

Zabrze, 18.04.2023 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Wojciecha Jopka  
pod tytułem

***Optymalizacja biomanipulatora typu ręka człowieka do zastosowania  
w celach protetycznych dla pacjentów z różnym stopniem amputacji***

Podstawę opracowania stanowi pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna prof. dr. hab. inż. lek. Haliny Podbielskiej nr RDND04/93/2022 podyktowane decyzją Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna w Politechnice Wrocławskiej na mocy uchwały nr 125/21/RDND04/2021-2024 z dnia 30 listopada 2022 r. oraz dołączona do niego rozprawa doktorska mgr. inż. Wojciecha Jopka napisana pod opieką naukową dr hab. inż. Magdaleny Przybyło.

### 1. Ogólna charakterystyka rozprawy

Protetyka jest działem ortopedii, który stanowi istotną formę inżynierskiego wsparcia zajmującego się zagadnieniami związanymi z wykonywaniem i stosowaniem protez dla pacjentów po amputacjach, a szczególnie w przywracaniu samodzielnego ich funkcjonowania i podnoszeniu komfortu życia. Zatem proteza powinna przede wszystkim wiernie oddawać cechy wizualne oraz funkcjonalne amputowanej kończyny. W przypadku kończyny górnej jest to niezwykle trudne ze względu na zdolności manualne tj. ręczne wykonywanie drobnych i precyzyjnych czynności. Mimo postępu technologicznego oraz realizacji badań w szerokim zakresie naukowym nad rozwojem w różnych aspektach nowych konstrukcji protetycznych kończyny górnej wciąż brakuje rozwiązań, które w pełni odwzorowywałyby funkcjonalność ludzkiej ręki.

Współcześnie dostępne protezy kończyny górnej oferowane przez renomowanych światowych producentów wciąż nie umożliwiają przywrócenie wszystkich funkcji czynnościowych ręki, pomimo stosowania zaawansowanych technologii. Całościowe odwzorowanie amputowanej kończyny jest niezwykle trudne, a wręcz niemożliwe w obecnym stanie techniki. Zjawiska i procesy występujące/zachodzące w zdrowej kończynie wciąż nie są możliwe do skopiowania. Nie chodzi tylko o możliwości regeneracyjne, jakie posiadają np. skóra czy kość, które są samo naprawialne, ale również ze względu na zoptymalizowany układ narządu ruchu. Anatomiczna budowa ręki jest nie do podrobienia w sztucznej kończynie. Pomimo, jednostronnego działania mięśni (kurczenia się) oraz potrzeby równoczesnego współdziałania zginaczy i prostowników (synergistów i antagonistów) układ biomechaniczny ręki o wielu (22) stopniach swobody napędzany jest przez kilkanaście (19) mięśni. Te liczby same w sobie wskazują na wysoce zoptymalizowany układ, który charakteryzuje się brakiem nadmiarowych jednostek napędowych potrzebnych do jego funkcjonowania.

Wobec powyższego uważam, że tematyka pracy jest aktualna i istotna dla rozwoju biomechatronicznych protez kończyny górnej w ramach, której Autor podjął się optymalizacji biomanipulatora typu ręka człowieka stosując kryteria odnoszące się nie tylko do kryteriów protetycznych, ale także do dostępności i kosztów komponentów oraz regulacji prawnych. Szczęólnego znaczenia nabierają opracowane prototypy pozwalające na weryfikację wyników optymalizacji, które zostały uwzględnione przy ich budowie. W ujęciu biomechatronicznym te prototypy charakteryzują się odpowiednim naśladowaniem biologicznego układu i odwzorowaniem jego budowy oraz funkcjonalności. W świetle obecnego stanu techniki autorskie rozwiązanie jest na tyle nowatorskie, że zostało zastrzeżone patentem.



Aplikacyjny charakter pracy został również podkreślony przy zastosowaniu systemu treningowego w procesie protezowania. W tym sensie, wdrożenie wyników pracy do praktyki klinicznej może poprawić dostępność do bionicznych protez ręki, a także przyczynić się do poprawy standardów protezowania pacjentów poprzez dobór dedykowanego rozwiązania. Dlatego uważam temat pracy za prawidłowy i mieszczący się w ważnym i priorytetowym obszarze naukowym, który wpisuje się w dyscyplinę: inżynieria biomedyczna.

## 2. Struktura i poprawność redakcyjna rozprawy

Recenzowana praca została napisana na 111 stronach maszynopisu nie licząc streszczeń w języku polskim i angielskim, spisu treści, spisów rysunków i tablic, literatury oraz załącznika-dodatku. Praca posiada formę zwartej monografii, która składa się z 8 rozdziałów. Układ treści pracy został zaprezentowany w nietypowej kolejności i rozpoczyna się od rozdziału (1) Cel pracy. Kolejne rozdziały posiadają następujące tytuły: (2) Wstęp; (3) Analiza stanu techniki; (4) Zasady konstrukcji i optymalizacji protezy; (5) Optymalizacja biomanipulatora typu proteza ręka; (6) Wyniki optymalizacji; (7) Zastosowanie kliniczne, (8) Podsumowanie. Natomiast bibliografia zawiera 66 pozycji literaturowych oraz 18 stron internetowych.

W pierwszym rozdziale Autor zdefiniował Cel pracy, który został sformułowany na podstawie przeglądu literaturowego i stanu techniki, które przedstawiono w następnych rozdziałach. Natomiast, drugi rozdział stanowi Wstęp opisujący anatomię i funkcje kończyny górnej oraz analizę potrzeb pacjentów po amputacji. W rozdziale trzecim został zawarty przegląd stanu techniki obejmujący zarówno rozwiązania rynkowe - komercyjne, a także studyjne i laboratoryjne. W czwartym rozdziale przedstawiono podstawowe zasady konstrukcji oraz metody optymalizacji składowych układów biomechatronicznej protezy ręki z uwzględnieniem wymagań i kryteriów protetycznych. Natomiast, rozdział piąty zawiera optymalizację biomanipulatora typu proteza ręki. Przedstawiono w nim proces optymalizacji biomanipulatora począwszy od struktury mechanicznej (tj. elementów konstrukcyjnych oraz układu napędowego i zasilania), poprzez układ sterowania (tj. rodzaj, architektura i algorytm sterowania), aż po ich umiejscowienie w zależności od poziomu amputacji. Podsumowaniem optymalizacji każdego analizowanego układu stanowią tabelaryczne zestawienia wyników uwzględniające przyjęte kryteria oceny. Natomiast, pod koniec rozdziału Autor dokonał wyboru optymalnego wariantu spośród siedmiu najwyżej punktowanych rozwiązań uzyskanych na podstawie analizy kombinatorycznej wyselekcjonowanych parametrów protezy.

W rozdziale szóstym Doktorant zaprezentował wyniki optymalizacji w postaci modelu biomanipulatora typu proteza ręki. Model ten został porównany z protezami dostępnymi na rynku, następnie w procesie projektowym uzupełniony o dodatkowe moduły nadgarstka i łokcia, a finalnie z użyciem różnych technik szybkiego wytwarzania posłużył do wykonania prototypu. Natomiast, w rozdziale siódmym przedstawione zostały efekty klinicznego zastosowania opracowanej protezy ręki. Doświadczalne testy zostały poprzedzone przyuczeniem pacjenta do korzystania z protezy. W tym celu opracowano system treningowy stanowiący integralną część protezy. System ten w trakcie treningu posługiwanie się protezą umożliwia dokonywanie doboru lokalizacji optymalnych miejsc do zamocowania elektrod EMG i parametrów ich pracy oraz ustawienia progów detekcji dla układu sterowania. Po etapie szkoleniowym uzupełniona proteza o zawieszenie protetyczne była poddana długotrwałym testom doświadczalnym, których wyniki zostały zawarte w końcowej części niniejszego rozdziału. W rozdziale ósmym Doktorant podsumował badania zaprezentowane w pracy i przedstawił wnioski końcowe, które formułował na podstawie otrzymanych wyników. W rozdziale tym zostały również podkreślone oryginalne elementy rozprawy, a także przedstawiono perspektywę dalszych badań.

Do tak przedstawionej rozprawy doktorskiej mam kilka uwag dotyczących poziomu edytorskiego i poprawności redakcyjnej. Przede wszystkim, stosowany przez Doktoranta program do



zautomatyzowanego składu tekstu nie zawsze umożliwił poprawne redagowanie wszystkich stron. Przykładem są strony rozdziału piątego zawierające tablice umieszczone poza punktami, do których się odnoszą, czy występujące puste i niezapisane w pełni strony. Również mankamentem pracy jest jej układ (podział na rozdziały), który osobiście zmieniłbym umieszczając cel pracy po wstępie i analizie stanu techniki. Moim zdaniem, także streszczenia w języku polskim i angielskim oraz spisy rysunków i tablic powinny być umieszczone na końcu pracy.

### 3. Wartość merytoryczna rozprawy

Po zapoznaniu się z treścią całej rozprawy można zauważyć, że w głównej mierze zawiera ona prace badawcze o charakterze aplikacyjnym, które obejmują obok prac projektowych również prace wdrożeniowe. Stanowią one przede wszystkim badania rozwojowe dotyczące biomanipulatora typu ręka człowieka, które doprowadzają do opracowania optymalnej protezy. Wykonany prototyp zaprojektowanego biomanipulatora został pozytywnie zweryfikowany poprzez testy kliniczne (doświadczalne) z udziałem pacjentów. W tym kontekście Autor wykazał się interdyscyplinarną wiedzą z inżynierskich i medycznych dziedzin nauki. Jednakże, sposób i forma prezentacji pracy nie pozwala mi rzetelnie ocenić przedmiot rozprawy, gdyż Autor nie określił jednoznacznie co stanowi oryginalne (autorskie) rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne (autorskie) rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej.

Ponadto, zaprezentowany w rozprawie doktorskiej proces optymalizacji biomanipulatora typu proteza ręki nie rozwiewa wątpliwości, co do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Stosowane przez Autora kryteria protetyczne odnoszą się jedynie do istniejących rozwiązań, a także dokonywane oceny rozwiązań pośrednich odnoszą się do znanego stanu techniki, co nie umożliwia jednoznacznie ocenić co stanowi oryginalne (autorskie) rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne (autorskie) rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej.

Głównym zagadnieniem naukowym, które Doktorant rozpatruje jest identyfikacja i optymalizacja biomanipulatora typu proteza ręki w procesie projektowania. Moim zdaniem przyjęty cel rozprawy nie oddaje w pełni przedmiotu rozprawy, którym jest oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej, tj. projektu biomanipulatora typu ręka człowieka i jego wdrożenia. Aktualny cel pracy cyt. „*opracowanie modułowego biomanipulatora dla osób z dysfunkcjami kończyny górnej, opartego o układy biomechatroniczne z optymalizacją struktury kinetycznej oraz systemu sterowania*”, nie odnajduje potwierdzenia w jej treści. Przede wszystkim, przedstawiony w pracy projekt biomanipulatora typu ręka człowieka jest dedykowany dla osób po amputacji kończyny górnej, a nie dla osób z dysfunkcjami kończyny górnej, a także jest bioprotezą a nie egzozkieletem (ortezą), co wynika z celu pracy.

Przegląd literatury i prezentacja aktualnego stanu techniki w odniesieniu do komercyjnych rozwiązań występujących na rynku pozwoliły Doktorantowi określić potrzeby pacjentów poddawanych amputacji oraz sposoby ich zaspokajania. Jednakże, dokonana w ten sposób identyfikacja właściwości idealnej protezy nie znalazła potwierdzenia w sformułowanym problemie optymalizacyjnym. Trudno doszukać się w pracy treści przedstawiających wyniki optymalizacji struktury kinetycznej oraz systemu sterowania. Autor jedynie przedstawił ocenę kryterialną dostępnych komponentów składowych projektu biomanipulatora przedstawiając zbiór możliwych rozwiązań, ale bez podania funkcji celu, kryterium optymalizacyjnego i rozwiązania zadania optymalizacji struktury kinetycznej, a przede wszystkim systemu sterowania.

Ponadto, do niektórych treści rozprawy doktorskiej mam wątpliwości, co do samodzielnej realizacji niektórych zadań. Przykładem są analizy numeryczne projektowanych rozwiązań, które Autor przedstawił w bardzo zwięzły sposób dodając, że były dyskutowane w zespole, a zatwierdzał je



lider projektu. Autor wskazuje również w podsumowaniu, że praca zawiera jedynie wąski i finalny fragment wyników prac, które prowadzone były na przestrzeni dekady. Szkoda, że Doktorant w deklaracji nie określił jednoznacznie, które prace były realizowane samodzielnie, a które z udziałem i pomocą zespołu w ramach działalności gospodarczej w BioEngineering.pl. Samo stwierdzenie, że „cała praca poza cytowanymi fragmentami jest własnością Autora” nie rozstrzyga moich wątpliwości.

Natomiast, do istotnych i oryginalnych elementów rozprawy zaliczam:

- wyznaczenie kryteriów protetycznych i opracowanie różnych wariantów projektów protezy ręki;
- ocenę kryterialną poszczególnych komponentów protezy ręki,
- wykonanie prototypu biomanipulatora typu proteza ręki oraz systemu treningowego,
- przeprowadzenie testów walidacyjnych - klinicznych z udziałem pacjentów.

Przedstawione w rozprawie prace projektowe i wdrożeniowe umożliwiły opracowanie rozwiązania, które poparte uzyskanymi wynikami z badań doświadczalnych stanowią potwierdzenie realizacji głównego tematu pracy. Aplikacja rezultatów rozprawy w praktyce klinicznej do zastosowania (w celach protetycznych) dla pacjentów z różnym stopniem amputacji dowodzi uzyskanie konkurencyjnej protezy ręki (na wszystkich polach eksploatacji) do komercyjnych rozwiązań, przy takim samym poziomie funkcjonalności. Doktorant również zauważa potrzebę prowadzenia dalszych badań dla uzyskania odpowiedniego mocowania protezy dla pacjentów z wysoką amputacją obu kończyn górnych.

#### 4. Uwagi szczegółowe i krytyczne

Praca została zredagowana przy użyciu edytora do zautomatyzowanego składu tekstu, co w sposób niekontrolowany wpłynęło na jej formę i nie wszystkie strony zostały poprawnie zredagowane. Wcześniej podane przykłady złego formatowania wskazują na strony rozdziału piątego zawierające tablice umieszczone poza punktami, do których się odnoszą. a także występowanie pustych stron i w pełni niezapisanych. Ponadto, opracowany program badawczy nie jest kompleksowy w odniesieniu do rozwiązywanych zagadnień oraz nie wszystkie wyciągnięte wnioski znajdują potwierdzenia w treści rozprawy.

Pod dyskusję również poddaję ocenę kryterialną, którą Doktorant przeprowadził w procesie optymalizacyjnym. W mojej opinii założone kryteria oceny, same w sobie, są słuszne i trafne, gdyż zostały przyjęte na podstawie przeprowadzonej przez Doktoranta analizy literatury odnoszącej się do aspektów inżynierskich oraz medycznych. Jednakże, brakuje oszacowania wag poszczególnych kryteriów, które uwzględniałyby istotność/ważność kryteriów względem siebie. Ich brak powoduje, że dokonana ocena kryterialna nie jest sprawiedliwa i obiektywna. Według przyjętej zasady wszystkie kryteria są równe, jak np. funkcjonalność vs. estetyka czy prostota budowy, z czym się nie zgadzam. Zapewne Doktorant dokonując oceny sugerował się własną intuicją inżynierską, która uwzględniała wagność kryteriów i należy traktować dokonaną ocenę za raczej subiektywną. Wśród kryteriów brakuje również kryterium bezpieczeństwa, które powinno być nadrzędnym względem pozostałych. Ponadto, zestaw możliwych rozwiązań nie zawiera hipotetycznego rozwiązania idealnego. Ujęcie wyidealizowanego wariantu przy porównywaniu ujawniłoby na ile istniejące protezy i wyznaczone rozwiązania odbiegają od ideału.

Praca zawiera pewne fragmenty wymagające dyskusji i wyjaśnienia ze względu na ujęte skróty myślowe lub zawarte ograniczenia, które nie uwzględniono w części opisowej poszczególnych rozdziałów. Przykładem są prezentowane w rozdziale 6.1.3 projekty modułu nadgarstka i łokcia oraz wyniki analiz numerycznych projektowanych rozwiązań. W mojej opinii brakuje wyjaśnienia czy powstałe projekty i ich postać konstrukcyjna została dobrana na podstawie dokonanej analizy wytrzymałościowej, przy jakich założeniach (warunkach brzegowych) była przeprowadzona optymalizacja kształtu. Prezentowane w rozdz. 6.2 wyniki symulacji numerycznych nie wnoszą nowej



wiedzy o analizowanych rozwiązaniach, gdyż nie zostały poprawnie i odpowiednio opisane. Brakuje szczegółowych komentarzy do rysunków 6.18, 6.19 i 6.20. Doktorant powinien wyjaśnić co przedstawiają poszczególne rysunki, czy i jakie są to przemieszczenia, odkształcenia czy naprężenia. Nie zostały również przedstawione warunki brzegowe, przy których wyznaczono maksymalne wartości parametrów z analiz MES, a także nie podano przyjętych kryteriów do optymalizacji kształtu konstrukcji. Ponadto, Doktorant nie wystarczająco opisał proces optymalizacji układu sterowania biomanipulatora. Przedstawione zostały jedynie parametry optymalizacji oraz opis poszczególnych komponentów układu sterowania. Pomimo dokonanej ceny kryterialnej elementów układu sterowania, której wyniki zostały zaprezentowane w tablicach 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.12. Doktorant nie odniósł się do tych tablic i nie przedstawił charakterystyki zoptymalizowanego układu sterowania.

Niezrozumiałe są także skróty myślowe stosowane przez Doktoranta np. *cechy kognitywne* (str. 17) odnoszące się do protezy, a nie do pacjenta mając na względzie jego uwagę, percepcję i pamięć. Również niejasny jest stosowany zwrot „*kapy pacjenta*” (str. 104), zamiast *kapy leja* czy po prostu *lej*. Wyjaśnienia też wymagają zwroty „*optymalizacja konstrukcyjna*” (str. 77.) oraz „*W ramach rozwoju projektu...*” (str. 86), czy chodzi o projekt rozumiany jako ogół prac czy też projekt-model CAD. Szerszego omówienia wymaga również rozwinięcie stwierdzenia „*obliczenia analityczne*” (str. 90) odnoszące się do badań układów napędowych, gdyż Autor w pracy zaprezentował same testy różnych schematów kinematycznych bez jakichkolwiek obliczeń.

Przeprowadzona przez Dyplomanta optymalizacja biomanipulatora typu proteza ręki odnosi się głównie do samej jego struktury i stanowi głównie ocenę kryterialną zbioru możliwych rozwiązań. Dyplomant nie zaprezentował szczegółowych wyników numerycznych analiz wytrzymałościowych MES elementów konstrukcyjnych protezy, a jedynie dla przyjętych kryteriów protetycznych przedstawił ocenę postaci konstrukcyjnej, której parametry m.in. masa, maksymalne obciążenie, czy czas pracy baterii nie były wynikiem optymalizacji (str. 77). W tej sytuacji nasuwa się pytanie: czy na pewno opracowane rozwiązania są optymalne i czy zasadny jest wniosek Autora (str. 110), że powstałe konstrukcje protez ręki są „*wynikiem optymalizacji pod kątem: wytrzymałości, masy, zużycia w trakcie eksploatacji, łatwości montażu oraz możliwości serwisowania*”, skoro te kryteria nie były brane pod uwagę. Jednakże, pomimo powyższych uchybień przeprowadzone testy walidacyjne dla wytypowanych wariantów biomanipulatora typu proteza ręki wskazują na możliwość uzyskania optymalnego rozwiązania przy uwzględnieniu potrzeb pacjenta. Autor przedstawił dwa rodzaje protez posiadające optymalne własności dla każdego z analizowanych kryteriów, które poddane zostały rejestracji jako wyroby medyczne. Oznacza to, że dane protezy nie tylko uzyskały korzystny wynik optymalizacji w porównaniu do pozostałych, ale także spełniają szereg wymagań i kryteriów narzuconych przez dyrektywę UE dotyczącą wyrobów medycznych (MDR).

Niedosytem recenzowanej pracy jest skrócony opis wyników testów zaproponowanych rozwiązań biomanipulatora z udziałem pacjentów. Doktorant przedstawił jedynie kwestie związane z technologią wytwarzania, łatwością montażu oraz łatwością użytkowania ich przez pacjenta. Wyniki szczegółowych testów funkcjonalnych opracowanych prototypów w warunkach rzeczywistych zapewne mogłoby potwierdzić efektywną użyteczność poszczególnych rozwiązań. Doktorant widzi potrzebę dalszych badań, głównie dotyczących opracowania zaawansowanej konstrukcji protezy dla osób z obustronną wysoką amputacją. Uważam, że jest to uzasadnione, gdyż na rynku brakuje konkurencyjnych rozwiązań dedykowanych dla tej grupy pacjentów.

W pracy zauważalne są też błędy natury redakcyjnej (edytorskiej), do których zaliczam m. in.:

- liczne „wdowy” i „sieroty” tj. pozostawienie na końcu akapitu krótkiego jednowyrazowego wiersza czy pojedynczych liter, najczęściej spójników na ostatnim miejscu w wersie;
- równoczesne stosowanie w nagłówkach numerów stron oraz tytułów rozdziałów i podrozdziałów, które często nachodzą na siebie, co powoduje że są nieczytelne;



- brak jednostek przy niektórych przedstawionych wartościach i wykresach np.:  $7\frac{1}{4}$  (str. 22), rys. 3.15 (str. 28), czy rys. 7.6 (str. 102);
  - większość rysunków przedstawionych w pracy jest słabej jakości, która może wynikać z ich pomniejszenia, dlatego utrudniony jest odczyt opisów i ich interpretacja;
  - większość tablic również jest słabej jakości i ich zawartości są nieczytelne;
  - spis literatury zawiera strony internetowe, które są w niezrozumiały sposób oznaczone.
- Pozostałe drobne uwagi i błędy redakcyjne zostały zaznaczone w tekście pracy i przekazane Autorowi.

## 5. Ocena końcowa

Po wnikliwym zapoznaniu się z pracą doktora mgr. inż. Wojciecha Jopka i mając na uwadze zapisy ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w szczególności art. 187 mówiące o wymogach stawianych rozprawom doktorskim, a mianowicie:

*1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej;*

*2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne;*

*3. Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej;*

*4. Do rozprawy doktorskiej dołącza się streszczenie w języku angielskim, a do rozprawy doktorskiej przygotowanej w języku obcym również streszczenie w języku polskim. W przypadku gdy rozprawa doktorska nie jest pracą pisemną, dołącza się opis w językach polskim i angielskim;*

mam pewne wątpliwości czy niniejsza praca spełnienia ww. wymagania.

Moje wątpliwości odnoszą się głównie do pkt. 2 i 3 tego artykułu. Sposób i forma prezentacji pracy nie pozwala mi rzetelnie ocenić przedmiot rozprawy, gdyż Autor nie określił jednoznacznie co stanowi oryginalne (autorskie) rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne (autorskie) rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej. Chciałbym również podkreślić, że rolą recenzenta, niezależnie od rodzaju postępowania i trybu, jest: być obiektywnym; być rzetelnym; dokonać oceny zgodnie z najlepszą posiadaną wiedzą; być poufny. Natomiast, sporządzone recenzje powinny być kompletne, rzetelne, dokładne i obiektywne, a oceny odpowiednio uzasadnione.

Mając powyższe na uwadze, nie jestem w stanie dokonać rzetelnej oceny czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne (autorskie) rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne (autorskie) rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej. Z uwagi, że opinia dotycząca rozprawy doktorskiej stanowi moc dowodową i jest warunkiem dopuszczenia do obrony osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora, zgodnie z art. 191 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, a ponadto przy braku podstaw bym mógł wyrazić w swojej recenzji opinię odnoszącą się do innych kwestii niż te, które zostały przedstawione, moja recenzja nie zawiera końcowej konkluzji dotyczącej dopuszczenia jej do publicznej obrony.

Podsumowując, uważam, że praca doktorska Pana mgr. inż. Wojciecha Jopka wymaga uzupełnienia dodatkowymi informacjami, które umożliwią rzetelne i poprawne ocenienie wszystkich poruszonych zagadnień oraz będą się odnosić do wskazanych uwag, Ponadto, mam nadzieję, że uzupełnienie pracy będzie bardziej podkreślać naukowość i twórczą oryginalność rozwiązania w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej.

*Wojciech Lubanski*