

Dr hab. Magdalena Zborowska
Instytut Chemicznej Technologii Drewna
Wydział Technologii Drewna
UP w Poznaniu

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Edyty Małachowskiej

pod tytułem

Wpływ zawartości ligniny w masie celulozowej na trwałość papieru

wykonanej na Wydziale Technologii Drewna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie

pod kierunkiem dr hab. inż. Piotra Przybysza

I. Podstawa wykonania recenzji

Ocenę pracy wykonano na podstawie pisma prof. dr hab. Krzysztofa Krajewskiego, Dziekana Wydziału Technologii Drewna SGGW w Warszawie, z dnia 16.07.2018 (WTD.510.1.2018).

II. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pt.: **Wpływ zawartości ligniny w masie celulozowej na trwałość papieru**. Praca została wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Piotra Przybysza. Funkcję opiekuna pomocniczego sprawował dr inż. Piotr Boruszewski. Praca została podzielona na 8 ponumerowanych rozdziałów. Na 189 stronach zamieszczono 11 tabel, 114 rycin, ich spisy oraz wykaz cytowanej w pracy literatury liczącej 338 pozycji.

III. Ocena ogólna

Autorka podjęła się zadania rozwiązania problemu badawczego, który jak przedstawia w Tezie roboczej, dotychczas nie został opisany w literaturze, a zmierza do określenia wpływu zawartości ligniny w masie celulozowej na przebieg procesu starzenia papieru uformowanego w środowisku obojętnym. Jest to problematyka aktualna i zapewniająca naukowy charakter badań, które biorąc pod uwagę tempo procesu degradacji księgozbiorów bibliotecznych, zasobów archiwalnych czy obiektów muzealnych, wydają się pilne. Założony cel Autorka realizowała poprzez obserwacje zmian właściwości optycznych i mechanicznych papieru o różnej zawartości ligniny oraz efektów degradacji zawartej w nich celulozy pod wpływem wybranych czynników starzeniowych. W pierwszym etapie badań wytworzyła osiem mas włóknistych o różnej liczbie Kappa, w drugim scharakteryzowała wybrane właściwości chemiczne tych mas, w trzecim rozpoznała ich właściwości papierotwórcze, a w ostatnim przeprowadziła kluczowy, biorąc pod uwagę założony cel pracy, cykl badań nad degradacją papierów wytworzonych z masy włóknistej o różnej zawartości ligniny.

Struktura ocenianej pracy jest poprawna. Jej zawartość spełnia wymogi formalne i naukowe w zakresie przeglądu literaturowego, hipotezy badawczej, celu i zakresu pracy oraz metodyki badawczej. Interpretacja wyników badań jest wnikliwa, wielokrotnie wzbogaćona krytyczną dyskusją z rezultatami innych badaczy. Wnioski, zwieńczające pracę, odzwierciedlają uzyskane rezultaty badań własnych Autorki oraz odpowiadają na założony cel pracy.

IV. Ocena szczegółowa

Wprowadzenie (str. 11-12) W rozdziale tym Autorka zawarła informacje dotyczące historii rejestracji informacji oraz roli jaką odegrał w tej dziedzinie papier. Przedstawiła również aktualny kierunek działań konserwatorskich, mających na celu ochronę zasobów na podłożu

papierowym o wartości historycznej. Wskazała, że mało w literaturze miejsca poświęcono roli ligniny w procesie starzenia papieru i uznała ten wątek za wart głębszych rozważań.

Część literaturowa (str. 13-63): ten rozdział pracy podzielono na 7 podrozdziałów.

W pierwszym podrozdziale opisano rolę papieru jako nośnika pisma i druku. Zważywszy na tematykę rozdziału, warto zwrócić uwagę, że Autorka opracowała go w oparciu o 38 pozycji literaturowych, spośród których 11 to strony internetowe. Przedstawiono w nim zalety i wady gromadzenia danych na różnych nośnikach pisma (poczynając od tabliczki kamiennej i kończąc na CD). Przytoczyła liczne przykłady utraty danych zarejestrowanych na różnych nośnikach, jednoznacznie wskazujące, że Autorka jest przekonana, mimo świadomości pewnych niedociągnięć, o wyższości zapisu na podłożu papierowym nad zapisem na nośnikach elektronicznych.

Drugi podrozdział został poświęcony problemowi starzenia papieru, jego objawom i konsekwencjom. Jak w poprzednim podrozdziale przytacza liczne przykłady, tym razem potwierdzające różnorodność czynników powodujących degradację papieru. Ostatecznie stwierdza, że według części badaczy (cytowanie uniemożliwia odnalezienia materiału źródłowego) w rozważaniach dotyczących starzenia papieru, należy przede wszystkim wziąć po uwagę skład chemiczny papieru, czynniki środowiska i reakcje chemiczne będące ich konsekwencją. Dysertacja Autorki temu właśnie problemowi jest poświęcona.

W kolejnym podrozdziale, Autorka rozwija wspomniany wcześniej wątek roli składu chemicznego papieru na jego trwałość. Uwzględnia w nim nie tylko składniki biomasy (celulozę, hemiceluloz, ligninę oraz substancje ekstrakcyjne i mineralne), ale również dodatki masowe (koagulanty, wypełniacze, kleje, barwniki i pomocnicze środki chemiczne). Cenne jest to, że w przypadku opisu składników roślinnych Autorka sumiennie opisuje nie tylko budowę chemiczną poszczególnych składników, ale stara się wskazać na aspekt degradacji papieru w świetle danego składnika. Uwagę recenzenta zwracają tu drobne niedociągnięcia:

- we wzorze celulozy (str. 25),
- w opisie budowy hemiceluloz (kwas glukuronowy, nie glukourowowy str. 28).
- w części poświęconej hemicelulozom i wiązaniom w nich występującym Autorka powołuje się na pozycję poświęconą degradacji papieru (Area i Cheradame 2011); autorzy ci w swej publikacji powołują się na Fengla i Wegenera oraz Sjöstrom zatem to ich powinno się cytować w przypadku takich fundamentalnych informacji;
- w przypadku opisu ligniny, gdy Autorka pisze „... według wielu naukowców...” (str. 30) oczekuje się wymienienia choćby trzech.
- czy opisując przyczyny zmiany barwy ligniny (str. 31), poza reakcjami hydrolizy i utleniania, nie byłoby warto wspomnieć o kondensacji, która również jest przyczyną powstania grup chromoforowych, a w konsekwencji ciemnej barwy?
- piszą o ujemnym wpływie jonów niektórych metali na trwałość papieru (str. 32) warto byłoby podać (co wcześniej Autorka sumiennie robiła) jakie są skutki ich obecności.

W dalszej części tego podrozdziału Autorka opisuje składniki masowe papieru, za każdym razem wskazując na ich funkcję w papierze oraz negatywne skutki ich obecności w kontekście trwałości papieru. Jedynie w przypadku pomocniczych środków chemicznych podaje jedynie, że są niepożądane. Czy wiadomo dlaczego?

Informacje zawarte w tym podrozdziale obrazują ogromną złożoność procesu degradacji papieru, gdyż niemalże każdy z jego składników, może być przyczyną przemian powodujących obniżenie jego trwałości. Przytoczone przez Autorkę informacje oraz sposób ich prezentacji potwierdzają jej orientację w tym obszarze. Biorąc pod uwagę cel podjętych badań, jest to bardzo ważny rozdział pracy.

W podrozdziale Wpływ metod otrzymywania masy włóknistej na wytrzymałość włókna roślinnego, opisanych zostało 5 mas włóknistych, z uwzględnieniem technologii produkcji i, co ważniejsze biorąc pod uwagę temat pracy, trwałości otrzymywanych z nich papierów. Jedyne w przypadku wtórnych mas włóknistych Autorka nie odniosła się do trwałości ostatecznego produktu. Warto byłoby tę informację uzupełnić. Uwagę recenzentki zwraca brak w tej części pracy określenia, co rozumie Autorka pod pojęciem trwałości papieru czy też masy włóknistej. Jakie parametry bierze się pod uwagę chcąc określić trwałość masy. W opisywanym podrozdziale informacja o trwałości masy włóknistej lub papieru poprzedzana jest składem chemicznym (informacją o ilości ligniny). I tak: w masach mechanicznych wysokiej ilości ligniny towarzyszy wysoka trwałość, w masach celulozowych niskiej zawartości ligniny towarzyszy wysoka trwałość, w masach kombinowanych wysoka zawartość ligniny jest przyczyną gorszej trwałości papieru. Biorąc powyższe pod uwagę, hipoteza Autorki, że nieznanym jest ostateczny wpływ ligniny na trwałość papieru (starzenie się papieru) wydaje się słuszne a cel pracy uzasadniony. Analizując treści zawarte w tym podrozdziale nasuwa się pytanie czy jego tytuł nie powinien brzmieć „Wpływ metody otrzymywania masy włóknistej na wytrzymałość papieru”, a nie „...włókna roślinnego”?

Kolejny podrozdział to swego rodzaju kompendium wiedzy, w którym bardzo szczegółowo i kompetentnie opisano zróżnicowane aspekty związane z wpływem czynników zewnętrznych na trwałość papieru. Śledząc kolejno opisywane czynniki często pozyskujemy informacje dotyczące głównego nurtu badań Autorki – wpływu ligniny na trwałość papieru. W podrozdziale tym opisane zostały również czynniki wykorzystane przez Autorkę w eksperymencie, jako czynniki starzeniowe – wilgotność i temperatura. Podkreślona przez Autorkę ich rola w zmianie trwałości papieru tłumaczy wybór parametrów eksperymentu.

Za wartościowy uważam podrozdział poświęcony mechanizmowi starzenia papieru. Z uwagi na złożoność opisanego procesu Doktorantka ograniczyła się do jednego, ale głównego składnika papieru – celulozy. Uwaga Autorki skupiona została na dwóch reakcjach – hydrolizy i utleniania, które zgodnie z opisanymi warunkami tych reakcji, są oczekiwane w opisanym w pracy eksperymencie. Co więcej, mimo że Autorka skupia się na celulozie, nie pomija w opisywanych reakcjach obecności składnika będącego głównym obiektem zainteresowań - ligniny. Zainteresowanie recenzentki wzbudziły przytoczone słabe i słabsze punkty w łańcuchu celulozowym. Warto byłoby rozwinąć co kryje się pod tymi pojęciami.

Ostatni rozdział części teoretycznej Autorka poświęciła ocenie trwałości papieru. W pierwszej kolejności definiuje pojęcie „trwały papier”. Biorąc pod uwagę, że w części pracy poprzedzającej ten rozdział, Autorka wielokrotnie posługiwała się tym określeniem, zdaniem recenzentki definicja ta mogła pojawić się wcześniej. W dalszej części charakteryzuje wymogi norm związanych z oznaczaniem trwałości papieru, z których jednoznacznie wynika, że jednym z kryteriów jest liczba Kappa. Liczne wątpliwości sygnalizowane przez Autorkę w przeglądzie literatury, dotyczące wpływu udziału ligniny na trwałość papieru, w zestawieniu z wymogami norm, nie pozostawiają złudzeń co do konieczności odpowiedzenia na pytanie: Czy lignina faktycznie odgrywa istotną rolę w utracie trwałości papieru w efekcie jego starzenia?

W kolejnym rozdziale pracy tj. Tezie roboczej (str. 64) – Autorka takie właśnie pytanie stawia. W pełni zgadzam się z argumentacją Doktorantki uzasadniającą celowość wyboru problematyki podjętej w recenzowanej pracy i stwierdzam, że trafność wyboru przedmiotu podjętych badań nie budzi mojej wątpliwości.

Cel i zakres pracy (str. 65) - Celem pracy było zbadanie wpływu zawartości ligniny w masie celulozowej na przebieg procesu starzenia papieru uformowanego w środowisku obojętnym poprzez obserwacje zmian właściwości optycznych i mechanicznych papieru oraz efektów

degradacji w cząsteczce celulozy. Chcąc osiągnąć zamierzony cel, Autorka otrzymała osiem mas włóknistych o różnej zawartości ligniny, zbadała ich wybrane właściwości chemiczne, określiła właściwości papierotwórcze (smarność, *water retention value* i właściwości morfologiczne włókien) oraz właściwości otrzymanego z nich papieru (samozerwalność, opór przedarcia, przepuklenie) i ostatecznie przeprowadziła ocenę stopnia degradacji papierów o różnej zawartości ligniny po testach przyspieszonego starzenia, skupiając się na właściwościach optycznych i mechanicznych papieru oraz strukturze celulozy.

Metodyka badań eksperymentalnych (str. 66-94), zarówno w części dotyczącej badań właściwości mas celulozowych, papierniczych oraz procesu degradacji nie budzi większych zastrzeżeń i jest opracowana z uwzględnieniem najnowszych w tym zakresie osiągnięć. Rozdział ten jest odbiciem dobrego warsztatu badawczego, którym operowała Doktorantka. Rozdział ten składa się z sześciu podrozdziałów. W pierwszym Autorka charakteryzuje surowiec drzewny, z którego wytworzyła masy celulozowe. Podaje m.in. skład chemiczny, który powinien być wzbogacony statystyką i metodą oznaczenia hemiceluloz, ligniny, substancji ekstrakcyjnych i mineralnych. W dalszej kolejności podaje metodykę roztwarzania surowca drzewnego, tłumacząc kompetentnie wszelkie zawiłości tego procesu. Oznaczenie wybranych właściwości chemicznych mas celulozowych obejmowało wyznaczenie liczby Kappa, oznaczenie zawartości ligniny, substancji ekstrakcyjnych i mineralnych oraz oznaczenie średniego stopnia polimeryzacji i krystaliczności celulozy. Zgodnie z opisaną metodyką, ocenę zdolności papierotwórczych celulozowych mas włóknistych przeprowadzono na podstawie licznych parametrów, co zdaniem recenzentki, może nieco utrudniać wyodrębnienie najważniejszej informacji dotyczącej wpływu ligniny na przebieg procesu starzenia papieru. Nasuwa się jednocześnie pytanie czy wyniki tych badań (zdolności papierotwórczych) były niezbędne w osiągnięciu celu pracy? Następnie przedstawiono metodykę oceny właściwości papierów przed i po testach przyspieszonego starzenia. Obszerną część tego rozdziału poświęcono metodyce oceny stopnia degradacji papierów o różnej zawartości ligniny. Zgodnie z opisem, eksperyment obejmował dwa procesy przyspieszonego starzenia, zróżnicowane pod względem wilgotności względnej powietrza. Zmiany zaobserwowane w papierze, w wyniku procesów starzenia, badano poprzez pomiar pH i barwy papieru oraz stopnia polimeryzacji, zawartości grup karbonylowych (efektu utlenienia) i stopnia krystaliczności (rekrystalizacji) celulozy. Zastosowane przez Autorkę instrumentarium jest imponujące, a swoboda z jaką tłumaczy podstawy teoretyczne zastosowanych metod świadczą o Jej przygotowaniu do prowadzenia badań w tym obszarze. Czytając tę część pracy recenzentce nasuwają się pytania:

- w ilu powtórzeniach wykonywano pomiar barwy dla jednego wariantu próbki papieru? (wykonanie kilku powtórzeń dałoby możliwość przeprowadzenia analizy statystycznej;
- dlaczego wyniki oznaczenia współczynników utlenienia O_{DRIFT} i O_{UV} po procesie starzenia podano w metodyce?
- czy badania spektroskopowe wykonywano w jednym czy kilku powtórzeniach dla jednego wariantu próbki (uzyskane średnie pole powierzchni pasma dałyby możliwość obliczeń statystycznych)?
- w części opisującej metodę pomiaru stopnia krystaliczności Autorka twierdzi, że współczynnik Cl_h „znajduje szerokie zastosowanie w literaturze”, jeśli Autorka miała na myśli, że był często opisywany w celu wyjaśnienia pewnych zjawisk, to byłoby lepiej wymienić kilka pozycji udowadniających ten fakt.

Wyniki badań (str. 95-148) – rozdział ten składa się z 10 podrozdziałów. **Pierwszy, drugi i trzeci** to zbiór informacji na temat właściwości chemicznych i zdolności papierotwórczych mas celulozowych oraz właściwości wytworzonych z nich papierów. Dzięki nim, materiał badawczy wykorzystany w głównym eksperymencie pracy – w przyspieszonym starzeniu - jest dobrze rozpoznany. Opis wyników ten nie budzi zastrzeżeń, a zaprezentowane tendencje zmian badanych cech nie zaskakują. Recenzentowi nasuwają się jednak pytania:

- czy nie byłoby lepiej, gdyby wyniki zaprezentowane w tej części pracy zostały umieszczone w rozdziale poświęconym materiałowi? Wydaje się, że jest to swoista charakterystyka materiału, a wyniki te nie są bezpośrednio wykorzystane przez Autorkę w opisie zmian pod wpływem procesu starzenia. Jedynie właściwości papieru – samozerwalność, opór przedarcia i przepuklenie są badane również po procesie przyspieszonego starzenia i prezentacja tych wyników wydaje się konieczna w rozdziale Wyniki właśnie;
- w metodyce dotyczącej oznaczenia właściwości chemicznych mas celulozowych nie wspomniano o tym, że badane będą również udziały celulozy i hemiceluloz;
- w zakresie pracy podano, że badane będą masy celulozowe, w których zawartość ligniny wahać się będzie od 0,8 do 13,5%, w wynikach (tabela 6-2) nie przedstawiono składu tej, o najniższej zawartości ligniny oraz masy bielonej;
- spośród 13 deklarowanych w metodyce parametrów właściwości morfologicznych włókien wykorzystano 4. Autorka wyjaśnia dlaczego je opisuje (co cenne, wspiera się literaturą), jednak ciekawość zmusza recenzentkę do zadania pytania dlaczego zrezygnowano z pozostałych 9? Może lepszym rozwiązaniem byłoby pominięcie tych parametrów w metodyce?

Podrozdział czwarty otwiera część pracy, która poświęcona została zmianom papieru o różnej zawartości ligniny pod wpływem przyspieszonego starzenia. W badanych nad zmianą pH Autorka wykazała, że parametr ten obniża się podczas procesu starzenia papieru, jednak jest niezależny od zawartości ligniny. Ciekawe, z punktu widzenia znaczenia ligniny w zmianie barwy, są wyniki przedstawione w **podrozdziale piątym**. Autorka stwierdza, zgodnie z uzyskanymi rezultatami, że nie ma zależności między trwałością barwy a zawartością ligniny w papierze. Jest to o tyle zaskakujące, że lignina, zgodnie z literaturą, jest uznawana za główną przyczynę niestabilności barwy, przynajmniej drewna, jak się okazuje, nie papieru. Biorąc pod uwagę istotną różnicę (niestety nie wykonano statystycznego testu istotności różnic) zawartości ligniny w badanych próbkach papieru, można było spodziewać się większej niestabilności barwy, w wyniku starzenia, próbek o wyższej jej zawartości. Zwłaszcza, że dzięki wynikom zawartym w tabeli 6-3 wiemy, że papiery te cechowały się różnymi (niestety nie wiadomo czy statystycznie istotnie) parametrami barwy. Po zapoznaniu się z tą częścią pracy nasuwa się jedna sugestia natury technicznej: wydaje się, że tabela 6-3 mogłaby być zamieszczona w opisie materiału, zwłaszcza, że Autorka nie odnosi się do zawartych w niej wyników.

W kolejnym podrozdziale (szóstym) Autorka przedstawia wyniki badań wytrzymałościowych papieru. Badane właściwości (samozerwalności, przepuklenia czy oporu przedarcia) wykazują podobną tendencję zmian pod wpływem starzenia. Podkreślić warto, że Autorka tłumaczy zmianę ich wartości wspierając się właściwościami chemicznymi badanych papierów - obniżeniem stopnia polimeryzacji celulozy. Ponownie stwierdza, że lignina nie odgrywa istotnej roli w obniżeniu badanych parametrów.

Kolejne podrozdziały poświęcone zostały zmianom struktury celulozy. Na podkreślenie zasługuje fakt, że w tej części badań Autorka zastosowała nowoczesne metody instrumentalne, które mimo swych licznych zalet, mają też liczne ograniczenia w badaniach materiałów lignocelulozowych. Ze świadomością złożoności badanej materii, a co za tym idzie trudności w interpretacji wyników, Autorka podejmuje się tego wyzwania, starając się skorzystać w największym stopniu z oferowanych Jej przez zastosowane techniki informacji. **Pierwsza z zastosowanych przez Autorkę technik instrumentalnych to chromatografia wykluczenia molekularnego (SEC)**, którą zastosowała do śledzenia depolimeryzacji celulozy. Technika ta dała możliwość zaobserwowania, że stopień polimeryzacji celulozy w papierach o różnych wartościach liczby Kappa, starzonych w warunkach wilgotności względnej równej 0% obniża się znacznie wolniej niż starzonych w warunkach podwyższonej wilgotności względnej (59%). Co więcej ponownie stwierdzono, że obserwowany przebieg zmian depolimeryzacji łańcuchów

celulozy w papierze jest podobny, niezależnie od udziału ligniny. W prezentacji średnich mas cząsteczkowych (ryc.6-33 i 6-34) Autorka mogła pokusić się o statystykę. **Druga i trzecia spośród zastosowanych przez Autorkę technik instrumentalnych to spektroskopia w podczerwieni (FT-IR) oraz w świetle widzialnym i bliskim ultrafiolecie (UV/VIS)**, które posłużyły do obserwacji powstawania grup karbonylowych, poprzez badanie zmian wartości współczynników utlenienia - odpowiednio OI_{FTIR} i OI_{UV} . Problemy, z którymi boryka się Autorka podczas interpretacji widm, są potwierdzeniem trudności z dostosowaniem metod instrumentalnych do badań biomasy, będącej przykładem układu złożonego i wieloskładnikowego. Pozytywnie oceniam krytyczną dyskusję wyników, którą Autorka przeprowadziła w przypadku obu metod. Wydaje się ona tym cenniejsza, że otwiera nowy problem badawczy. Rozwiązaniem wartym rozważania jest wyodrębnienie z papieru celulozy i badanie tego odseparowanego od masy celulozowej składnika. Mimo spodziewanych zmian struktury podczas wyodrębniania (np. metodą Seiferta), ich skala będzie taka sama dla wszystkich próbek. Można też pokusić się o niedestrukcyjne metody wyodrębniania celulozy, np.: za pomocą cieczy jonowych. Wskazane byłoby doprecyzowanie lub wyjaśnienie przez Autorkę następujących aspektów tej części pracy:

- tytuły podrozdziałów – dlaczego nie „Wpływ...” jak było w przypadku innych metod tylko „Wyniki...”(str. 123 i 130)? Drobiazg, ale budzi ciekawość;
- zaproponowana przez Autorkę metoda Wilsona (str. 130) wymaga podania literatury, w tej wersji trudno się do niej odnieść;
- dlaczego trend zmian widm elektronowych otrzymanych metodą UV/VIS powinien być porównywalny z przebiegiem zmian barwy próbek w wyniku przyspieszonego starzenia (str. 134)?
- karboksyl (str. 134) – czy Autorka miała na myśli kwasy karboksylowe?

Ostatnia z zastosowanych technik to dyfraktometria rentgenowska (XRD), którą zastosowano w celu zbadania zmian stopnia krystaliczności celulozy w papierze pod wpływem procesu starzenia. I w tej części trzeba docenić próbę wyjaśnienia przez Autorkę ograniczeń metody w badaniu materiału lignocelulozowego. Wydaje się, że i w tym przypadku lepszym rozwiązaniem byłoby oddzielenie celulozy z próbek papieru i zbadanie jej struktury krystalicznej. Mimo, że Autorka na podstawie rezultatów uzyskanych techniką XRD, nie może jednoznacznie stwierdzić czy lignina odgrywa istotną rolę w procesie starzenia papieru, wydaje się że problem ten warto byłoby rozwinąć. Sugestie, które nasuwają się recenzentce ponownie dotyczy statystyki: warto byłoby zastosować statystykę do wyników zawartych na rycinie 6-58 i 6-59, odchylenie standardowe czy analiza istotności różnic rozwiąłyby wątpliwości ich interpretacji.

Dyskusja i wnioski (str. 149-155): Pracę Doktorantka kończy ciekawą dyskusją oraz pięcioma rzeczowymi wnioskami. Na podkreślenie zasługuje wykaz cytowanych źródeł, starannie dobrany i odzwierciedlający stan wiedzy Doktorantki w zakresie technologii papieru i metod instrumentalnych. Taki dobór literatury potwierdza erudycję Autorki i Jej szeroką wiedzę w obszarze badawczym, który zgłębiała w ramach pracy.

Podsumowanie oceny

Treści zawarte w ocenianej pracy są dowodem, że Autorka ma szeroką wiedzę, nie tylko z zakresu technologii papieru, ale również z zakresu metod analitycznych, w tym instrumentalnych. Pytania, które pojawiają się w konkluzji pracy, są interesujące, a dzięki kompetencjom i dociekliwości Autorki, z pewnością nie pozostaną bez odpowiedzi.

Mgr Edyta Małachowska dobrze wywiązała się z podjętego zadania. Zawarte w recenzji uwagi mają charakter dyskusyjny i nie wpływają na pozytywną ocenę pracy. Autorka wykazała się opanowaniem wiedzy teoretycznej z zakresu technologii papieru oraz metod

instrumentalnych. Uważam, że dysertacja jest opracowaniem o dużej wartości naukowej i użytecznej.

W konkluzji stwierdzam, że rozprawa mgr Edyty Małachowskiej spełnia wymagania stawiane w Ustawie o tytule naukowym i stopniach naukowych oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dn. 14.03. 2003 r. (Dz.U. z 2003. Nr 65, poz 595, z późn. zm.) oraz Rozporządzenia Ministra Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014 r. w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. poz. 1383) i stanowi podstawę merytoryczną do ubiegania się o stopień doktora nauk leśnych w dyscyplinie drzewnictwo. Stawiam więc wniosek o dopuszczenie mgr Edyty Małachowskiej do publicznej obrony Jej rozprawy doktorskiej.

W. Zborowska