

Warszawa, dn. 21.08.2015 r.

Dr hab. inż. Piotr Borysiuk  
Wydział Technologii Drewna  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
w Warszawie

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Sylwii Oleńskiej  
p.t. „**Asymetryczne okleinowanie elementów meblarskich**”,  
wykonanej na Wydziale Technologii Drewna  
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
pod kierunkiem prof. dr hab. Piotra Beera

### 1. Podstawa oceny

Podstawą oceny jest uchwała Rady Wydziału Technologii Drewna SGGW w Warszawie z dnia 11 czerwca 2013 roku, która powołała mnie na recenzenta wymienionej wyżej rozprawy doktorskiej.

### 2. Przedmiot oceny

Poddana ocenie rozprawa doktorska ma układ zbliżony do klasycznego, obejmujący 8 rozdziałów głównych, streszczenia (polsko- i angielskojęzyczne) oraz wykaz literatury. Łącznie opracowanie liczy 109 stron i zawiera 76 rysunków oraz 18 tabel, a także powołania na 49 pozycji bibliograficznych, 8 norm i 1 adres internetowy.

### 3. Ocena ogólna

W ramach ocenianej rozprawy doktorskiej p.t.: „Asymetryczne okleinowanie elementów meblarskich”, Autorka poruszyła istotne zagadnienia o dużym znaczeniu praktycznym, dotyczące uszlachetniania powierzchni elementów meblowych z wykorzystaniem oklein naturalnych. Rozwój meblarstwa nierozzerwalnie wiąże się z rozwojem technologii wytwarzania nowych, ulepszonych materiałów płytowych jak również metod ich

uszlachetniania. Pokrywanie elementów cienkimi płatami drewna stanowi jedną z najstarszych, a zarazem najbardziej efektywnych metod wykańczania powierzchni mebli. Obniżanie kosztocłonności produkcji elementów meblowych wymaga jednak ograniczenia stosowania cennych gatunków drewna, co zrealizowane może zostać między innymi poprzez stosowanie technologii okleinowania asymetrycznego z wykorzystaniem na powierzchni niewidoczne mniej cennych oklein. Do tej pory zagadnienia te były rozwiązywane przez zakłady na ogół na drodze „prób i błędów” oraz doświadczenia pracowników w doborze odpowiednich konfiguracji fornirów. Autorka w swojej pracy zagadnienie okleinowania asymetrycznego (jedno i dwustronnego) rozpatrywała pod kątem właściwości fizyko-mechanicznych zastosowanych materiałów, a w szczególności wykorzystywanych klejów. Uzyskane wyniki badań empirycznych w postaci pomiaru odkształceń elementów, uwzględniające również czteroletni proces ich naturalnego starzenia, Autorka skonfrontowała z wynikami obliczeń numerycznych naprężeń zredukowanych w przekrojach badanych wariantów płyt wiórowych okleinowanych asymetrycznie jedno i dwustronnie. W tym zakresie na podkreślenie zasługuje aktualność i trafność podjętej tematyki badań. Przyjęta przez Doktorantkę metodyka pracy nie budzi zastrzeżeń, a wyniki przedstawione są w sposób jasny i zrozumiały. Powyższe upoważnia mnie do stwierdzenia, iż osiągnięte przez Doktorantkę rezultaty badań poszerzają wiedzę z zakresu uszlachetniania płyt drewnopochodnych z wykorzystaniem oklein naturalnych wnosząc do niej nowe wartości zarówno poznawcze jak i użytkowe.

#### **4. Ocena szczegółowa**

Rozdziały 1 i 2 rozprawy (Geneza pracy i Uszlachetnianie wyrobów meblarskich – 15 stron) stanowią szczegółowe uzasadnienie oraz wprowadzenie do podjętej tematyki badań. Przegląd literatury zatytułowany „Uszlachetnianie wyrobów meblarskich” Autorka podzieliła na dwa zasadnicze obszary tematyczne dotyczące historii uszlachetniania elementów meblarskich oraz współczesnych metod uszlachetniania elementów meblarskich wykonanych z płyt drewnopochodnych. W pierwszej części Autorka syntetycznie przedstawiła rozwój technologii wykańczania mebli ze szczególnym uwzględnieniem okleinowania, poczynając od czasów starożytnych do końca XX wieku. W odniesieniu do przedstawionych informacji trudno jednak zgodzić się z pewnymi stwierdzeniami zawartymi w tekście. Autorka podała między innymi, że „*W Polsce rozwój przemysłu meblarskiego datowany jest na rok 1939*” (strona 13, wiersz 8). Moim zdaniem rozwój polskiego przemysłu mógł nastąpić dopiero po zakończeniu II Wojny Światowej. Autorka stwierdziła również: „*Wprawdzie na zachodzie już*

na początku XX wieku Leo Baekland wynalazł fenol i formaldehyd, jednak wschód wciąż pozostał w epoce mebli łączonych klejami na bazie składników naturalnych ...” (strona 13, wiersz 17). Jest to pewna nieścisłość ponieważ fenol po raz pierwszy został wydzielony ze smoły węglowej w 1832 r. przez Friedliba Rungego, z kolei formaldehyd został odkryty przez Aleksandra Butlerowa w 1859 r. Leo Baekland w 1909 r. opracował natomiast technologię wytwarzania żywicy fenolowo-formaldehydowej. Trudno jest się zgodzić również, ze stwierdzeniem Autorki w odniesieniu do rozwoju urządzeń przemysłowych: „W kolejnych latach nastąpił znaczny postęp w dziedzinie mechanizacji przemysłu meblarskiego. Nakładarki walcowe i ręczne narzędzia do okleinowania zastąpiono prasami hydraulicznymi.” (strona 13, wiersz 30). Czy Doktorantka jest w stanie wyjaśnić w jaki sposób można zastąpić nakładarki walcowe prasami hydraulicznymi skoro urządzenia te spełniają całkowicie odmienne funkcje? W odniesieniu do kleju na bazie żywicy mocznikowo-formaldehydowej Autorka podaje, że: „... klej ten był odporny na wilgoć oraz na działanie wody o temperaturze do 50<sup>0</sup>C” (strona 14, wiersz 8). Trudno jest się zgodzić z takim stwierdzeniem, ponieważ pod wpływem działania wilgoci na utwardzoną żywicę UF (szczególnie w podwyższonej temperaturze) hydrolizie ulegają wiązania pomiędzy atomami węgla i azotu co prowadzi do spadku wytrzymałości spoin. Powszechnie żywica ta jest wykorzystywana do produkcji tworzyw drzewnych sucho-trwałych (nieodpornych na działanie wilgoci). Moim zdaniem niezbyt fortunne jest również stwierdzenie, że klej mocznikowo-formaldehydowy „... Spowodował zmianę czasu produkcji ...” (strona 14, wiersz 11).

W drugiej części przeglądu literatury zatytułowanej „Współczesne uszlachetnianie elementów meblarskich wykonanych z płyt drewnopochodnych” Autorka odniosła się do stosowanych obecnie metod okleinowania asymetrycznego między innymi z wykorzystaniem folii aluminiowej lub folii przeciwpęrznej. W odniesieniu do przedstawionych informacji pewną niejasność budzi stwierdzenie: „... Uważa się, że pomimo pojawiania się coraz to nowszych materiałów do produkcji mebli, płyty drewnopochodne mają w tym sektorze niezachwianą pozycję ...” (strona 14, wiersz 23). Doktorantka nie sprecyzowała niestety jakie „nowe materiały” miała na myśli. W ramach tego podrozdziału Autorka przedstawiła również wyniki swoich badań wstępnych dotyczących jednostronnego okleinowania asymetrycznego słusznie wskazując na sposobność osiągnięcia korzyści w aspekcie ekologicznym, wzorniczym i utylitarnym (kosztowym). Doktorantka wskazała na potencjalną możliwość wykorzystania w tym kontekście klejów poliizocyjanianowych. Pewną nieścisłość zawiera jednak stwierdzenie Autorki dotyczące tych klejów: „... Wprowadzie kleje poliizocyjanianowe nie są zupełną

nowością na rynku (wynaleziono je bowiem już w czasie II wojny światowej), jednak używane były one przy produkcji płyt OSB. ...” (strona 16, wiersz 15). Gama zastosowań klejów poliizocyjanianowych była i jest znacznie szersza. Dyskusyjne jest również stwierdzenie Autorki odnośnie aspektu ekologicznego wykorzystania omawianych klejów w kontekście zawartości formaldehydu. Doktorantka podała, że: „... *Używanie w procesie okleinowania kleju poliizocyjanianowego, zamiast popularnych klejów polioctanowinylowych, czy mocznikowo-formaldehydowych prowadzi więc do zwiększenia ekologiczności produkowanych mebli. ...*” (strona 18, wiersz 6). Czy Autorka sugeruje, że kleje polioctanowinylowe zawierają formaldehyd i z tego powodu są mniej ekologiczne od klejów poliizocyjanianowych?

W odniesieniu do analizy możliwości okleinowania asymetrycznego na podkreślenie zasługuje fakt, że Autorka w ramach przeglądu literatury zwróciła również uwagę na ekonomiczną stronę zagadnienia. Wykazała ona, że wdrożenie okleinowania asymetrycznego jednostronnego pozwoli na znaczące obniżenie poziomu wartościowego Granicznego Punktu Rentowności. Z kolei pewien niedosyt budzi moim zdaniem brak w przeglądzie literatury analizy zagadnień związanych z odkształcaniem się elementów warstwowych oraz ewentualnych czynników wpływających na te odkształcenia. Autorka jedynie wspomniała o tych problemach bez ich szerszego omówienia, co wydaje się być ważne w kontekście przyjętej tematyki pracy.

W rozdziale 3 (Cel i zakres pracy - 1 strona) Autorka zwięźle i jasno zaprezentowała, korespondujący z tematem cel pracy, którym była analiza możliwości wykonywania kompozytów służących do produkcji elementów meblarskich bazujących na asymetrycznym uszlachetnianiu płytowych tworzyw drzewnych oraz opracowanie zasad zastosowania nowej technologii w skali półtechnicznej. W ramach realizacji pracy Autorka postawiła hipotezę badawczą, że zastosowanie do okleinowania asymetrycznego kleju o elastycznej spoinie pozwala na zminimalizowanie odkształceń płyty do wartości nieistotnej oraz, że na wielkość odkształceń płyt okleinowanych asymetrycznie mają wpływ różnice wartości skurczu stycznego i porowatości drewna użytych oklein. Do weryfikacji hipotezy Autorka przewidziała realizację czterech zadań: (1) analiza możliwości okleinowania elementów meblarskich klejami poliizocyjanianowymi w skali półprzemysłowej, (2) badanie cech fizycznych i mechanicznych klejów jako spoiw warstw kompozytów, (3) analiza odkształceń płyt okleinowanych asymetrycznie po 4-letnim procesie naturalnego starzenia, (4) analiza porównawcza płyt okleinowanych asymetrycznie z wynikami symulacji MES. W odniesieniu

do zakresu pracy zabrakło moim zdaniem informacji o dodatkowym lakierowaniu płyt okleinowanych asymetrycznie. Wariant takich płyt pojawia się w ramach analizy wyników.

W rozdziałach 4 i 5 (Materiał badawczy i Metodyka – 32 strony) Autorka omówiła zarówno materiały wykorzystywane w trakcie badań jak i poszczególne metody i procedury badawcze odnosząc się w tym zakresie do literatury i badań własnych. W ramach badań Autorka wykorzystwała płyty wiórowe o 5 grubościach, 9 rodzajów oklein oraz i 7 rodzajów klejów. W odniesieniu do płyt wiórowych Autorka słusznie stwierdziła argumentując dobór grubości płyt (8 mm, 10 mm, 18 mm, 22 mm i 25 mm), że są one powszechnie produkowane i stosowane w przemyśle meblarskim. Pewną niekonsekwencją wyboru jest jednak dalsze stwierdzenie Autorki w odniesieniu do płyt 8 i 10 mm: „... *Są to jednak płyty rzadko używane do produkcji mebli ze względu na ich niską sztywność ...*” (strona 26, wiersz 21). W ramach charakterystyki materiału dla każdej z grubości płyt przedstawione zostały ich profile gęstości oraz wyznaczona gęstość średnia. Moim zdaniem opis ten powinien być poszerzony o podstawowe właściwości płyt. Autorka w ramach opisu stwierdza jedynie, że płyty o wysokiej gęstości charakteryzują się wysokimi wartościami właściwości wytrzymałościowych. Trudno jednak zgodzić się ze stwierdzeniem Autorki odnoszącym się do grubości i właściwości wytrzymałościowych płyt: „... *Ich grubość pozwala jednak na uzyskanie odpowiednich parametrów wytrzymałościowych i sztywności ...*” (strona 26, wiersz 24). Właściwości wytrzymałościowe płyt są w dużej mierze zależne nie od grubości, ale od szeregu innych czynników związanych z zastosowanymi surowcami czy też parametrami procesu technologicznego. W odniesieniu do charakterystyki oklein naturalnych Autorka podała ich gęstość, porowatość i skurcz objętościowy. Pewną niejasność budzi brak w tym zestawieniu skurczu stycznego, który był wymieniony w hipotezie badawczej jako jeden z czynników mających wpływ na wielkość odkształceń płyt. W odniesieniu do podanych przez Autorkę wartości gęstości i porowatości zastanawiający jest również fakt wzrostu porowatości wybranych gatunków drewna wraz ze wzrostem ich gęstości. Omawiając dobór klejów w podrozdziale 4.3 Rodzaje spoin klejowych Autorka podała ich ogólne właściwości oraz proponowane wartości naniesienia. Moim zdaniem zabrakło tu jednak informacji o składach poszczególnych mas klejowych jak również proponowanych zakresach parametrów okleinowania. Utrudnia to weryfikację przeprowadzonych eksperymentów. Częściowo informacje te podawane są dopiero w trakcie analizy wyników. W tabeli 3 (strona 35) podane wartości gęstości klejów nie zgadzają się z przyjętą jednostką. Dyskusyjne są również stwierdzenia Autorki dotyczące właściwości klejów poliizocyjanianowych: „... *Udowodniona*

*jest elastyczność klejów poliizocyanianowych, które są popularnie stosowane np. w modelarstwie ...*” (strona 33, wiersz 21). Moim zdaniem jest to zbyt duże uogólnienie odniesione do dużej rodziny klejów. Biorąc pod uwagę treść podrozdziału należało by również zmienić jego tytuł na przykład na „Zastosowane kleje”, ponieważ wszelkie zawarte w nim informacje dotyczą klejów a nie spoin klejowych.

W ramach Metodyki (rozdział 5) Autorka omówiła trzy zagadnienia: (1) badania spoin klejowych, (2) badania próbek klejowych, (3) metodyka pomiaru płyt okleinowanych asymetrycznie. Moim zdaniem w przypadku badania spoin jak i próbek utwardzonego kleju Autorka zbyt szczegółowo przedstawiła opis przeprowadzenia badań umieszczając w pracy informacje zawarte między innymi w stosownych normach przedmiotowych. Pewną niejasność budzi stwierdzenie Autorki dotyczące braku przeprowadzenia badania wytrzymałości na odrywanie dla spoiny kleju silikonowego, ze względu na niską jej wartość. W rozdziale 4 Autorka podała, że jest to standardowy klej przemysłowy używany w procesie okleinowania, więc powinien on zapewnić dobre połączenie okleiny i płyty. W odniesieniu do badania kąta zwilżania powierzchni próbek utwardzonych klejów zastrzeżenie budzi stwierdzenie Autorki, że „... *W pomiarze kąta zwilżania ważnym jest umieszczenie kropli na powierzchni badanego materiału w jak najdelikatniejszy sposób, dzięki czemu otrzymuje się najwyższą wartość kąta zwilżania. ...*” (strona 44, wiersz 26). Wartość kąta zwilżania zależy od właściwości powierzchni materiału, oraz od objętości kropli, przy czym przy objętości do ok.  $5 \cdot 10^{-6}$  l zminimalizowane jest rozpylanie się kropli pod wpływem sił grawitacyjnych. Z kolei sposób aplikacji kropli należy do sfery dokładności przeprowadzenia badania i nie powinien mieć wpływu na ostateczny wynik. W przypadku badania próbek utwardzonych klejów nie jest również do końca jasno przedstawiona procedura ich przygotowywania do badań w postaci przeprowadzenia procesu żelowania. W odniesieniu do badania skurczu polimeryzacyjnego klejów, Autorka nie podaje źródła wzoru [5] (strona 46), według którego skurcz ten był obliczany. Na szczególną uwagę i podkreślenie zasługuje z kolei opracowanie i stworzenie w ramach realizowanych badań specjalnego stanowiska badawczego do pomiaru odkształceń płyt, które pozwoliło wyeliminować wpływ ciężaru własnego elementu. Stanowisko to umożliwia pomiar odkształceń elementu na całej jego powierzchni.

W rozdziałach 6 i 7 (Wyniki badań i dyskusja oraz Symulacje numeryczne płyt okleinowanych asymetrycznie – 46 stron) Autorka przedstawiła wyniki oznaczeń przeprowadzonych dla spoin klejowych i utwardzonych próbek klejów, jak również wyniki pomiarów odkształceń płyt okleinowanych asymetrycznie dwustronnie. W odniesieniu do

uzyskanych wyników Autorka wykazała zależność pomiędzy kątem zwilżania utwardzonych próbek klejów a odkształceniami płyt okleinowanych asymetrycznie z wykorzystaniem danego kleju. Wzrostowi kąta zwilżania powierzchni utwardzonego kleju odpowiadało mniejsze odkształcenie elementów meblowych. Pewien niedosyt budzi słabo udokumentowane powiązanie pomiędzy badanymi właściwościami utwardzonych klejów (kątem zwilżania, skurcz polimeryzacyjny, twardość Shore'a) a elastycznością spoin. Autorka jedynie stwierdza, że zależność ta jest istotna. Moim zdaniem szczególnie w odniesieniu do kąta zwilżania jako właściwości powierzchni materiału – zależność ta jest dyskusyjna. W odniesieniu do zaobserwowanych odkształceń elementów meblowych Autorka nie analizuje również ewentualnego wpływu czynników związanych ze zmianą wilgotności poszczególnych elementów na skutek oddziaływania wilgoci wprowadzanej z klejem. Biorąc pod uwagę gatunki zastosowanego drewna przy dwustronnym okleinowaniu asymetrycznym Doktorantka potwierdziła, że na zachowanie stabilności wymiarowej elementów istotny wpływ ma różnica w porowatości oklein. Zostało to udokumentowane zarówno dla płyt niewykończonych, jak również pokrytych lakierem czy też poddanych 4 letniemu sezonowaniu. W dalszej części analizy wyników Autorka przedstawiła również efekty obliczeń numerycznych naprężeń zredukowanych w założonych modelach kompozytów warstwowych. Zostały one poprzedzone dosyć obszernym opisem modelu i właściwości materiałów niezbędnych do przeprowadzenia obliczeń MES. Moim zdaniem informacje te powinny być zawarte w rozdziałach 4 i 5 (Materiał badawczy i Metodyka).

Uzyskane rezultaty badań w pełni uzasadniają sformułowane przez Doktorantkę 9 wniosków zamieszczonych w rozdziale 8 (Wnioski końcowe – 2 strony).

Odnosząc się do całości analizy wyników badań należy stwierdzić, że została ona przeprowadzona w sposób jasny i czytelny. Na podkreślenie zasługuje oryginalność podjętej problematyki badawczej, zaś jej wyniki oprócz wartości poznawczych mają duże znaczenie użytkowe. Pewien niedosyt budzi moim zdaniem jednak zbyt małe odniesienie uzyskanych wyników badań do danych literaturowych.

W pracy Autorka nie ustrzegł się również drobnych błędów edycyjnych i językowych takich jak na przykład: nieodpowiednie formy wyrazów, użycie nietrafnych sformułowań np.: „... sposobów uszlachetniania płyt uszlachetnionych okleinami ...” (strona 15, wiersz 8); „... uzyskanie drogo wyglądającego wzornictwa ...” (strona 15, wiersz 11); „... po oklejanej stronie materiałów okleinujących ...” (strona 15, wiersz 32); „... Wyniki badań wykazały ...” (strona 60, wiersz 2); „... gdyż nie stwierdzono w jej użyteczności w okleinowaniu płyt ...”

(strona 61, wiersz 25); „... okleinowanie przy użyciu spoiny klejowej ...” (strona 69, wiersz 15), braki w opisach rysunków 4 i 5 (strona 21), błędne przypisanie kolumn w tabelach 8 i 10 (strona 58 i 59). Pragnę zaznaczyć, że wyszczególnione uwagi krytyczne nie obniżają pozytywnej oceny pracy.

#### **5. Podsumowanie oceny – wniosek końcowy**

Oceniana rozprawa doktorska wnosi do dyscypliny naukowej „drzewnictwo” nowe wartości poznawcze. Przewidywany w pracy zakres badań został zrealizowany wyczerpująco zaś osiągnięte cele posiadają obok wartości poznawczych istotne znaczenie praktyczne. W wyniku dokonanej oceny uważam, że przedstawiona dysertacja odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim określonym w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) i wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Sylwii Oleńskiej do publicznej obrony przedłożonej rozprawy doktorskiej.

dr hab. inż. Piotr Borysiuk

