



Dr hab. inż. **Marcin Kubiak**, prof. PCz
Katedra Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki
Politechnika Częstochowska

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. **Krzysztofa Wałęsy** nt.: „**Analiza zautomatyzowanego procesu doczołowego łączenia termozgrzewalnych pasów napędowych i transportujących**”

Promotor: dr hab. inż. **Krzysztof Talaśka**, prof. uczelni
Promotor pomocniczy: dr inż. **Dominik Wilczyński**

Podstawa opracowania: pismo DIM.075.218.2022 z dnia 25.04.2022 r. Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna, dr hab. inż. Olafa Ciszaka, prof. uczelni

1. Zakres i charakterystyka pracy

Podstawowym osiągnięciem naukowym jest przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska, która obejmuje 308 stron, a w tym: 2 strony spisu treści, po 1 stronie streszczenia w j. polskim i j. angielskim, 3 strony wykazu ważniejszych oznaczeń, 5 stron wykazu oznaczeń części, 39 stron wstępu, 13 stron spisu literatury, 2 strony spisu tabel, 10 stron spisu rysunków. Sama praca składa się z 7 rozdziałów.

Rozdział 1 i rozdział 2 rozprawy stanowi wprowadzenie do problematyki i uzasadnienie podjęcia tematyki. Autor rozprawy przedstawia ogólną charakterystykę pasów napędowych i transportujących i omawia sposoby łączenia do postaci zamkniętego obwodu pasów o strukturze monolitycznej i przekroju kołowym, w tym: połączenia mechaniczne, zgrzewanie wibracyjne i spajanie z wykorzystaniem gorącej płyty. Analizując problemy i wymagania produkcyjne Doktorant precyzyjnie uzasadnia podjęcie tematyki badań oraz zakres wymagań funkcjonalnych i obszar działań naukowych. Autor rozprawy formułuje problematykę badawczą i wskazuje główne elementy, które będzie chciał w ramach dysertacji poddać szczegółowej analizie. Problematyka badawcza skupia się na operacji zgrzewania pasów i definiuje dwa podstawowe wątki: badania materiałowe oraz analizę procesu zgrzewania pod kątem zjawisk fizycznych. Interesującym dodatkowym aspektem podjętych prac naukowo-badawczych są badania nad ścinaniem wyływki materiału.

Do przeprowadzonej przez Doktoranta analizy problematyki w świetle dostępnej literatury mam kilka drobnych uwag:

1. Odwołania do rysunku 15 w tekście są nieczytelne (np. str. 34). Czytelniejsze byłoby użycie sformułowania pkt. 1 na Rys. 15.
2. Sformułowanie *pamięć kształtu* ma swoją definicję w literaturze. Czy na str. 34 i str. 35 nie jest ta definicja delikatnie nadużyta?
3. Zdanie „Takie przygotowanie tego półproduktu ułatwia te czynności” (str. 35) jest całkowicie niezrozumiałe.
4. W opisie rysunku 16 (str. 36) definicja oznaczeń powiela definicję z wykazu ważniejszych oznaczeń. Czy to powielenie jest zasadne?
5. W przedostatnim akapicie na stronie 46 jest użyte słowo „sosowane”, czy chodzi tu o „stosowane”?

W **rozdziale 3** Doktorant formułuje tezę oraz przedstawia kierunek badań i analiz. Zadania badawcze mają prawidłową i uzasadnioną chronologię począwszy od rozpoznania zagadnień, poprzez opracowanie metodologii i wykonanie prac badawczych, kończąc na opracowaniu rozwiązania konstrukcyjnego. W mojej ocenie postawiona teza stanowi dobrze nakreślone wyzwanie badawcze, wskazując na aplikowalność rozwiązania konstrukcyjnego i niewątpliwą oryginalność podejścia. W świetle analizy stanu wiedzy opracowanej przez mgra inż. Krzysztofa Wałęsę, podjęcie tego problemu badawczego w ramach rozprawy doktorskiej uważam za trafne i w pełni uzasadnione.

Obszerny **rozdział 4** pracy poświęcony jest rozpoznaniu własności termomechanicznych elastomerów pasów ciągnowych. Doktorant dokonał szczegółowego przeglądu stanu wiedzy, wskazując na grupy polimerów, opisując strukturę polimerów oraz stany fizykochemiczne. Autor prowadzi czytelnika od wiedzy ogólnej do informacji szczegółowych. Wskazuje zmiany struktury i właściwości polimerów termoplastycznych i przedstawia szereg opracowań dotyczących materiału, z którego wykonane są pasy napędowe i transportujące w aspekcie zgrzewania doczołowego.

W kolejnej części tego rozdziału Doktorant przedstawia metodologię badań własności fizycznych (termofizycznych i mechanicznych) pasów wykonanych z elastomeru termoplastycznego na bazie poliuretanu o średnicach zawierających się w przedziale od 4 mm do 18 mm w warunkach stałej i zmiennej wartości temperatury. Autor wykonał próby rozciągania i ściskania zgodnie z obowiązującymi normami. Z perspektywy współzależności własności materiału Autor trafnie zaobserwował konieczność badania zmienności własności fizycznych w zależności od temperatury. Istotną część tego rozdziału dotyczy dyskusji uzyskanych rezultatów badań, która pozwoliła wysunąć wnioski na temat zachowania się tego tworzywa w warunkach obciążeń mechanicznych w temperaturach bliskich przewidywanej temperaturze zgrzewania.

W kontekście analizy wyników badań mam kilka uwag i pytań:

1. W rozprawie wykonano badania kalorymetryczne, których efektem było określenie ciepła właściwego w zależności od temperatury nagrzania materiału w granicach 20-140°C. Zgodnie z Tab. 24 (str. 117) wpływ temperatury jest widoczny. Czy współczynnik dyfuzyjności zmienny z temperaturą był wykorzystywany w dalszej części pracy, w obliczeniach rozkładów temperatury wykonanych w rozdziale 5? Zgodnie z Tab. 40 na stronie 207 jest wsp. dyfuzyjny uśredniony i zmienne z temperaturą ciepło właściwe. Proszę o wyjaśnienie tej wątpliwości.
2. Czy Doktorant mógłby wytłumaczyć dlaczego badania były wykonane w warunkach stałej temperatury i w warunkach zmiennej temperatury (podwyższonej do temperatury uplastycznienia). Czy te pierwsze były tylko próbą rozeznania się we właściwościach pasa w standardowych warunkach otoczenia (co zostało opisane na stronie 85) i nie są później wykorzystywane w pracy?

3. Wprawdzie Autor cytuje pozycje literatury, pod którymi widnieją normy wykorzystane w badaniach, jednakże mile widziane jest wpisanie sygnatur norm bezpośrednio w tekst, w miejscu gdzie opisywane są badania.
4. Zgodnie z Tab. 9 (str. 87) maksymalna temperatura badania wynosi $200^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Czy taki zakres temperatur jest wystarczający do określenia własności termofizycznych podczas zgrzewania doczołowego?
5. Na stronie 87 jest wzmianka o wykonaniu analizy nagrzewania próbki w wykorzystaniem MES w programie ANSYS. W analizie przyjęto stałe własności termofizyczne. Czy takie podejście pozwoli na precyzyjne określenie wystarczającego czasu kondycjonowania t_{k_w} , o czym mowa na stronie 89? Ponadto, brak jest informacji na temat pozostałych warunków symulacji (jakie przyjęto warunki brzegowe? Jakimi są warunki początkowe? Czy model jest 2D, 3D? Jak zrealizowany jest kontakt z płytą grzewczą?).
6. W opisie badań brakuje precyzji urządzeń pomiarowych. Z perspektywy jakości wyniku istotna jest informacja o dokładności maszyny wytrzymałościowej, wykorzystywanej w badaniach. Tym bardziej, że Autor pisze o istotnym wpływie dokładności urządzenia na wynik pomiaru ale nie sposób określić jak duży ten wpływ może być (str. 100).
7. W piątym wierszu str. 105 Doktorant pisze o obarczeniu wyników *pewnym* błędem, wynikającym z przyjętej metodyki. Proszę o uszczegółowienie, co oznacza według Autora pewien ten błąd metodyki.

Rozdział 5 ma kluczowe znaczenie dla całej pracy ponieważ skupia się na metodyce badań technologicznego procesu zgrzewania doczołowego pasów. Doktorant dokonał analizy operacji zgrzewania doczołowego i rozpoznał podstawowe zjawiska fizyczne towarzyszące temu procesowi. Pan mgr inż. Krzysztof Wałęsa w rozdziale tym dokonuje oceny znanych z literatury naukowej rozwiązań technologicznych zgrzewania i proponuje *autorską metodologię* realizacji tego procesu, mając na uwadze wykonane uprzednio badania empiryczne i teoretyczne. Podjęte w tym rozdziale rozważania pozwoliły na dalsze badania w aspekcie kluczowego zjawiska, a mianowicie uplastyczniania materiału pasa na gorącej płycie grzewczej. Zgodnie z założeniami, zaproponowana metodologia ma umożliwić automatyzację procesu zgrzewania i jego implementację w urządzeniu zgrzewającym. Jednym z najistotniejszych zadań wykonanych w ramach tego rozdziału, w kontekście powiązania prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych jest optymalizacja parametrów technologicznych uplastyczniania pasa, która pozwoliła Autorowi na dobór prawidłowych parametrów technologicznych tej operacji, umożliwiających wykonanie uplastycznienia w sposób najefektywniejszy.

Pośród szeregu procesów przygotowawczych materiału do zgrzewania i obróbki złącza po zgrzewaniu Autor skoncentrował się dodatkowo na analizie usuwania wypłytki. Doktorant opracował model matematyczny pozwalający na szacowanie wartości siły technologicznej wymaganej do ścinania wypłytki za pomocą jednej krawędzi tnącej. W mojej ocenie jest to ważny punkt tego rozdziału, który stanowi bardzo interesujące uzupełnienie pracy oraz punkt wyjścia dla dalszych prac naukowo-badawczych w aspekcie szerszej automatyzacji całego procesu produkcyjnego.

Do badań zrealizowanych w tym rozdziale mam kilka uwag:

1. W rozdziale są wykorzystywane modele analityczne jak i model numeryczny opracowany w programie ABAQUS do wyznaczenia rozkładu temperatury. Wcześniej do wyznaczenia rozkładu temperatury Autor wykorzystuje ANSYS. Proszę o uzasadnienie wyboru takiej metodyki badań.
2. Czy dla parametrów przyjętych w analizie MES za pomocą programu ABAQUS, tj. wymiaru pasa (element prętowy - 1D) i stałych własności materiałowych oraz takich samych warunków brzegowych i początkowych (str. 194, str. 195), różnica między

- rozwiązaniem analitycznym i numerycznym nie sprowadza się do błędu przybliżenia metody niedokładnej (MES) oraz błędów zaokrągleń?
3. Równanie przewodzenia ciepła (5.46 na stronie 195) przyjmuje inną postać w programie ABAQUS. Jest to równanie bilansu energii cieplnej z prawem Fouriera.
 4. Tab. 38 na str. 195 – opis parametru h_r jest niezrozumiały.
 5. Jaka jest wartość dodana wykorzystania analizy numerycznej? W mojej ocenie wartością dodaną byłoby wykonanie analizy numerycznej z uwzględnieniem zmiennych własności termofizycznych (wyznaczonych w poprzednim rozdziale, uzupełnionych o dane literaturowe). W tej formie badania służą jedynie potwierdzeniu zbieżności wyników metody analitycznej i metody numerycznej. Czy nie lepszy efekt da porównanie modelu z wynikami pomiaru temperatury za pomocą termopar? W tym kontekście sformułowanie „...tak przygotowany model MES dobrze odwzorowuje rozkład temperatury...” na stronie 197 jest mocno na wyrost.
 6. Dlaczego Autor pominął konwekcyjną wymianę ciepła z otoczeniem podczas uplastyczniania materiału (założenia podane na stronie str. 201) ?
 7. Konkluzja przed rozdziałem 5.5 (str. 209) jest mocno subiektywna, biorąc pod uwagę idealizowany model analityczny z wieloma założeniami upraszczającymi.

Rozdział 6 rozprawy opisuje aspekt praktyczny realizowanych badań, tj. projekt konstrukcji zautomatyzowanego urządzenia do zgrzewania pasów cięgnowych. Doktorant przeprowadził przegląd stanu techniki, który potwierdził brak rozwiązań konstrukcyjnych dla systemów zautomatyzowanych, zgrzewających doczołowo pasy w obwodzie zamkniętym metodą gorącej płyty. Zadaniem opracowanej konstrukcji jest: odwiniecie pasa ze szpuli lub kręgu bez-szpulowego, odmierzenie cięga i przycięcie go do odpowiedniej długości, wykonanie manipulacji zakończeniami pasa, wykonanie zgrzeiny doczołowej i wydanie pasa operatorowi. W procesie projektowania urządzenia uwzględnił Doktorant wykonane poprzednio badania empiryczne i obliczenia, co pozwoliło na opracowanie konstrukcji cechującej się możliwie dużym stopniem uproszczenia. Istotnym etapem projektowania systemu, było opracowywanie struktury podstawowego elektromechanicznego układu napędowego, umożliwiającego zrealizowanie założonej metodologii zgrzewania.

Kolejnym, zasługującym na szczególną uwagę etapem pracy było wdrożenie produkcyjne rozwiązania konstrukcyjnego, czyli zbudowanie zaprojektowanego urządzenia i przeprowadzenie pilotażowych testów oraz badań doświadczalnych zautomatyzowanego zgrzewania, w warunkach przemysłowej produkcji pasów w firmie Wilhelm Herm. Müller Polska Sp. z o.o. w Bydgoszczy.

Rozprawę kończy **rozdział 7**, gdzie w sposób syntetyczny podsumowano wykonane prace i uzyskane w rozprawie wyniki oraz sformułowano najistotniejsze wnioski i nakreślono plan dalszych prac nad zgrzewaniem pasów.

Podsumowując całość badań i uzyskanych wyników stwierdzam, że zostały one wykonane i opracowane na bardzo dobrym poziomie. Istotną zaletą tej rozprawy są szerokie badania doświadczalne skoncentrowane na własnościach materiału oraz optymalizacji parametrów technologicznych samego procesu. Szczególnie warty podkreślenia jest charakter aplikacyjny badań i wdrożenie produkcyjne opracowanego projektu konstrukcji zautomatyzowanego urządzenia do zgrzewania pasów cięgnowych. W mojej ocenie Pan mgr inż. Krzysztof Wałęsa potwierdził, że jest bardzo dobrze przygotowany do prowadzenia prac badawczych. Wypunktowane przeze mnie uwagi do poszczególnych rozdziałów nie ujmują jakości całej dysertacji.

2. Szczegółowa ocena merytoryczna rozprawy

Treść przewodnia rozprawy doktorskiej związana jest z problematyką produkcji termozgrzewalnych pasów napędowych i transportujących o przekroju kołowym, wykonanych z elastomerów termoplastycznych i w całości dotyczy analizy zautomatyzowanego procesu doczołowego łączenia termozgrzewalnych pasów napędowych i transportujących. Już na samym wstępie rozprawy czytelnik może zapoznać się z aktualnym stanem wiedzy, w którym autor słusznie zauważa braki będące inspiracją do podjęcia tematyki pracy. W dysertacji Autor określił metodologię i wykonał badania empiryczne oraz obliczenia analityczne i (częściowo) numeryczne wraz z optymalizacją. Wykonane badania miały na celu rozpoznanie właściwości materiału podlegającego zgrzewaniu a także rozpoznanie zjawisk cieplnych i mechanicznych towarzyszących samemu procesowi zgrzewania. Doktorant wskazał własne ujęcie analizy postawionych problemów i zaproponował oryginalną metodologię realizacji badań. Opracował On projekt konstrukcji zautomatyzowanego urządzenia zgrzewającego i dokonał wdrożenia produkcyjnego opracowanego projektu. Wybór problematyki badawczej oceniam jako trafny. Autor poprawnie rozpoznał luki badawcze w zakresie automatyzacji procesów doczołowego łączenia termozgrzewalnych pasów.

Generalna ocena recenzenta zarówno sposobu sformułowania celów badawczych, jak i sposobu ich realizacji jest bardzo wysoka. Autor wykazał dużą dojrzałość i umiejętność samodzielnego rozwiązania postawionych problemów naukowych, samoświadomość metodologiczną i znajomość warsztatu naukowego. Uzyskane wyniki w pełni pozwalają na stwierdzenie, że cel oraz zakres recenzowanej rozprawy zostały zrealizowane a teza pracy dowiedziona. **W mojej ocenie praca stanowi istotny wkład w dyscyplinę naukową Inżynieria Mechaniczna.**

2.1. Oryginalność rozprawy

Recenzowana rozprawa stanowi oryginalny przyczynek do analizy, modelowania i projektowania złożonych procesów zgrzewania pasów napędowych i transportujących o przekroju kołowym, wykonanych z elastomerów termoplastycznych. Należy podkreślić unikalność badań w aspekcie rozpoznania własności fizycznych materiału, optymalizacji procesów technologicznych procesu oraz zbudowanie oryginalnej metodyki łączącej prace naukowo-badawcze z pracami projektowymi. Ostatecznie, wykorzystanie badań w gotowym, funkcjonującym produkcyjnie urządzeniu do zgrzewania pasów o przekroju kołowym. Niewątpliwie podejście Autora do badań jest kompleksowe i pozwala na praktyczną aplikację opracowanych rozwiązań.

2.2. Wartości poznawcze pracy

Recenzowana rozprawa ma niewątpliwie charakter poznawczy, wynikający z aktualności poruszanych zagadnień. Istotne znaczenie dla recenzowanej rozprawy ma autorska metodologia doboru parametrów technologicznych, zapewniających efektywne zgrzewanie pasów wykonanych z elastomerów termoplastycznych. Doktorant wykazał, że szeroko zakrojone badania empiryczne wraz z obliczeniami analitycznymi pozwalają na kompleksową analizę zjawisk fizycznych, towarzyszących procesom zgrzewania oraz na optymalizację parametrów technologicznych. Ważnym z praktycznego punktu widzenia jest wykorzystanie badań w projekcie zautomatyzowanego urządzenia.

2.3. Wartości użytkowe pracy

Recenzowana rozprawa ma niewątpliwie walor aplikacyjny. Doktorant potwierdził brak rozwiązań konstrukcyjnych dla systemów zautomatyzowanych, zgrzewających doczołowo pasy w obwodzie zamkniętym metodą gorącej płyty i wykonał projekt takiego urządzenia. Walor aplikacyjny został potwierdzony wdrożeniem produkcyjnym w firmie Wilhelm Herm. Müller Polska Sp. z o.o. w Bydgoszczy.

W aspekcie praktycznym wartością dodaną jest również sama metodologia doboru parametrów technologicznych procesu.

3. Ocena metodologicznej i metodycznej koncepcji rozprawy

Doktorant zdefiniował metodykę jako uporządkowany zbiór postępujących działań, prowadzących do projektu zautomatyzowanego procesu doczołowego łączenia termozgrzewalnych pasów napędowych i transportujących. Rozprawa doktorska mgra inż. Krzysztofa Wałęsy potwierdza Jego umiejętności w zakresie samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Doktorant potrafi zidentyfikować luki badawcze, a także rozpoznać problematykę, sformułować cele naukowe i dokonać analizy prawidłowego doboru metod badawczych.

Opracowany projekt urządzenia, którego prototyp miał już wdrożenie produkcyjne oraz metodyka doboru prawidłowych parametrów technologicznych procesu, zapewniających efektywne zgrzewanie mogą być z powodzeniem wykorzystywane w przemyśle. Pod względem merytorycznym cele główne pracy i zakres badań zostały poprawnie sformułowane. Poszczególne etapy badań przedstawione w dysertacji mają swoje uzasadnienie i ostatecznie pozwalają na udowodnienie postawionej tezy. Sformułowane przez Doktoranta wnioski w podsumowaniu pracy odpowiadają uzyskanym wynikom badań. Metodykę badań i przedstawione wnioski oceniam pozytywnie, jako poprawne i wiarygodne oraz spójne z celami pracy. Na uwagę zasługuje również plan dalszych prac, który potwierdza, że tematyka rozprawy doktorskiej nie została w pełni wyczerpana i prace badawcze mogą być z powodzeniem kontynuowane w przyszłości.

Na podstawie przedstawionej w rozprawie metodologii badań i chronologii realizacji zadań badawczych oraz wskazania aktualnego stanu wiedzy **oceniam metodologiczną i metodyczną koncepcję rozprawy doktorskiej jednoznacznie pozytywnie.**

4. Ocena strony formalnej pracy

Od strony formalnej dysertacja została sporządzona z poszanowaniem zasad prawidłowej redakcji. Praca jest napisana na ogół poprawnym i zrozumiałym językiem. Układ pracy jest jasny i przejrzysty. Wyniki badań są zilustrowane rysunkami i tabelami, które w większości są jasno i zrozumiale opisane oraz konsekwentnie ponumerowane. Praca od strony warsztatowej jest staranna. Poprzedzenie jej wykazem skrótów umożliwia czytelnikowi skupienie uwagi na zagadnieniach merytorycznych. Praca posiada bogaty zestaw literatury, przywoływany z poszanowaniem obowiązujących standardów prac naukowych. Spis literatury zawiera 231 pozycji, z czego większość to prace z ostatnich 15 lat. Spis literatury zawiera również szereg norm i patentów cytowanych w dysertacji.

W każdy z rozdziałów dysertacji Autor wprowadza czytelnika wskazując na stan aktualnej wiedzy i puentuje każdy rozdział stosownym podsumowaniem co jest dodatkowym atutem pracy. Jednakże, mimo starannej redakcji pracy, Doktorant nie ustrzegł się pewnych niedociągnięć i nieścisłości. Niektóre sformułowania są użyte w pracy niezręcznie lub niewłaściwie. Często zdarza się Doktorantowi nadużywać sformułowania „tych” w wielu rozdziałach pracy. Streszczenie w języku angielskim zawiera pewne nieprecyzyjne określenia, jak „heat exchange” (powinno być heat transfer) lub „automated way”. Część spostrzeżonych przez recenzenta niefortunnych sformułowań zostało wypunktowanych w pierwszym rozdziale niniejszej recenzji.

Wymienione potknięcia redakcyjne i błędy nomenklaturowe utrudniają lekturę pracy, nie mają jednak kluczowego wpływu na wartość merytoryczną pracy, która w ocenie recenzenta jest wysoka.

5. Ocena ogólna rozprawy doktorskiej

Przedstawiona rozprawa doktorska należy do aktualnego i ważnego obszaru badawczego związanego z produkcją pasów napędowych i transportujących. Praca napisana jest w sposób zrozumiały. Zamieszczono w niej wiele szczegółowych informacji pozwalających na dokładne przeanalizowanie problematyki i materiału badawczego. Przedstawia bardzo interesujące wyniki i ma walory aplikacyjne. Recenzent wypunktował w pierwszym rozdziale uwagi aby wskazać Doktorantowi drogę w wykorzystaniu przedstawionego materiału na rzecz doskonalenia warsztatu i rozszerzenia spektrum dalszych prac nad problematyką dysertacji, w szczególności w zakresie modelowania numerycznego tego procesu.

Pan mgr inż. Krzysztof Wałęsa w przedłożonej rozprawie doktorskiej zrealizował obszerny i ciekawy program badawczy. Uzyskane wyniki są oryginalne i zawierają elementy nowości. Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest wartościową pracą naukową. Doktorant wykazał się umiejętnością formułowania problemów badawczych i rozwiązywania ich przy użyciu metod eksperymentalnych i badań teoretycznych. Na szczególne wyróżnienie zasługuje opracowanie oryginalnej metodyki doboru parametrów technologicznych procesu oraz wykorzystanie prac badawczych w projekcie konstrukcyjnym zautomatyzowanego urządzenia. **Podsumowując, wysoko oceniam dorobek Doktoranta w zakresie rozwoju procesu zgrzewania pasów napędowych i transportujących metodą gorącej płyty. Przedstawione w recenzji uwagi w żadnym stopniu nie umniejszają walorów naukowych pracy i nie poddają w wątpliwość zasadniczych elementów tej pracy.**

6. Wnioski końcowe

Biorąc pod uwagę wartość naukową rozprawy, zakres przeprowadzonych prac oraz to, że Doktorant wykazał się umiejętnością oryginalnego rozwiązania problemu naukowego, wdrożeniem przemysłowym, a także ogólną wiedzą teoretyczną z zakresu realizowanej tematyki pracy stwierdzam, że:

1. Rozprawa doktorska mgra inż. Krzysztofa Wałęsy spełnia wymagania art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, stan prawny na dzień 30 września 2011 r.) i w związku z art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669 z późn. zm.) i **wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**
2. Zakres rozważań rozprawy kwalifikuje ją do dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych i dyscypliny **Inżynieria Mechaniczna** według nowej klasyfikacji dziedzin i dyscyplin określonej w rozporządzeniu z dnia 20 września 2018 r. (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).
3. Przedstawiona dysertacja jest wartościowym dziełem naukowym. Mając na uwadze oryginalność metodyki przedstawionej w pracy, jak i szerokie zainteresowania naukowe mgra inż. Krzysztofa Wałęsy potwierdzone licznymi publikacjami **wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.**

Kubicki Marcin

