



POLITECHNIKA POZNAŃSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ
ZAKŁAD PROJEKTOWANIA TECHNOLOGII

Prof. dr hab. inż. Stanisław LEGUTKO
dr h.c. multi, prof. h. c.

ul. Piotrowo 3 60-965 Poznań
tel. (0-61) 665-25-77, fax
(061) 665-22-00
e-mail: stanislaw.legutko@put.poznan.pl

Poznań, 26.05.2026r.

Recenzja nr 71/dr/SL
rozprawy doktorskiej mgr inż. Marka Gajura pt.
Analiza kształtowo-wymiarowa i powierzchniowa innowacyjnej technologii zespolonych piast samochodowych z łożyskiem tocznym (piasta łożyskowa tzw. HUB)

Podstawa opracowania recenzji: pismo Dyrektora Naukowego Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej dr. hab. inż. Sławomira Błasiaka, prof. PŚk nr MAA-511/14/2026 z dnia 23.03.2026 oraz stosowna umowa o dzieło.

Wymienione dokumenty odebrałem 30.03.2026 r.

1. Podstawowe dane dotyczące Kandydata

Pan Marek Gajur uzyskał tytuł magistra inżyniera na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn w zakresie technologii maszyn studiując na Politechnice Lubelskiej w latach 1999 – 2004. Wykonał pracę magisterską pt. *Problematyka zużycia materiałów pracujących w warunkach smarowania*. W 2021 roku podjął kształcenie w Szkole Doktorskiej Politechniki Świętokrzyskiej w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Od 2004 roku jest zatrudniony w przedsiębiorstwie Fabryka Łożysk Tocznych – Kraśnik S.A., gdzie zdobywał doświadczenie, pracując kolejno na stanowiskach: w latach 2004–2020 jako technolog obróbki ściernej, w latach 2020–2024 jako kierownik sekcji technologicznej obróbki ściernej, a od 2025 roku jako kierownik Centrum Badań i Rozwoju. Do jego obowiązków należy rozwój produktów, opracowywanie procesów technologicznych oraz oprzyrządowania niezbędnego do ich realizacji, prowadzenie badań i testów oraz ścisła współpraca z działem produkcji. Odpowiada za zarządzanie zespołem R&D oraz kształtowanie kierunków rozwoju i strategii w oparciu o analizę trendów i współpracę z ośrodkami naukowymi. Zapewnia wsparcie techniczne dla działu sprzedaży i klientów oraz analizuje potrzeby rynku. Nadzoruje również zgodność dokumentacji z obowiązującymi normami oraz jej bieżącą aktualizację.

Kandydat jest współautorem siedmiu publikacji naukowych. Uczestniczył w czterech konferencjach naukowych, we wszystkich jako prelegent. W trakcie kształcenia w szkole doktorskiej ukończył w 2022 roku studia podyplomowe *Metrologia w inżynierii mechanicznej* na Politechnice Świętokrzyskiej.

W 2024 roku odbył dwa szkolenia: *Statystyczna analiza łańcuchów tolerancji z oceną ryzyka niezgodności* oraz *Analiza ryzyk i skutków ich występowania – PFMEA* według podręcznika FMEA AIAG & VDA 1st Edition 2019.

Zgodnie z oświadczeniem mgr inż. Marek Gajur nie ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia naukowego doktora.

2. Analiza rozprawy

2.1. Tytuł rozprawy i ocena aktualności podjętego problemu naukowego

Tytuł rozprawy doktorskiej przedstawionej do recenzji jest następujący: *Analiza kształtowo-wymiarowa i powierzchniowa innowacyjnej technologii zespolonych piast samochodowych z łożyskiem tocznym (piasta łożyskowa tzw. HUB)*. Na wstępie analizy rozprawy chciałbym przedstawić ocenę aktualności podjętego zagadnienia naukowego. Poza tym identyfikacja usytuowania niniejszej pracy na tym tle oraz zarysowanie głównych dróg rozwoju tego obszaru, w którym ona się mieści, pozwoli na osądzenie, czy Autor trafnie wybrał tematykę badawczą.

Po przeanalizowaniu niniejszej rozprawy, stwierdzam że analizowana rozprawa doktorska mgra inż. Marka Gajura wpisuje się swoim metatechnicznym założeniem oraz swoją treścią w nurt poczynañ poznawczych i użytkarnych stanowiących istotę inżynierii mechanicznej. Fakt ten jest potwierdzeniem trafności wyboru tematyki badawczej z punktu widzenia tak szeroko zarysowanej perspektywy.

W węższej perspektywie podjęty przez Autora problem badawczy należy ocenić jako wysoce aktualny zarówno z punktu widzenia nauki, jak i praktyki inżynierskiej. Współczesna motoryzacja konsekwentnie zmierza do ograniczania masy nieresorowanej, zmniejszania oporów ruchu, podnoszenia trwałości zespołów łożyskowych oraz upraszczania montażu i obsługi serwisowej, a zespolona piasta z łożyskiem tocznym stanowi jeden z kluczowych elementów tej ewolucji. Rozwój konstrukcji od klasycznych układów z dwoma łożyskami, przez piasty pierwszej i drugiej generacji, aż po rozwiązania trzeciej i czwartej generacji pokazuje, że obszar ten jest dynamiczny i nadal wymaga dalszych badań, zwłaszcza w zakresie precyzji wykonania, niezawodności oraz optymalizacji procesu produkcyjnego. Aktualność tematu wynika także z rosnących wymagań jakościowych stawianych wyrobom motoryzacyjnym. W przypadku zespolonych piast łożyskowych nawet niewielkie odchylenia wymiarowe mogą wpływać na luz wzdłużny, napięcie wstępne, hałas, trwałość zmęczeniową oraz odporność na uszkodzenia eksploatacyjne. W praktyce przemysłowej oznacza to konieczność bardzo precyzyjnego kształtowania łańcuchów wymiarowych, a zarazem poszukiwania takich tolerancji, które nie tylko zapewnią poprawność funkcjonalną, lecz także będą ekonomicznie uzasadnione. Z tego względu zagadnienie łączy w sobie problematykę konstrukcyjną, technologiczną i metrologiczną, co dodatkowo podnosi jego rangę naukową. Istotny jest również fakt, że Autor nie ogranicza się do opisu samej konstrukcji, ale podejmuje próbę sformalizowania zależności między wymiarami składowymi a parametrem funkcjonalnym, jakim jest luz wzdłużny. Taki kierunek badań odpowiada współczesnym tendencjom w inżynierii produkcji, gdzie odchodzi się od podejścia czysto deterministycznego na rzecz metod statystycznych i probabilistycznych, umożliwiających rozszerzenie tolerancji przy zachowaniu wymaganej jakości wyrobu. W tym sensie rozprawa wpisuje się w bardzo aktualny nurt optymalizacji procesów wytwórczych, redukcji kosztów oraz zwiększania stabilności procesu. Na tle dotychczasowego stanu wiedzy praca lokuje się w obszarze badań nad projektowaniem i wytwarzaniem precyzyjnych zespołów łożyskowych dla przemysłu samochodowego. Jej przedmiotem jest nie tylko analiza konstrukcyjna piasty trzeciej generacji, ale również praktyczne powiązanie wymagań geometrycznych z możliwościami technologii wytwarzania i zdolnością maszyn oraz przyrządów pomiarowych. Tym samym Autor trafnie rozpoznał tematykę badawczą, ponieważ odnosi się ona do realnego problemu przemysłowego, w którym jakość, powtarzalność i koszt produkcji muszą być równoważone. Kierunki dalszego rozwoju tego obszaru są czytelne: obejmują dalszą miniaturyzację i integrację zespołów, szersze stosowanie metod statystycznego sterowania tolerancjami, rozwój metrologii współrzędnościowej i oceny niepewności pomiaru, a także automatyzację oraz cyfryzację kontroli jakości. W tym kontekście rozprawa ma charakter nie tylko aktualny, ale również perspektywiczny, ponieważ

dotyczy zagadnienia, które pozostaje ważne dla dalszego doskonalenia konstrukcji i technologii nowoczesnych układów jezdnych. Konkludując stwierdzam, że recenzowana dysertacja mieści się przeto w zasadniczym nurcie współczesnych kierunków badań inżynierii mechanicznej.

Wymienione okoliczności poczytuję więc za potwierdzenie **trafności i sensowności wyboru tematyki badawczej**. Uzasadnieniem tej opinii jest nie tylko sam fakt usytuowania pracy na szerszym tle formułowanych obecnie wyzwań i wykonywanych badań, ale i to, że podejmowana w rozprawie doktorskiej tematyka szczegółowa rokuje nadzieje epistemologiczne, a także, co też ma szczególne znaczenie w kontekście rozpatrywanej tematyki, nadzieję na uzyskanie walorów użytecznych, co jest niezbędne w przypadku tzw. doktoratu wdrożeniowego.

Liczący się w społeczności nauk inżyniersko-technicznych ośrodek kielecki wnosi twórczy wkład, m. in. w rozwój tych warstw technologii maszyn, które określam jako metodyczną i merytoryczną. Inicjatywy profesorów Henryka Frąckiewicza, Jana Osieckiego i Stanisława Adamczaka są z powodzeniem rozwijane przez ich uczniów i doskonale znane w środowisku zainteresowanych specjalistów. Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Marka Gajura napisana pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Stanisława Adamczaka, dra h.c. multi powstała, więc na gruncie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego i metodycznego wydzielonego obszaru inżynierii maszyn.

2.2. Analiza struktury rozprawy doktorskiej, przytoczonego piśmiennictwa, celów pracy, zastosowanych metod badawczych, przedstawionych wyników badań i potencjału ich zastosowania oraz osiągnięcia naukowego

Strukturę rozprawy stanowi siedem rozdziałów, wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń, bibliografia, spis tabel, spis rysunków, spis norm, spis dokumentów JCGM, spis stron internetowych oraz streszczenie po polsku i angielsku. Autor mylnie używa słowo „skrót”, podczas gdy w tym przypadku powinno być użyte słowo „akronim” lub, co spotyka się rzadziej, „skrótowiec”. Niestety, skrótowiec dość powszechnie bywa mylony ze skrótem. Ogólnie rzecz biorąc, jest to bardzo spójna tematycznie praca, jej układ zaś jest prawidłowy - typowy dla prac analityczno-projektowych. **Tytuł dysertacji** jest zgodny z jej treścią. Struktura pracy dobrze odzwierciedla ideę doktoratu wdrożeniowego.

Wprowadzenie do pracy (rozdział I), w którym Autor scharakteryzował klasyczną konstrukcję piast kół pojazdów samochodowych oraz kolejne cztery generacje zespolonych piast łożyskowych, napisane jest zwięźle aczkolwiek jasno i co do jego treści nie zgłaszam zastrzeżeń.

Analiza piśmiennictwa z zakresu podjętej tematyki została przedstawiona w rozdziale drugim podzielonym na trzy części. Doktorant stosunkowo obszernie charakteryzuje zagadnienie łańcuchów wymiarowych i ich obliczanie, przedstawia statystyczne metody oceny zdolności wyposażenia pomiarowego, zdolności maszyn oraz relację między zdolnością maszyny, a zdolnością procesu. Dobór prezentowanych zagadnień jest prawidłowy i moim zdaniem pozwala na rekonstrukcję dotychczasowego stanu wiedzy w rozpatrywanym zakresie oraz stanowi solidną podstawę dla określenia obszaru badań własnych. Jest to także właściwa baza wiedzy do sformułowania zagadnienia badawczego. Wachlarz prac analizowanych przez Doktoranta jest stosunkowo obszerny. Rozdział zakończony jest wnioskami stanowiącymi podsumowanie analizy literatury. Sformułowane wnioski oceniam, jako dobrze sformułowane, charakteryzujące niszę badawczą i stanowiące podstawę do podjęcia własnej aktywności naukowej i wdrożeniowej. W końcowej części zarysowany jest kierunek prac własnych Doktoranta wynikający z analizy dotychczasowego stanu wiedzy. Obie te części rozprawy oceniam jako poprawne.

W rozdziale trzecim mgr inż. Marek Gajur na stronie 43 stwierdza, że **celem pracy** było „opracowanie nowej technologii wytwarzania oraz modelu matematycznego łańcuchów wymiarowych, umożliwiającego wyznaczenie tolerancji wykonania wymiarów wynikowych, a także

opracowanie modeli dla zamienności pełnej i częściowej przy określonym poziomie prawdopodobieństwa oraz przeprowadzenie analizy wpływu tych rozwiązań na możliwość rozszerzenia tolerancji i redukcję kosztów produkcji." Punkt dojścia wysiłków badawczych Doktoranta, czyli cel pracy, sformułowany jest stosunkowo zwięźle, aczkolwiek jasno. Motywacja do wykonania badań przedstawiona jest przekonująco. Autor stwierdza dalej, że osiągnięcie głównego celu pracy wymagało wyznaczenia celów szczegółowych, które określa następująco:

- analiza konstrukcji piasty łożyskowej trzeciej generacji opracowanego przez FŁT Kraśnik S.A.,
- opracowanie modelu matematycznego łańcuchów wymiarowych,
- przyjęcie zasad zamienności pełnej i częściowej, z uwzględnieniem określonego poziomu prawdopodobieństwa, co stanowiło podstawę do wykonania obliczeń z użyciem równań opisujących ustalone łańcuchy wymiarowe konstrukcji piasty łożyskowej,
- ustalenie wstępnych tolerancji dla kluczowych wymiarów konstrukcyjnych,
- ustalenie kolejności operacji technologicznych dla poszczególnych elementów składowych analizowanej piasty,
- przyjęcie baz technologicznych, a także określenie wymagań, co do zakupu maszyn technologicznych,
- opracowanie procesów technologicznych dla poszczególnych elementów analizowanej piasty,
- wykonanie badań zdolności obrabiarek w celu określenia rzeczywistych możliwości technologicznych zastosowanych maszyn.

W kontekście badanego problemu i przedstawionej treści pracy takie podejście uznaję, jako kompletne. Chociaż z punktu widzenia komunikatywności treści pracy dobrze byłoby umieścić schemat blokowy struktury całości prezentujący logiczne następstwo poszczególnych etapów rozprawy. Mgr inż. Marek Gajur nie podjął próby wyraźnego określenia **problemu naukowego**. Na podstawie lektury pracy można stwierdzić, że rozważany w dysertacji problem naukowy, to relacja między zdolnością procesu wytwarzania do spełnienia wymagań konstrukcyjnych w warunkach częściowej zamienności części i w kontekście jakości i kosztów produkcji, a luzem wzdłużnym. Ten fragment pracy łącznie z analizą literatury odczytuję, jako fundament intelektualnej konstrukcji budowanej przez Autora. Sformułowana na stronie 46 **teza pracy** jest dobrze ugruntowana w przedstawionym wcześniej materiale i stanowi uzupełnienie tej konstrukcji, chociaż jej druga część wydaje się być w zasadzie oczywista.

Zasadniczą część rozprawy z punktu widzenia etapów badania naukowego stanowią rozdziały, w których Autor referuje **metodykę, wyniki i analizę wyników badań własnych**, tj. IV, V i VI.

Rozdział czwarty poświęcony jest szczegółowej analizie rysunku konstrukcyjnego zespolonej piasty łożyskowej trzeciej generacji, obejmującej identyfikację wszystkich wymiarów krytycznych z punktu widzenia kształtowania luzu wzdłużnego. Wyniki tej analizy stanowiły podstawę do opracowania modelu matematycznego łańcucha wymiarowego luzu wzdłużnego, odzwierciedlającego zależności pomiędzy odchyłkami wymiarowymi poszczególnych ogniw składowych, a końcową wartością luzu. Uzyskane wartości tolerancji, obliczone według zasady zamienności częściowej, zestawiono i porównano z wartościami tolerancji przyjętymi przez konstruktora w dokumentacji technicznej, co pozwoliło na ocenę potencjalnych możliwości optymalizacji wymiarowej w kontekście jakości oraz kosztów wytwarzania. Rozdział ten został zakończony wnioskami, w których Autor potwierdził skuteczność zastosowanych metod obliczeniowych łańcuchów wymiarowych do oceny wpływu tolerancji geometrycznych na luz wzdłużny zespołu.

W rozdziale piątym Autor w sposób bardzo szczegółowy przedstawia autorską koncepcję procesu technologicznego wytwarzania zespolonej piasty łożyskowej trzeciej generacji. W

końcowej części tego rozdziału zamieszczony jest opis linii montażowej, na której wykonywany jest ostateczny etap procesu technologicznego, kiedy poszczególne elementy są łączone w kompletny zespół piasty łożyskowej.

W początkowej części rozdziału szóstego Doktorant referuje wyniki badań wskaźników zdolności maszyn stosowanych w procesach obróbki ścierniej, co posłużyło jako podstawa do ostatecznego określenia dopuszczalnych tolerancji dla ogniw składowych łańcucha wymiarowego zespolonej piasty łożyskowej trzeciej generacji. Następnie przedstawia wyniki badania zdolności przyrządów pomiarowych stosowanych w trakcie obróbki pierścieni łożyskowych oraz elementów tocznych wchodzących w skład zespołu piasty. W końcowej części tego rozdziału przedstawione są wyniki pomiarów luzu wzdłużnego w wytworzonych piastach łożyskowych trzeciej generacji. Dane te poddano analizie statystycznej, umożliwiającej ocenę zgodności uzyskanych wartości z wymaganiami konstrukcyjnymi i tolerancjami ustalonymi na podstawie wcześniejszych badań. Analiza ta stanowiła podstawowy element weryfikacji poprawności przyjętych założeń technologicznych oraz potwierdzenia zdolności procesu do uzyskania wymaganych wartości parametrów funkcjonalnych zespołu. Należy zaznaczyć, że przyjęta koncepcja została opracowana w wystarczająco wczesnym etapie realizacji doktoratu. Był więc czas na jej zweryfikowanie i uzyskanie konkretnych wyników. Spełniony jest więc jeden z wymogów doktoratu wdrożeniowego, jakim jest wdrożenie uzyskanych rezultatów.

Moje uwagi, sugestie i zapytanie do tych części pracy są następujące:

- 1) rys.48b – można było zaznaczyć strefę zahartowaną;
- 2) rys. 55 byłby bardziej komunikatywny, gdyby był na nim zamieszczony opis; dotyczy to również rysunków: 60, 65, 75, 84, 88, 93, 97;
- 3) str. 135 i 137 – w obu przypadkach jest ta sama ściernica – czy to nie pomyłka?
- 4) w tabeli 11 występują dwa rodzaje czcionki;
- 5) rys.110b jest zbyt mocno pomniejszony;
- 6) na stronach 49, 86 i 164 występuje tzw. tekst wiszący.

W tej części analizy pracy chciałbym prosić o wyjaśnienia o nieco ogólniejszym charakterze, które mogłyby być przedmiotem wypowiedzi Doktoranta oraz dyskusji w trakcie obrony:

- 1) na ile proponowane rozwiązanie i gdzie jeszcze w przemyśle samochodowym mogłoby być zastosowane?
- 2) czy metodyka opracowana przez Autora mogłaby być zastosowana do innych złożonych obiektów, czy zespołów?
- 3) czy Autor widzi jakieś dalsze kierunki prac dotyczące wytwarzania zespolonych piast łożyskowych na wytyczonej przez siebie ścieżce naukowo-aplikacyjnej?

Na podstawie przeprowadzonej dotąd analizy można podjąć próbę rekonstrukcji **osiągnięcia naukowego rozprawy**. Jako elementy tego osiągnięcia widocznie odróżniające je od aktualnego stanu wiedzy w rozpatrywanej problematyce i w przyjętym zakresie badań oraz świadczące o oryginalności rozprawy uważam:

- opracowanie modelu matematycznego umożliwiającego analizę wpływu odchytek wymiarowych elementów składowych na wartość luzu wzdłużnego, co stało się podstawą do racjonalizacji montażu, zapewnienia prawidłowego napięcia wstępnego oraz oceny możliwości zastosowania zamienności częściowej w celu redukcji kosztów;
- wykazanie, że przy zachowaniu wymaganego poziomu zdolności produkcyjnej, tolerancje poszczególnych elementów mogły zostać zwiększone niemal trzykrotnie w porównaniu z wartościami początkowymi;
- zastosowanie odwróconego podejścia w analizie zdolności maszyn technologicznych, co umożliwiło określenie optymalnych wartości tolerancji, uwzględniających faktyczne możliwości technologiczne posiadanego parku maszynowego - w przeciwieństwie do

klasycznej metody, w której tolerancje projektowe definiuje się niezależnie od potencjału maszyn; przyjęte rozwiązanie polegało na dostosowaniu wymagań tolerancyjnych do realnych parametrów osiąganych w procesach wytwórczych.

Na podkreślenie zasługuje to, że Autor zastosował w swojej pracy adekwatne do potrzeb narzędzia formalne dotyczące opracowania i wdrożenia wyników. Mgr inż. M. Gajur wykazał się bardzo dobrym opanowaniem zagadnień w rozważanym przez siebie obszarze. Przedstawione wyniki badań mają **walor praktycznego zastosowania**.

Rozdział siódmy poświęcony jest przedstawieniu wniosków końcowych z wykonanych badań. W sformułowanej konkluzji końcowej Autor wskazuje, że rozszerzenie pól tolerancji podzespołów piasty łożyskowej trzeciej generacji umożliwiło wyeliminowanie czasochłonnej operacji selekcji elementów, co uprościło proces wytwarzania i zmniejszyło koszt montażu. Stwierdza ponadto, że zrealizowane zostały wszystkie założone cele szczegółowe. Pozwoliło to na osiągnięcie głównego celu pracy, czyli opracowanie nowej technologii wytwarzania oraz modelu matematycznego łańcuchów wymiarowych, umożliwiającego wyznaczenie tolerancji wykonania wymiarów wynikowych, a także opracowanie modeli dla zamienności pełnej i częściowej przy określonym poziomie prawdopodobieństwa oraz przeprowadzenie analizy wpływu tych rozwiązań na możliwość rozszerzenia tolerancji i redukcję kosztów produkcji. Potwierdzona została teza pracy. Z punktu widzenia komunikatywności tekstu oraz istoty pracy doktorskiej, jako dzieła, w ramach którego należy rozwiązać problem naukowy, lepiej byłoby, zgodnie z tradycją akademicką, aby podzielić wnioski na: dotyczące odpowiedzi na tezę pracy oraz wnioski poznawcze, użytkowe i dotyczące kierunku dalszych badań. Sądzę, że wtedy klarowniej wybrzmiałyby te osiągnięcia Doktoranta, które istotnie odróżniają się od zastanego stanu wiedzy.

Co do całości tekstu nasuwają mi się jeszcze następujące uwagi:

1. Zdarza się niewłaściwe używanie niektórych słów, np.: wielkość, gdy lepiej byłoby wartość – np. na str. 24; niski, niższy, najniższy, obniżenie zamiast mały, mniejszy, najmniejszy, zmniejszenie – np. na str. 34, 43, 119, 201; odnośnie zamiast odnośnie do – np. na str. 89; ilość zamiast liczba, np. na str. 201.
2. Zamiast wykańczająco powinno być wykończeniowo.
3. Występują różnice w zapisie pozycji literaturowych.

Bibliografia zamieszczona w końcowej części rozprawy jest stosunkowo obszerna i zawiera łącznie 102 pozycje, w tym są najnowsze publikacje z literatury światowej oraz 5 pozycji z udziałem Autora ważnych dla problematyki niniejszej rozprawy doktorskiej.

3. Ogólna ocena rozprawy

Przedstawiona analiza rozprawy zawiera wystarczające, moim zdaniem przesłanki do sformułowania oceny. Treść rozprawy jest zgodna z tematem zaakceptowanym przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach. Podjęty temat jest ważny zarówno z poznawczych, jak i praktycznych względów i opracowany został w sposób wyczerpujący. Sformułowane w niniejszej recenzji nieliczne uwagi nie umniejszają wartości materiału dowodowego pracy, w większości albowiem odnoszą się do sposobu prezentacji uzyskanych wyników lub są kanwą do dyskusji z Autorem. Nie mogą więc stanowić podstawy do kwestionowania wartości pracy.

Pod względem metodycznym rozprawa jest poprawna. Literatura specjalistyczna została dobrana trafnie. Układ rozprawy i podział treści między poszczególne rozdziały jest logiczny. Zbiór pojęciowy, jakim posługuje się Autor, jest poprawny. Strona ilustracyjna pracy jest dobrej jakości. Redakcja rozprawy jest poprawna.

Godna podziwu jest pracowitość doktoranta. Mgr inż. Marek Gajur wykonał wartościową pracę badawczą i wykazał się bardzo dobrą znajomością warsztatu naukowego oraz wiedzą z

zakresu analizy konstrukcji, projektowania procesów technologicznych i metrologii. Doktorant rozwija twórczo zainteresowania naukowe promotora. W rozprawie zaplanował i wykonał prace koncepcyjne i projektowe, w sposób czytelny przedstawił ich wyniki, wykonał analizę otrzymanych rezultatów opatrując je stosownymi komentarzami. Propozycje Kandydata zostały wdrożone do praktyki technologicznej w Fabryce Łożysk Toczących w Kraśniku, co jest warunkiem sine qua non tzw. doktoratu wdrożeniowego. Udowodnił zatem, że potrafi w skuteczny sposób opracowywać i wdrażać innowacyjne procesy technologiczne stosując jako podstawę badania z zakresu zmienności części maszyn i subtelne obliczenia metrologiczne.

Warunkiem dysertabilności rozprawy doktorskiej jest jej związek z problemem metodologicznym, metodycznym lub poznawczym bezpośrednio lub pośrednio wpływającym na stan wiedzy. W przypadku recenzowanej rozprawy warunek ten jest spełniony pod względem drugiego i trzeciego aspektu, co wykazałem w przedstawionej analizie. Praca jest w wystarczającym stopniu poprawna metodologicznie, gdyż zawiera elementy, które w metodologii nauk określa się jako etapy badania naukowego.

Na podstawie analizy rozprawy można stwierdzić, że Doktorant jest przygotowany do prowadzenia samodzielnej pracy naukowej. Mgr inż. Marek Gajur wydatnie poszerzył swoją ogólną wiedzę dotyczącą warsztatu badawczego w zakresie opracowywania modeli łańcuchów wymiarowych, określania zdolności przyrządów pomiarowych, maszyn technologicznych i procesów, analizy konstrukcji oraz projektowania procesów technologicznych obróbki i montażu. Poza tym wykazał się również aktywnością w zakresie rozpowszechniania wyników swoich badań przez publikacje i wystąpienia konferencyjne.

Podsumowując moją ocenę stwierdzam, że rozprawa:

- **spełnia wymóg oryginalnego rozwiązania przez Autora zagadnienia naukowego,**
- **spełnia wymóg wykazania ogólnej wiedzy teoretycznej w uprawianej dyscyplinie,**
- **oraz wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia przez Autora pracy naukowej.**

4. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska jest oryginalnym osiągnięciem mgra inż. Marka Gajura i stanowi istotny wkład w rozwój badań nad technologią wytwarzania innowacyjnych wyrobów uwzględniającą jakość oraz koszty wytwarzania.

Biorąc pod uwagę wszystkie walory pracy wcześniej przeze mnie przedstawione wnioskuję o wyróżnienie niniejszej rozprawy.

W świetle dokonanej analizy i sformułowanych ocen stwierdzam, że rozprawa mgra inż. Marka Gajura pt. *Analiza kształtowo-wymiarowa i powierzchniowa innowacyjnej technologii zespolonych piast samochodowych z łożyskiem tocznym (piasta łożyskowa tzw. HUB)* spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące w tym względzie aktualne przepisy (ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668)) oraz tradycję akademicką i może stanowić podstawę do nadania jej Autorowi stopnia naukowego doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *Inżynieria mechaniczna*. Może być, przeto dopuszczona do publicznej obrony.

