskazując jakie inne lub nowe elementy w każdym z artykułów są Jej wkładem badawczym. W żadnym z artykułów Habilitantka nie jest pierwszym autorem, kolejność autorów nie jest alfabetyczna można więc domniemywać, iż o kolejności decydował inny klucz (czy wkład pracy?). Jedynie w pracy nr 6 Habilitantka, podana jako czwarty z pięciu autorów, jest autorem korespondencyjnym. W pracy nr 1 jest siedmiu autorów, Habilitantka jest czwartym autorem, W pracy 2 jest siedmiu autorów, Habilitantka jest piątym autorem, W pracy nr 3 jest pięciu autorów, Habilitantka jest piątym autorem. W pracy nr 4 jest pięciu autorów, Habilitantka jest piątym autorem. W pracy nr 5 jest pięciu autorów, Habilitantka jest czwartym autorem. W pracy nr 7 jest czterech autorów, Habilitantka jest czwartym autorem. W pracy nr 8 jest czterech autorów Habilitantka jest trzecim autorem.

Wkład pracy Habilitantki do artykułu 1 to: „przygotowanie danych pomiarowych dotyczących łopatek pochodzących ze skanera 3D światła strukturalnego, opracowanie algorytmu wymiany danych pomiędzy neuronowym systemem decyzyjnym wygenerowanym w oprogramowaniu Matlab generującym parametry obróbki a kontrolerem robota, interpretacja otrzymanych wyników, przygotowanie manuskryptu artykułu”

Jako wkład prac do artykułu 2 Habilitantka deklaruje „przygotowanie systemu akwizycji danych dotyczących parametrów pracy robota przemysłowego, opracowanie systemu do określenia prędkości, przyspieszeń oraz zużycia energii dla realizowanych ruchów punktu TCP w oprogramowaniu Tune Master, Test Signal Viewer, RobotStudio Signal Analyzer, opracowanie artykułu.”

W artykule nr 3 wkład pracy Habilitantki obejmuje przygotowanie neuronowego systemu decyzyjnego w oprogramowaniu Matlab/Simulink do generowania siły docisku na podstawie

mierzonych naddatków obróbkowych, interpretacja otrzymanych wyników, przygotowanie artykułu.

W ramach artykułu 4 Habilitantka przygotowała dane pomiarowe, przebadala wpływ zmiany wybranych parametrów na proces obróbki skrawaniem, opracowała wyniki, opracowała propozycję wyboru suboptymalnego rozwiązania ze względu na parametry procesu, przygotowała artykuł.

W odniesieniu do artykułu nr 5 Habilitantka deklaruje przygotowanie teoretyczne, opracowanie wyników związanych z parametrami doboru siły z uwzględnieniem parametrów chropowatości, analizę błędów realizacji obróbki w celu weryfikacji poprawności realizacji procesu, przygotowanie artykułu.

Wkład Habilitantki do artykułu 6 to akwizycja i analiza danych z ultradźwiękowego systemu pomiarowego w celu generowania „automatycznej pozycji i orientacji robota” w punktach pomiarowych.

Według dostarczonych opisów wkład pracy Habilitantki do artykułu 7 obejmuje dobór parametrów „kontroli siły” (=sterowania siłą), analizę otrzymanych wyników, wyznaczenie suboptymalnych parametrów dodatku „kontroli” siły (=sterowania siłą), dla procesu obróbki dyfuzora, przygotowanie artykułu,

W odniesieniu do artykułu 8 Habilitantka zajmowała się przygotowaniem teoretycznym, doбором parametrów pracy, analizą parametrów układu z „kontrolą” siły docisku PCPresser oraz FCSpeedChange, interpretacją uzyskanych wyników, przygotowaniem artykułu.

Należy zauważyć, że artykuł nr 8 to opis zrobotyzowanego stanowiska ze sterowaniem siłowym, stanowisko to zostało złożone z komercyjnych komponentów z odpowiednio wybranym, skonfigurowanym i przetestowanym oprogramowaniem. Opis tego stanowiska i zasad pomiarowych podano też w artykułach nr 1, 2, 5 i 6. W mojej ocenie artykuły nr 6 i 8 mają charakter implementacyjnych raportów inżynierskich i trudno je uznać za materiał wnoszący do stanu wiedzy badawczej. Artykuł nr 4 w stosunku do artykułu nr 2 różni się zestawieniami wyników eksperymentów, czyli trudno tu zauważyć inny/dodatkowy wkład badawczy. W pracach 1 i 3 tę samą sieć neuronową wykorzystano do doboru parametrów procesu obróbki. W artykule nr 1 wykorzystano dodatkowo skaner 3D do monitoringu obrabianej powierzchni.

Niewątpliwie przedstawione prace są przydatne z punktu widzenia inżynierskiego, tworzą one dokumentację raportującą implementacyjne prace zespołu specjalistów. Autoreferat oraz opis wkładu prac nie potwierdzają jednak znaczącego naukowego wkładu twórczego Habilitantki. Należy też zwrócić uwagę, iż w żadnym z artykułów Habilitantka nie deklaruje, co najmniej częściowego udziału w opracowaniu planu badawczego, czy też w opracowaniu metodyki badawczej. Opisy wykonanych prac wskazują, że Habilitantka realizowała pewne prace w ramach planów koncepcyjnych opracowanych przez inne osoby.

Wytyczne Rady Doskonałości Naukowej mówią „poszczególne publikacje, zebrane w jedną całość” powinny wskazywać na „oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wnosząc znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej” i dalej „Konieczne zatem jest, w przypadku prac współautorskich, wyodrębnienie indywidualnego, merytorycznego udziału tej osoby w powstanie danej pracy, co jest warunkiem dokonania oceny osobistych osiągnięć stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny.” W przedłożonym materiale związanym z cyklem artykułów nie uwidacznia się istotnie twórczy i merytorycznie znaczny wkład Habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna. Biorąc

pod uwagę wymagania art. 219 [Warunki nadania stopnia doktora habilitowanego] **Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce**, na podstawie cyklu artykułów, nie stwierdzam, że Habilitantka posiada w swoim dorobku dostatecznie znaczące oryginalne i twórcze osiągnięcia naukowe.

Monografia „Zastosowanie algorytmów neuronowo rozmytych w automatyzacji wybranych procesów przemysłowych” zgodnie z deklaracją Habilitantki opisuje najważniejsze osiągnięcia naukowe, czyli, jak podano to w autoreferacie, opracowanie algorytmów neuronowo-rozmytych do sterowania robotem przemysłowym, opracowanie neuronowego sterownika procesu sterowania szlifowaniem łopatek, opracowanie metody doboru parametrów do procesu obróbki łopatki z wykorzystaniem metod logiki rozmytej. Użyta tu terminologia budzi zastrzeżenia, często powtarza się termin „kontrola siły” co, jak już wskazano ma inne znaczenie niż to zakładane w monografii. W związku z nadużywaniem tego terminu trudno było stwierdzić, czy rozdział piąty zatytułowany „Kontrola jakości...” rzeczywiście dotyczy sprawdzania jakości czy też może sterowania jakością. Habilitantka posługuje się terminem błąd siły mając na myśli uchyb, w rozdziale piątym czytamy o naprężeniach „uwalnianych” w wyniku obróbki maszynowej.

Niestety w monografii są błędy, wynikające być może z niestarannej edycji, niemniej jednak naruszające zaufanie do pracy. Podaję przykłady: we wzorze (3.11) brakuje zmiennej

$\ddot{\theta}_1$  przez którą powinna być mnożona macierz  $\bar{M}$ , zamiast tego napisano  $\bar{M}(\ddot{\theta}_1)$ . W trzeciej linii od góry strony 18 zamiast  $u_p = -J_h^T[\lambda_d + K_p\bar{\lambda}]$  powinno być  $u_p = J_h^T[\lambda_d + K_p\bar{\lambda}]$ .

Na stronie 22 wzór (3.38) macierz  $\bar{M}$  nie może być mnożona przez  $s^2$ , bowiem  $s$  jest wektorem (patrz str. 16 1-sza linia od góry oraz 12-ta linia na str.17:  $s \in R^{n_1}$ , gdzie  $n_1 = n - m_1$  - liczba stopni swobody). We wzorze (3.40) brakuje dwu składników, mogą one być równe zero przy pewnych założeniach, w opisie jednak to pominięto. Symbol  $p$  określono jako liczbę modeli rozmytych, a  $N$  jako liczbę reguł, (3.20). Natomiast we wzorach (3.26) i (3.27) mamy łącznie  $p$  reguł (?). We wzorach (3.35)-(3.37) występuje parametr  $k$  - nie wyjaśniony, przypuszczalnie jest to dobierany współczynnik wpływający na szybkość adaptacji (nie podany w przykładzie). Biorąc oznaczenia kątów pokazane na Rys.3.3. druga z zależności (3.60) na str.25 jest niepoprawna (nieprawidłowy znak).

Przedstawiony w rozdziale trzecim algorytm sterowania nie jest neuronowo-rozmyty (neuro-fuzzy, często używany akronim to ANFIS – artificial neuro-fuzzy inference system), ale rozmyty (fuzzy), przy czym jest to oczywiście algorytm rozmyty adaptacyjny. Każdy rozmyty układ wnioskowania typu Takagi-Sugeno (czy Sugeno, jak piszą niektórzy) można przedstawić blokowo jako strukturę odpowiadającą sieci neuronowej (NN), ale algorytm staje się neuronowo-rozmytym, jeśli wagi takiej sieci wyznaczone są algorytmem uczenia sieci NN, np. back-propagation czy innym (dla sieci ANFIS za skuteczny uważany jest algorytm hybrydowy, parametry funkcji bazy wiedzy wyznacza algorytm uczenia NN, a wagi funkcji konkluzji algorytm minimalizacji średniokwadratowej, oba pracują w pętli). Brakuje więc uzasadnienia powołania się na sieć neuronową.

Autorka zaczerpnęła strukturę sterowania odpowiadającą wzorowi (3.19) i rysunkowi 3.1 z literatury, realizując funkcję  $f(x)$  w (3.19) układem rozmytym TS, a nie klasyczną siecią neuronową jak w (Neural Network Control od Robot Manipulators and Nonlinear Systems, F.L.Lewis i inni, Taylor-Franics 1999). Przy czym zarówno w tej ostatniej pracy, jak i u

F.L.Lewis i inni, Taylor-Franics 1999). Przy czym zarówno w tej ostatniej pracy, jak i u Autorki wagi sieci są adoptowane (w tej ostatniej pracy używa się terminu „weight tuning” a nie „weight adaptation”), wzorami tak dobranymi, aby możliwy był dowód stabilności metodą funkcji Lapunowa.

W porównaniu z materiałem źródłowym (Neural Network Control od Robot Manipulators and Nonlinear Systems, F.L.Lewis i inni, Taylor-Franics 1999), z którego Habilitantka korzystała przy opracowaniu rozdziału trzeciego, opis jest skrótowy, gubi się logika rozważań merytorycznych i procesu przekształceń, np. zależność (3.16) nie powstała jedynie w wyniku podstawienia różniczkowanej zależności (3.13) do (3.11) lecz uwzględniono tu też (3.12), (3.14) oraz (3.15) a potem, po przekształceniach, otrzymano (3.16).

Sam dowód stabilności jest przystosowaniem techniki dowodzenia z podanej literatury, ale jest opisany zbyt skrótowo. Wątpliwości budzi m.in. a) motywacja i określenie wzoru (3.47), w tym brak uzasadnienia dlaczego ten człon tak się nazywa, jak ma wpływać na odporność układu sterowania, samo powołanie na literaturę to za mało, b) fragment tekstu od wzoru (3.50) do wzoru (3.51) jest niejasny. Jak rozumieć sformułowanie z ostatniej linii na str.23: „gdzie (tu przytoczona nierówność), jeżeli to wyrażenie jest prawdziwe, wówczas.....”. Czy wyrażenie to może być nieprawdziwe, to co wówczas z dowodem ? Kiedy może być prawdziwe, a kiedy nieprawdziwe ? Zakładając jednak prawdziwość tej nierówności nie widać uzasadnienia poprawności przekształcenia wzoru (3.50) do wzoru (3.51). Wykorzystanie wspomnianej nierówności z ostatniej linii strony 23 daje inny wynik. Być może wykorzystano dodatkowe założenia lub zależności, brakuje jednak objaśnień.

Zadanie sterowania manipulatorem płaskim nie jest przedstawione wyczerpująco. Między innymi, nie sformułowano tu celu badawczego. Wydaje się też, iż uwzględniony w symulacjach model pomija dynamikę napędów. W modelu manipulatora opisanym wzorami (3.59) podano jedynie, że  $a_i$  to parametry manipulatora zależne od geometrii, rozkładu mas oraz współczynników oporu ruchu. Niestety nie przytoczono więcej szczegółów, zamieszczone wykresy mają więc ograniczoną wartość informacyjną. Wykresy na Rys.3.6-3.8 oraz 3.11-3.20 są w odcieniach szarości, co ogranicza ich czytelność. Brakuje opisu w jaki sposób dobrano nastawy i parametry regulatorów (patrz str.27 i str.35). Sednem zaproponowanego, złożonego algorytmu jest wykorzystanie aproksymacji rozmytej zamiast fragmentu algorytmu sterowania wykorzystującego model manipulatora do „kompensacji nieliniowości”. Jest to aproksymacja rozmyta adoptowana na bieżąco, a nie „off-line”. Nie są to preferowane rozwiązania w odniesieniu do obiektów dla których można opracować w miarę dobre identyfikowalne modele, nawet jeśli są one niepewne parametrycznie. A takimi obiektami są manipulatory. Brakuje uzasadnienia dla jakich sytuacji zaproponowane podejście jest sensowne? Nie dotyczy to bowiem manipulatora rozważanego w przykładzie. Jaki był cel badań symulacyjnych, co chciano wykazać? Czy zastosowane sterowanie było lepsze niż inne, a jeśli tak, to dlaczego? Oczekiwane by było studium wpływu zakłóceń oraz niedokładności modelu na uzyskane wyniki.

W opisie weryfikacji eksperymentalnej (sekcja 3.5) nie przedstawiono wystarczająco warunków eksperymentu. Czy manipulator był sterowany momentowo czy pozycyjnie? Jak wartości sygnałów  $u_i$  były przekładane na fizyczne sygnały przyłożone do napędów? Jakie regulatory zastosowano na najniższym poziomie sterowania? Jaki był przebieg prądu silnika, czy monitorowano rzeczywiste momenty rozwijane przez silniki, jakie były ich przebiegi? Jakie były parametry manipulatora oraz jego napędów? Z jaką częstotliwością zamykano pętle sprzężenia zwrotnego na poziomie sterowania siłą oraz na poziomie wykonawczym (poziom sterowania silnikami)? Czy te częstotliwości nie mają wpływu na

jakość opracowanego algorytmu regulacji? W podsumowaniu (sekcja 3.6) Habilitantka podkreśla, że algorytm spełnia zadanie kompensacji nieliniowości oraz jest skuteczny. W manipulatorach przemysłowych przeważnie stosowane jest sterowanie pozycyjne/prędkościowe, a napędy są na tyle wydajne, że wpływy nieliniowości są kompensowane dzięki zastosowaniu przekładni o dużym przełożeniu, dzieje się to również przy sterowaniu siłą z wykorzystaniem regulatorów typu PID. W monografii naukowej poświęconej sterowaniu oczekiwane byłyby studia porównawcze potwierdzające specyfikę zalet zastosowanych rozwiązań ze wskazaniem na ile/czemu są one lepsze od innych, np. prostej metody sterowania pozycyjno-siłowego, którą jest łatwo zaimplementować? Wykresy siły i uchybu siły pokazane dla jednego przykładu ruchu nie są wystarczające jako potwierdzenie skuteczności opracowanej metody. Przebiegi sił nie są gładkie (Rys.3.20c), jaki jest uchyb maksymalny, średni? Czy jest on tego samego rzędu przy innych profilach trajektorii końcówki i profilach siły? Widzimy że siła zmienia się z dużą częstotliwością, czy to jest satysfakcjonujące? Czy układ nie wpada w drgania? Jak się zachowuje manipulator przy przechodzeniu ze sterowania pozycyjnego na siłowe i na odwrót? Wtedy bowiem występuje impakt destabilizujący układ. Sterowanie pozycyjno-siłowe jest przedmiotem badań od przynajmniej trzydziestu lat, również nie tylko dla sztywnych lecz podatnych obrabianych powierzchni czy też dla zadań współpracy z wywieraniem siły. Zaproponowany algorytm ma szereg parametrów wpływających na jego działanie: macierze wzmocnień w pętłach regulacji położenia i siły, macierze i współczynnik  $k$  we wzorach adaptacyjnych. W opisie nie ma wskazówek jak te parametry dobierać, a przynajmniej jak wpływają na działanie algorytmu. W pracy podano tylko wartości, bez komentarza jak je dobierano i jakie stąd płyną wnioski. W literaturze opisuje się bardzo wiele algorytmów sterowania, wszystkie one według autorów działają. Głównym pytaniem powinno być nie to, czy algorytm działa, ale jak działa. Każdy nowy algorytm, w tym Autorki, powinien być porównany z uznanymi, stosowanymi algorytmami, przynajmniej jednym. Tego brakuje w monografii.

Metody zastosowane przez habilitantkę należą do klasycznych i dotyczą powierzchni twardych. Nie wskazano jaki jest twórczy wkład Habilitantki do tego obszaru badań. To co mogłoby istotną wartością wykonanych prac, a mianowicie badania eksperymentalne, zostało opisane w sposób lakoniczny.

Zawartość rozdziału czwartego w wielu fragmentach została opisana w publikacjach 1 i 3. Stąd wiemy, iż wkładem Habilitantki było opracowanie neuronowego systemu decyzyjnego generującego wartości siły docisku na podstawie mierzonych naddatków obróbkowych. Podobnie jak w uprzednim rozdziale, w opisie wykonanych prac brakuje istotnych dla badaczy informacji. Nie podano jakie kryterium zastosowano wybierając funkcje aktywacji spośród kilku rozważanych, na jakiej podstawie zdecydowano o zastosowanej architekturze sieci neuronowej, jakie były parametry uczenia. Nie pokazano przykładowych wyników uczenia oraz nie odniesiono się do weryfikacji efektów uczenia. Opracowany element decyzyjny został włączony do oprogramowania sterującego robotem przemysłowym z wykorzystaniem RobotStudio. Podobnie jak uprzednio, bardziej rozbudowany opis uczyniłby ten rozdział bardziej wartościowym dla innych badaczy. Rozdział piąty poświęcony jest monitorowaniu jakości zrobotyzowanej obróbki z wykorzystaniem metod neuronowo-rozmytych. Pewną słabością tego rozdziału jest brak zastosowania statystycznych metod analizy danych pomiarowych. W tabeli 5.1 podano współczynnik korelacji Pearsona liczony dla położzeń otworów zmierzonych z wykorzystaniem obrabiarki CNC oraz maszyny CMM. Brakuje tu informacji o liczbie powtórzeń niezależnych pomiarów oraz analizy powtarzalności wyników. Współczynniki korelacji przybierają wartości od 0.02 do 0.43. Habilitantka wskazuje, że są to wartości od „małych” do „przeciętnych”. W badaniach statystycznych przyjęło się, że współczynnik

mniejszy od 0.2 wskazuje na brak korelacji, a dla przedziału 0.2 do 0.4 zależność liniowa jest słaba. Na 8 badanych otworów, dla 4 współczynniki korelacji był mniejszy od 0.2 a tylko w jednym przypadku nieznacznie większy od 0.4, na tej podstawie nie można wysnuć wniosku o zależności liniowej pomiędzy pomiarami CNC a CMM. Mając to na uwadze, Habilitantka zaproponowała metodę określenia położenia, która uwzględni deformacje badanej pokrywy. System neuronowo rozmyty przewiduje tutaj wynik pomiaru CMM na podstawie wyników pomiarów uzyskanych przez CNC oraz odpowiednio zdefiniowanych różnic pomiarowych. Skuteczność metody została oceniona dla jednego otworu poprzez porównanie błędu średniego i maksymalnego uzyskanego uprzednio i po zastosowaniu opracowanej metody. Brak jest analizy potwierdzającej statystyczną istotność zależności pomiędzy prognozowanym wynikiem, a wynikiem uzyskanym przy pomiarze CMM. Prace są interesujące, ale wyniki są słabo zweryfikowane. Dodanie większej liczby testów pomiarowych oraz analiz statystycznych, jak np. testy istotności, uczyniłoby badania bardziej wartościowymi.

Reasumując, monografia stanowi dobry punkt wyjściowy do solidnego opracowania potwierdzającego kwalifikacje Habilitantki, jako twórczego i niezależnego naukowca. Jednak w obecnej formie praca ta nie spełnia wymagania art. 219 [Warunki nadania stopnia doktora habilitowanego] Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Habilitantka wymienia też, jako osiągnięcie, wykonanie projektu oraz dokumentacji wykonawczej zrobotyzowanej stacji obróbki łopatek. Opracowanie tego projektu technicznego wraz z dokumentacją wykonawczą potwierdza właściwe dyscyplinie inżyniera mechanicznego fundamentalne kwalifikacje inżynierskie dr inż. M. Muszyńskiej, nie stanowi to jednak osiągnięcia naukowego na poziomie procedury habilitacyjnej. Projekt dotyczy standardowego stanowiska, tego typu usługi oferowane są przez tzw. integratorów stanowisk, trudno tu wskazać oryginalne osiągnięcie projektowe czy konstrukcyjne wnoszące wkład twórczy do dyscypliny.

Wymienione w autoreferacie opracowanie inteligentnego regulatora neuronowo-rozmytego dla zadania nadążania robota kołowego było przedmiotem rozprawy doktorskiej i nie może być zaliczone do osiągnięć rozważanych w procedurze habilitacyjnej.

## **2. Ocena dotychczasowego przebiegu kariery naukowej**

Dr inż. Magdalena Muszyńska uzyskała tytuł zawodowy magistra w 2005 roku, a w 2012 roku stopień doktora, a więc w miarę szybko, biorąc pod uwagę warunki polskie oraz uprawianą dyscyplinę naukową. Pracę magisterską zrealizowała pod kierownictwem prof. dra hab. inż. Józefa Giergiela, a pracę doktorską pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Zenona Henzla, z którym nadal współpracowała po uzyskaniu dyplomu doktorskiego. Tematem pracy doktorskiej były neuronowo-rozmyte systemy sterowania mobilnym robotem kołowym

Od 2006 roku dr inż. Magdalena Muszyńska jest zatrudniona na Katedrze Mechaniki Stosowanej i Robotyki Półtechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łuksiewicza. W latach 2006-2012 była asystentką, a od 2012 roku do chwili obecnej jest adiunktem.

W ramach szerszej aktywności naukowej Habilitantka odbyła wizyty w Trondheim oraz w Krakowie. Wymieniona też jest wizyta w Rzeszowie, którą mi trudno zinterpretować bowiem Habilitantka zatrudniona jest na Politechnice Rzeszowskiej. Brakuje informacji, czy były to dłuższe pobyty badawcze czy też kilkudniowe wizyty robocze. Na pozytywne podkreślenie zasługuje udział Habilitantki w projekcie realizowanym wspólnie z Uniwersytetem w Turku (Finlandia) oraz udział w projekcie „Kształcenie dualne w kontekście wyzwania Przemysłu 4.0”.

Habilitantka przejawia aktywność naukową realizowaną wspólnie z innymi instytucjami badawczymi, warto jednak w przyszłości zwrócić uwagę, aby potwierdzeniem współpracy były wspólne publikacje.

Habilitantka uzyskała trójrotnie nagrody Rektora Politechniki Rzeszowskiej, w tym jedną indywidualną. Odbyła potwierdzone certyfikatem szkolenie z zakresu diagnostyki układów mechanicznych.

Podsumowując dotychczasowy przebieg kariery naukowej można stwierdzić, że aktywność Habilitantki jest wystarczająca wobec oczekiwań stawianych kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

### 3. Opieka naukowa i osiągnięcia dydaktyczne

Habilitantka, jako pracownik dydaktyczny Politechniki Rzeszowskiej koordynowała projekt Inżynieria mechaniczna dla przemysłu lotniczego – realizacja studiów II stopnia na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej. Była promotorką pomocniczą rozprawy doktorskiej. Dr inż. Magdalena Muszyńska prowadzi zajęcia z zakresu mechaniki ogólnej, mechaniki analitycznej, diagnostyki urządzeń mechanicznych, obliczeniowych systemów informatycznych, mechatroniki, teorii sterowania i metod sztucznej inteligencji. Habilitantka była promotorką 69 prac studenckich.

### 4. Podsumowanie

Zgodnie z artykułem 219 ustęp 1 obowiązującego aktu ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
  - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, **lub**
  - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B, **lub**
  - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Dr inż. Magdalena Muszyńska uzyskała stopień doktora nauk technicznych w 2012 roku, a więc spełnia wymaganie wyartykułowane w Art.219 ustęp 1 punkt 1.



Tematyka przedłożonej monografii „Opracowanie i implementacja algorytmów neuronowo-rozmytych w systemach zautomatyzowanych zarówno w niższej warstwie sterowania, jak i na poziomie zarządzania procesem” nie mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Istnieją też niedoskonałości merytoryczne przedłożonego tekstu, co deprecjonuje jego wartość. Warunek punktu 2 a) nie jest spełniony.

Habilitantka przedstawiła cykl powiązanych tematycznie wieloautorskich artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B. Niestety treści artykułów częściowo się powielają, a wkład naukowy Habilitantki nie jest uwidoczniiony. Warunek punktu 2 b) nie jest spełniony.

Habilitantka przedstawiła też dokumentację wykonawczą zrobotyzowanej stacji obróbki łopatek, nie jest to unikalne osiągnięcie projektowe czy konstrukcyjne wnoszące wkład twórczy do dyscypliny. Warunek punktu 2 c) nie jest spełniony.

Tak więc żaden z trzech alternatywnych warunków punktu 2 nie jest spełniony. Na tej podstawie nie mogę stwierdzić, iż Habilitantka posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Dr inż. Magdalena Muszyńska współpracowała z innymi instytucjami naukowymi. Tę działalność można uznać za wystarczającą do spełnienia wymagania Art.219 ustęp 1 punkt 3.

## 5. Wniosek końcowy

Ponieważ materiał załączony przez dr inż. Magdalenę Muszyńską do wniosku w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna nie spełnia wszystkich wymagań wyartykułowanych w artykule 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* - akt obowiązujący (Dz.U.2023.742) nie **wnioskuje o nadanie** dr inż. Magdalenie Muszyńskiej **stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**

Teresa Lielmus