



**POLITECHNIKA POZNAŃSKA**  
**WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ**  
**ZAKŁAD PROJEKTOWANIA TECHNOLOGII**

**Prof. dr hab. inż. Stanisław LEGUTKO**  
**dr h.c., 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, 7.02.2025r.

**Recenzja nr 67/dr/SL**  
**rozprawy doktorskiej mgr inż. Małgorzaty Gontarz-Kulisiewicz pt.**  
***Wpływ konstrukcji polimerowych kół zębatych o zredukowanej masie na trwałość przekładni***  
***wytwarzanych metodą FFF***

Podstawa opracowania recenzji: pismo nr RM-530-04-01/2024 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza w Rzeszowie prof. dra hab. inż. Andrzeja Burghardta oraz stosowna umowa o dzieło.

Wymienione dokumenty odebrałem 14.12.2024 r.

**1. Podstawowe dane dotyczące Kandydatki**

Mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz w 2018 roku ukończyła studia na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, uzyskując z wyróżnieniem tytuł magistra inżyniera w specjalności Zintegrowane Systemy Wytwarzania. W trakcie studiów ukończyła również liczne kursy i szkolenia z zakresu projektowania i modelowania CAD realizowane w ramach projektu organizowanego na Politechnice Rzeszowskiej. W 2018 roku rozpoczęła Studia Doktoranckie na Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa na kierunku Budowa i Eksploatacja Maszyn.

Odbywała staż w firmie CC Metal s.c. Od 2018 roku pracuje w Katedrze Konstrukcji Maszyn na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej. W swojej pracy prowadzi zajęcia dydaktyczne z zakresu grafiki inżynierskiej, modelowania w systemach CAD, a także projektowania inżynierskiego. Uczestniczyła w charakterze wykonawcy w projektach, gdzie m.in. prowadziła zajęcia z zakresu modelowania 3D-CAD i rysunku technicznego. Brała udział w szkoleniu z zakresu obsługi systemów CAD, ukończyła kurs języka japońskiego na poziomie A1. Zdobyła także tytuł zawodowy „Technik sterylizacji medycznej”. Obecnie jest także członkiem Wydziałowej Komisji ds. Równości Płci Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej.

Kandydatka jest współautorką dziesięciu publikacji, wygłosiła siedem referatów na krajowych konferencjach naukowych, w tym jedno wystąpienie uzyskało wyróżnienie. Była członkiem Komitetu Organizacyjnego dwóch krajowych konferencji naukowych z zakresu szybkiego wytwarzania prototypów.

Zgodnie z oświadczeniem mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz nie ubiegała 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: *Wpływ konstrukcji polimerowych kół zębatach o zredukowanej masie na trwałość przekładni wytwarzanych metodą FFF*. 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 Autorka trafnie wybrała tematykę badawczą.

Koła zębate z tworzyw sztucznych stanowią odrębną grupę uzębionych części maszyn specyficzną zwłaszcza ze względu na technologię wykonania. Znane i doceniane są walory tych uzębień w przypadkach przekładni nieprzenoszących dużych mocy lub pracujących okresowo, zwłaszcza np. w zastosowaniu do sprzętu gospodarstwa domowego i w przemyśle samochodowym.

Dążenie do zwiększania nośności, sprawności i niezawodności, zmniejszania głośności, zwiększania trwałości oraz zmniejszania łącznych kosztów wytwarzania i eksploatacji przy jednoczesnej tendencji do zmniejszania gabarytów są stale obecnymi trendami w budowie przekładni zębatach. Poszukiwania w zakresie alternatywnych materiałów i zarysów uzębień wpisują się w ten kierunek rozwoju. Z drugiej strony, masowa produkcja elementów uzębionych, szczególnie w przemyśle samochodowym wymusza ciągłe dążenie do zwiększania wydajności obróbki, z zachowaniem coraz wyższego poziomu jakości technologicznej. Dlatego też ustalone dotąd poglądy i zależności wymagają rewizji oraz nowej identyfikacji, opisu i wyjaśnienia na drodze analiz teoretycznych i w zależności od rodzaju problemu, również na drodze badań empirycznych. Uzyskanie liczących się efektów jest możliwe, jak się wydaje, w wyniku analiz różnorodnych aspektów zagadnień konstrukcyjnych, technologicznych i eksploatacyjnych podejmowanych w ośrodku o ugruntowanej tradycji tego typu badań.

Liczący się w polskiej akademickiej społeczności ośrodek rzeszowski wnosi twórczy wkład, m. in. w rozwój tych warstw inżynierii mechanicznej, które określam, jako metodyczną i merytoryczną. Inicjatywy profesora T. Markowskiego i jego poprzedników na tej intelektualnej ścieżce, są z powodzeniem rozwijane przez jego uczniów i ich uczniów i są doskonale znane w środowisku zainteresowanych specjalistów. Profesor Tadeusz Markowski stworzył jedyną w swoim wyrazie szkołę kół zębatach koncentrującą się zarówno na zagadnieniach konstrukcyjnych, jak i technologicznych oraz eksploatacyjnych z uwzględnieniem różnych rodzajów zarysów i typów przekładni. Na przestrzeni lat wyraźnie widoczny jest jej rozwój owocujący coraz bardziej adekwatnym do rzeczywistości opisem rozpatrywanych zjawisk. Idzie to w kierunku bardziej precyzyjnego opisu badanej rzeczywistości i zwiększenia mocy prognostycznej. Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Małgorzaty Gontarz-Kulisiewicz napisana pod kierunkiem dra hab. inż. Tomasza Dziubka, prof. PRz powstała, więc na starannie przygotowanym i w wysokiej kulturze utrzymywanym gruncie wcześniejszego rozpoznania merytorycznego i metodycznego rozważanego obszaru inżynierii maszyn. Jest kolejnym ogniwem w szkole naukowej łączącej elementy technologii przyrostowych i szybkiego wytwarzania prototypów z teorią uzębienia i zazębienia. Praca ta dotyczy badań wpływu konstrukcji polimerowych kół zębatach o zmniejszonej masie na trwałość przekładni wytwarzanych wybraną metodą przyrostową.

Analizowana rozprawa doktorska mgr inż. Małgorzaty Gontarz-Kulisiewicz wpisuje się swoim metatechnicznym założeniem oraz swoją treścią w nurt poczynań poznawczych i utylitarnych stanowiących istotę inżynierii mechanicznej. Fakt ten jest potwierdzeniem trafności wyboru tematyki badawczej z punktu widzenia tak szeroko zarysowanej perspektywy. W węższej perspektywie trafność tego wyboru potwierdzona jest przez aktualność zaleceń Przemysłu 4.0 w

zakresie uzyskania większej racjonalizacji postaci konstrukcyjnych wyrobów, efektywności produkcji, elastyczności wytwarzania oraz dokładności obróbki. Punktem docelowym na tej drodze, w przypadku analizowanej dysertacji, jest innowacyjna propozycja w zakresie konstrukcji i technologii wykonania kół zębatach z wybranego polimeru.

Recenzowana dysertacja, w której Autorka wykonała prace w obszarze zagadnień konstrukcyjnych i technologicznych dotyczących kształtowania kół zębatach polimerowych mieści się, przeto w zasadniczym nurcie współczesnych kierunków poszukiwań, co do możliwości racjonalizacji postaci konstrukcyjnej, jak i technologii wykonania kół zębatach walcowych.

Recenzowana rozprawa mieści się zatem w tym, konsekwentnie od lat realizowanym, nurcie badań ośrodka rzeszowskiego. Fakt ten uznaję, jako potwierdzenie trafności wyboru tematyki badawczej. Uzasadnieniem trafności wyboru jest nie tylko sam fakt kontynuacji badań w ustalonym nurcie, ale przede wszystkim to, że podejmowana w rozprawie doktorskiej tematyka szczegółowa, rokuje nadzieje uzyskania możliwości zastosowania kół zębatach o zmniejszonej masie, spełniających jednakże stosowne wymagania wytrzymałościowe i co do trwałości. Dotychczasowy, bowiem stan opracowania tego zagadnienia wymaga nowych inicjatyw i nowych pomysłów.

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. W analizowanym przypadku chodzi o uzyskanie możliwości zastosowania kół zębatach o zmniejszonej masie, spełniających jednakże stosowne wymagania wytrzymałościowe i co do trwałości. A także, co też ma szczególne znaczenie w kontekście rozpatrywanej tematyki, nadzieję na uzyskanie walorów użytkowych.

## **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 jedenaście ponumerowanych rozdziałów, wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów użytych w pracy, wprowadzenie, bibliografia oraz streszczenie po polsku i po angielsku. Autorka 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. **Układ pracy** jest prawidłowy - typowy dla prac analityczno-eksperymentalnych. **Tytuł dysertacji** jest zgodny z jej treścią.

**Wprowadzenie** jako pierwszy nienumerowany rozdział pracy, napisany bardzo zwięźle, jest poprawny merytorycznie. Doktorantka przedstawia tu w syntetycznym ujęciu uzasadnienie podjęcia własnych badań oraz swoje zamierzenia w tym zakresie.

**Analiza piśmiennictwa** z zakresu podjętej tematyki została przedstawiona w rozdziale pierwszym. Oceniam ją, jako dobrze wykonaną i merytorycznie spójną. Autorka charakteryzuje state of the art w obszarze tematyki dysertacji, prezentując następujące zagadnienia: rozwój systemów CAD i technologii przyrostowych, wzrost udziału stosowania technologii przyrostowych w przemyśle i znaczenia stosowania materiałów polimerowych oraz ich kompozytów, a także rozszerzanie się zastosowania kół zębatach polimerowych. W zakończeniu tego rozdziału scharakteryzowana jest nisza badawcza, co w wyraźny sposób stanowi motywację do podjęcia własnej aktywności badawczej Doktorantki. 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 własnego zagadnienia badawczego. Wachlarz prac analizowanych przez Doktorantkę jest stosunkowo obszerny, i moim zdaniem wystarczający w kontekście podjętego zagadnienia. Tą część rozprawy oceniam jako poprawną, choć mam zastrzeżenia, co do stylistyki, interpunkcji i niezręczności językowych, które uwidocznilem w tekście pracy. Co do tego ostatniego pozwolę sobie wymienić dwa przykłady:

- 1) str. 15, wiersz 1d – jest „Grono dostępnych publikacji podejmuje tematykę...” moim zdaniem, publikacje same z siebie nie mogą podejmować jakiegokolwiek tematyki, natomiast to autorzy tych publikacji zajmują się jakąś tematyką;
- 2) str. 17, wiersz 13d – „...badaniami numerycznymi badającymi...”.

Zasadniczą część rozprawy z punktu widzenia etapów badania naukowego stanowią rozdziały, w których Autorka referuje **metodykę, wyniki i analizę wyników badań własnych**, tj. rozdziały od drugiego do dziesiątego.

W rozdziale drugim mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz przedstawia tezę, cel i zakres pracy. Doktorantka na stronie 19. stwierdza, że **celem pracy** jest „wykonanie porównawczych badań trwałości, z uwzględnieniem temperatury i ciśnienia akustycznego, współpracujących par kół zębatych o zmodyfikowanej konstrukcji tarczy, wytworzonych z materiału polimerowego z zastosowaniem technologii przyrostowej FFF (ang. Fused Filament Fabrication - wytwarzanie poprzez wyłaczanie filamentu)”. Punkt dojścia wysiłków badawczych Doktorantki, czyli cel pracy, sformułowany jest stosunkowo zwięźle i jasno. Mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz nie podjęła jednakże próby wyraźnego zwerbalizowania **problemu naukowego**. Na podstawie lektury pracy można stwierdzić, że rozważany w dysertacji problem naukowy, to relacja między postacią konstrukcyjną kół zębatych walcowych wytwarzanych metodą przyrostową z wybranego polimeru, a ich właściwościami wytrzymałościowymi i trwałością oraz czasem potrzebnym do wytworzenia i zużyciem materiału.

Ten fragment pracy łącznie z analizą literatury odczytuję, jako fundament intelektualnej konstrukcji budowanej przez Autorkę. Sformułowana na stronie 19. **teza pracy** jest dobrze ugruntowana w przedstawionym wcześniej materiale i stanowi uzupełnienie tej konstrukcji, chociaż zamiast słów „obniżenie masy” lepiej byłoby napisać „zmniejszenie masy”. Zakres pracy przedstawiony jest szczegółowo, choć nie wyodrębniono w nim badań temperatury i ciśnienia akustycznego. Być może zobrazowanie zakresu pracy w postaci schematu blokowego wzbogaciłoby jego komunikatywność. Podejście metodyczne oceniam, jako trafne i przystające do założonego celu pracy.

W rozdziale trzecim mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz charakteryzuje rozwiązania konstrukcyjne kół i przekładni zębatych oraz modyfikację geometrii kół uwzględniającą redukcję masy.

Rozdział czwarty poświęcony jest charakterystyce metod wytwarzania kół zębatych walcowych sposobami obróbki skrawaniem oraz technologiami bezwiórowymi, czyli wtryskiwaniem, spiekaniem, odlewaniem i walcowaniem. Osobną uwagę zwrócono na metody przyrostowe możliwe do zastosowania w rozważanym kontekście. Przedstawiono także dyskusję dotyczącą materiałów możliwych do zastosowania w badanym przypadku.

W rozdziale piątym Doktorantka omówiła zagadnienia modelowania kół zębatych walcowych z zastosowaniem systemów CAD. Odnotowałem, że nie zostało podane źródło dotyczące rys. 5.1.

Plan badań własnych Doktorantki zobrazowany za pomocą klarownego schematu blokowego, a także dość szczegółowe omówienie kolejnych etapów tych badań przedstawione są w rozdziale szóstym.

Rozdział siódmy poświęcony jest przedstawieniu zaproponowanej i opracowanej geometrii współpracujących par kół o zredukowanej masie.

Przed wytworzeniem kół zębatach i przed przeprowadzeniem prób stanowiskowych opracowanych konstrukcji kół, wykonane zostały badania mające na celu określenie wpływu wybranych materiałów polimerowych i gęstości zastosowanej struktury wewnętrznej na wytrzymałość na rozciąganie i skręcanie znormalizowanych próbek. Ich celem był wybór materiału do wytworzenia rozpatrywanych kół zębatach wraz z określeniem struktury wewnętrznej, zapewniającej największą wytrzymałość mechaniczną. Na podstawie tych badań, wybrany został materiał ABS. Doktorantka zreferowała to w rozdziale ósmym.

W rozdziale dziewiątym mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz przedstawiła wyniki analizy MES opracowanych rozwiązań konstrukcyjnych współpracujących par kół zębatach o zredukowanej masie.

Następnym etapem (rozdział 10) było wytworzenie zaprojektowanych par kół zębatach. Po czym wykonane zostały statyczne próby skręcania, po to by określić wytrzymałość polimerowych kół zębatach, w kontekście maksymalnego momentu obciążającego i kąta skręcenia. Pozwoliło to na identyfikację najczęściej występujących uszkodzeń par kół. Ostatnim etapem badań doświadczalnych, zreferowanym w tej części pracy, były badania trwałości zaproponowanych konstrukcji par kół zębatach. Na zakończenie tego rozdziału przedstawiona została analiza wyników wymienionych badań stanowiskowych.

Na kanwie scharakteryzowanej istoty prac badawczych, chciałbym teraz sformułować prośbę o wyjaśnienia o nieco ogólniejszym charakterze, które mogłyby być przedmiotem wypowiedzi Doktorantki oraz dyskusji w trakcie obrony:

- 1) czy były poczynione jakieś starania dotyczące wdrożenia i w jakim aspekcie?
- 2) proszę o bardziej szczegółowe przedstawienie badań trwałości par kół zębatach;
- 3) czy były wykonywane badania dokładności wytworzonych kół zębatach?

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 kilku konstrukcji polimerowych kół zębatach walcowych o specjalnej strukturze tarczy zapewniającej zmniejszenie masy;
- wyselekcjonowanie rodzaju polimeru spełniającego postawione wymagania wytrzymałościowe, technologiczne i trwałościowe;
- wykazanie, że możliwe jest zmniejszenie masy polimerowych kół zębatach wytwarzanych przyrostowo przy jednoczesnym zachowaniu trwałości;
- wykazanie przydatności metody wytłaczania filamentu (ang. Fused Filament Fabrication – FFF) do przyrostowego wytwarzania polimerowych kół zębatach walcowych, zwłaszcza z ABS (terpolimeru akrylonitrylo-butadienowo-styrenowego).

Na podkreślenie zasługuje to, że Doktorantka zastosowała w swojej pracy adekwatne do potrzeb narzędzia formalne dotyczące opracowania i analizy wyników. Mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz wykazała się bardzo dobrym opanowaniem zagadnień w rozważanym przez siebie obszarze.

Rozdział jedenasty zatytułowany jest *Wnioski*. Doktorantka podzieliła wnioski na trzy grupy: poznawcze, użytkowe oraz dotyczące dalszych badań. Według mojej opinii, powinna być jeszcze wyraźnie i oddzielnie zwerbalizowana odpowiedź na tezę pracy. Sformułowanych zostało 15 wniosków poznawczych, 13 wniosków użytkowych oraz 6 wniosków dotyczących dalszych badań. Uważam, że zmniejszenie liczby wniosków i bardziej syntetyczne ich ujęcie byłoby bardziej komunikatywne i przyjazne dla czytelnika, bez szkody dla wyeksponowania osiągnięć Autorki.

Co do całości tekstu nasuwają mi się jeszcze następujące uwagi:

1. Brak wyraźnego sformułowania problemu naukowego pracy.

2. Doktorantka używa pojęcia „naprężenia von Mises”. Tu chciałbym dodać sugestię, aby nie pomijać pierwszego twórcy tej hipotezy energii właściwej odkształcenia postaciowego, która jest najczęściej stosowaną hipotezą wytrzymałościową dla stali i metali o wyraźnej granicy plastyczności. Została sformułowana w roku 1904 przez polskiego uczonego profesora Maksymiliana T. Hubera oraz niezależnie w 1913 r. przez Austriaka Richarda von Mises i w 1924 Niemca Heinricha Hencky'ego. Pierwszeństwo profesora Hubera na ogół nie jest kwestionowane. Stąd w literaturze hipoteza ta nazywana jest jako hipoteza Hubera - Misesa – Hencky'ego (H-M-H). Zakłada ona, że ciało jest doskonale sprężyste i że praca naprężenia zredukowanego równa jest sumie prac wszystkich naprężeń składowych.
3. Zdarza się niewłaściwe używanie niektórych słów, np.: niższy zamiast mniejszy – np. na str. 16, 17, 82, 91; wyższy, gdy lepiej byłoby większy – np. na str. 91; wysoki zamiast duży – np. na str. 17, 42; wykańczający, gdy powinno być wykończeniowy – np. na str. 25, 30, 35; niski zamiast mały – np. na str. 35, 42, 81; obniżenie, gdy lepiej byłoby zmniejszenie – np. na str. 19, 166; najniższy zamiast najmniejszy – np. na str. 91.

Bibliografia zamieszczona w końcowej części rozprawy jest merytorycznie adekwatna do podjętej tematyki i zawiera łącznie 155 pozycji, w tym 5 pozycji współautorskich Kandydatki, powiązanych z tematyką niniejszej rozprawy. Mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz analizuje i cytuje literaturę najnowszą, a także klasyczne dzieła o nieco starszym rodowodzie.

### 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 Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej w Rzeszowie. Podjęty temat jest ważny zarówno z poznawczych, jak i praktycznych względów i opracowany został w sposób wyczerpujący. Sformułowane w niniejszej recenzji uwagi nie umniejszają wartości materiału dowodowego pracy, w większości albowiem odnoszą się do sposobu prezentacji uzyskanych wyników lub są kanwą do dyskusji z Autorką. 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 Autorka, jest w zasadzie poprawny. Strona ilustracyjna pracy jest przeważnie dobrej jakości. Redakcja rozprawy jest w miarę poprawna. W dostarczonym do recenzji egzemplarzu stwierdziłem jednak błędy korektorskie, stylistyczne, interpunkcyjne i drobne nieścisłości.

Godna podziwu jest pracowitość doktorantki. Mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz wykonała wartościową pracę badawczą i wykazała się dobrą znajomością zagadnień konstrukcyjnych, technologicznych oraz metod przyrostowego kształtowania części maszyn. W rozprawie zaplanowała i wykonała prace przygotowawcze oraz badania eksperymentalne, w sposób czytelny przedstawiła ich wyniki, wykonała analizę otrzymanych rezultatów opatrując je stosownymi komentarzami. Udowodniła zatem, że potrafi w skuteczny sposób wykonywać badania naukowe dotyczące analizy konstrukcji, zagadnień technologicznych oraz badań trwałościowych kół zębatych polimerowych w kontekście technologii przyrostowych. Przedstawione wyniki badań mają również **walor praktycznego zastosowania**.

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 Doktorantka jest przygotowana do prowadzenia samodzielnej pracy naukowej. Mgr inż. Małgorzata Gontarz-Kulisiewicz wydatnie poszerzyła swoją ogólną wiedzę dotyczącą warsztatu badawczego w zakresie zagadnień konstrukcyjnych i technologicznych dotyczących kół zębatach polimerowych i technologii przyrostowych. Poza tym wykazała się również ponadprzeciętną aktywnością, jeżeli chodzi o rozpowszechnianie wyników swoich badań przez publikacje i udział w konferencjach.

**Podsumowując moją ocenę stwierdzam, że rozprawa:**

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

#### **4. Wniosek końcowy**

Recenzowana rozprawa doktorska jest oryginalnym osiągnięciem mgr inż. Małgorzaty Gontarz-Kulisiewicz i stanowi istotny wkład w rozwój badań w dziedzinie zagadnień konstrukcyjnych i technologicznych dotyczących kół zębatach polimerowych, zwłaszcza kształtowanych metodami przyrostowymi.

W świetle dokonanej analizy i sformułowanych ocen stwierdzam, że rozprawa mgr inż. Małgorzaty Gontarz-Kulisiewicz pt. *Wpływ konstrukcji polimerowych kół zębatach o zredukowanej masie na trwałość przekładni wytwarzanych metodą FFF* 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 Autorce stopnia naukowego doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *Inżynieria mechaniczna*. Może być przeto dopuszczona do publicznej obrony.