

dr hab. inż. Sławomir Błasiak, prof. PŚk
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn
Katedra Technologii Mechanicznej i Metrologii
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

Kielce, dnia 23.05.2022 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej **mgr. inż. Artura Machalskiego**
nt. **“Badanie i analiza zjawisk przepływowych zachodzących w pompie o swobodnym
przepływie z przesłoną czołową”**.

Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Janusz Skrzypacz, prof. uczelni.

Promotorem pomocniczym jest dr inż. Wojciech Plutecki.

Praca doktorska reprezentuje dyscyplinę inżynieria mechaniczna.

1. Podstawa wykonania recenzji

Podstawą do wykonania niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej, prof. dr hab. inż. Zbigniewa Gronostajskiego z dnia 9 maja 2022 r. sygn. W10/D/ 21/2022 z prośbą o wykonanie recenzji rozprawy **mgr. inż. Artura Machalskiego** pt. **„Badanie i analiza zjawisk przepływowych zachodzących w pompie o swobodnym przepływie z przesłoną czołową”** w związku z powołaniem na recenzenta przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej.

2. Zakres i charakterystyka rozprawy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska pt. “Badanie i analiza zjawisk przepływowych zachodzących w pompie o swobodnym przepływie z przesłoną czołową” liczy 185 stron i składa się z 9 rozdziałów, spisu treści, wykazu ważniejszych oznaczeń i skrótów, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz spisu literatury obejmującego 84 pozycje. Bibliografia zawiera odwołania zarówno do prac naukowo-badawczych, jak również książek, stron internetowych, czy norm. Niestety w spisie literatury nie znalazła się żadna pozycja autorstwa Doktoranta.

Tematyka rozprawy jest aktualna i kluczowa dla polskiego przemysłu pompowego. Rozprawa Doktorska Pana mgra inż. Artura Machalskiego dotyczy badań typoszeregu wirników z przesłonami czołowymi o różnej geometrii oraz jej wpływu na zjawiska transportu masy zachodzące w pompach o swobodnym przepływie. Autor w głównej mierze skoncentrował się na przeprowadzeniu wnikliwych badań doświadczalnych, w oparciu, o które opracował metodę obliczeniową *wyznaczania zmian parametrów pracy pompy*. Przedstawił również szereg badań symulacyjnych opartych o obliczeniową mechanikę płynów.



Podstawowym celem rozważań Doktoranta było *poszukiwanie rozwiązań konstrukcyjnych wirnika z przesłonami, które pozwoliłyby na zwiększenie wysokości podnoszenia i sprawności pomp, przy zachowaniu ich podstawowych własności eksploatacyjnych*. Do osiągnięcia założonego celu pracy niezbędne było m.in.: zbudowanie stanowiska badawczego do pomiarów energetycznych pomp o swobodnym przepływie, zaplanowanie i realizacja badań wstępnych, przeprowadzenie analizy wymiarowej, realizacja badań zasadniczych (właściwych), opracowanie modelu numerycznego oraz przeprowadzenie analiz CFD, przedstawienie wyników symulacji w formie ilościowej i jakościowej, a także opracowanie wniosków i podsumowania. Praca ma, zatem charakter zarówno praktyczny, jak również teoretyczny oraz ma potencjał aplikacyjny. Uzyskane przez Autora rozprawy wyniki badań dla pomp z wirnikiem z przesłonami stanowią cenne wskazówki dla konstruktorów tego typu wirnikowych maszyn przepływowych.

Rozdział 1 zawiera analizę przepisów i dyrektyw unijnych dotyczących eksploatacji różnych typów pomp wirowych z naciskiem na pompy o swobodnym przepływie. Autor podsumowuje ten rozdział dość ogólnym stwierdzeniem o konieczności „podjęcia prac nad zagadnieniem wpływu przesłon na parametry pracy wirnika Vortex”.

Rozdział 2 stanowi dość obszerną część pracy liczącą 29 stron. W tym miejscu Doktorant przedstawił rys historyczny dotyczący konstrukcji pomp do przetłaczania cieczy zawierających ciała stałe, scharakteryzował działanie typowych pomp wirowych z wirnikami zamkniętymi, opisał problematykę przepompowywania cieczy zanieczyszczonych oraz przedstawił typowe problemy towarzyszące transportowi tego typu hydromieszanin. Opisał również pompy z wirnikami otwartymi, których geometria jest zbliżona do pomp o swobodnym przepływie. Następnie przedstawił analizę stanu wiedzy na temat wirników typu Vortex: metody ich projektowania, wady i zalety oraz rozwiązania umożliwiające poprawę parametrów ich pracy. Autor podsumowuje ten rozdział stwierdzeniem, że poprzez dodanie do istniejących algorytmów obliczeniowych metody (zależności) określającej wpływ przesłon kanału międzyłopatkowego na parametry energetyczne pompy, można usprawnić proces projektowania pomp z wirnikiem Super Vortex.

Rozdział 3 dotyczy cyt.: „*Podmiotu celu, zakresu i tezy pracy*”. Doktorant, na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury, krótko przedstawił uzasadnienie podjęcia tematu rozprawy doktorskiej, poddając jednocześnie w wątpliwość rzetelność informacji zamieszczonych w dostępnych publikacjach naukowych, dotyczących *wpływu wybranych cech konstrukcyjnych przesłon czołowych na własności energetyczne pompy o swobodnym przepływie wyposażonej w wirnik Super Vortex*.

Określił również cel pracy, którym jest *poszukiwanie rozwiązań konstrukcyjnych wirnika z przesłonami, które pozwolą na zwiększenie wysokości podnoszenia i sprawności pomp, przy zachowaniu ich podstawowych właściwości eksploatacyjnych*. Ponadto sformułowana została następująca teza pracy: „*w pompie o swobodnym przepływie, przy zachowaniu jej swobodnego przelotu, istnieje zbiór wymiarów geometrycznych przesłony kanału wirnika, który powoduje wzrost wysokości podnoszenia, jednocześnie przyczyniając się do poprawy sprawności*

pompy". Uważam, że cel pracy został sformułowany zbyt ogólnie. Teza natomiast jest dość oczywista. Lepszym rozwiązaniem byłoby określenie problemu badawczego.

Rozdział 4 W tym rozdziale Doktorant opisał szczegółowo stanowisko pomiarowe, które zostało zaprojektowane i zbudowane zgodnie z normą PN-EN ISO 9906:2012. Na stanowisku badawczym możliwe było przeprowadzenie kompleksowych pomiarów energetycznych pomp zatapialnych oraz prowadzenie obserwacji i pomiarów przepływu na wlocie do wirnika pompy i w przestrzeni nadłopatkowej.

Opisał również obiekt badań – pompę modelową o swobodnym przepływie z wirnikiem typu Vortex, której głównym obszarem zastosowań jest przetłaczanie cieczy czystych i zanieczyszczonych (hydromieszanin zawierających elementy włókniste, materiał mineralny oraz niewielkie ilości pęcherzyków gazu), których temperatura nie przekracza 40°C oraz metodykę wykonywania pomiarów.

Do badań stanowiskowych wykorzystano wirnik wykonany w technologii FDM PET-G będący wierną kopią wirnika montowanego przez producenta pompy modelowej. W wirniku wykonanym w technologii przyrostowej zastosowano wymienne przesłony, mocowane do czoła łopatek. Rozdział ten zawiera również elementy analizy niepewności pomiarów. Rozdziały 5, 6 i 7 stanowią istotę rozprawy. Zawierają wyniki ogromnej liczby przeprowadzonych badań eksperymentalnych i symulacyjnych. Zagadnienia przeanalizowane w przeglądzie literatury stanowią istotne wprowadzenie do części związanej z planowaniem i przeprowadzeniem badań eksperymentalnych numerycznych. Doświadczalna część pracy obejmuje opis badań przeprowadzonych przez doktoranta, które można podzielić na badania wstępne i zasadnicze oraz badania symulacyjne pompy o swobodnym przepływie z wirnikiem typu Vortex.

Rozdział 5 Badania wstępne były ukierunkowane na rozpoznanie wpływu położenia i geometrii przesłon wirnika na parametry pracy pompy. Badania te podzielono na trzy etapy. W pierwszym etapie przeprowadzono badania wirnika z pełnym przesłonięciem, W drugim etapie zbadano i poddano analizie wpływ położenia przesłon na działanie pompy. W tym celu wykonano i zbadano osobno wirniki:

- z przesłonami po stronie czynnej,
- z przesłonami po stronie biernej,
- z przesłoną po obu stronach łopatki,
- zamknięty, całkowicie przesłonięty.

Dla każdego z wymienionych wariantów Autor rozprawy wyznaczył charakterystyki: przepływu, mocy i sprawności, które zobrazował w formie graficznej.

Na końcu rozdziału znajdują się wnioski dla każdego z analizowanych przypadków w odniesieniu do wirnika bazowego. Przedstawione w tym rozdziale wyniki badań pozwoliły na wyznaczenie wpływu geometrii i usytuowania przesłon wirnika na parametry pracy pompy.

Rozdział 6 Zatytułowany jest „Zasadnicze badania doświadczalne” W rozdziale tym Doktorant skupił się na planowaniu i realizacji eksperymentu, stanowiącego punkt wyjścia do opracowania podstawowych charakterystyk pracy pompy. Zaplanowany eksperyment sprowadzał się do badania wpływu zmian czterech wybranych parametrów geometrycznych,

tj. średnicy początkowej przesłonięcia, kąta początkowego elementu przesłaniającego, kąta końcowego elementu przesłaniającego oraz kąta odsunięcia początku przesłonięcia od szkieletowej łopatki na przyrost wysokości podnoszenia i sprawności pompy.

W rozdziale 6 zamieszczono również dokładny opis realizacji eksperymentu, przedstawiono w formie graficznej uzyskane wyniki wraz z ich analizą oraz sformułowano wnioski ogólne. Na tej podstawie opracowano modele matematyczne m.in.: przyrostu energii jednostkowej ΔY i przyrostu sprawności $\Delta \eta$. Podrozdział 6.10 jest próbą weryfikacji opracowanej metody obliczeniowej. Weryfikacja ta polegała na sprawdzeniu skuteczności opracowanej przez Autora metody przeliczeniowej, w odniesieniu do innej pompy, różniącej się wymiarami i wyróżnikiem szybkoobrotowości. W podsumowaniu przeprowadzonych badań weryfikacyjnych, Autor stwierdza, że opracowany model w sposób zadowalający przybliży parametry pracy pompy o swobodnym przepływie z wirnikiem Super Vortex i może być wykorzystywany przez konstruktorów do przewidywania przebiegu charakterystyki przepływowej.

Rozdział 7 liczy 40 stron i poświęcony został symulacjom numerycznym opartym na obliczeniowej mechanice płynów (ang. Computational Fluid Dynamics). We wprowadzeniu do tego rozdziału Autor rozprawy przeprowadził przegląd literatury powołując się na 7 publikacji związanych tematycznie z symulacjami przepływu w pompach. Wskazuje jednocześnie, że w literaturze trudno jest znaleźć prace naukowe odnoszące się do badań symulacyjnych pomp o swobodnym przepływie z wirnikiem Super Vortex. W dalszej części pracy przedstawiono opis dotyczący modelowania przepływu ze szczególnym uwzględnieniem modeli turbulencji, które zostały dość szczegółowo scharakteryzowane. Opisano również kolejne fazy budowy przestrzennego modelu geometrycznego pompy oraz dyskretyzację domeny płynu, podzielonej na dwie zasadnicze części: na część wykonującą ruch obrotowy, zawierającą wirnik oraz część nieruchomą, zawierającą spiralny kanał zbiorczy wraz z rurociągiem ssawnym i tłocznym. Określono również warunki brzegowe niezbędne do przeprowadzenia badań symulacyjnych.

Przeprowadzono szczegółowe analizy: wirnika referencyjnego bez przesłon oraz szereg symulacji z przesłonami wirnika: po stronie czynnej i biernej, a także z przysłoną dwustronną. Rozdział ten zakończony jest krótkim podsumowaniem.

Rozprawę kończy *Rozdział 8* stanowiący podsumowanie pracy. Autor w tym miejscu wskazuje pewne zalecenia, które mogą być przydatne przy projektowaniu pomp o swobodnym przepływie z wirnikami typu Vortex z przesłonami. Jednocześnie stwierdza, że przeprowadzone do tej pory prace badawcze nie wyczerpują zagadnienia modyfikacji konstrukcji pomp z wirnikami Vortex z przesłonami.

Na podstawie tak sformułowanych wniosków nie można jednoznacznie stwierdzić, czy cel pracy został osiągnięty, a zakres pracy w pełni zrealizowany.

3. Merytoryczna ocena pracy

Pompy wirowe są maszynami przepływowymi, wykorzystywanymi do transportu cieczy i hydromieszanin. Znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, w których przepompowywane są substancje o różnych własnościach fizykochemicznych lub udziale frakcji zanieczyszczających o zróżnicowanej wielkości, kształcie lub gęstości. Maszyny tego typu charakteryzują się dużą energochłonnością, co jest główną przyczyną poszukiwania rozwiązań konstrukcyjnych, które przyczyniłyby się do redukcji zużycia energii elektrycznej przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej wydajności przepompowywanych mediów. Jednak w ostatnich latach w budowie pomp wirowych można zaobserwować tendencję do zwiększania prędkości obrotowej wirnika, co ma na celu minimalizację wymiarów pompy i redukcję mocy silnika elektrycznego. Wynika to w dużej mierze z uwarunkowań rynkowych i popytu na urządzenia o ograniczonym zapotrzebowaniu na energię elektryczną. Dzięki takiemu podejściu zredukowane zostaje globalne zużycie energii elektrycznej i emisja gazów cieplarnianych, co doskonale wpisuje się w politykę klimatyczną prowadzoną przez UE. Jednak rozwiązanie takie niesie za sobą pewne wady, a wynika to z faktu, że w pompach nowszej generacji zwiększa się możliwość wystąpienia zjawiska kawitacji, która w dużej mierze wpływa na trwałość i niezawodność działania pompy. Alternatywnym rozwiązaniem jest modernizacja istniejących konstrukcji pomp.

Rozprawa doktorska Pana **mgr. inż. Artura Machalskiego** pt. „**Badanie i analiza zjawisk przepływowych zachodzących w pompie o swobodnym przepływie z przesłoną czołową**” dobrze wpisuje się w nurt polegający na poszukiwaniu rozwiązań, które nie ingerowałyby znacząco w konstrukcję pompy, ale dawały wyraźny efekt w postaci podwyższenia parametrów pracy, tj.: wysokości podnoszenia i sprawności pomp, przy zachowaniu ich podstawowych właściwości eksploatacyjnych.

Analizując przedstawioną do recenzji pracę, można zauważyć, że układ i struktura rozprawy są poprawne. Przedstawione jest uzasadnienie podjęcia tematu, krótki przegląd literatury przedmiotu oraz cel pracy i obiekt badań. Jak już wcześniej zauważyłem cel pracy został sformułowany zbyt ogólnie, a teza wydaje się być oczywista. Lepszym rozwiązaniem, w mojej ocenie, byłoby określenie problemu badawczego.

Praca zawiera część teoretyczną, w której sformułowano na podstawie literatury (pozycje 32 i 33) główne założenia analizy wymiarowej oraz modeli: przyrostu energii jednostkowej i przyrostu sprawności, a także część praktyczną, w której przeprowadzono szereg badań eksperymentalnych i obliczeń numerycznych w programie OpenFoam. Wyniki pracy prezentowane są w sposób przejrzysty, w postaci tabelarycznej i graficznej. Rozprawę kończy podsumowanie wyników całości przeprowadzonych badań.

Jako najważniejsze osiągnięcia Doktoranta należy wymienić:

- opracowanie stanowiska badawczego;
- zaplanowanie i przeprowadzenie dużej liczby badań eksperymentalnych;
- opracowanie modelu numerycznego obejmującego trójwymiarową geometrię części przepływowej pompy;
- przeprowadzenie symulacji numerycznych przepływu dla wszystkich wirników modelowych, zarówno z planu badań wstępnych jak i zasadniczych.

Doktorant wykazał się wiedzą z zakresu planowania eksperymentu, modelowania transportu masy, elementów programowania w języku Python, elementów statystyki oraz opracowania wyników badań. Należy podkreślić, że przedstawione w pracy wyniki badań wymagały dużego nakładu pracy i były bardzo czasochłonne. Temat pracy jest aktualny i perspektywiczny. Prowadzone przez Doktoranta badania mogą być wykorzystane przy projektowaniu nowych rozwiązań pomp o swobodnym przepływie. Podsumowując, całość rozprawy oceniam pozytywnie.

Uwagi szczegółowe

Do najważniejszych uwag szczegółowych zaliczam następujące:

1. Pod względem redakcyjnym rozprawa napisana dość starannie. Jako drobne błędy edytorskie należy wskazać pozostawianie przyimków i spójników na końcu wiersza.
2. W rozdziale 4, Autor niepoprawnie ponumerował podrozdziały pracy.
3. Występują liczne błędy (wymienię dla przykładu tylko niektóre)
 - stylistyczne np. str. 53 „W każdym punkcie pomiarowym, sterownik czekał na uspokojenie przepływu (60 s)”,
 - błędy gramatyczne np. brak przecinków przed „że”
 - tzw. „literówki” np. strona 24, powinno być „wysoką twardość ze względu na ścieranie” - a nie „na ściernie”. Strona 26, „między stroną bierną i czynną łopatek” - a nie „czynna łopatek”. Strona 31, powinno być „względnej szerokości kanału” - zamiast „względnej szerokość kanału”. Strona 31, powinno być „względnej szerokości wirnika” - zamiast „względnej szerokość wirnika”.
4. W spisie ważniejszych oznaczeń brak jest jednostek.
5. Brak spójności formatowania w numeracji rysunków.
6. We wzorach powinien być stosowany symbol mnożenia, a nie „*”.
7. Należy sprawdzić poprawność zapisu wzoru 4.14.
8. W rozdziale 3, Doktorant stwierdza „Zrealizowane studia literaturowe wskazują, że w ogólnie dostępnych źródłach brak jest **rzetelnych** informacji dotyczących wpływu wybranych cech konstrukcyjnych przesłon czołowych na własności energetyczny pompy o swobodnym przepływie wyposażonej w wirnik Super Vortex”. Zatem nasuwa się pytanie, na jakiej podstawie stwierdzono nierzetelność informacji i dlaczego takie publikacje znalazły się w przeglądzie literatury?
9. W tabeli 5.1 znajdują się takie parametry jak kąt wlotowy i wylotowy przesłony, których wartości wynoszą odpowiednio 27,3 i 20,3 stopnia, dlaczego miara kąta nie jest podawana w stopniach i minutach?
10. W trzecim etapie badano wpływ współczynnika przesłonięcia kanału na pracę pompy. Zbadano wirniki o wartościach współczynnika przesłonięcia $\Phi = 25\%$, 33% i 40% po

stronie czynnej, a po stronie biernej dla $\Phi = 10\%$, 15% , 50% , 60% i 80% . Dlaczego akurat dla takich wartości współczynnika przesłonięcia przeprowadzono badania?

11. Na stronie 69 w opisie pod rysunkiem 5.7 widnieje zdanie: „*Wydrukowane przesłony dla odpowiednika wirnika bazowego $\Phi = 0\%$ i wirnika zamkniętego $\Phi = 100\%$ pokazano na rys. 5.9.*” Raczej stosuje się określenie, że wirnik wykonano w technologii przyrostowej, a nie wydrukowano.
12. Na stronie 75 widnieje stwierdzenie: „*największy wzrost wysokości podnoszenia dają łopatki po stronie biernej*” powinno być, przesłony łopatek zlokalizowane po stronie biernej.
13. Na rysunkach 5.22 i 5.23 mając do dyspozycji 3 wartości współczynnika przesłonięcia nie można z góry założyć, że zależności wysokości podnoszenia i sprawności w funkcji współczynnika przesłonięcia mają charakter liniowy.
14. Na stronie 77, Autor stwierdza, że „Przebadano wirniki o współczynniku przesłonięcia $\Phi = 10\%$, 15% , 50% , 60% i 80% ”. Na rysunkach 5.24 – 5.27 na osi odciętych wyraźnie widnieje większa liczba badanych wartości Φ .
15. W podpunkcie 5.5 znajduje się informacja, że „*Regulację prędkością obrotową wykonywano za pomocą przemiennika częstotliwości...*” moje pytanie brzmi, dlaczego pomiary wykonano tylko dla 4 wartości prędkości obrotowej i czemu akurat dla $n = 2890$ obr/min, $n = 2601$ obr/min, $n = 2312$ obr/min i $n = 2023$ obr/min? Skoro zastosowanie „falownika” pozwala na płynną regulację prędkości obrotowej w określonym zakresie?
16. Na stronie 80, Autor stwierdza „Po przeliczeniu wyników pomiarów zawartych w [19] wysnuto podobne wnioski”. Nie sprecyzowano, jakie wyniki i jakie wnioski Autor miał na myśli.
17. Strona 83 „...rozbieżność pomiędzy przeliczeniami, a wartościami rzeczywistymi wzrasta wraz z głębokością regulacji”, co według Autora oznacza termin „głębokość regulacji”?
18. Dobrą praktyką przy pisaniu opracowań naukowych jest nie pozostawianie na końcu rozdziału/ podrozdziału wykresu bądź rysunku, jak to ma miejsce w punkcie 6.3.
19. Nie do końca jest zrozumiałe stwierdzenie Autora pracy znajdujące się w podsumowaniu „Rozpoznanie zagadnienia wpływu przesłon na pracę pompy rozpoczęto od symulacji komputerowych i laboratoryjnych badań wstępnych.”
Chronologia przedstawiona w pracy jest zupełnie odwrotna, pierwsze są przedstawione badania wstępne, a na samym końcu opisano wyniki badań symulacyjnych.
20. W drugim punkcie Podsumowania pada stwierdzenie: „Wyniki pomiarów pompy, z wydrukowaną w technologii FDM kopią wirnika produkcyjnego, pokrywają się z parametrami pracy oryginalnego wirnika żeliwnego.” Jakie parametry pracy Autor miał na myśli i czy przy zadanej prędkości obrotowej wirnika sprawdzano, jakie są

deformacje mechaniczne określając to chociażby na podstawie symulacji numerycznych.

21. Podsumowując badania weryfikacyjne podpunkt 6.10 Autor stwierdza „..., że opracowane równanie w sposób zadowalający przybliży parametry pracy pompy o swobodnym przepływie z wirnikiem Super Vortex”. Brak jest w tym miejscu konkretnej analizy, co jest przyczyną niedoskonałości opracowanej metody, aby bardziej niż w sposób zadowalający określać parametry pracy pompy?

Przedstawione powyżej uwagi nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy. Praca ma w dużej mierze charakter eksperymentalny potwierdzony badaniami symulacyjnymi, a przedstawione rozwiązania konstrukcyjne wirników z przesłoną czołową mają potencjał aplikacyjny. Doktorant wykazał się wiedzą z zakresu planowania i przeprowadzania eksperymentów, mechaniki płynów, programowania i prowadzenia badań numerycznych. Według mojej opinii Autor rozprawy podjął się rozwiązania aktualnego problemu naukowego a postawiony przez Doktoranta cel naukowy został osiągnięty.

4. Ocena końcowa pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana **mgr. inż. Artura Machalskiego** dotyczy aktualnego zagadnienia badawczego związanego z analizą zjawisk przepływowych zachodzących w pompach o swobodnym przepływie z przesłoną czołową.

Analiza wyników badań eksperymentalnych i symulacyjnych została przeprowadzona prawidłowo. Sformułowany cel pracy ostatecznie został osiągnięty. Praca świadczy o dobrym przygotowaniu merytorycznym Autora. Doktorant wykazał się odpowiednią wiedzą i umiejętnościami prowadzenia badań naukowych i interpretacji wyników.

Problematyka rozprawy mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Na podstawie przedstawionej opinii stwierdzam, że rozprawa doktorska **mgr. inż. Artura Machalskiego** pt. „Badanie i analiza zjawisk przepływowych zachodzących w pompie o swobodnym przepływie z przesłoną czołową” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez aktualnie obowiązującą Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i **wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

