Łódź, 21.10.2019

Recenzja pracy doktorskiej

mgr Joanny Siudy

„CHARAKTERYSTYKA ODDZIAŁYWAŃ CHEMICZNYCH TRIALKOKSYSILANÓW Z MATERIAŁEM LIGNOCELULOZOWYM NA PRZYKŁADZIE DREWNA DĘBU (Quercus spp.) W ZALEŻNOŚCI OD ZMIENNYCH WARUNKÓW PRZEBIEGU REAKCJI"

wykonanej na Wydziale Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu pod kierunkiem prof. dra. hab. inż. Bartłomieja Mazeli oraz dra. inż. Waldemara Perdocha.

1. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest praca wykonana przez panią mgr Joannę Siudę dotycząca mechanizmu i skuteczności hydrofobizacji drewna metodą silanizacji preparatami na bazie alkoksysilanów. Rozprawa doktorska została napisana pod kierunkiem prof. dra. hab. inż. Bartłomieja Mazeli oraz dra. inż. Waldemara Perdocha z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Praca obejmuje 5. głównych rozdziałów o łącznej objętości 81 stron, 19 tabel, 18 rysunków i wykresów oraz aneks zawierający 65 widm FTIR, NIR i NMR. Wykaz literatury zawiera 88 prac, w większości opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu.

2. Ocena merytoryczna

2.1. Ocena ogólna

Badania, które podjęła doktorantka, mają zarówno walor poznawczy jak i praktyczny. W części praktycznej praca dotyczyła zbadania skuteczności preparatów opartych na alkoksysilanach do konserwacji drewna archeologicznego w procesie silanizacji. W części poznawczej praca porusza problem mechanizmu silanizacji, w szczególności rodzaju i trwałości wiązań powstających pomiędzy produktami hydrolizy alkoksysilanów z biopolimerami będącymi głównymi składnikami drewna: celulozą i ligniną.
Jak wynika z badań literaturowych przeprowadzonych przez autorkę, cel pracy wpisuje się we współczesne trendy badań nad opracowywaniem skutecznych środków konserwujących drewno a także reakcjami zachodzącymi między krzemoorganicznymi składnikami tych preparatów a reaktywnymi grupami hydroksylowymi występującym w strukturze biopolimerów będących głównym budulcem drewna. Mimo już dość obszernej literatury na temat oddziaływań silanoli z celulozą i ligniną, wiele aspektów procesu silanizacji pozostaje niewyjaśniona, głównie ze względu na trudności związane z analizą struktury chemicznej ciał stałych układów biologiczno-syntetycznych i złożonego procesu hydrolitycznej kondesacji silanów.
W pierwszej części pracy doktorantka podjęła trud zbadania natury oddziaływań produktów hydrolizy alkoksysilanów oraz mechanizmu tworzenia przez nie wiązań z grupami OH występującymi w celulozie i ligninie za pomocą metod spektroskopowych: FTIR, NIR oraz CP MAS NMR jąder ^{13}C i ^{29}Si. Komplementarnie użyła też techniki AAS do ustalenia ilościowego składu pierwiastkowego badanych materiałów poddanych silanizacji. W mojej ocenie badania te przyniosły jedynie połowiczny sukces, pozostawiając kwestię mechanizmu reakcji silanizacji wciąż

otwartą. Dowody co do przebiegu reakcji alkoksysilanów z grupami OH badanych biopolimerów są dyskusyjne i raczej nie pozwalają na formułowanie tak jednoznacznych wniosków, jakie zaproponowała autorka w swojej dysertacji. Jej tezy zawarte we wnioskach 1 i 2 można jedynie traktować jako wstępną hipotezę wymagającą dalszych, bardziej szczegółowych badań w tym zakresie.
W drugiej części pracy autorka zbadała praktyczny aspekt konserwacji próbek drewna archeologicznego preparatem, którego głównym składnikiem był tri(metoksy)metylosilan. Wykonane przez nią badania higroskopijności, trwałości wymiarowej i zdjęcia SEM istotnie dowodzą, że preparat ten może skutecznie konkurować z dotychczas stosowanymi środkami opartymi na poli(tlenku etylenu) (PEG). Brakuje natomiast w pracy wyjaśnienia, dlaczego preparat PEG i preparat silanowy były aplikowane do drewna na bardzo różne sposoby i jak sam sposób aplikacji mógł wpłynąć na rezultaty zabiegów konserwacyjnych. Trudno też na podstawie tych badań wyciągać zbyt daleko idące wnioski dotyczące mechanizmu silanizacji w samym drewnie, zwłaszcza, że proces ten był prowadzony w znacząco innych warunkach niż wcześniej wykonane badania silanizacji wyodrębnionej celulozy, ligniny i rozdrobnionego drewna.
Niemniej, mimo zastrzeżeń dotyczących sposobu wnioskowania przez autorkę natury procesów chemicznych między alkosysilanami i biopolimerami, zebrane przez nią wyniki na pewno będą stanowiły ważny przyczynek do trwającej dyskusji na ten temat.
Na korzyść oceny pracy należy odnotować dużą staranność redakcyjną tekstu i klarowny układ treści. Praca jest natomiast w mojej ocenie dość uboga w ilustracje ułatwiające podążanie za myślą autorki, szczególnie przy omawianiu wniosków z badań spektroskopowych.

2.2. Ocena szczegółowa

Rozprawa ma typowy układ pracy eksperymentalnej i obejmuje 6. podstawowych części „Wstęp" (I), „Przegląd literatury" (II), „Cel i zakres pracy" (III), „Część Eksperymentalna" (IV), „Omówienie wyników" (V) i części końcowe „Podsumowanie i wnioski", „Spis literatury", „Streszczenie", „Summary" i aneks zawierający widma spektralne.

Wstęp (I):

Wstęp w dość prosty i klarowny sposób wprowadza w tematykę pracy i wyjaśnia motywacje naukowe i praktyczne podjętych prac sytuując je w kontekście badań prowadzonych współcześnie na świecie oraz jako element szerszego programu badawczego realizowanego na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu przez zespół prof. Mazeli. Jedyne zastrzeżenie do tej części to brak klarownie sformułowanej hipotezy badawczej, mimo, że autorka w ostatnim akapicie wstępu odnosi się do niej. Można się jedynie domyślać, że hipotezą tą jest występowanie kowalencyjnych wiązań chemicznych Si-O-C między kondensatami silanowymi i celulozą oraz ligniną jako warunkiem koniecznym skuteczności silanizacji.

Część literaturowa (II)

Część ta jest napisana klarownie, starannie i treściwe. Liczy ona raptem 10 stron, ale oparta jest na przeszło 70 aktualnych publikacjach naukowych bezpośrednio związanych z przedmiotem badań autorki. Omawia głównie znane wyniki badań nad mechanizmem silanizacji drewna i jego składników oraz mechanizmem hydrolitycznej kondensacji alkoksysilanów w środowisku kwaśnym i w obecności katalizatora – acetyloacetonianu glinu. Zakres tej części pracy jest w mojej ocenie adekwatny do tematu badań własnych autorki i dowodzi, że doktorantka dobrze zapoznała się z odpowiednią literaturą przedmiotu. Pewien niedosyt pozostawia tylko brak omówienia choćby podstawowej, współczesnej literatury na temat mechanizmu i analizy produktów reakcji hydrolizy alkoksysilanów samych z sobą, która w warunkach silanizacji stosowanych przez autorkę w pracy musiała z pewnością mieć miejsce. Część ta zawiera też stosunkowo mało schematów reakcji, co utrudnia śledzenie treści.

Drobne uwagi merytoryczne:
Rys 2 na str. 15 nie przedstawia wbrew opisowi mechanizm reakcji, tylko jeden ze stanów pośrednich całego łańcucha procesów tworzących ten mechanizm. Na mechanizm reakcji katalitycznej składa się zawsze pełen cykl działania katalizatora – od interakcji z substratami, przez oderwanie ze stanu przejściowego produktów, po odtworzenie struktury pierwotnej katalizatora.

Str 16. zawiera z gruntu błędny opis mechanizmu podstawienia nukleofilowego przy atomie krzemu: *„… a w jej miejsce przyłącza się cząsteczka wody, z dodatnim ładunkiem na atomie tlenu"*. Woda nie ma w tym procesie dodatniego ładunku na atomie tlenu. Z rysunku 3 wynika, że w momencie ataku wody, dodatni ładunek jest na atomie krzemu i atak nukleofilowy na ten krzem jest możliwy dzięki temu, że tlen w cząsteczce wody ma w momencie ataku cząstkowy ładunek ujemny. Dopiero po przyłączeniu się wody do krzemu na tlenie pojawia się ładunek „+", ale taki twór zwykło nazywać się kompleksem z jonem hydroniowym a nie wodą.

Str 16/17 – nomenklatura T jest błędnie przedstawiona. Ogólnie, „T" to w literaturze krzemoorganicznej po prostu mer typu $R\text{-}SiO_3\equiv$. Inaczej, „T" oznacza, że do krzemu są przyłączone 3 atomy tlenu oraz grupa R bezpośrednio przez atom węgla. T^0 to mer typu $RSi(OR')_3$ (do tlenu dalej nie są przyłączone grupy, które same zawierają krzem, lub R' to H), T^1 = $RSi(OR')_2(O\text{-}SiR'')$ (jedna grupa z trzech połączonych przez tlen sama zwiera krzem), T^2 = $RSi(OR')(O\text{-}SiR'])_2$ i T^3 = $RSi(O\text{-}SiR'')_3$. Oczywiście mer T^3 może występować jedynie w rozgałęzionym, co najmniej tetramerze, a T^2 w trimerze, ale w tego typu strukturach na końcach muszą też zawsze wystąpić mery T^1. Jedynie w układach cyklicznych i klatkowych nie ma merów T^1. (Agnes M. Padovani, 2002) Jest to istotne w kontekście dyskusji własnej widm spektralnych autorki zawartych w dalszej części pracy.

Cel i Zakres Pracy (III):
Cel pracy jest sformułowany krótko i treściwie, choć mało precyzyjnie. Brakuje w nim klarownego sformułowania hipotez badawczych, które autorka zdecydowała się poddać własnej weryfikacji eksperymentalnej, co w kontekście braku takiego sformułowania we wstępie, powoduje, że czytelnik pracy musi się ich sam domyślić.

Część eksperymentalna (IV):
Część ta, licząca 13 stron, zawiera wszystkie informacje umożliwiające powtórzenie opisywanych eksperymentów, stanowiących podstawę do dyskusji przedstawionej w części „Omówienie Wyników", a zatem całkowicie spełnia swoją rolę. Brakuje jedynie precyzyjnego opisu zastosowanych metod statystycznej obróbki widm spektralnych oraz sposobu wykonania widm NMR w ciele stałym. W szczególności brak danych o sposobie przygotowania i masie zastosowanych naważek do NMR, co ma spore znaczenie przy interpretacji wyników z tej metody.

Omówienie wyników (V):
Część ta liczy 29 stron i składa się z 4. głównych rozdziałów i kilkunastu podrozdziałów. Część tę rozpoczyna tekst omawiający wilgotność próbek wyjściowych i poddanych silanizacji oraz suszeniu. W następnych rozdziałach autorka przechodzi do analizy widm FTIR, NMR i wyników badań AAS kolejno celulozy, ligniny i zmielonego drewna, przed i po silanizacji. Rozdział ten kończy omówienie badań higroskopijności i stabilności wymiarowej próbek drewna archeologicznego poddanego działaniu preparatu na bazie tri(metoksy)metylosilanu. Taki układ tego rozdziału wydaje się logiczny i wynikający bezpośrednio z ostatecznego celu pracy, jakim było opracowanie skutecznego środka konserwującego dla drewna archeologicznego. Jak wynika z dyskusji zawartej w ostatniej części tego rozdziału cel ten został osiągnięty, bowiem próbki drewna

poddane silanizacji zdecydowanie zwiększyły swoją odporność na działanie wilgoci i związaną z tym stabilność wymiarową.

Pierwszy cel pracy, tj. zbadanie skuteczności procesu silanizacji celulozy, ligniny i rozdrobnionego drewna został w mojej opinii osiągnięty połowicznie, jeśli rozumieć go jako dogłębne zbadanie mechanizmu tego procesu i przy założeniu (niekoniecznie słusznym), że proces jest skuteczny dopiero gdy produkty hydrolizy alkoksysilanów połączą się dużą liczbą wiązań kowalencyjnych z biopolimerami przez reakcję z zawartymi w ich strukturze grupami hydroksylowymi. Zastosowane metody analizy struktury chemicznej przez autorkę pracy, tj: FTIR i CP MAS NMR jąder ^{29}Si i ^{13}C dają wprawdzie pewien wgląd w tę strukturę, ale nie dostarczają danych ilościowych umożliwiających stawianie jednoznacznych tez co do przebiegu i mechanizmu procesu silanizacji.

W interpretacji widm FTIR i ^{13}C NMR autorka prawidłowo przypisuje sygnały do struktur, ale wyciąga z nich nie zawsze prawidłowe wnioski. Przykładowo: jeśli w widmie ^{13}C NMR (rysunek IV) jest widoczny sygnał od grup **C**H_3Si (-3 ppm) a brak jest sygnału od grup Si-O**C**H_3 (18,6 ppm) i grup celuloza-O-**C**H_2-Si (58,5 ppm), to prowadzi to do wniosku, że w tej próbce tri(metoksy)metylosilan skondensował hydrolitycznie sam z sobą w prawie 100% i nie przyłączył się wiązaniami kowalencyjnymi do celulozy. Po wymywaniu (rys. VII) pozostają się, choć znacznie mniej intensywne sygnały od grup SiO**C**H_3 (-3 ppm) i pojawiają sygnały od grup celuloza-**C**H_2-O-Si (58,5 ppm), co prowadzi do wniosku, że sposób wykonania próbek do widm NMR prawdopodobnie eliminował z nich lotne związki krzemu, które jednak musiały oryginalnie być wciąż obecne, skoro po płukaniu próbki wodą dopiero pojawiają się sygnały wskazujące na wiązanie się tych związków z celulozą. Co więcej – ze względu na to, że grupy Si-CH_3 nie reagują w tym procesie w ogóle, a dają zwykle dość intensywny sygnał przy -3 ppm powinny one być zawsze obecne w widmie o ile tylko w próbce jest w ogóle jakaś struktura krzemoorganiczna pochodząca od wyjściowego tri(metoksy)metylosilanu. Można raczej podejrzewać, że widmo (VII) zostało wydrukowane przez technika tylko do 0 ppm i sygnał przy -3 ppm został odcięty. Tymczasem autorka napisała (str. 47): *„Dla próbek wymywanych, nie zidentyfikowano sygnałów na poziomie 18,60 ppm oraz - 3,10 ppm. Zanik tych sygnałów świadczył o odmyciu pozostałości niezwiązanego MTMOS, natomiast w dalszym ciągu obserwowano pik 58,52 ppm pochodzący od wiązania Si-O-CH_2 (wiązanie pomiędzy alkoksysilanem a celulozą).”*
Inny przykład dyskusyjnej interpretacji widma można znaleźć na str. 47, gdzie autorka wyciąga wniosek, że brak sygnałów od merów T^1 w widmie ^{29}Si dowodzi przyłączania się struktur krzemowych do celulozy, podczas gdy proponowany przez nią mechanizm przyłączania (rys 14. na stronie 50) zakłada ich istnienie do samego końca procesu. Brak sygnałów w ^{29}Si od merów T^1 a obecność T^2 i T^3 nie dowodzi, że struktury krzemoorganiczne przyłączyły się do celulozy, a jedynie, że układ zawiera liczne struktury cykliczne i/lub klatkowe, bowiem dopiero w takich mery T^1 nie występują wcale. Tego typu problemów interpretacyjnych w pracy jest więcej.

Niemniej, mimo tych problemów, autorka zebrała mocne dowody na rzecz tworzenia się w niektórych próbkach wiązań Si-O-CH_2-celuloza, czy Si-O-lignina (głównie dzięki widmom ^{13}C NMR), ale są też próbki, gdzie widać obecność kondensatów siloksanowych i brak dowodów na istnienie ich wiązań z celulozą.
W tej sytuacji, na samej podstawie widm spektralnych wykonywanych po zakończonym procesie silanizacji oraz płukania, trudno jest od razu proponować kompletny mechanizm reakcji, taki jak na str 50 (rys 14.) zakładający prostą drogę od alkoksysilanów przez di, tri i tetrametry siloksanowe do ich przyłączenia do biopolimerów w reakcji z ich wszystkimi grupami OH, bowiem proces ten może przebiegać wieloma alternatywnymi drogami – np. szybkiej autokondensacji silanoli do układów cyklicznych, bicyklicznych i klatkowych, z których tylko niewielki procent czasami przyłącza się wiązaniami kowalencyjnymi do celulozy i ligniny, a część pozostaje związana

wiązaniami wodorowymi albo wcale, zwłaszcza biorąc pod uwagę proporcje substratów (25 ml roztworu 50% alkoksysilanów na 1 g próbki biopolimeru, czy zmielonego drewna). Dokładniejsze badania mechanizmu reakcji wymagałoby porównania produktów procesu autokondensacji samych alkoksysilanów w podobnych warunkach bez obecności biopolimerów z produktami silanizacji i po drugie analizowania próbek w trakcie trwania procesu (np.: metodą flash-FTIR), aby zebrać dane kinetyczne przebiegu reakcji.

Bardzo śmiałą tezę odnośnie tego jak reaguje tri(metoksy)metylosilan po wniknięciu w strukturę drewna archeologicznego można znaleźć na str. 68, gdzie autorka opisuje szczegółowo hipotetyczny scenariusz zdarzeń nie mając na to w sumie zbyt wielu dowodów, bo przecież nie zbadano dokładnie co dzieje się z preparatem po wniknięciu do struktury drewna oprócz zdjęć SEM. Tymczasem, warunki stosowane przy silanizacji litych fragmentów drewna i próbek rozdrobnionych różniły się między sobą dość diametralnie. Stawianie hipotez dotyczących natury wiązań między silanolami i drewnem wymagałoby przynajmniej sproszkowania próbek po badaniach mechanicznych i wykonaniu badań FTIR/NMR, takich samych jak przy analizie reakcji z wyodrębnioną celulozą i ligniną.

Niemniej jednak zebrane przez autorkę wyniki są na pewno cennym wkładem w badania nad tego typu, trudnymi do analizy i skomplikowanymi układami reakcyjnymi, choć wyciągane przez nią wnioski należałoby formułować zdecydowanie ostrożniej.

Sekcje końcowe: Podsumowanie i wnioski (VI), Literatura (VII), Streszczenie (VIII)

Wnioski zawarte w podsumowaniu są ujęte w formie 8 punktów. W zwarty sposób zbierają one opinie i hipotezy stawiane wcześniej w dysertacji przez autorkę.

Wnioski w zakresie makroskopowych efektów silanizacji, takich jak jej trwałości przy wymywaniu próbek wodą, wyższej skuteczności preparatów zawierających acetyloacetonian glinu w stosunku do tych, w których rolę katalizatora pełnił kwas octowy, są w pełni uzasadnione danymi eksperymentalnymi i stanowią wartościową część pracy. Jednak ze względu na brak dokładnego sprawdzenia przebiegów procesów silanizacji w czasie, wnioski dotyczące mechanizmów tych procesów nie są dobrze udokumentowane zebranymi danymi i należałoby je formułować dużo ostrożniej, co nie znaczy że są całkowicie błędne.

Rozdział „literatura" jest poprawnie sformatowanym i starannie przygotowanym spisem pozycji wykorzystanych w pracy. Nie mam do jej formy i treści żadnych zastrzeżeń.

Streszczenie pracy formułuje wnioski z pracy znacznie ostrożniej niż sekcja „podsumowanie" i nie mam do tej części pracy żadnych zastrzeżeń.

3. Uwagi redakcyjne

Praca, pod względem językowym i układu treści jest opracowana bardzo starannie, jest napisana ładnym i klarownym językiem, bez kolokwializmów, nazbyt „uczonych" sformułowań a zastosowana terminologia jest w mojej opinii całkowicie poprawna, choć w paru miejscach użyta niezręcznie.
Np. str 56: *„reakcje silanizacji były trwałe"* – autorce chodziło chyba o trwałość wiązań powstających w reakcji. Inny przykład *„Wynik ten potwierdził pozytywny wpływ katalizatora na trwałość utworzonych*

T. m

wiązań" – katalizator może przyspieszyć reakcję tworzenia wiązań, ale po ich utworzeniu nie ma już wpływu na ich trwałość, a jeśli już to tylko negatywną, jeśli reakcja jest odwracalna.

Nieco gorzej jest z ilustracjami. W pracy jest stanowczo za mało ilustracji struktur chemicznych. Zebranie widm spektroskopowych w osobnym aneksie ułatwiło zapewne autorce formatowanie pracy, ale utrudnia nadążanie za myślą autorki w rozdziałach dotyczących ich analiz. Szczególnie utrudnia śledzenie wywodu fakt, że autorka w treści, gdzie analizuje poszczególne widma nie odnosi się do ich poszczególnych numerów z aneksu, tylko całych ich zbiorów, co pozostawia czytelnika w niepewności co do tego, do których konkretnie widm odnoszą się jej uwagi w poszczególnych przypadkach. Czasami – gdy odnosi się do numerów atomów węgla w strukturach biopolimerów, nie do końca wiadomo co ma na myśli. Przykładowo na str. 54 można przeczytać: „*…kolejno atomom węgla C4, C6, C5 w układach gwajacylowych. Piki przy 72,10 ppm oraz 68,99 ppm odpowiadały atomom węgla w położeniu α, β, γ.*" – z powodu braku rysunku tej struktury nie wiadomo, jak autorka ponumerowała atomy węgla w tych układach, ani też w stosunku do jakiego miejsca w cząsteczce odnoszą się numeracje α, β, γ – które tradycyjnie oznaczają pierwszy, drugi i trzeci atom w łańcuchu węglowym od jakiejś, wybranej grupy funkcyjnej.

Rysunek widm FTIR dla drewna (XLIII) jest zupełnie nieczytelny – nie widać skali, a różnice kolorów poszczególnych widm są tak małe, że też trudno rozróżnić, które widmo jest które… w efekcie trudno jest przeanalizować słuszność wywodu autorki.

4. Ocena końcowa

Stwierdzam, że założony ostateczny cel pracy jakim było opracowanie skutecznego środka konserwującego dla drewna archeologicznego został osiągnięty z powodzeniem, bowiem próbki drewna poddane silanizacji zdecydowanie zwiększyły swoją odporność na działanie wilgoci i związaną z tym stabilność wymiarową. Wykonane przez autorkę badania higroskopijności, trwałości wymiarowej i zdjęcia SEM istotnie dowodzą, że preparat ten może skutecznie konkurować z dotychczas stosowanymi środkami opartymi na poli(tlenku etylenu).

Zaletą pracy jest użycie całego zestawu technik analitycznych do badania struktury chemicznej produktów silanizacji celulozy, ligniny i drewna, co wymagało od autorki sporego nakładu pracy. Jednak pierwszy cel pracy, tj. zbadanie przebiegu procesu silanizacji został w mojej opinii osiągnięty tylko połowicznie. Autorka zebrała silne dowody spektralne na występowanie w części próbek wiązań celuloza-CH_2-O-Si i lignina-O-Si i poprawnie przeanalizowała zależność ich większej lub mniejszej obecności od składu preparatów zawierających alkoksysilany i katalizatory. Natomiast jej hipotezy dotyczące przebiegu i mechanizmu procesu silanizacji nie znajdują w mojej opinii poparcia w zebranych wynikach eksperymentów i należy podejrzewać, że jest on dużo bardziej złożony od zaproponowanego i wymaga dalszych badań.

Uwaga dotycząca nazbyt pochopnego wnioskowania w zakresie mechanizmów reakcji nie deprecjonuje jednak wartości całej pracy, a jedynie ma się przyczynić się do dalszej dyskusji i badań tego zagadnienia. Praca, z pewnością, w zakresie zebranych danych spektralnych, stanowi cenny przyczynek do badań nad reakcjami alkoksysilanów z biopolimerami, z których zbudowane jest drewno i produkty drewnopochodne i przyczyni się do lepszego ich zrozumienia. Cechy nowości naukowej posiada też samo podejście do badań: tj. zestawienie wyników silanizacji wyodrębnionej celulozy i ligniny z wynikami dla sproszkowanego i litego drewna, a także zastosowanie w preparatach dotąd nieużywanego w takich zastosowaniach katalizatora: acetyloacetonianu glinu, który okazał się bardzo skuteczny.

W ocenie recenzenta praca spełnia wszelkie wymogi stawiane pracom doktorskim określonym w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65. poz. 595 z późniejszymi zmianami).
Biorąc pod uwagę powyższe, wnoszę do Rady Wydziału Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie Pani mgr Joanny Siudy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z poważaniem,

Centrum Papiernictwa i Poligrafii
Politechniki Łódzkiej
90-924 Łódź, ul. Wólczańska 223

T. Ganicz

dr hab. Tomasz Ganicz