

Warszawa, dnia 29 stycznia 2026 roku

dr hab. Piotr Witomski
Katedra Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna
Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa
SGGW w Warszawie

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Pauliny Kryg

pod tytułem

**„Funkcjonalne materiały konserwatorskie do zabezpieczania ubytków w drewnie
zabytkowym eksponowanym na zewnątrz”**

wykonanej

na Wydziale Leśnym i Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu pod
kierunkiem

Pani dr hab. Magdaleny Brody

1. Podstawa wykonania recenzji

Ocenę pracy wykonano na podstawie Uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Nauk Leśnych, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 28.11.2025. powołującej dr. hab. Piotra Witomskiego na recenzenta niniejszej rozprawy doktorskiej, oraz pismo Pana prof. dr. hab. Mirosława Mleczka, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Nauk Leśnych, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 1.12.2025. (WLD-4000-10.2025.).

Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska pt. „*Funkcjonalne materiały konserwatorskie do zabezpieczania ubytków w drewnie zabytkowym eksponowanym na zewnątrz*” została wykonana pod kierunkiem Pani dr hab. Magdaleny Brody, oraz przy współudziale promotora pomocniczego Pana dr. inż. Waldemara Perdocha. Na przedłożoną Recenzentowi do oceny dysertację składa się cykl siedmiu artykułów:

1. Kryg P., Mazela B., Broda M. (2019); *Dimensional Stability and Moisture Properties of Gap-Fillers Based on Wood Powder and Glass Microballoons*. Studies in Conservation 65(3):142-151. 70 pkt., IF = 0,8.

2. Broda M., Kryg P., Ormondroyd G.A. (2021). *Gap-Fillers for Wooden Artefacts Exposed Outdoors—A Review*. *Forests* 2021, 12, 606. 100 pkt., IF = 2,4
3. Kryg P., Mazela B., Perdoch W., Broda M. (2024). *Challenges and Prospects of Applying Nanocellulose for the Conservation of Wooden Cultural Heritage—A Review*. *Forests* 2024, 15, 1174. 100 pkt., IF = 2,4
4. Kryg P., Mazela B., Perdoch W., Jancelewicz M., Broda M. (2024). *Nanocellulose-Based Films for Surface Protection of Wooden Artefacts*. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(24), 13333. 140 pkt., IF = 4,9
5. Kryg P., Calvino M.M., Popescu C.M., Lazzara G., Perdoch W., Broda M. (2025). *The effect of silane modification on selected properties of gap fillers for wooden artefacts exposed outdoors*. *Journal of Cultural Heritage*, 75, 245-257. 200 pkt., IF = 3,3
6. Paulina Kryg P., Calvino M.M., Lazzara G., Jancelewicz M., Broda M. (2025). *Thermo-mechanical properties of silane-modified composite materials based on Klucel and glass microballoons*. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, /doi.org/10.1007/s10973-025-14835-z. 100 pkt., IF = 3,1
7. Kryg P., Calvino M.M., Popescu C.M., Lazzara G., Perdoch W., Broda M. (2025). *How silane modification affects the properties of gap fillers based on a mixture of wood powder and glass microballoons intended for wooden artefacts exposed outdoor*. – jako będący w recenzji

o wątku przewodnim wykorzystania kompozytów na bazie żywic i klejów z różnego typu wypełniaczami mineralnymi i organicznymi w konserwacji drewnianych artefaktów, przedłożonych w formie zwartego woluminu opatrzonego komentarzem Autorki. Całość składa się z 9 ponumerowanych rozdziałów, na 62 stronach. Część podsumowująca wątek badawczy zawiera 4 tabele, 14 wykresów, 8 zdjęć, wykaz cytowanej w pracy literatury liczący 60 pozycji, oraz streszczenie w języku angielskim. W dalszej części załączone są artykuły stanowiące przedmiotowe osiągnięcie naukowe Doktorantki.

Dysertacja jest kompletnym opracowaniem naukowym. Jej zawartość spełnia wszystkie wymogi formalne i naukowe w zakresie przeglądu literaturowego, postawienia hipotezy naukowej, nakreślenia celu, zakresu pracy i przedstawienia metodyki badawczej. Analiza uzyskanych przez Doktorantkę wyników badań jest wyczerpująca. Na tej podstawie zostały sformułowane wnioski, które w syntetyczny sposób odzwierciedlają uzyskane rezultaty badań własnych Autorki.

Rozdział 1. Zawiera *Wykaz artykułów naukowych wchodzących w skład zbioru*

Rozdział 2. Zatytułowany *Wstęp* liczący 5 stron, stanowi rodzaj ogólnego wprowadzenia do problematyki konserwacji drewna. Autorka omawia zniszczenia powstające na skutek oddziaływania czynników abiotycznych i biotycznych na drewniane obiekty zabytkowe zależnie od warunków panujących w miejscu ich eksponowania, oraz strategię jego ochrony przed tą grupą destruktorów.

W dalszej części następuje lapidarny przegląd praktyk konserwatorskich poczynając od uzupełnień substancji oryginalnej drewnianymi flekami kończąc na wypełnieniach plastycznymi masami kompozytowymi. Autorka przechodzi do prezentacji metod konserwatorskich polegających na uzupełnianiu ubytków wypełniaczami opartymi na spoiwach syntetycznych i organicznych z różnego rodzaju wypełniaczami, która jest przedmiotem badań zaprezentowanych w pracy doktorskiej. Jest to również swego rodzaju *Przegląd literatury* i stanowi opis dotychczasowego stanu wiedzy o problemach związanych z konserwacją drewna przy wykorzystaniu materiałów kompozytowych. W sposób bardzo syntetyczny dokonuje prezentacji klasycznych metod opartych między innymi na bazie spoiw naturalnych jak kleje zwierzęce i woski, oraz na bazie żywic syntetycznych jak epoksydowe, poliuretanowe i akrylowe, łączonymi z wypełniaczami mineralnymi jak kreda i gips, organicznymi jak wióry drzewne i celuloza oraz syntetycznymi jak mikrobaloniki szklane i polimery.

Autorka zwraca uwagę na wymagania jakie muszą spełniać masy wypełniające w zakresie wytrzymałości, przyczepności do podłoża, stabilności wymiarowej w zmiennej wilgotności, odporność na promieniowanie UV i mikroorganizmy, podatności na obróbkę i modelowanie a także na przyczepność powłok malarskich. Zaakcentowana jest konieczność dalszego rozwoju istniejących tego typu materiałów konserwatorskich

W **rozdziale 3.** – *Cel i zakres pracy* Autorka stawia sobie za cel opracowanie i charakterystykę właściwości strukturalnych, chemicznych, fizycznych oraz parametrów użytkowych materiałów do zabezpieczania powierzchniowego i wypełniania ubytków w zabytkach drewnianych eksponowanych na zewnątrz. Zakres pracy miałby obejmować badania nasiąkliwości, higroskopijności, stabilności wymiarowej, hydrofobowości, właściwości mechanicznych i odporności na biodegradację.

W **rozdziale 4.** - *Materiały i metodyka* - następuję charakterystyka materiału badawczego: spoiw: Paraloidu B-72 i klejów Klucel G oraz kleju glutynowego a także wypełniaczy: pyłu drzewnego i mikrobaloników szklanych oraz modyfikatorów - związków krzemoorganicznych. Pobieźnie zostaje opisana metodyka badań obejmująca przygotowanie próbek do badań: przygotowanie mas wypełniających i filmów nanocelulozowych. Testy i metody instrumentalne wykorzystane w badaniach stabilności wymiarowej, nasiąkliwości, higroskopijności, wyznaczania kąta zwilżania, analiz mikroskopowych, spektroskopii w podczerwieni FT-IR, analizy termogravimetrycznej, dynamicznej analizy mechanicznej, odporności na grzyby pleśniowe, łatwości nanoszenia na drewno i wykańczania powłokami malarskimi. Do szczegółów Kandydatka odsyła do opisu metodyk zamieszczonych w poszczególnych artykułach stanowiących cykl, akcentując jedynie poszczególne jej zakresy.

Rozdział 5. – *Wyniki* stanowi omówienie wyników badań w którym Kandydatka dokonuje prezentacji wyników uzyskanych na podstawie badań zamieszczonych w artykułach własnych, stanowiących uzupełnienie dysertacji w testach: stabilności wymiarowej, nasiąkliwości, higroskopijności, wyznaczania kąta zwilżania, analiz mikroskopowych, spektroskopii w podczerwieni FT-IR, analizy termogravimetrycznej, dynamicznej analizy mechanicznej, odporności na grzyby pleśniowe, łatwości nanoszenia na drewno i wykańczania powłokami malarskimi z podziałem na poszczególne typy mas wypełniających

Rozdział 6. – *Wnioski* – stanowi podsumowanie najistotniejszych wyników zaprezentowanych w dysertacji, w którym Autorka spina kłamrą wszystkie uzyskane wyniki w formie szeregu interesujących wniosków i stwierdzeń.

Rozdział 7. stanowi *Streszczenie w języku polskim* w którym Autorka dokonuje syntetycznego podsumowania treści zawartych w pracy.

Rozdział 8. *Abstract* – jest również streszczeniem pracy, tym razem w języku angielskim.

Rozdział 9. - *Literatura* – stanowi wykaz 60 zacytowanych w pracy pozycji literaturowych. Dużą część pozycji literaturowych stanowią prace wydane jest po roku 2000. Dobór literatury należy uznać za trafny. Zacytowane prace przedstawiają zarówno światowy kierunek badań jak i polski wkład w rozwój tej dziedziny.

W dalszej części w załączone są *Kopie artykułów wchodzących w skład cyklu publikacji*

II Atuty rozprawy

Badania Autorki, przedstawione w rozprawie, są oryginalne i obszerne. Można je uznać za dość nowatorskie. Przeprowadzone zostały w konsekwentny, logiczny sposób, co świadczy o biegłości Autorki w temacie i ugruntowanych umiejętnościach pracy badawczej. Badania zostały wykonane z zastosowaniem m.in. nowoczesnych technik, aparatury i rozwiązań metodycznych. Dysertacja Autorki stanowi dobry przykład wykorzystania standardowych oraz nowoczesnych metod i technik badawczych, umiejętnie dostosowanych do wątku tematycznego.

Niewątpliwym nowatorskim osiągnięciem, a zarazem wkładem naukowym Kandydatki jest wykazanie pozytywnych właściwości mas wypełniających opartych na spoiwach syntetycznych i organicznych z wypełniaczami: pyłem drzewnym i mikrobalonikami szklanymi oraz modyfikatorami - związkami krzemoorganicznymi, a także filmów nanocelulozowych i udowodnienie ich przydatności w konserwacji zabytkowych obiektów drewnianych. Podkreślenia wymaga fakt, że badane substancje są dość dostępne i nie oddziałują negatywnie na konserwowane obiekty.

Dokonane w trakcie badań obserwacje, w trakcie których Autorka wykazała przydatność opracowanych mas wypełniających i ich współpracę z drewnem dają asumpt do dalszych poszukiwań. Poznanie parametrów i zmian zachodzących w strukturze badanych kompozytów poszerza wiedzę na temat stabilności wypełnień w drewnianych artefaktach.

Jak Autorka podkreśla, jej dokonania co prawda stanowią kontynuację badań nad zastosowaniem mas do konserwacji drewna, niemniej jednak bardzo udana i obiecująca. Wychodząc poza sferę badań podstawowych, Kandydatka w swych rozważaniach udowodniła również potencjał aplikacyjny kompozytów jako wypełnień ubytków podczas konserwacji drewna.

Autorka wynikami swoich badań i płynącymi z nich wnioskami dostarcza argumentów z zakresu kompozytów, wzbogacając w istotny sposób wiedzę specjalistów drzewiarzy zajmujących się konserwacją i ochroną drewna.

Od strony edytorskiej, zamieszczone w pracy diagramy poprawiają czytelność pracy i pozwala łatwiej zrozumieć prezentowane treści. Kandydatka dowodzi, że potrafi krytycznie analizować uzyskane wyniki i na ich podstawie formułować logiczne wnioski. Recenzent uważa, że praca Autorki, pomimo przedstawionych dalej pewnych uwag krytycznych, wnosi

bardzo pożądaną wkład w postęp wiedzy na styku inżynierii materiałowej, technologii drewna i konserwacji drewna.

III Uwagi krytyczne

Autorka podjęła trudny temat, dotyczący oznaczenia właściwości materiałów konserwatorskich do zabezpieczania ubytków w drewnie zabytkowym eksponowanym na zewnątrz. Przedłożona dysertacja stanowi cykl recenzowanych artykułów, co nie uprawnia Recenzenta do podnoszenia jakichkolwiek uwag czy zastrzeżeń. Niemniej jednak, Recenzent pomimo wielkiego uznania dla dokonań Kandydatki, ogromu wykonanej pracy, bogactwa uzyskanych wyników nie jest w stanie w pełni zgodzić się za zaprezentowaną przez Autorkę interpretacją niektórych danych i zjawisk. Oprócz niewątpliwych walorów, zauważonych i cenionych przez Recenzenta, przedłożona do oceny praca doktorska zawiera także kwestie dyskusyjne, których nie sposób pominąć. Przechodząc do uwag szczegółowych recenzent pragnie podkreślić, że uwagi, nie umniejszają wartości merytorycznej dysertacji Doktorantki.

Wstęp

s.7. w.28.-29. Pada stwierdzenie, że: *badane masy powinny redukować skurcz masy i zwiększać właściwości mechaniczne całego elementu.* – recenzent nie w pełni podziela ten pogląd ponieważ właśnie pierwsze kompozyty tego przeznaczenia charakteryzowały się małym skurczem i nie pracowały w podobny sposób jak drewno. Dyskusyjne jest również zwiększanie właściwości mechanicznych konserwowanych obiektów. Głównym celem jest konsolidacja, natomiast zwiększenie wytrzymałości zawsze idzie w parze ze zwiększeniem gęstości, a to nigdy nie jest pożądane.

s.8. w.20. Autorka redaguje konkluzję: *W związku z tym, właściwości tych materiałów nie są jeszcze dobrze poznane i opisane* – Historia mas wypełniających ma już bardzo długą historię i tradycję sięgającą dziesiątków lat, w którą Nauka Polska też miała swój niebagatelny wkład.

s.10. w. *fleki i wypełniacze mogą prowadzić do dalszej degradacji materiału zabytkowego* – w wypadku wypełnień kompozytowych recenzent podziela opinię Autorki, natomiast nie może się zgodzić w odniesieniu do fleków, które starannie dobrane pracują identycznie jak drewniany obiekt.

s.10. w.30. *masy modyfikowane ... reprezentują kierunek rozwoju konserwacji zgodny z aktualnymi trendami zrównoważonymi, funkcjonalnymi i ukierunkowanymi na*

długoterminową ochronę dziedzictwa kulturowego. – nie jest zrozumiałe jakie należy rozumieć trendy: zrównoważone i funkcjonalne.

s.11. **Cel i zakres pracy**

Głównym celem ... pracy było opracowanie i charakterystyka właściwości strukturalnych, chemicznych, fizycznych oraz parametrów użytkowych nowatorskich, funkcjonalnych materiałów ... - W ocenie recenzenta celem pracy było raczej oznaczenie/zbadanie właściwości strukturalnych materiałów itp. a nie ich opracowanie. Również zastrzeżenia budzi sformułowanie nowatorskie, ponieważ tego typu materiały mają już długą przeszłość, co najwyżej „nowych” materiałów.

s.11. akapit 2. – stanowi opis badanych materiałów i bardziej by pasował do rozdziałów Streszczenie, lub Materiały i metodyka.

s.11. akapit 3. – *Celem precyzyjnego rozwiązania problemu badawczego oraz zapewnienia spójności prowadzonych badań, wyznaczono następujące cele szczegółowe – cele szczegółowe nie zapewnią spójności badań. To nie cele ale zakres badan może być spójny lub nie.*

i dalej: przygotowanie i charakterystyka właściwości, ... modyfikacja mas, ... przygotowanie i charakterystyka właściwości filmów, ... modyfikacja filmów – nie są celami szczegółowymi, natomiast są zakresem pracy, jednak w tym przypadku nie podanym lapidarnie w punktach.

Kolejny, ostatecznie akapit – *Prace zrealizowano w trzech obszarach badawczych:*

- 1. Wypełniacze na bazie pyłu drzewnego i ...*
- 2. Wypełniacze na bazie pyłu drzewnego i ...*
- 3. Filmy*

Ani wypełniacze, ani filmy nie są „obszarami badawczymi”. Obszarem badawczym może być „Leśnictwo”, „Ochrona zabytków”. To może być zakres pracy np. „przebadanie filmów w zakresie”, „oznaczenie wytrzymałości mas”.

s.13. **Materiały i metodyka**

Z racji, że Kandydatka jest absolwentką Wydziału Technologii Drewna a dysertacja dotyczyła wypełnień masami opartymi na różnych spoiwach (żywicach i klejach) nie było by uszczerbkiem dla pracy gdyby badając przyczepność obu materiałów skorzystać z którychś norm, np. PN-EN 205:1994, PN-ISO 6237:1994, PN-C-89352-L1996, PN-C-89353-3:1997. Dokonując oceny powłok, w omawianym przypadku filmów: krycia PN-EN ISO 28199-

2:2021, adhezji ISO 4624 przyczepności PN-EN 311:2004, ISO 4624, PN-EN-ISO 2409; Pn-80/C-81531. Również badając odporność na korozję biologiczną (porastanie przez grzyby pleśniowe) można by skorzystać z rodzimych aktów normatywnych PN-EN 599-1:2014 PN-EN 152-2. Wykorzystanie niektórych z tych procedur pozwoliłoby na oszacowanie czy materiał poddany badaniom spełnia wymagania stawiane przez normy, lub porównanie wyników własnych z literaturowymi. Niewątpliwie umożliwiłoby to dyskusję z innymi autorami.

s.13. w.9. – *gęstość 120 g/l* - zgodnie z układem SI gęstość podaje się w jednostkach kg/m^3

s.13. w.5. – 4.1. *Preparatyka wypełniaczy na bazie ...*- wkłada tu się niekonsekwencja, następny wiersz sama Doktorantka zaczyna: „*Masy wypełniające ...*” i ten podrozdział dotyczy przedmiotowych mas wypełniających, a ich wypełniaczami są mikrobaloniki szklane i wióry.

s.14. w.28. *dyspersje pozostawiono ... w celu usunięcia pęcherzyków powietrza z filmu* – czy wciąż to była dyspersja, czy już film nałożony na powierzchnie?

s.14. w.31. – *Zastosowano proporcję wagową 1:4*, - nie ma informacji proporcja czego do czego?

s.15. w.4. – *przygotowanie funkcjonalnych filmów* – na czym miała by polegać ich funkcjonalność?

s.15. w.5. – *polegało na przygotowaniu mieszaniny reakcyjnej* – co należy rozumieć pod terminem *reakcyjna* w kontekście mieszaniny, czy zachodziły w niej jakieś reakcje – jeżeli tak to jakie, a może chodzi o wsteczność?

s.15. w.23. *stabilność wymiarową ... oceniano za pomocą tradycyjnej metody pomiaru odległości* – na jaką tradycję Autorka się powołuje, ponieważ nie opisano żadnej metodyki i przyrządów pomiarowych lub procedury.

s.16. w.2. *oceniając nasiąkliwość mas wypełniających określono zmiany wymiarów we wszystkich trzech kierunkach anatomicznych próbki* – Czy te masy wypełniające nie są to materiałami izotropowymi i mają kierunki anatomiczne?

s.16. w.5. – *Poziom absorpcji pary wodnej przez próbki* – chyba nie ma takiego terminu jak *poziom absorpcji*. Absorpcja jest procesem w efekcie którego danym warunkom odpowiada konkretna wilgotność równowagowa i to ona była wyznaczana.

s.16. w.7. – *próbki ... przechowywano ... nad przesyconymi roztworami soli* – wymagało by sprecyzować w jakiej soli?

s.17. paragraf 4.11. *Dynamiczna analiza mechaniczna (DMA)* – Z opisów zamieszczonych zarówno w części wstępnej pracy jak również w powołanym artykule nie wynika jasno o jaki

test chodzi co wymagałoby doprecyzowania. Opis w artykule sugeruje próbę obciążania na ściskanie, czy nie było by to badanie modułu Younga na ściskanie ?

s.17. w paragrafie 4.12. *Oporność na grzyby pleśniowe* – wykorzystano procedurę z normy ASTM D5590 (ASTM D590) stosując 5 gatunków grzybów: *Aspergillus Niger*, *Trichoderma viride*, *Paecilomyces variotii*, *Chaetomium globosum*, *Penicillium funiculosum* choć w przytoczonej normie są zalecane 3 gatunki: *Aspergillus Niger*, *Penicillium pinophilum*, *Aureobasidium pullulans*. Praktyka nie wyklucza takich odstępstw, niemniej jednak wypadało by nadmienić, że badania były wykonywane według zmodyfikowanej metodyki ASTM D5590. Nie jest jasne przywołanie w nawiasie normy ASTM D590 gdyż jest to norma dotycząca wosków naftowych w papierze.

s. 18. W rozdziale *Materiały i metodyka* brak jest podrozdziału *Analizy SEM i EDX* wraz zdefiniowaniem terminów, opisem procedur wykonania tych analiz i aparatury. Dane te dopiero można odnaleźć w artykule źródłowym

Nigdzie w rozdziale *Materiały i metodyka* nie pojawia się informacja na temat ile było powtórzeń lub jaka liczebność próby?

s.19. rozdział ***Wyniki***

Wyniki w tym rozdziale zostały zestawione dość pobieżnie, koncentrując się na ważniejszych danych. Całość została zaprezentowana w artykułach. Wydaje się jednak, że zbiorcze zaprezentowanie osiągnięć poprawiłoby czytelność i przejrzystość pracy potencjalnemu czytelnikowi, z racji przedłożenia pracy jako kompletnej dysertacji. Czytelnik musi wyszukiwać poszczególne dane w artykułach źródłowych. Np. w nagłówku tabeli 1., w kolumnie „*próbka*” figuruje informacja „*KPI Aw*” bez jej charakterystyki, co wymaga poszukiwań oznaczenia w rozproszonych artykułach.

s.20. podrozdział *Nasiakliwość* – Dyskusyjny wniosek: czy brak skurczu jest zaletą czy wadą?

s.21. Wykres 2. - nigdzie w pracy nie pojawia się określenie/definicja terminu „zniszczenie” na czym miałyby ono polegać.

s.22. w.7. – *większa ilość pustych przestrzeni pomiędzy ????? może zostać zajęta przez cząsteczki wody* – może warto byłoby poinformować czytelnika pomiędzy czym a czym są te przestrzenie. Ponadto termin „*zajęta*” jest raczej kolokwializmem, których jest dość sporo w pracy, a nie precyzyjnym terminem naukowym czy technicznym.

s.22. Tabela 2. – w tytule brak jest informacji w jakiej wilgotności powietrza zachodziła absorpcja pary wodnej. Tabela ponownie przełamana na kolejnych stronach.

Nagłówki kolumn w tabeli: *EMC* - jest na to termin polski „wilgotność równowagowa” i *pęcznienie* - jakie? wzdłużne, objętościowe?

s.23. brak jest zdefiniowania pojęć zastosowanej skali „właściwości wykończeniowych”. Co np. jak rozumieć *stopień 2.* – *trudne?*

s.24. – Fotografia 1. – zarówno z fotografii 1. jak i z tych w artykule A1. trudno dostrzec jakies przekonujące różnice pomiędzy 4. powłokami malarskimi na próbkach o wymiarach 20x20 mm. Może by się dało wykonać każdą próbę na oddzielnym podłożu. Niezbyt precyzyjne „maźnięcie” farbą o wymiarach 10x10 mm jest mało profesjonalne, nie mówiąc już o spełnieniu jakiś kryteriów normowych.

s.25., 26. – podrozdział *Struktura modyfikowanych mas wypełniających* - nie bardzo wiadomo czemu służy? Co zostało dowiedzione lub udokumentowane podczas prezentacji tych wyników. Czytelnik może jedynie zapoznać się ze zdjęciami: makroskopowymi i mikroskopowymi. Może gdyby Autorka przeprowadziła interpretacje wyników, a jeszcze lepiej ich dyskusję z innymi autorami to na podstawie zdjęć można by wyciągnąć jakies wnioski.

s.31. podrozdział *Nasiąkliwość modyfikowanych mas wypełniających* – Autorka posługuje się terminami „odporność”, „trwałość” „zniszczenie” nie definiując na czym polegają te zjawiska s.31. wykres 6. – w tytule stosowany jest termin „nasiąkliwość” natomiast w legendzie i na osi rzędnych symbol *WU*.

s.32. wykres 7. - w tytule stosowany jest termin „nasiąkliwość” natomiast w legendzie „skurcz” co wprowadza chaos. Brak mian na osi rzędnych czyni wykres zupełnie nieczytelny.

s.33. Wykres 8. i 9. *Higroskopijność mas ...* - oś rzędnych jest opisana *EMC*, czyli po polsku *wilgotność równowagowa* co jest terminem rozciąglym. Zwykle jest to parametr adekwatny dla konkretnych warunków temperatury i wilgotności względnej powietrza. Zatem w ocenie recenzenta tytuł wykresu powinien brzmieć *Wilgotność równowagowa np. przy 95% wilgotności względnej powietrza i temperaturze 23°C*.

s.33. w.9.-10. *Wyniki pomiarów higroskopijności mas zaprezentowano na wykresach 8. i 9.* – Higroskopijność jest zjawiskiem, więc nie da się jej mierzyć. Można natomiast zmierzyć poszczególne jego fazy w stanie równowagi higroskopijnej i zobrazować wykresem zależności wilgotności równowagowej dla zmiennych parametrów wilgotności i temperatury powietrza.

s.35. Podrozdział *Analiza termograwimetryczna* – z praktycznego punktu widzenia nie bardzo wiadomo czemu ma służyć? Co zostało dowiedzione lub udokumentowane podczas

prezentacji tych wyników. Zamieszczone termogramy wyraźnie pokazują jak to poczynając już od 100°C następuje jakiś proces termolizy wyrażony ubytkiem masy kompozytów. Jak wynika z tytułu dysertacji kompozyty mają mieć zastosowanie jako materiały konserwatorskie a nie przeciwpożarowe i ich zachowanie w temperaturze 700°C jest mniej istotne. Można by to zagadnienie postawić inaczej, porównując zachowanie mas do zachowania drewna i wyciągnąć wniosek jak wpływają na palność obiektów, czy poprawiają odporność, czy zwiększają zapalność drewna.

s.36.-37. Porównując tytuły wykresów 10. i 11. trudno się zorientować czym różnią się *Termogramy* od *Krzywych termograwimetrycznych*?

s.41. Jakie wnioski można wyciągnąć na podstawie fotografii 4.,5. i 6. Jakaś legenda lub opis pozwoliłby zinterpretować zamieszczone zdjęcia.

s.46. Wykres 14. – *moment osadzania kropeł: 0 s. i 120 s.* – co to oznacza? W opisie czytamy: *Y – stężenie silanu: 3 – 3%, 10 – 10%, i 30 – 30%*, choć pod słupkami na wykresie zamiast tego figurują podpisy *A, B, C*.

s.46. Tabela 3. – W tytuł tabeli: *czyste nanofilmy* - materiał *nanofilm* wcześniej był definiowany jako *film nanocelulozowy*. Czy chodzi o te same materiały? Na jakiej podstawie Autorka klasyfikuje filmy, *de facto* powłoki, do *nanofilmów*? Czy dokonywała pomiarów ich grubości?

s.47. Podrozdział *Odporność na grzyby pleśniowe* – nie przywołuje, poza zdjęciami, żadnych wyników, ani ilościowych ani jakościowych a jedynie wniosek, że żaden z filmów nie był odporny na pleśń, choć były różnice pomiędzy poszczególnymi filmami. Również w artykule źródłowym nie znajdują się te informacje. Pewne wątpliwości recenzenta budzi sama metodyka wykonania doświadczenia. Mianowicie prowadząc badania odporności materiałów na grzyby zwykle unika się kontaktu próbek z pożywką umieszczając je na szklanych podkładkach. Zapobiega to zawilgacaniu próbek oraz dyfuzji składników pożywki do próbki.

s.57. Rozdział *Literatura* – zawiera 60 pozycji choć w poszczególnych artykułach źródłowych ich liczba sięga 62., 69., 74., 96., a nawet 141.

Kandydatka przywołując artykuł: *Kryg P., Calvino M.M., Popescu C.M., Lazzara G., Perdoch W., Broda M. (2025). How silane modification affects the properties of gap fillers based on a mixture of wood powder and glass microballoons intended for wooden artefacts exposed outdoor.* – jako poddany recenzji, nie podaje w jakim czasopiśmie zastał złożony, ani nie zamieszcza PDF-u potwierdzającego jego złożenie do wydawnictwa. Nasuwa to pytanie czy powołany artykuł wchodzi w skład cyklu.

Zawarta w rozdziale *Wyniki* analiza uzyskanych przez Doktorantkę wyników badań jest ich omówieniem i w pewnych wypadkach interpretacją. Szkoda, że nie została poparta krytyczną dyskusją z wynikami innych badaczy. Również w artykułach źródłowych w rozdziałach *Results and discussion* jest wyłącznie interpretacja wyników własnych bez ich dyskusji z wynikami innych autorów, choć badania w tej dziedzinie są prowadzone od przeszło 50 lat, a w przypadku konsolidacji drewna archeologicznego od 150 lat (sic!).

IV Uwagi redakcyjne

Pisząc np. „*W tabeli piątej*” stosujemy zapis „5.” a nie „5”, podobnie „*na wykresie pierwszym*” oznacza się „1.” a nie „1”

Podpisy wykresów jak i fotografii zwykle się umieszczać pod nimi. Szkoda, że Doktorantka w prezentowanym zbiorze nie obowiązującej zastosowała zasady, która konsekwentnie była stosowana w artykułach.

Wszystkie tabele są przelamane na dwóch kolejnych stronach choć ich długość tego nie wymagała. Jest to jedynie kwestia dbałości o staranność składu tekstu.

s.47. *Fotografia 8.* – Podpis znajduje się na stronie 47. natomiast sama fotografia na następnej stronie.

s.8. w.13-14. *eksponowane na zewnątrz* – nie określa na zewnątrz czego? Równie dobrze by brzmiało na otwartej przestrzeni, narażone na działanie czynników atmosferycznych

s.9. w. 34. *Nanoceluloza charakteryzuje się niską gęstością, dobrą obróbką mechaniczną, wysoką biodegradowalnością* – gęstość jest raczej mała lub duża

s.13. w.21. – *próbki dedykowane do badań* – próbki przeznaczone do badań

s.13. i następne - *Preparatyka* – jest terminem w znaczeniu *otrzymywanie, wyodrębnianie, oczyszczanie*. Próbki do badan były *przygotowywane, wykonywane*, zatem w tym przypadku raczej ich nie *preparowano* jak np. preparaty mikroskopowe. Zatem rozdział mógłby brzmieć „*Przygotowanie próbek/mas wypełniających do badań*”

s.14. w.26. – *Następnie zawiesin mieszano* – chyba raczej *zawiesinę*

s.15. w.5. – *polegało na przygotowaniu mieszaniny reakcyjne* – czy chodzi o przygotowanie *mieszanin reakcyjnych* czy *mieszaniny reakcyjnej*?

s.17. paragraf 4.12. *Odporność na grzyby pleśniowe* – chyba raczej *Badanie odporności na grzyby pleśniowe*

s.29. w.31. „*Uzyskane ????? sugerują, że ...*” – aż się prosi o podanie co uzyskano?

Zamieszczone uwagi formalne i krytyczne w zdecydowanej większości mają charakter dyskusyjny i nie obniżają ogólnej pozytywnej, merytorycznej wartości dysertacji. Należy docenić podjęcie trudnego tematu zbadania właściwości materiałów konserwatorskich do zabezpieczania ubytków w drewnie zabytkowym eksponowanym na zewnątrz. Osiągnięte przez Kandydatkę rezultaty są nie tylko zgodne z obecnym stanem światowej wiedzy w zakresie badań nad masami wypełnieniowymi, ale wnoszą one do reprezentowanej przez Doktorantkę dyscypliny naukowej wiele nowych wartości. Warto podkreślić, że niezależnie od walorów poznawczych, praca ma walory praktyczne, wyznaczając kierunki badań nad środkami do konserwacji drewna.

V Podsumowanie - wniosek końcowy

Oceniając całościowo rozprawę doktorską stwierdzam, że Autorka wykazała w niej należyłą wiedzę teoretyczną w zakresie zagadnień dotyczących właściwości kompozytów na bazie żywic syntetycznych oraz klejów z wypełniaczami szklanymi i organicznymi oraz modyfikatorami w celu ich wykorzystania w konserwacji drewnianych artefaktów muzealnych oraz staranne przygotowanie do podjętych badań, w tym znajomość metod badawczych i umiejętność ich zastosowania dla osiągnięcia wyznaczonego celu naukowego. Otrzymane wyniki badań zostały opracowane oraz poddane szczegółowej analizie, na podstawie których sformułowano trafne podsumowania i wnioski końcowe. Praca ta zawiera oryginalne rozwiązanie problemu badawczego i świadczy o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktorantkę.

Stwierdzam z pełnym przekonaniem, że oceniana rozprawa doktorska Pani mgr Pauliny Kryg pod tytułem „*Funkcjonalne materiały konserwatorskie do zabezpieczania ubytków w drewnie zabytkowym eksponowanym na zewnątrz*” spełnia wymagania stawiane w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024r. poz. 1571) i składam wniosek o jej przyjęcie oraz dopuszczenie do publicznej obrony.

dr hab. Piotr Witomski



