

Dr hab. inż. Marek Szostak, prof. PP  
Wydział Inżynierii Mechanicznej  
Instytut Technologii Materiałów  
Zakład Tworzyw Sztucznych  
Politechniki Poznańskiej

Poznań, 22 września 2023r.

### ***Recenzja***

**rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Magdaleny Zajdel**  
pt. *„Hybrydowe kompozyty polimerowe stosowane na elementy maszyn*  
*w branży automotive”*

przygotowanej w Katedrze Kompozytów Polimerowych  
Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej  
wykonanej pod kierunkiem

**Promotora Pana prof. dr hab. inż. Mariusza Oleksego, prof. PL**  
**Promotorem pomocniczym był Pan dr inż. Bartłomiej Sobolewski**

*Podstawą do wykonania recenzji było pismo RM-530-19-03/2023 z dnia 18 lipca 2023*  
*Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej*  
*dr hab. inż. Andrzeja Burghardta, prof. PRz.*

### **Podstawowe informacje o mgr inż. Magdalenie Zajdel**

Pani mgr inż. Magdalena Zajdel stopień inżyniera uzyskała w 2013 roku na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej a stopień magistra w 2015 również na tym Wydziale na specjalności: „Technologia Chemiczna”, specjalizacja: Technologia organiczna i tworzywa sztuczne. Od 2018 roku do dziś jest doktorantką na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa na kierunku: Budowa i Eksploatacja Maszyn Politechniki Rzeszowskiej.

Wcześniej nie ubiegała się o tytuł doktora.

### **Przebieg pracy naukowo-zawodowej**

**01.03.2017 – obecnie;** Splast. Sp. z o.o.; Centrum Badawczo – Rozwojowe, Specjalista laborant.

01.09.2015 – 28.02.2017; Fibrain, Dział Mikrooptyki, Specjalista ds. mikrooptyki światłowodowej.

01.01.2016 – 31.12.2016; Polskie Centrum Fotoniki i Światłowodów.

01.01.2015 – 31.12.2015; InPhoTech.

05.2014; Praktyka zawodowa w firmie Elmat.

02.2014; Praktyka zawodowa w firmie Polimarky.

15.07.2012 – 20.11.2012; Politechnika Rzeszowska im I. Łukasiewicza, przygotowanie kompozycji z żywicy epoksydowej z dodatkiem bentonitów, czynności w ramach projektu „Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym”.

01-31.07.2011; Praktyka zawodowa w firmie Chema – Elektromet.

### Dorobek naukowy

Prowadzone przez Panią Magdalenę Zajdel badania zaowocowały przygotowaniem 4 artykułów w czasopiśmie „Polimery” znajdującego się na liście JCR oraz 2 w Wydawnictwie Uniwersytetu Rzeszowskiego.

- Sobczyk, M. (*Zajdel*); Stącel, M.; Oleksy, M.: „Właściwości materiałów poliamidowych wykorzystywanych do produkcji kół zębatach”; Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, 2019, 248 –261.
- Stącel, M.; Sobczyk, M. (*Zajdel*); Klimkowski, G.: (2019) „Wykonanie mieszanek z odpadów produkcyjnych o poprawionych właściwościach przetwórczych”; Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, 2019, 262 – 275.
- Sobczyk, M. (*Zajdel*); Oleksy, M.; Budzik, G.; Oliwa, R. Stącel, M.; Majcherczyk, H.: (2020). Polymers in gearbox production. *Polimery*, 65(11-12), 749-756. <https://doi.org/10.14314/polimery.2020.11.1>
- Markowska, O.; Markowski, T.; Sobczyk, M. (*Zajdel*): (2020). Analysis of the mechanical properties of polymer composites for the production of machine parts used as substitutes for elements obtained from metals. *Polimery*, 65(4), 311-314. <https://doi.org/10.14314/polimery.2020.4.8>
- Markowska, O.; Bulanda, K.; Zajdel, M.: (2021). Quality improvement of gear wheels obtained from polymer materials by shaving process: Rapid communication. *Polimery*, 66(5), 305-308. <https://doi.org/10.14314/polimery.2021.5.4>
- Zajdel, M.; Pisula, J.; Sobolewski, B.; Sanocki, T.; Majcherczyk, H.; Budzik, G.; Oleksy, M.: (2022). Geometrical accuracy of injection-molded composite gears. *Polimery*, 67(7-8), 324-336. <https://doi.org/10.14314/polimery.2022.7.5>

Ponadto zaprezentowała swoje prace (2 x ustnie i 1 x na sesji plakatowej) na 3 Konferencjach:

- I Międzynarodowa Konferencja Naukowa "Napędy pojazdów modelowanie komputerowych konstrukcji układów technologicznych"; tytuł wystąpienia: „Właściwości materiałów poliamidowych wykorzystywanych do produkcji kół zębatach; Sanok – Muczne, Lwów 23 – 25 września 2019.
- Konferencja „Metody przyrostowe w Industry 4.0” tytuł wystąpienia: „Wyroby kompozytowe produkowane metodą wtrysku”; Rzeszów, Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, 15 listopada 2019.
- Konferencja Naukowa Szybkie Prototypowanie INDUSTRY 4.0 – Innowacyjne aplikacje dla przemysłu, Rzeszów, 23-24.09.2021; prezentacja plakatowa: „Kompozytowe polimerowe koła zębata otrzymane metodą szybkiego prototypowania i wtrysku”.

Dorobek publikacyjny Pani Magdaleny Zajdel, należy ocenić za wystarczający i spełniający wymagania określone w Ustawie.

### **Informacje o ocenianej rozprawie doktorskiej**

Tytuł rozprawy mgr inż. Magdaleny Zajdel *„Hybrydowe kompozyty polimerowe stosowane na elementy maszyn w branży automotive”*

Promotorem rozprawy jest **prof. dr hab. inż. Mariusz Oleksy** a promotorem pomocniczym **dr inż. Bartłomiej Sobolewski**.

### **Ocena układu rozprawy doktorskiej**

Praca o objętości 232 stron zawiera, spis treści, cel i zakres pracy, wykaz symboli, wprowadzenie, wstęp teoretyczny i trzy główne rozdziały: metodykę badawczą, analizę i omówienie wyników badań oraz podsumowanie i wnioski. Kolejne części pracy to: bibliografia oraz streszczenia w języku polskim i angielskim.

Moim zdaniem należałoby nieco zmienić układ pracy. Po spisie treści umieściłbym wykaz skrótów stosowanych w pracy, następnie wprowadzenie i wstęp teoretyczny a dopiero po nim „Cel i zakres pracy”. Dalsza kolejność rozdziałów jest poprawna.

Doktorantka zaraz za spisem treści umieściła „Cel i zakres pracy”, gdzie w jednym akapicie przedstawiła „Cel pracy” – opracowanie i zbadanie kompozytów na osnowie termoplastycznych tworzyw konstrukcyjnych przeznaczonych do otrzymywania kół zębatach formowanych wtryskowo, wykorzystywanych w przemyśle samochodowym. Podkreśliła tu

również fakt, że w pracy istotne były badania doświadczalne mające na celu zwiększenie sprawności zaprojektowanej przez Kandydatkę przekładni zębatej oraz obniżenie zużycia kół zębatych wytwarzanych z tworzywa sztucznego o zmodyfikowanym składzie materiałowym. Ta część rozprawy, oprócz faktu, że znaleźć by się mogła po przedstawieniu aktualnego stanu wiedzy, powinna być zdecydowanie bardziej rozbudowana. Powinna wskazywać cele naukowe i praktyczne, przedstawiać sformułowane tezy pracy. Zakres pracy jest przedstawiony obszernie ale jednak w dużej mierze przypomina *streszczenie pracy* zamieszczone na końcu rozprawy.

*Wprowadzenie i wstęp teoretyczny* dobrze przybliżają czytelnikom zagadnienia związane z tematyką doktoratu. Opisano w nich analizę aktualnego stanu wiedzy z zakresu właściwości i stosowania materiałów polimerowych na części maszyn.

W rozdziale opisującym zastosowane *metody badawcze*, Doktorantka przedstawiła program, metodykę i techniki badań, opis zastosowanych materiałów, aparatury i stanowisk badawczych oraz maszyn przetwórczych i zaprojektowanej formy wtryskowej. Ten rozdział jest dobrze i bardzo szczegółowo przygotowany. Obejmuje omówienie 12 różnych badań i innych działań Kandydatki związanych z realizacją doktoratu. Jedynym zarzutem do tego rozdziału to brak specyfikacji materiałowych stosowanych materiałów polimerowych oraz napędziaczy i modyfikatorów. Powinny się one znaleźć chociażby w załącznikach do pracy.

W kolejnym rozdziale „*Analiza i omówienie wyników badań*” Doktorantka przedstawiła wykonane badania udarności, cech wytrzymałościowych w statycznej próbie rozciągania, twardości, analizy mikrostruktury, analizy wypełniania gniazd formujących, analizy modelu modułowej formy wtryskowej do wytwarzania kół zębatych, analizy procesu wtryskiwania kół zębatych z wykorzystaniem zaprojektowanej formy oraz analizy geometrii wkładek formujących i wyprasek. W rozdziale tym opisano również analizę badań trwałościowych przekładni zębatej z materiałów polimerowych, jak i określenie warunków brzegowych dla przekładni zębatej wykonanych z niemodyfikowanych i modyfikowanych materiałów polimerowych. Pani mgr inż. Magdalena Zajdel opisała w nim również wpływ wstępnego docierania korygującego na trwałość przekładni zębatej a także przedstawiła testy trwałościowe przekładni z zastosowaniem hybrydowych kompozycji polimerowych. Ten rozdział jest też starannie przygotowany, analiza wyników jest dogłębna i poparta dobrze dobranymi odnośnikami literaturowymi.

Po części doświadczalnej Autorka przedstawiła w rozdziale „*Podsumowanie i wnioski końcowe*” najważniejsze wyniki swoich badań oraz sformułowała wnioski końcowe dobrze

odzwierciedlające uzyskane rezultaty. W tym rozdziale zabrakło mi tylko wytyczenia dalszych kierunków badań.

Praca napisana jest poprawnym językiem, zredagowana jest bardzo starannie i zawiera nieliczne błędy redakcyjne i stylistyczne.

### **Ocena zastosowanego piśmiennictwa**

Autorka rozprawy w bibliografii zawarła 200 pozycji dotyczących materiałów stosowanych w budowie maszyn, technologii wtryskiwania oraz badań właściwości materiałów. Zdecydowana większość pozycji literatury to odnośniki w języku angielskim a 78 z nich pochodzi z ostatnich 5 lat. Zacytowane przez Doktorantkę pozycje literatury zostały dobrane we właściwy sposób zarówno w części teoretycznej, jak i analizie wyników badań.

### **Ocena celu rozprawy**

Głównym celem rozprawy było opracowanie i zbadanie kompozytów na osnowie termoplastycznych tworzyw konstrukcyjnych, przeznaczonych na koła zębate dla przemysłu motoryzacyjnego. Badania doświadczalne dotyczyły zwiększenia sprawności zaprojektowanej przez Doktorantkę przekładni oraz obniżenia zużycia kół zębatach wytwarzanych z tworzyw sztucznych o zmodyfikowanym składzie.

Przedstawione w pracy wyniki badań właściwości hybrydowych materiałów kompozytowych i technologii wtryskiwania polimerowych kół zębatach oraz opracowany model pary kół zębatach o zębatach prostych i konstrukcja badanej przekładni, mogą być uznane za ważne z praktycznego punktu widzenia, gdyż mogą być podstawą do przyspieszenia procesu projektowania innowacyjnych kompozycji polimerowych do wytwarzania kół zębatach.

Równie istotne jest opracowanie i scharakteryzowanie właściwości mechanicznych i trwałościowych wytypowanej przekładni zębatach, wykonanej z kompozytu PA4.6/CNT/SM, gdyż pozwoliło na uzupełnienie wiedzy dotyczącej przyczyn zapobiegania awarii polimerowych układów napędowych. Oceniana rozprawa poświęcona jest więc innowacyjnej, ważnej i ciekawej tematyce badawczej. Cel pracy uważam za właściwie sformułowany i uwzględniający aktualne trendy badawcze.

## **Ocena zastosowanych metod badawczych**

Do zrealizowania postawionego celu pracy Autorka zastosowała liczne badania: udarności, cech wytrzymałościowych w statycznej próbie rozciągania, twardości, analizy mikrostruktury, analizy wypełniania gniazd formujących, analizy modelu modułowej formy wtryskowej do wytwarzania kół zębatach, analizy procesu wtryskiwania kół zębatach z wykorzystaniem zaprojektowanej formy oraz analizy geometrii wkładek formujących i wyprasek. Przeprowadziła również analizę badań trwałościowych przekładni zębatach z materiałów polimerowych, jak i określiła warunki brzegowe dla przekładni zębatach wykonanych z niemodyfikowanych i modyfikowanych materiałów polimerowych. Przeanalizowała również wpływ wstępnego docierania korygującego na trwałość przekładni zębatach a także wykonała testy trwałościowe przekładni z zastosowaniem hybrydowych kompozycji polimerowych. Powyższe metody badawcze zostały dobrane właściwie a ich metodyka poprawnie opisana. Wyniki przeprowadzonych analiz zostały również w dogłębny sposób zinterpretowane. W zakresie przeprowadzonych badań brakuje mi jedynie ważnych z punktu widzenia technologii wtryskiwania badań wskaźnika szybkości płynięcia badanych materiałów.

## **Ocena merytoryczna pracy**

Oceniając merytoryczną stronę rozprawy należy stwierdzić, że jej tytuł „*Hybrydowe kompozyty polimerowe stosowane na elementy w branży automotive*” dość dobrze oddaje istotę zagadnień, którymi w pracy zajmowała się Doktorantka.

Celem pracy było opracowanie i zbadanie kompozytów na osnowie termoplastycznych tworzyw konstrukcyjnych, przeznaczonych na koła zębata dla przemysłu motoryzacyjnego. Aby zrealizować ten cel Autorka rozprawy wykonała, wymieniony powyżej, bardzo obszerny zakres prac badawczych.

Doktorantka w wyniku realizacji badań opracowała materiały kompozytowe na osnowie poliamidu 4.6 z dodatkiem nanonapełniaczy węglowych oraz środka smarowego. Przystosowała geometrię kół zębatach pod kątem otrzymywania w technologii wtryskiwania. Zdefiniowała problemy technologiczne i proces optymalizacji parametrów wtryskowych w celu uzyskania wyrobu pozbawionego wad przetwórczych. Określiła klasy dokładności składowych geometrycznych zęba: zarysu, podziałki, bicia promieniowego, grubości i topografii.

Podkreślić należy, że doktorantka w ramach prowadzonych prac opracowała autorskie stanowisko badawcze, którego głównym celem było porównanie trwałości przekładni zębatach,



wykonanych z różnych materiałów polimerowych i kompozytowych. Przy pomocy technologii wytłaczania otrzymała również dwa nowe hybrydowe kompozyty polimerowe zawierające wielościennie nanorurki węglowe i środek smarny oparty na kwasach tłuszczowych, kwasie oktakozanowym i estrach etylenowych. Badania trwałościowe przekładni zębatej pozwoliły natomiast na wytypowanie kompozytu charakteryzującego się najmniejszym zużyciem i najniższym uzyskaniem przyrostem temperatury styku, okazał się nim kompozyt: PA4.6/CNT/SM.

Ponadto mgr inż. Magdalena Zajdel przedstawiła w rozdziale „*Podsumowanie i wnioski*” wiele szczegółowych wniosków będących rezultatami przeprowadzonych przez nią prac badawczych.

Podkreślić należy fakt, że praca zawiera bardzo obszerny materiał badawczy a uzyskane wyniki przedstawione przez Autorkę mogą stanowić szeroką bazę danych o właściwościach użytkowych wytworzonych kompozytów na bazie poliamidów oraz wykonanych z nich w procesie wtryskiwania kół zębatych. Otrzymane wyniki badań mają więc dużą wartość poznawczą i użytkową dla projektowania materiałów kompozytowych, jak i kompozytowych kół zębatych. Praca napisana jest na odpowiednim poziomie naukowym i świadczy o dobrym przygotowaniu doktorantki do prowadzenia samodzielnych badań naukowych

### **Ocena omówienia wyników badań**

Wyniki badań Doktorantka przedstawiła i omówiła we właściwy sposób. Analiza wyników jest obszerna i odpowiednio poparta wynikami badań przedstawionych w odnośnikach literaturowych pracy.

### **Ocena możliwości praktycznego zastosowania wyników badań**

W ramach rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdalena Zajdel poszerzyła w znaczący sposób wiedzę na temat hybrydowych kompozytów konstrukcyjnych możliwych do zastosowania na koła zębate dla przemysłu motoryzacyjnego. Uzyskane podczas realizacji pracy wyniki badań właściwości hybrydowych materiałów kompozytowych i technologii ich wtryskiwania mogą być cenną bazą danych do projektowania innowacyjnych kompozycji polimerowych do wytwarzania kół zębatych w technologii wtryskiwania a wyniki dotyczące przyczyn awarii polimerowych układów napędowych są niezwykle cenne z punktu widzenia ich eksploatacji. Wyniki te z pewnością ułatwią wykorzystanie tych materiałów w praktyce

przemysłowej. Opiniowana rozprawa doktorska ma również korzystny wpływ na popularyzację praktycznego zastosowania kompozytów polimerowych na bazie poliamidów na koła zębate.

### **Ocena oryginalności rozwiązania problemu naukowego**

Problem naukowy postawiony przez Doktorantkę w pracy - opracowanie i zbadanie kompozytów na osnowie termoplastycznych tworzyw konstrukcyjnych, przeznaczonych na koła zębate dla przemysłu motoryzacyjnego, o zwiększonej sprawności oraz obniżonym zużyciu wytwarzanych technologią wtryskiwania z tworzyw sztucznych o zmodyfikowanym składzie - wymagał oryginalnego podejścia do jego rozwiązania poprzez konieczność równoczesnego analizowania wpływu modyfikacji kompozytów na bazie poliamidów, jak i parametrów jego przetwórstwa oraz konstrukcji systemów przekładni kół zębatach.

W związku z faktem, że w literaturze światowej niewiele jest pozycji kompleksowo opisujących zagadnienia konstrukcji elementów motoryzacyjnych z użyciem materiałów polimerowych, ich kompozytów i nanokompozytów, podjęta w rozprawie problematykę należy uznać więc za aktualną i o istotnym znaczeniu.

Ponadto kompozyty hybrydowe na bazie poliamidów z udziałem różnych modyfikatorów, do przetwarzania technologiami wtryskiwania to na dzień dzisiejszy nadal innowacyjne materiały konstrukcyjne.

### **Uwagi krytyczne i redakcyjne**

#### *Uwagi krytyczne*

- Należałoby zmienić nieco układ rozdziałów pracy, co wskazałem w treści recenzji.
- Ze względu na rozbudowany zakres badań, przydałby się w pracy schemat blokowy programu badań.
- Pewnym niedociągnięciem jest brak w pracy specyfikacji stosowanych materiałów polimerowych i napelnaczy oraz modyfikatorów.
- Dla pogłębienia analizy wyników badań Autorka mogłaby przedstawić także badania wskaźnika szybkości płynięcia (MFI) analizowanych materiałów polimerowych i ich kompozytów, który jest bardzo istotny z punktu widzenia przebiegu procesu wtryskiwania.



### *Uwagi redakcyjne*

- Nie do końca akceptuję użycie w tytule rozprawy sformułowania „...w branży automotive”. Poprawniej byłoby: w *przemśle samochodowym lub w branży motoryzacyjnej*.
- Autorka często stosuje w pracy określenie „proces wtrysku”; „parametry wtrysku” poprawnie powinno być: *proces wtryskiwania i parametry wtryskiwania*. Strony 99, 138, 204.
- Autorka w opisie składu kompozytów używa oznaczenia % wag., powinno być: % mas.
- W pracy pojawiają się nieliczne błędy literowe i stylistyczne. Przykładowo:  
Str. 21 Jest: .....części automotive, powinno być: .....części samochodowych.  
Str. 98 Jest: ..... wtrysk kół zębatych, powinno być: .... wtryskiwanie kół zębatych.  
Str. 103 Jest: ..... wykonany z materiału plexigass (plexiglas), powinno być: wykonany z polimetakrylanu metylu (PMMA).  
Str. 138 Jest: ...fragment wlewka zwanego marchewką. Powinno być: .... Fragment wlewka zwanego potocznie „marchewką”.  
Str. 152 Jest: ... zdecydowano się na wtrysk różnych materiałów. Powinno być: ...zdecydowano się na wtryskiwanie różnych materiałów.  
Str. 208 Jest: .... Przemysł automotive. Powinno być: ... przemysł motoryzacyjny.  
Str. 209 Jest: ...własności mechaniczne. Powinno być: ...właściwości mechaniczne.

Wymienione powyżej drobne uwagi krytyczne i redakcyjne, nie zmieniają jednak faktu, że oceniana praca spełnia wszystkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim. Proces opracowywania składu kompozytów polimerowych oraz parametrów ich przetwórstwa a także konstrukcji układów polimerowych kół zębatych dotyczy bardzo wielu obszarów badawczych, stąd bardzo wysoko oceniam osiągnięcia niniejszej pracy doktorskiej, zrealizowanej na wysokim poziomie poznawczo-utilitytarnym w zakresie dyscypliny naukowej – Inżynieria Mechaniczna.

### **Pytania dotyczące rozprawy**

- Proszę o wyjaśnienie, jakie właściwości poliamidów zadecydowały o wyborze ich na matrycę opracowanych w ramach pracy materiałów kompozytowych na koła zębate dla motoryzacji.

- Czy może Pani wskazać jakiś inny materiał polimerowy możliwy również do zastosowania na odpowiedzialne koła zębate dla motoryzacji.
- Jakie widzi Pani możliwości ciągłej kontroli jakości wytwarzanych kół zębatach z opracowanych przez Panią hybrydowych kompozytów poliamidowych.
- Czy wykonała Pani jakąś analizę kosztów produkcji kół zębatach wykonanych z opracowanych kompozytów hybrydowych.
- Czy przeprowadzone przez Panią prace i uzyskane wyniki mogą być również przydatne w projektowania innych polimerowych przekładni zębatach?
- Jaką widzi Pani możliwość recyklingu kół zębatach wytwarzanych z opracowanych kompozytów hybrydowych na bazie poliamidów? Czy konieczne będzie wydzielenie oddzielnego strumienia materiałowego dla ich recyklingu czy też mogą być one poddawane recyklingowi w jednym strumieniu, razem z innymi wyrobami poliamidowymi?
- Które z uzyskanych przez Panią wyników badań uważa Pani za najistotniejsze z punktu widzenia naukowego i praktycznego? Proszę wskazać tylko po jednym osiągnięciu.

### **Ocena czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydatki w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej**

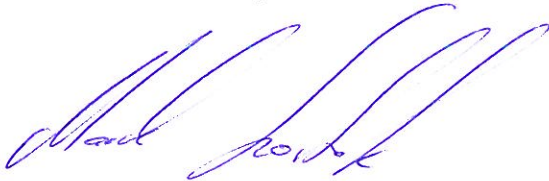
Rozprawa doktorska Magdaleny Zajdel jest interesującą pracą naukową dotyczącą hybrydowych materiałów kompozytowych stosowanych na elementy maszyn w branży samochodowej. Uzyskane w trakcie realizacji pracy i zamieszczone w rozprawie wyniki badań są ciekawym i oryginalnym osiągnięciem Doktorantki, które osiągnęła między innymi dzięki zastosowaniu zaawansowanych technik badawczych.

Uważam, że cel rozprawy został zrealizowany, a uzyskane wyniki stanowią zestaw cennych informacji o hybrydowych materiałach kompozytowych. Doktorantka wykazała się dużą wiedzą i doświadczeniem badawczym. Wyniki badań związanych z rozprawą doktorską Kandydatka przedstawiła w czterech recenzowanych publikacjach z listy JRC.

### **Podsumowanie oceny rozprawy doktorskiej**

Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej moje opinie cząstkowe stwierdzam, iż rozprawa doktorska mgr inż. Magdaleny Zajdel pt. ” *Hybrydowe kompozyty polimerowe stosowane na elementy maszyn w branży automotive*” jest wartościowa zwłaszcza z punktu

widzenia innowacyjności, ważności i aktualności poruszanego zagadnienia oraz w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązującą Ustawę, dlatego wnioskuję o dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Politechniki Rzeszowskiej.



Dr hab. inż. Marek Szostak, prof. PP