

PROTOKÓŁ

z posiedzenia Komisji powołanej przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej ds. przeprowadzenia przewodu doktorskiego mgr inż. Bartłomieja Burlagi, w dniu 13 grudnia 2024 roku, w sprawie przyjęcia publicznej obrony rozprawy doktorskiej pt. *Analiza właściwości mechanicznych struktur aukstetycznych przy obciążeniach dynamicznych*.

Skład Komisji:

Przewodniczący:	dr hab. inż. Hubert Jopek
Członkowie:	prof. dr hab. inż. Piotr Krawiec dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP dr hab. inż. Małgorzata Jankowska dr hab. inż. Witold Stankiewicz dr hab. inż. Maciej Tabaszewski
Promotor:	dr hab. Tomasz Stręk, prof. PP
Promotor pomocniczy:	dr inż. Paweł Fritzkowski
Recenzenci:	dr hab. inż. Tomasz Klekiel, prof. UZ – Uniwersytet Zielonogórski dr hab. inż. Tomasz Garbowski prof. UPP – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu dr hab. inż. Dariusz M. Perkowski, prof. PB – Politechnika Białostocka
Sekretarz:	mgr inż. Tomasz Krakowski

Publiczną część obrony mgr inż. Bartłomieja Burlagi otworzył Przewodniczący Komisji, dr hab. inż. Hubert Jopek witając wszystkich zebranych uczestników posiedzenia i przedstawiając członków Komisji, Promotora, Sekretarza oraz Recenzentów pracy.

Następnie Sekretarz Komisji odczytał życiorys mgr inż. Bartłomieja Burlagi, informując o przebiegu jego pracy zawodowej i naukowej.

W dalszej kolejności Przewodniczący Komisji udzielił głosu Doktorantowi, który przedstawił główne tezy rozprawy, cele badawcze, wyniki badań oraz wnioski końcowe w formie prezentacji.

Po wystąpieniu Doktoranta głos zabrał promotor dr hab. Tomasz Stręk, prof. PP. Odczytując opinię poinformował, że praca mgr inż. Bartłomieja Burlagi została zakończona i przez niego przyjęta. Zdaniem Promotora, praca doktorska spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim. Według jego opinii cele, jakie postawiono w pracy zostały osiągnięte. Promotor podkreślił, iż osiągnięte wyniki badań odnośnie do struktur aukstetycznych w zagadnieniach stacjonarnych, jak i dynamicznych są istotne i zostały przedstawione w publikacjach oraz na szeregu konferencji. Dodatkowo zaznaczył, iż wykonane symulacje pozwoliły na potwierdzenie tezy, że zastosowanie struktur aukstetycznych znacząco zmniejsza amplitudę wibracji oraz skraca ich czas trwania. Poinformował o strukturze rozprawy doktorskiej, a także podkreślił, iż osiągnięty poziom analizy teoretycznej oraz opisanych badań jest dobry. Swoje wystąpienie Promotor podsumował stwierdzeniem, że praca może zostać dopuszczona do publicznej obrony, a otrzymane wyniki stanowią oryginalny i istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Przewodniczący poprosił Recenzentów pracy o przedstawienie swoich opinii.

W pierwszej kolejności swoją opinię przedstawił dr hab. inż. Tomasz Garbowski, prof. UPP. Recenzja została złożona 3.10.2024 r. Praca została przekazana Panu recenzentowi z pismem Przewodniczącego Rady Dyscypliny dr. hab. inż. Olafa Ciszaka, prof. Politechniki Poznańskiej 01.07.2024 roku. Recenzent zwrócił uwagę na trafną identyfikację badań struktur auksetycznych jako aktualny problem z zakresu mechaniki materiałów, a także koncentrację na obciążeniach dynamicznych, co pozwoliło na identyfikację potencjalnych zastosowań, w których krytyczna jest absorpcja energii i tłumienie drgań. Podkreślił, iż autor precyzyjnie zaplanował badania i analizy, co świadczy o solidnym przygotowaniu do realizacji założonych badań naukowych. Zaznaczył krytyczną ocenę wybranych metod numerycznych w zakresie ich zalet i ograniczeń. Dr hab. inż. Tomasz Garbowski, prof. UPP ocenił, iż wyniki symulacji zostały dobrze udokumentowane i zilustrowane licznymi wykresami i schematami. Podkreślił słuszne spostrzeżenie odnośnie konieczności weryfikacji eksperymentalnej w celu pełnej walidacji uzyskanych wyników. W uwagach krytycznych podkreślił brak znaczących uchybień merytorycznych, jednak zabrakło dyskusji na temat alternatywnych konfiguracji modeli oraz rozszerzenia analiz poza ograniczone przypadki laboratoryjne. Dodatkowo zaznaczył występowanie nieścisłości w opisie materiału struktury auksetycznej występujące w rozprawie doktorskiej, podkreślił jednak iż zostały wyjaśnione dokładnie przez doktoranta w prezentacji. Podkreślił występowanie szeregu błędów redakcyjnych, nie wpływających znacząco na czytelność całej pracy. Dr hab. inż. Tomasz Garbowski, prof. UPP podsumował swoją wypowiedź stwierdzeniem, że przedłożona praca doktorska spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki. Według niego dysertacja stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje dużą wiedzę doktoranta w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna oraz wskazuje na umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych, a także dojrzałość intelektualną. Wypowiedź zakończył wnioskiem o dopuszczenie do publicznej obrony i przyjęcie pracy doktorskiej przez Radę Dyscypliny.

Kolejno Przewodniczący Komisji poprosił dr hab. inż. Dariusza Perkowskiego, prof. PB o przedstawienie swojej opinii o pracy doktorskiej mgr inż. Bartłomieja Burlagi. Praca została przekazana Panu recenzentowi z pismem Przewodniczącego Rady Dyscypliny dr. hab. inż. Olafa Ciszaka, prof. Politechniki Poznańskiej 01.07.2024 roku. Na wstępie podkreślił, iż praca koncentruje się na badaniu pierścieniowych struktur auksetycznych z wykorzystaniem komercyjnego oprogramowania Ansys Mechanical. Zaznaczył, iż jednym z ważniejszych osiągnięć pracy jest zrozumienie wpływu współczynnika Poissona na odpowiedź dynamiczną struktur auksetycznych. Podkreślił fakt, iż wyniki badań numerycznych wskazują na istotną rolę tego parametru i sugerują, że rdzenie o ujemnych wartościach współczynnika Poissona mogą powodować lepsze tłumienie drgań. Dodatkowo zaznaczył, iż wniosek ten ma istotne znaczenie i może mieć praktyczne zastosowanie w projektowaniu elementów o zadanych charakterystykach dynamicznych. Kolejnym istotnym aspektem pracy było opracowanie autorskiego algorytmu do generowania struktur, którego kod nie został bezpośrednio przedstawiony w pracy, ale został udostępniony przez doktoranta na prośbę recenzenta. Ponadto poruszył, iż zaproponowane podejście do modelowania i projektowania elementów tłumiących może być użyteczne w różnych aplikacjach inżynierskich co stanowi o użytkowej wartości pracy. W uwagach krytycznych zawarł, iż praca napisana jest zwięźle i przejrzysto, z licznymi wykresami i rysunkami, co przekłada się na dobrą ogólną ocenę pracy. Zaznaczył, iż postawiona teza badawcza została potwierdzona, a materiały auksetycznym mogą z powodzeniem być stosowane w rozwiązaniach inżynierskich. Przedstawił kwestie dyskusyjne odnośnie algorytmu generującego, możliwości wyznaczenia efektywnego współczynnika Poissona na etapie generacji geometrii przed obliczeniami

numerycznymi, a także sposób podania i doboru stałych materiałowych i warunków brzegowych. Odpowiedzi na przedstawione uwagi zostały przedstawione po wygłoszeniu wszystkich opinii recenzentów. Zaznaczył, iż mimo kilku uchybień redakcyjnych praca jest napisana poprawnie pod względem językowym. W podsumowaniu dr hab. inż. Dariusz Perkowski, prof. PB uznał, że praca doktorska spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki. W jego opinii doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego stawiania problemów naukowych i ich rozwiązywania. Ponadto wykazał wysoką sprawność w przedmiocie samodzielnego opracowania procedur w rozwiązywaniu problemów inżynierskich występujących w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, w związku z czym stawia wniosek o przyjęcie pracy doktorskiej przez Radę Dyscypliny.

Następnie Przewodniczący Komisji poprosił dr hab. inż. Tomasza Klekiela, prof. UZ. o przedstawienie swojej opinii o pracy doktorskiej mgr inż. Bartłomieja Burlagi. Praca została przekazana Panu recenzentowi z pismem Przewodniczącego Rady Dyscypliny dr hab. inż. Olafa Ciszaka, prof. Politechniki Poznańskiej 1.07.2024 roku. Podkreślił, iż w rozprawie podjęto ciekawy naukowo oraz badawczo problem zachowania się struktur auksetycznych przy obciążeniu dynamicznym. Dodatkowo istotny jest wybór brył osiowo-symetrycznych oraz starania w opisie własności badanych auksetyków dla typowych stanów obciążeń. Zaznaczył imponujące umiejętności doktoranta w zakresie modelowania numerycznego, a także spełnienie wszystkich sformułowanych celi pracy. Dodatkowo zaakcentował mnogość narzędzi i technik, które pozwoliły na automatyzację generowania kształtu badanych struktur, co doprowadziło do możliwości sformułowania wniosków o skuteczniejszym tłumieniu i wygaszaniu drgań przy zastosowaniu struktur auksetycznych. W uwagach krytycznych podkreślił brak określenia do jakich struktur i materiałów konwencjonalnych zostały porównane opracowane struktury, co skutkuje lakoniczną argumentacją udowodnionych też w części pracy. Dodatkowo podkreślił, iż warto byłoby częściej odnosić się do wartości względnych, co pozwalałoby na łatwiejszą analizę wyników przez czytelnika. Konieczne też jest uściślenie, które konfiguracje re-entrant wykazują lepsze właściwości tłumienia drgań w porównaniu do komórek w kształcie plastra miodu. Należałoby także większy nacisk położyć na zbadanie wpływu zróżnicowania topograficznego komórek struktury. Wykonanie testów potwierdzających uzyskanie cech auksetycznych struktury po procesie generowania, a także zachowania warunku takiej samej masy modelu konwencjonalnego i auksetycznego. Wskazał ogólne określenie obciążenia dynamicznego, co utrudnia analizę poprawności przyjętych zakresów częstotliwości. Zaznaczył, iż praca zawiera pewne błędy edytorskie, które nie rzutują na czytelność i przejrzystość. W podsumowaniu dr hab. inż. Tomasz Klekiel prof. UZ. uznał, że praca doktorska, pomimo przedstawionych uwag spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki. W jego opinii doktorant wykazał się biegłością w tematyce badawczej, a także w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Wypowiedź zakończył wnioskiem o przyjęcie pracy doktorskiej przez Radę Dyscypliny oraz o dopuszczenie do publicznej obrony.

Przewodniczący Komisji wskazał, iż możliwe jest w tej części obrony uzyskanie odpowiedzi na konkretne uwagi wskazane w odczytanych recenzjach. Dr hab. inż. Tomasz Garbowski prof. UPP. zaznaczył, iż jego uwagi zostały przedstawione w trakcie prezentacji, a także podkreślił biegłość doktoranta w prowadzeniu analiz numerycznych. Poprosił o udzielenie odpowiedzi na pytanie:

Wyjaśnić kryteria doboru elementów skończonych heksagonalnych (trójwymiarowych) nad elementami typu shell (dwuwymiarowymi), czy konieczne jest wyznaczenie naprężeń na

grubości elementu, czy nie wystarczyło całkowanie wyników z rozwiązania uzyskanego z modelu płaskiego?

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Użyte były elementy sześciennie 20 węzłowe drugiego rzędu, co pozwoliło na zmniejszenie liczby elementów na grubości żebra. Elementy typu shell nie zostały użyte, ze względu na chęć odwzorowania pełnej objętości modelowanej struktury. Co pozwoliło na sprawdzenie geometrii pod względem koncentracji naprężeń i lokalnego przekroczenia granicy plastyczności na grubości próbki dla założonego obciążenia. Wyniki symulacji potwierdziły poprawność założonych obciążeń

Dr hab. inż. Dariusz Perkowski poprosił o pokazanie badanej struktury auksetycznej, a także uściślenie sposobu wyznaczania efektywnego współczynnika Poissona, a także zadał pytanie:

- 1. Czy w opracowanych przez Pana strukturach efektywny współczynnik Poissona jest stały wzdłuż promienia?*

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Nie, współczynnik nie był wyznaczany, ze względu na wprowadzenie uproszczenia zaproponowanego przez Mastersa i Evansa (1996), w którym udowodniono, iż przy wykazywaniu własności auksetycznych przez jedną komórkę elementarną, możliwe jest wnioskowanie o wartości efektywnego współczynnika Poisson dla całego przekroju. Dr hab. inż. Dariusza Perkowskiego rozpoczął dyskusję o gradacji właściwości, który ma wpływ na tłumienie drgań, co jest kluczowe na projektowanie właściwości dynamicznych. Doktorant zaznaczył nowość wykorzystywanych struktur i ich wstępne modelowe sprawdzenie, co także rzutuje na literaturę tematu. Zaakcentował fakt, iż wyznaczanie właściwości w układach pierścieniowych jest trudniejsze niż dla próbek płaskich. Zadający pytanie zasugerował wykorzystanie układu cylindrycznego z właściwym zastosowaniem warunków periodyczności.

Dr hab. inż. Tomasz Klekiel prof. UZ. nie zgłosił pytań do doktoranta w tej części obrony i wyraził wolę zadania pytania w części otwartej.

Następnie Przewodniczący Komisji otworzył publiczną dyskusję nad przedstawioną rozprawą doktorską, zwracając się z prośbą o sformułowanie pytań w formie pisemnej. Zadano dziewięć pytań w formie pisemnej i jedno w formie ustnej:

1. Dr hab. inż. Hubert Jopek zadał dwa pytania w formie pisemnej:

1. *Czy Doktorant prowadził również badania właściwości dynamicznych struktur auksetycznych innych niż struktury typu re-entrant?*

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Nie zostały przeprowadzone badania dla innych struktur niż re-entranty. Powodem była możliwość implementacji zbliżonym algorytmem komórek heksagonalnych, które stanowią przypadek porównawczy, przy tej samej liczbie elementów składowych. Promotor zasugerował, iż wykonane przez Doktorant badania płyty auksetycznej w przepływie są przykładem badań struktur homogenicznych auksetycznych, w ramach wstępnych badań przygotowanych przed opracowaniem rozprawy doktorskiej

2. *Czy znany jest model komórkowego materiału auksetycznego, który wykazuje izotropowość efektywnego współczynnika Poissona?*

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Struktury chiralne wykazują współczynnik Poissona bliski -1. Zadający pytanie zasugerował uzupełnienie odpowiedzi o trójwymiarowe modele struktur wykazujących izotropowość efektywnego współczynnika Poissona. Doktorant przyznał, że nie jest mu znana nazwa przykładów takiej struktury, jednak stwierdził, że możliwym jest występowanie struktur z właściwościami zbliżonymi do idealnie izotropowych. Dr hab. inż. Hubert Jopek stwierdził, że nie jest to w takim razie prawdziwie izotropowa struktura i na tej podstawie kwestionował zasadność wykonania obliczeń z izotropowym efektywnym współczynnikiem Poissona dla wstępnych symulacji struktur pierścieniowych. Doktorant podjął polemikę powołując się na materiały naturalne, które w pewnym zakresie wykazują takie właściwości. Dr hab. inż. Hubert Jopek wyraził chęć poznania takich materiałów i na tym zakończył dyskusję.

2. Dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP zadała pytanie w formie pisemnej:

Z jakiego rodzaju tworzywa termoplastycznego i dlaczego właśnie z tego polimeru wykonał Pan próbki? Jakim kryterium kierował się Pan przy wyborze tworzywa?

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Próbki wykonano technikami przyrostowymi (FDM, ang. fused deposition modelling) z polietylenu modyfikowanego glikolem, w skrócie PET-G. Próbki są wyłącznie demonstratorem struktury, nie były użyte w badaniach eksperymentalnych. Jedyne kryterium była prezentacja i łatwość wykonania druku 3D. Zadająca pytanie poprawiła iż jest to Poli(tereftalan etylenu) modyfikowanego glikolem, który ma przeciętne właściwości udarnościami, a także poprosiła o komentarz odnośnie wykorzystania innego materiału na przykład ABS lub HIPS w kontekście symulacji. Doktorant udzielił odpowiedzi, iż zmieni to ilość zakumulowanej energii w próbce co bezpośrednio przełoży się na właściwości dynamiczne układu. Podkreślił jednak, iż nie planował badań eksperymentalnych z użyciem termoplastów, dlatego nie potrafi udzielić jednoznacznej

odpowiedzi. Wywiązała się dyskusja odnośnie do zasadności określania druku 3D mianem kompozytu. Doktorant przyznał rację o braku zasadności tego określenia w odniesieniu do wytwarzania przyrostowego. Dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP oczekiwała powiązania kryterium doboru materiału z modulem sprężystości. Doktorant jeszcze raz podkreślił wykonanie próbki wyłącznie do celów demonstracyjnych.

3. Dr hab. inż. Witold Stankiewicz zadał dwa pytania w formie pisemnej:

1. *Jakie kryterium przyjęto podczas wyznaczania bazy modów własnych? Granica częstotliwości? Liczba modów? Pytanie w kontekście dokładności modelu MSuP (ang. Modal Super Position).*

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Dobór częstotliwości bazował na zakresie częstotliwości słyszalnych przez człowieka od 1 Hz do 20 kHz, z rozszerzeniem górnej częstotliwości do 30 kHz, zgodnie z zaleceniem firmy Ansys produkującej oprogramowanie. Liczba modów oscylowała w zakresie 80-100, przy wymaganym minimum 50.

2. *Jaki algorytm numeryczny był wykorzystany do wyznaczenia rozwiązania problemu własnego? Iteracja podprzestrzenna, Arnoldi, czy Lanczos*

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Lanczos

4. Mgr. inż. Kuba Kryszczyński zadał pytanie w formie pisemnej:

Analizowane struktury to wyciągnięte struktury 2D co sugeruje o występowaniu anizotropii. Czy z tego powodu nie powinno się określać współczynnika Poissona w każdej z osi?

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Nie wyznaczałem współczynnika Poissona, badania wykonałem na strukturze przestrzennej w celu obserwowania odkształceń nie w płaszczyźnie modelu (ang. out of plane).

5. Dr hab. inż. Tomasz Klekiel prof. UZ. zadał trzy pytania w formie pisemnej:

1. *Jakie właściwości materiałów tj. plastyczność, kruchość, mogą wpływać na własności tłumiące?*

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Po prośbie doktoranta zadający pytanie uściślił, iż kryterium maksymalizowanym ma być tłumienie. Doktorant zasugerował, iż wykorzystanie materiałów o dużej sprężystości spowodowałoby dodatkowe tłumienie indukowane materiałem, co dalej poprawiłoby właściwości tłumiące struktury.

2. *Proszę skomentować kwestię złożonych stanów naprężeń i braku tych rozwiązań w pracy*

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Wykorzystano zasadę superpozycji, czyli złożenia stanów naprężeń składowych do złożonego stanu naprężeń, w którym analizowano aspekty wytrzymałościowe.

3. Proszę skomentować kwestię trwałości pierścienia z wypełnieniem strukturą auksetyczną.

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Nie była oceniana, obliczenia należy rozszerzyć o obliczenia zmęczeniowe w celu uzyskania odpowiedzi na temat liczby cykli, które struktura może przenieść. Nie została ta cecha zbadana w pracy i jest to plan na dalsze badania. Dr hab. inż. Tomasz Klekiel prof. UZ. zasugerował rozszerzenie odpowiedzi o koncentrację naprężeń wskazanych we wcześniejszej odpowiedzi, a nie zawartych w treści pracy. Doktorant udzielił odpowiedzi, iż wartości naprężeń są dużo niższe od krytycznych, co pozwala na wyciągnięcie wniosku o braku pęknięć spowodowanych przekroczeniem granicy plastyczności. Odpowiedź uzupełnił stwierdzeniem, iż w porównywanych wariantach w strukturze auksetycznej zaobserwowano większe naprężenia niż w strukturze plastra miodu.

6. Prof. dr hab. inż. Piotr Krawiec zadał jedno pytanie w formie ustnej:

Czy może Pan przedstawić kierunki przyszłych badań?

Mgr inż. Bartłomiej Burlaga udzielił odpowiedzi:

Przygotowanie eksperymentu fizycznego, w celu potwierdzenia parametrów określonych w trakcie symulacji numerycznej. Dodatkowo zbadanie przypadku innych stanów obciążeń, na przykład z utwierdzeniem wewnętrznego pierścienia struktury w zagadnieniach typu impact. Kolejnym aspektem jest zastosowanie struktur jako zintegrowane tłumiki drgań, a także kontynuacja wstępnych badań implementacji struktur auksetycznych w kołach zębatych w celu zmniejszenia wibracji i hałasu.

Odpowiedzi Doktoranta zadowolily w pełni Recenzentów i dyskutantów, wobec czego Przewodniczący Komisji zamknął jawną część posiedzenia.

Otwierając niejawną część posiedzenia Komisji, Przewodniczący dr hab. inż. Hubert Jopek poinformował, że po dyskusji odbędzie się głosowanie nad wystąpieniem do Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej na Wydziale Inżynierii Mechanicznej z wnioskiem o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. W dyskusji kolejno głos zabrali:

- Recenzent dr hab. inż. Dariusz Perkowski, prof. PB podkreślił ciekawość i perspektywiczność tematu rozprawy doktorskiej, złożył gratulacje promotorowi odnośnie wyboru tematu. Dodatkowo zwrócił uwagę na bardzo dobry poziom dyskusji, a także krytyczne podejście do formułowania wyczerpujących odpowiedzi na wszystkie zadane pytania.
- Recenzent dr hab. inż. Tomasz Klekiel, prof. UZ. także zwrócił uwagę na świetny wybór tematu pracy i jego możliwe stosowanie w konstrukcjach mechanicznych. Ponadto zauważył, iż Doktorat wykazał się dużą wiedzą i skromnością w dokumentowaniu swojej pracy, uwypukloną poprzez organicznie się do niewielkich wzmianek o autorskich narzędziach w rozprawie doktorskiej. Podkreślił, iż genialność pracy polega na wykorzystaniu prostych narzędzi do rozwiązania złożonych problemów, które są nowym zagadnieniem, słabo zarysowanym w literaturze przedmiotu.
- Recenzent dr hab. inż. Tomasz Garbowski prof. UPP zaakcentował dużą pewność i nośność Doktoranta w prowadzeniu prezentacji oraz w udzielaniu odpowiedzi na zadane pytania,

a także jak poprzednicy przyłączył się do gratulacji dla promotora za dobór ciekawej i trafnej tematyki rozprawy doktorskiej.

- Dr hab. inż. Małgorzata Jankowska stwierdziła istotność podjęcia zagadnienia osiowosymetrycznego, które rzadko jest poruszane przez naukowców pracujących w zbliżonej tematyce, a także potencjalne możliwości aplikacyjne. Podkreśliła odwagę, pewność i życzliwość Doktoranta, cechy te rzutują na duże szanse powodzenia w wykonaniu eksperymentu fizycznego i na dalszy rozwój naukowy.
- Dr hab. inż. Witold Stankiewicz stwierdził, że praca jest bardzo dobra, a wybór metod numerycznych został dobrze przeprowadzony. Dodatkowo zaznaczył modelowy i wizjonerski charakter pracy, a także w przypadku rozwoju materiałów możliwość potwierdzenia uzyskanych wyników. Złożył uwagę krytyczną odnośnie sposobu prowadzenia prezentacji i załączenia dużej liczby wykresów w prezentacji, które zostały pominięte w prezentacji.
- Dr hab. inż. Maciej Tabaszewski pokreślił, że praca jest kompletna i stanowi spójną całość. Zgodził się w temacie płynności prezentacji, jednak zaznaczył, iż dobrze byłby uzupełnić zakres prezentacji, o podsumowanie właściwości wynikowych w formie wielkości względnych. Podkreślił brak eksperymentu fizycznego, który stanowiłby dobre podsumowanie przeprowadzonych badań
- Dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska, prof. PP zaakcentowała znaczenie przeprowadzonych badań oraz istotność w obszarze kształtowania własności mechanicznych elementów. Zwróciła uwagę na konieczność uzupełnienia wiedzy Doktoranta w zakresie inżynierii materiałowej. Zaakcentowała możliwość skrócenia części wizualnej prezentacji, jednak dodała iż same przedstawienie było treściwe i pewne. Zgodziła się z przedmówcami odnośnie wysokiej pewności siebie i dociekliwości Doktoranta.
- prof. dr hab. inż. Piotr Krawiec podkreślił aplikacyjność pracy, a także zaapelował o wyrozumiałość odnośnie liczby przedstawionych wykresów, gdyż stanowi to dobry znak o ilości włożonej pracy w przygotowanie badań naukowych. Zaznaczył wysoką jakość prezentacji i pewność siebie Doktoranta.
- Promotor dr hab. Tomasz Stręk, prof. PP, rozpoczął od podziękowania recenzentom i członkom komisji za wykonaną pracę. Podkreślił szeroki zakres zainteresowań badawczych Doktoranta, wywodzącego się z inżynierii biomedycznej, nie zamykające się wyłącznie na temat struktur auksetycznych. Podkreślił iż eksperyment będzie realizowany, a także zaakcentował bardzo dobrą współpracę z Doktorantem na przestrzeni wielu lat.
- Przewodniczący komisji dr hab. inż. Hubert Jopek wyraził opinię, iż zgadza się przedstawionymi spostrzeżeniami. Dodał iż uzyskał odpowiedzi na zdane pytania i dobrze ocenia wiedzę Doktoranta, a także rzeczowość wyrażanych przez niego myśli. Podkreślił możliwość kontynuacji badań, co świadczy o dobrym doborze tematyki badawczej

Po wypowiedziach członków Komisji, Przewodniczący zarządził tajne głosowanie w sprawie wniosku do Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej na Wydziale Inżynierii Mechanicznej o nadanie mgr inż. Bartłomiejowi Burladze stopnia naukowego doktora. W wyniku głosowania na 10 oddanych głosów stwierdzono 10 głosów popierających ten wniosek (TAK).

Dr hab. inż. Hubert Jopek stwierdził, że głosowanie jest jednomyślne i tym samym, jako Przewodniczący Komisji przedstawi Radzie Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna wniosek o nadanie

mgr inż. Bartłomiejowi Burladze stopnia naukowego doktora w dziedzinie *nauk inżyniersko - technicznych* w dyscyplinie naukowej *inżynieria mechaniczna*.

Po zakończeniu obrad części niejawniej Komisja udała się do sali Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej, gdzie Przewodniczący przedstawił wynik głosowania oraz złożono gratulacje mgr inż. Bartłomiejowi Burladze. Następnie Kandydat podziękował Promotorowi, Recenzentom, członkom Komisji i wszystkim zebranym. Na tym posiedzenie zakończono.

Sekretarz Komisji



mgr inż. Tomasz Krakowski

Przewodniczący Komisji



dr hab. inż. Hubert Jopek