Warszawa, dn. 10.11.2021 r.

Prof. dr hab. inż. Mariusz Mamiński
Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Muszyńskiej
pt. „**Badania taśm obrzeżowych z funkcjonalną warstwą klejową stosowanych w innowacyjnych technologiach oklejania płytowych elementów meblowych**”
wykonanej na Wydziale Leśnym i Technologii Drewna
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
pod kierunkiem dr. hab. inż. Tomasza Krystofiaka i dr inż. Barbary Lis

1. Podstawa oceny

Opinia została sporządzona na podstawie uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Leśne Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, która powołała mnie na recenzenta wyżej wymienionej rozprawy oraz pisma Dziekana Wydziału Leśnego i Technologii Drewna znak WTD–4000–5/2017 z dn. 01 października 2021r.

2. Przedmiot oceny

Przedstawiona do recenzji rozprawa obejmuje 162 strony maszynopisu komputerowego, zawiera 36 tabel i 24 ryciny. Ma układ typowy dla prac naukowo-badawczych o charakterze eksperymentalnym. Składa się z 5 rozdziałów głównych oraz 4 rozdziałów uzupełniających obejmujących spis rycin i tabel, spis literatury oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. W pracy wykorzystano 65 artykułów naukowych, 26 artykułów popularno-naukowych, 22 pozycje książkowe i rozprawy naukowe, 19 norm przedmiotowych oraz 8 innych źródeł.

3. Ocena ogólna

Podjęty przez Doktorantkę temat ma znaczenie zarówno naukowe, jak i utylitarne. Wpisuje się w atrakcyjne poznawczo obszary badań naukowych ukierunkowanych na określenie funkcjonalnych cech elementów meblowych z wąskimi powierzchniami

oklejonymi taśmami obrzeżowymi. Przeprowadzone badania porównawcze dotyczą układów okleinowanych technikami tradycyjnymi tj. taśm obrzeżowych ABS przyklejanych klejami topliwymi oraz układów z wykorzystaniem nowoczesnych taśm z klejową warstwą funkcjonalną dedykowaną dla technik laserTec® i airTec®. Choć dostrzegalne są w literaturze przedmiotu oczywiste luki, które czynią to zagadnienie atrakcyjnym poznawczo i naukowo, co trafnie zauważa Autorka, to problem naukowy i element nowości naukowej pozostaje niedostatecznie wyeksponowany ujmując tym samym rozprawie naukowej głębi. Kluczowe tezy uzasadniające wybór tematu i problem do rozwiązania zostały sformułowane w sposób ogólnikowy i są głęboko ukryte w rozdziale 1.

Przyjęty plan doświadczalny, który, choć bardzo obszerny, skrupulatnie i rzetelnie zrealizowany, w ogólności nie wykracza poza utarte schematy rutynowych prac znormalizowanej oceny materiałów meblowych.

Uwagę również zwraca nadmiernie kwiecisty język pracy, odbiegający od konwencji przyjętej dla rozpraw naukowych w naukach przyrodniczych i technicznych. Niemniej fakt posługiwania się przez Doktorantkę takim stylem pisarskim nie może mieć wpływu na ocenę wartości merytorycznej rozprawy, a podjęcie przez Nią badań skupionych na szeroko zakrojonym opisie właściwości fizykochemicznych i mechanicznych taśm obrzeżowych z funkcjonalną warstwą klejową jest w pełni uzasadnione i może stanowić przedmiot rozprawy doktorskiej. Treść pracy w pełni odpowiada tematowi. Istotnym mankamentem rozprawy jest jednak brak literalnie wyartykułowanej hipotezy badawczej, która powinna stanowić nieodłączny element opracowania naukowego.

Zakres przeprowadzonych badań oraz podejście metodyczne obejmujące m.in. takie zagadnienia jak badania cech optycznych powierzchni taśm obrzeżowych, badania wytrzymałości mechanicznej i odporności chemicznej i termicznej umożliwiły Doktorantce określić w sposób obiektywny, bo ilościowy, cechy użytkowe badanych elementów meblowych zintegrowanych z taśmami obrzeżowymi. Szczególną uwagę zwracają jednak badania właściwości powierzchni i wielopłaszczyznowy opis zjawisk adhezyjnych samych taśm obrzeżowych oraz badania właściwości mechanicznych techniką nanoindentacji – również po sztucznym starzeniu. I właśnie ***te składowe*** rozprawy oceniam jako *novum* i wkład Doktorantki do dziedziny.

Na podkreślenie zasługuje podjęcie prób opisu przemian zachodzących w badanych materiałach na poziomie molekularnym i wykorzystanie technik analizy instrumentalnej takich jak FTIR, TGA i DSC. Wykorzystanie tych narzędzi badawczych dowodzi

interdyscyplinarności Doktorantki i wskazuje na Jej właściwie ukierunkowany rozwój naukowy oraz na duży wysiłek Doktorantki w przeprowadzenie szczegółowych badań mających na celu minimalizację spekulatywnego charakteru rozważań.

Na szczególne uznanie zasługuje drzemiąca w Doktorantce świadomość konieczności wykorzystania – dla pełnego opisu – wielu technik badawczych i podejmowanie trudnego zadania żmudnej i częstokroć niejednoznacznej interpretacji wyników. Bez wątpienia jest to godna podkreślenia cecha charakteru mgr inż. Moniki Muszyńskiej.

Przyjęta w pracy metodyka oparta jest – z wyjątkiem badań zwilżalności i nanoindentacji – wyłącznie o metody normatywne. Fakt ten z jednej strony gwarantuje komparatywność uzyskiwanych wyników w standaryzowanych procedurach badawczych, z drugiej jednak strony świadczy o zachowawczości Autorki. Tym bardziej, że badane materiały również są standardowe, skomercjalizowane i wytworzone w warunkach przemysłowych, przez co rozprawa nabiera cech raportu technicznego.

Uzyskane rezultaty zostały przedstawione i omówione w przejrzysty sposób, jakkolwiek niedosyt wywołuje brak pogłębionej dyskusji, a wielu miejscach uwidacznia się jej całkowity brak. Autorka w sposób poprawny interpretuje otrzymane dane eksperymentalne, na podstawie których formułuje szereg wypływających z nich wniosków.

Dobór aktualnych i adekwatnych pozycji bibliograficznych oraz sposób ich wykorzystania nie budzi zastrzeżeń i wskazuje na duży wysiłek i zaangażowanie Doktorantki w przygotowanie dysertacji.

Wobec powyższych stwierdzam, że wypracowane przez Doktorantkę rezultaty badań w sposób wprawdzie skromny, ale jednak poszerzają wiedzę z zakresu drzewnictwa i materiałów stosowanych w przemyśle meblarskim, wnosząc do niej nowe wartości poznawcze.

4. Ocena szczegółowa

Tekst poprzedzony jest wykazem użytych skrótów, akronimów i symboli, co bardzo ułatwia czytanie rozprawy.

W mojej ocenie układ poszczególnych rozdziałów jest poprawny, jednak uwagę zwraca ich numeracja, która nie powinna obejmować spisu literatury, a rozdział ten zwykle pozostawia się nienumerowany, podobnie jak końcowe streszczenia w języku polskim i angielskim.

Warte wyjaśnienia jest dlaczego w cytowanych pracach trójautorskich przywoływane są trzy nazwiska, podczas gdy normą w takim przypadku jest przywołanie pierwszego nazwiska

z dopiskiem „i in.” (np. strona 13). Duży problem stanowią barokowy styl i zdania wielokrotnie złożone, które mogłyby być znacząco skrócone, co ułatwiłoby czytanie rozprawy, jak również znacząco zmniejszyło jej objętość. W wielu miejscach można znaleźć wyrażenia nie do końca korespondujące z naukową konwencją rozprawy – np. „walory estetyczno-dekoracyjne”.

Rozdział 1. *Wstęp* (str. 9-29) Autorka rozpoczęła od nakreślenia uwarunkowań rynkowych branży meblarskiej, które obejmują strony 9-10, a w mojej ocenią są zbędne. Dopiero od strony 11. rozpoczyna omówienie postępu technicznego w przemyśle meblarskim obejmującego stosowane materiały i technologie. Należycie przedstawiła cechy użytkowe i technologiczne klejów topliwych i klejowych warstw funkcjonalnych oraz urządzeń produkcyjnych przeznaczonych do omawianych technologii laserTec® i airTec®. Przedyskutowała we właściwy sposób ww. technologie oraz problemy technologiczne związane z ich przemysłowym wykorzystaniem.

Należy ubolewać, że geneza podjętego tematu oraz tezy i problem naukowy do rozwiązania nie zostały wyartykułowane dostatecznie jasno i dobitnie, lecz wyrażone w sposób zawoalowany ‘między wierszami’ na stronie 28., co sprawia, że ich wychwycenie jest trudne i wymaga specjalistycznej wiedzy praktycznej i teoretycznej. Co więcej zostały zdominowane przez niepotrzebne automarketingowe omówienie kompetencji kadry i jednostki naukowej, w której prowadzone były badania.

Niemniej uważam, że jest to wystarczające uzasadnienie podjętego tematu i dostateczna podbudowa do części doświadczalnej.

Rozdział 2. *Cel i zakres pracy* (str. 30-31) zawiera przedstawione w sposób syntetyczny cel poznawczy i cel utylitarny oraz zakres zaplanowanych prac badawczych. Jako główny cel Autorka deklaruje „kompleksowe badania właściwości taśm obrzeżowych ABS”. Ponieważ przedmiotem pracy były elementy meblowe wytworzone w warunkach przemysłowych z komercyjnych materiałów i badane metodami standardowymi. W tym ujęciu trudno się doszukać elementu nowości i należy zadać pytanie czy jest to właściwe podejście do prac naukowych? Jednakże, prace związane z badaniami właściwości powierzchni klejów i taśm obrzeżowych oraz obserwacja zjawisk adhezyjnych w trakcie sztucznego starzenia elementów meblowych noszą znamiona nowości i są źródłem nowej wiedzy. Należy jednak zaznaczyć, że nie została w tym miejscu w sposób jednoznaczny sformułowana hipoteza badawcza do późniejszej weryfikacji eksperymentalnej.

Rozdział 4. *Część eksperymentalna* obejmuje 45 stron i zawiera charakterystykę stosowanych materiałów oraz metod badawczych. Autorka w tej części pracy szczegółowo

opisała pochodzenie klejów, taśm obrzeżowych, płyt meblowych, sposób pobierania próbek, wskazując jednocześnie, że wszystkie materiały były certyfikowane, spełniały wymagania norm i były dopuszczone do produkcji. Podano również sposób przygotowania próbek do badań. Opisy procedur oklejania, starzenia, czy metod badawczych są przedstawione właściwie i z dużą troską o istotne szczegóły z uwzględnieniem standaryzowanych narzędzi oceny, a duża liczebność próbek w poszczególnych badaniach pozostaje w zgodzie z regułami statystyki i czyni wyniki wiarygodnymi. Muszę jednak zauważyć, że treść niektórych podrozdziałów nie zawsze koresponduje z ich funkcją. Dla przykładu zawartość pierwszych czterech akapitów w podrozdz. 3.3.1.2. *Pomiary barwy* dotyczy preferencji nabywców i mechanizmów percepcji cech optycznych, co w mojej ocenie wykracza poza zakres metodyki badawczej. Podobnie pierwszy akapit w podrozdz. 3.3.1.3. *Oznaczanie stopnia połysku* nie dotyczy aspektów metodycznych.

Natomiast na uznanie zasługuje treść podrozdz. 3.3.2.1. dotyczącego charakterystyki adhezyjnej zestalonych klejów, w którym szczegółowo omówiono i opatrzono opisem matematycznym zjawiska zwilżania, swobodnej energii powierzchniowej, napięcia na granicy faz i pracy adhezji. Ta część badań została przeprowadzona wg metodyki nienormowej, co przydaje jej – tak ważnego w tego rodzaju opracowaniach – naukowego charakteru. Podrozdziały obejmujące metodykę badań mechanicznych zostały napisane właściwie. Pojawia się jednak pytanie dlaczego stosując prototypowy zestaw do badań odporności krawędzi na uderzenie (podrozdz. 3.3.3.2.) nie zilustrowano jego budowy?

W rozdziale 3.3.7.1. *Analizy spektroskopowe FTIR-ATR* pojawia się zagadkowe sformułowanie „przy szybkości skanowania 2 mm/s”? Należy to wyjaśnić.

Na uznanie zasługuje sięgniecie po nanoindentację – nowoczesną i zaawansowaną technikę badania właściwości mechanicznych (twardość i moduł Younga) funkcjonalnych warstw klejowych. Jest to kolejny cenny przykład odejścia od rutynowych metod normatywnych w stronę eksperymentu naukowego. W opisie metodycznym wskazane byłoby przywołanie formuł matematycznych na podstawie których przeprowadzono obliczenia.

Wartym podkreślenia jest fakt sięgnięcia przez Doktorantkę do metod statystycznych celem analizy zmienności cech w trakcie sztucznego starzenia badanych materiałów.

Mimo licznych uwag krytycznych przyjętą metodykę oceniam jako właściwą, choć bardzo zachowawczą i pozbawioną naukowej śmiałości, a poszerzenie badań o metody nienormowe lub wyjście poza zakres parametrów bezpiecznych dla materiału i podjęcie prób znalezienia granicy jego wytrzymałości czy odporności na czynniki niszczące znakomicie podniosłoby naukowy wymiar dysertacji.

Najobszerniejszą częścią rozprawy rozdział 4. *Wyniki badań i ich analiza (*str. 78-136), w którym Autorka szczegółowo przedstawia uzyskane wyniki poszczególnych części prac eksperymentalnych i podejmuje próbę ich dyskusji. Sposób przedstawienia wyników w postaci tabel, wykresów i widm jest przejrzysty i w ten aspekt nie budzi zastrzeżeń. Niemniej jako główny mankament redakcyjny należy wskazać zbyt ogólny podział treści. W mojej ocenie zasadne byłoby wyodrębnienie podrozdziałów wskazujących nie tylko cechy estetyczno-dekoracyjne (4.1.), charakterystyki adhezyjne (4.2.), wytrzymałość i odporność spoin (4.3.) i analizy instrumentalne (4.4.), ale wskazujących na poszczególne dyskutowane wielkości np. zmiany barwy, połysk, kąt zwilżania, swobodną energię powierzchniową, wytrzymałość na oddzieranie, termoodporność etc., co ułatwiłoby poruszanie po rozdziale.

Pomimo dużej ilości wyników własnych, Doktorantka nadzwyczaj skromnie konfrontuje uzyskane rezultaty z pracami dostępnymi w literaturze. Dyskusja wyników w wielu miejscach jest uboga, choć niewątpliwie Autorka podejmuje próby dyskusji, jednocześnie argumentując jej szczupłość stwierdzeniem, że (str. 28) „Ukazujące się dotąd drukiem, dość rozproszone informacje z zakresu podjętego do rozwiązania meritum badawczego, pojawiają się zazwyczaj w formie bardzo fragmentarycznej, wręcz sygnalnej, w wydawnictwach popularyzatorskich jako typowe ciekawostki w wersji *news*, z pominięciem jakichkolwiek aspektów o charakterze naukowo-poznawczym." Czy na pewno nie ma w literaturze danych o klejach topliwych na podstawie EVA czy mPO, zwilżalności i pracy adhezji na powierzchni tych polimerów, o wytrzymałości na oddzieranie taśm obrzeżowych do których można się odnieść? Uzupełnienie dyskusji większą liczbą odniesień do literatury byłoby z korzyścią dla rozprawy.

W podrozdziale 4.4. *Analizy instrumentalne zestalonych warstw klejowych i taśm obrzeżowych*, Autorka poddała analizie widma FTIR-ATR taśm obrzeżowych i na podstawie uzyskanych danych wnioskuje o zmianach chemicznych zachodzących w tych materiałach na skutek starzenia. Na str. 123 czytamy: „ustalono, że w początkowych etapach starzenia, nieznacznemu osłabieniu może ulegać matrycowa warstwa ABS, poprzez odsysanie atomów wodoru od węgla do nienasyconych wiązań, tworzących rodniki wodorotlenkowe, co prowadzi do powstania produktów zawierających ugrupowania karbonylowe i hydroksylowe", a na str. 124 „pasmo występujące przy liczbie falowej 2163 cm^{-1} częściowo zanikało wraz ze wzrostem liczby cykli starzeniowych" oraz „odnotowano niewielki zanik pasma zlokalizowanego przy liczbie falowej 2163 cm^{-1}". Niestety w pracy przedstawiono jedynie widma taśm przed starzeniem (ryc. 14-17), a więc postulowane zmiany pozostają w

sferze spekulacji, ewentualnie – jeśli oparte na źródłach literaturowych – źródła te powinny zostać przywołane.

Analizy termograwimetryczne, których rezultaty pokazano na ryc. 18-23 zostały wykonane prawidłowo i są źródłem wartościowych danych eksperymentalnych, które mogą być wykorzystane w projektowaniu nowych materiałów dedykowanych technologiom laserTec® i airTec®.

Dane twardości i modułów sprężystości klejów topliwych i taśm obrzeżowych uzyskane z pomiarów nanoindentacji w trakcie procesu starzenia stanowią pakiet interesujących z naukowego punktu widzenia informacji, jednak przeprowadzono wyłącznie ich analizę porównawczą, bez próby skorelowania właściwości mechanicznych z właściwościami termicznymi – a w szczególności z temperaturą zeszklenia. Nasuwa się w tym miejscu pytanie czy nie byłoby wskazane przeprowadzenie analizy termomechanicznej (TMA)?

W rozdziale 5. *Wnioski* mgr inż. Monika Muszyńska formułuje w punktach 15 wniosków końcowych. Uwagę zwraca budowanie wniosków opatrzonych podpunktami np. 3.1-3.4 co wydaje się nieuzasadnione.

Wnioski są oparte na uzyskanych wynikach prac eksperymentalnych i w tym sensie należy je uznać za poprawne. Jednak trudno jest doszukać się w nich wartości dodanej w rozumieniu naukowym tj. syntezy informacji skutkującej wyartykułowaniem nowej wiedzy, którą paradoksalnie można odnaleźć we wcześniejszych rozdziałach. Właściwie przeprowadzona redakcja tej części pracy istotnie poprawiłaby jej znaczenie i przejrzystość.

Dysertacja Pani mgr inż. Moniki Muszyńskiej pod względem edytorskim została przygotowana starannie. Doktorantka nie ustrzegła się jednak niezręczności językowych. Poniżej przytaczam niektóre z nich:

- ✓ str. 21: „temperatury plasujące się na poziomie 450°C”;
- ✓ str. 30: „walory estetyczno-dekoracyjne” zamiast „cechy optyczne”;
- ✓ str. 46: „zgodnie z anonsem ilościowym”;
- ✓ str. 50: tytuł podrozdziału 3.3.1.3. „Oznaczanie stopnia połysku” – czy nie powinien brzmieć „Oznaczanie połysku”?
- ✓ str. 52: „walorów adhezyjnych”. Nie jest to termin przyjęty w naukach technicznych.
- ✓ str. 101: „przesłanki na poziomie molekularnym”.

Mimo licznych uwag krytycznych wyrażam opinię, że założony cel tj. kompleksowy opis właściwości taśm obrzeżowych ABS i ich zmian na skutek starzenia został osiągnięty i jest to pierwsze tak szerokie opracowanie tego zagadnienia.

5. Podsumowanie oceny

Rozprawę doktorską Pani mgr inż. Moniki Muszyńskiej mimo zastrzeżeń do sposobu formułowania problemu naukowego i niedostatecznie wyeksponowanego elementu nowości naukowej, jak też nadmiernej zachowawczości w korzystaniu z metod badawczych, oceniam pozytywnie i stwierdzam, że wnosi nową wiedzę do dziedziny i dyscypliny naukowej.

Doktorantka wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych, korzystania z nowoczesnych narzędzi badawczych i dowiodła posiadania wiedzy teoretycznej i praktycznej w prezentowanej dyscyplinie naukowej.

W wyniku dokonanej oceny stwierdzam, że przedstawiona rozprawa odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim określonym w art. 13. Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 30 października 2015 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora i wnoszę o dopuszczenie Pani mgr inż. Moniki Muszyńskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.