

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Kicińskiej-Jakubowskiej  
pt. „Wpływ składu mieszanki wełny owiec z terenów górskich i włókien łykowych na  
właściwości barierowe mat przeznaczonych do izolacji termicznej i akustycznej”**

napisanej pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Jana Brody  
i dr hab. inż. Małgorzaty Zimmiewskiej, prof. IWNiRZ\_PIB

### Podstawa opracowania

*Podstawą przygotowania niniejszej recenzji jest umowa nr 50/BORD/RDIMat/2022 zawarta w dniu 22 czerwca 2022 r. ws. sporządzenia recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Kicińskiej-Jakubowskiej*

### Ocena tematyki badawczej i układu pracy

Tematyka badawcza podjęta przez mgr inż. Annę Kicińską-Jakubowską jest bardzo ciekawa i ważna. Wychodzi ona naprzeciw aktualnym problemom związanym z realizacją polityki Unii Europejskiej ukierunkowanej na transformację ekologiczną krajów członkowskich, efektem której ma być osiągnięcie neutralności klimatycznej. W ramach dużego pakietu inicjatyw Zielonego Ładu została zdefiniowana Europejska strategia przemysłowa, zawierająca wytyczne dla przemysłu w oparciu o zasady zrównoważonego rozwoju odnoszące się do obszarów związanych z ochroną środowiska, m.in. w oparciu o koncepcję gospodarki o obiegu zamkniętym i strategię *zero waste*. Do podstawowych celów tej strategii należy zapobieganie degradacji środowiska, poprzez m.in. ograniczenie zużycia polimerów syntetycznych, stosowanie surowców odnawialnych czy ograniczenie ilości odpadów. Innowacyjna propozycja wytworzenia mat o właściwościach termoizolacyjnych i akustycznych z włókienniczych surowców naturalnych, pochodzących z odpadów lub surowców o niskiej jakości, to doskonały przykład realizacji tej strategii. W pracy Doktorantka wskazuje na możliwość wykorzystania krajowych włókienniczych odpadów pochodzenia roślinnego, którymi są włókna lniane i konopne, stanowiące odpad w produkcji sznurków oraz włókna wełniane pozyskiwane z ras owiec hodowanych w Polsce na terenach górskich, które z uwagi na swoje właściwości mają słabe możliwości wykorzystania w branży odzieżowej. Jak zaznacza Doktorantka istnieje możliwość ich przetworzenia technikami włókninowymi, co stwarza szanse na ich wykorzystanie do celów technicznych.

Tytuł rozprawy „Wpływ składu mieszanki wełny owiec z terenów górskich i włókien łykowych na właściwości barierowe mat przeznaczonych do izolacji termicznej i akustycznej” dobrze oddaje meritum zagadnień poruszanych w pracy.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska liczy 130 stron. Układ pracy obejmuje 8 rozdziałów, w tym wstęp, cel i zakres pracy, przegląd literatury, część doświadczalną, wyniki badań i dyskusję, podsumowanie, wnioski oraz bibliografię. Na początku pracy Doktorantka zamieściła także spis treści oraz streszczenie w j. polskim i angielskim. Struktura pracy jest przejrzysta, spójna, choć moim zdaniem zbyt rozbudowana. Wydzielenie niektórych rozdziałów jest zbędne, np. wstęp, cel i zakres pracy mogłyby stanowić jeden rozdział. Przegląd literatury jest adekwatny do tematu pracy, aczkolwiek nie wyczerpuje zagadnienia. Nieuzasadnione jest oddzielenie wyników badań i dyskusji (rozd. 5) od części doświadczalnej (rozd. 4). Niepotrzebnie Doktorantka rozbudowała także niektóre rozdziały na podrozdziały, wydzielając cztery, a nawet w jednym przypadku pięć poziomów, co powoduje, że na jednej stronie tekstu zasadniczego jest kilka numerowanych podrozdziałów (np. s. 42, 43, 44, 45, 46), a spis treści zajmuje 3 strony, przy niezbyt dużej objętości pracy.

Bibliografia jak na pracę doktorską nie jest zbyt bogata. Obejmuje 131 pozycji źródłowych, w tym ok. 90 źródeł naukowych w postaci artykułów lub monografii polskich i anglojęzycznych, ponadto netografię, normy, a także raporty. Ich dobór jest właściwy. Źródła są zgodne z zagadnieniami poruszonymi w tekście i na ogół aktualne, choć w przypadku cytowania norm wycofanych z użycia, Doktorantka powinna to zaznaczyć. Nieuzasadnione jest także cytowanie aktów prawnych, które zostały uchylone (np. Rozporządzenie z 5 maja 2011 r.). Sposób cytowania jest zgodny ze standardami stosowanymi w niektórych wydawnictwach, choć mało czytelny w przypadku pracy doktorskiej. Cyfrowe stosowanie odnośników literaturowych, w dodatku zamieszczonych w tekście według kolejności cytowania, a nie alfabetycznie utrudnia odbiór treści poprzez konieczność zaglądania do wykazu *Bibliografii*. Dobrym rozwiązaniem jest cytowanie „Autor-rok”, poza tym w tego typu opracowaniach korzystne jest rozdzielenie netografii oraz norm od artykułów i monografii naukowych.

Rozprawa napisana jest poprawną polszczyzną. Charakteryzuje się dobrą oprawą graficzną, która uatrakcyjniła odbiór. Pod względem formalnym praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim.

### **Ocena merytoryczna**

We wstępie Pani mgr inż. Anna Kicińska-Jakubowska nakreśliła główny problem badawczy, ukierunkowany na zwiększenie efektywności wykorzystania krajowych włókien naturalnych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Dużym problemem, jak zaznacza, jest zagospodarowanie wełny owiec ras górskich oraz odpadów poprodukcyjnych jakimi są włókna lniane i konopne, wskazując tym samym na przedmiot swoich badań.

W kolejnym rozdziale Doktorantka sformułowała cel pracy, tezę i przedstawiła zakres pracy. Niestety cel jest właściwie powtórzeniem tematu pracy, co nie powinno mieć miejsca. Użyte sformułowanie „zbadanie wpływu” nie wskazuje na rezultat, do którego dąży Doktorantka, a co najwyżej na proces, który może temu służyć. Biorąc pod uwagę zakres pracy, jaki Doktorantka przedstawia, można było sformułować precyzyjniej cel główny oraz kilka celów szczegółowych, które wskazywałyby na wyzwania z jakimi mierzyła się podczas realizacji badań własnych. Jak wynika z zakresu pracy, wyzwań tych było wiele, począwszy od oceny jakościowej wełny pochodzącej od różnych ras owiec, poprzez opracowanie technologii wytwarzania mat na bazie wełny z domieszką odpadowych włókien lnianych i konopnych, a skończywszy na określeniu optymalnego składu mieszanki włókien do wytworzenia mat

spełniających założone wymagania w aspekcie ich zastosowania jako przegrody do izolacji termicznej i akustycznej. Do przemyślenia jest także teza pracy, której sformułowanie wskazuje raczej, że jest to hipoteza badawcza. Jej sformułowanie jest rodzajem założenia nt. relacji pomiędzy zmiennymi i charakteryzuje się niepewnością, wymagającą weryfikacji na drodze empirycznej, co przesądza, że mamy w tym wypadku do czynienia z hipotezą. Niewłaściwe stosowanie pojęć typu „teza” i „hipoteza” to niestety częsty błąd wśród młodych naukowców. Można uchronić się przed nim stawiając pytania badawcze, które ułatwiają następnie precyzowanie zarówno hipotezy głównej jak i szczegółowych, dla których w przypadku badań zaprezentowanych w pracy jest przestrzeń.

W kolejnym rozdziale, zatytułowanym „Przegląd literatury”, mgr inż. Anna Kicińska-Jakubowska dokonała charakterystyki wełny owczej oraz włókien łykowych. Dwa pierwsze podrozdziały zawierają bardzo ogólną, można rzec podręcznikową wiedzę nt. tych włókien tekstylnych. W trzecim podrozdziale Doktorantka przedstawiła z kolei możliwości zastosowania ww. surowców do produkcji wyrobów o właściwościach barierowych w zakresie izolacji termicznej i akustycznej. To istotna część przeglądu literatury w kontekście tematu pracy. Zostały w niej omówione materiały stosowane obecnie w budownictwie, ze zwróceniem uwagi na parametry określające ich barierowość, takie jak współczynnik przewodzenia ciepła, współczynnik pochłaniania dźwięku oraz współczynnik redukcji hałasu. W tej części pracy omówione zostały także przykłady badań innych naukowców, którzy podejmowali prace nad zastosowaniem wełny owczej i włókien konopnych do wytworzenia materiałów barierowych o różnej strukturze. Ponadto, Doktorantka przedstawiła wyniki analizy dostępnego na rynku krajowym asortymentu produktów termoizolacyjnych na bazie włókien naturalnych, zaznaczając, że są to głównie produkty importowane. Scharakteryzowała także wyroby stosowane do izolacji dachów, stropów, ścian, a także wewnątrz pomieszczeń, jak np. kotary, dywany itp.

Przegląd literatury dokonany przez mgr inż. Annę Kicińską-Jakubowską, choć nie jest zbyt obszerny, dobrze nakreśla stan badań nad możliwościami zastosowania włókien naturalnych w budownictwie, jako materiały barierowe. Ważnym zagadnieniem, na który zwróciła uwagę Doktorantka są czynniki determinujące właściwości termoizolacyjne i akustyczne, które należy uwzględnić przy projektowaniu tego typu wyrobów.

Rozdział 4 pod tytułem „Cześć doświadczalna” obejmuje opis materiału badawczego, sposób przygotowania włókna lnu, konopi i wełny do wytwarzania mat, etapy procesu wytwarzania mat oraz metodykę badania surowców oraz wytworzonych z nich materiałów. Ta część pracy jest przedstawiona w sposób jasny, uporządkowany i bardzo dobrze udokumentowany rysunkami obrazującymi schematy i fotografie procesów oraz uzyskanych wyrobów. Dobór metod badawczych jest prawidłowy, a liczba wskaźników wybranych do oceny pokazuje, że Doktorantka bardzo szczegółowo podeszła do badań.

Najobszerniejszą częścią rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Kicińskiej-Jakubowskiej są „Wyniki badań i dyskusja...”. Rozdział ten stanowi ponad 50% objętości pracy. Został on podzielony na 3 podrozdziały. W pierwszym z nich (5.1.) Doktorantka przedstawiła charakterystykę wybranych hodowli owiec w Polsce, z uwzględnieniem lokalizacji, wielkości i sposobu hodowli, ras i typów owiec, a także rodzaju runa i sposobu jego pozyskiwania. Podrozdział ten jest bardzo obszerny i stanowi bogate źródło informacji na temat właściwości włókien wełnianych pozyskiwanych z owiec hodowanych na terenach górskich i podgórskich

w Polsce. Można rzec, że Doktorantka stworzyła w pewnym sensie katalog włókien wełnianych obejmujący fotografie włókien wełny potnej oraz pranej, pochodzących z 14 ras owiec, w tym o runie jednolitym i mieszanym; mikrofotografie widoków wzdłużnych i przekrojów poprzecznych włókien wraz z charakterystyką budowy włókien wskazującym na różny kształt i wielkość łusek; grubość włókien i ich rdzenia, długość włókien, higroskopijność; zawartość zanieczyszczeń pochodzenia roślinnego, zawartość substancji tłuszczowych w wełnie potnej oraz ocenę barwy. Opracowanie to jest bardzo ciekawe i pochłonęło niewątpliwie wiele godzin żmudnej pracy. Doktorantka wykazała się dużą skrupulatnością w zebraniu i opracowaniu tego materiału, niemniej jednak zastanawiające jest na ile przedstawiona analiza jest niezbędna dla realizacji celu pracy? W pracy trudno znaleźć uzasadnienie dla tak obszernego zakresu badań. W rozdziale 2 (s. 13) Doktorantka wspomina, że *dwa skrajnie różne surowce, czyli wełna i odpadowe włókna łykowe muszą charakteryzować się zbliżoną długością, która pozwoli na łączenie tych włókien w procesie produkcji mat*. Wskazane byłoby, aby na końcu podrozdziału 5.1. Doktorantka dokonała podsumowania, w którym uzasadniłaby wybór rodzaju wełny do wytworzenia mat na podstawie badań własnych. Tymczasem stwierdzenia dotyczące wyboru rodzaju wełny jako surowca do wytworzenia mat, padają już na str. 35, co wskazywałoby na brak konieczności prowadzenia szczegółowej analizy wełny. Zostały one także powtórzone w rozdziale 6 (s. 120), w którym można znaleźć sformułowanie, że wytypowano wełnę pochodzącą od Polskiej owcy górskiej z województwa śląskiego, na podstawie długości i dostępności surowca w ilości pozwalającej na jej przerób w skali przemysłowej.

W rozdziale 5.2. zostały przedstawione wyniki badań włókien lnianych i konopnych, uwzględniające takie parametry jak długość włókien, masę liniową, zawartość zanieczyszczeń, siłę zrywającą i wydłużenie oraz higroskopijność. Charakterystyka włókien łykowych jest dużo skromniejsza w porównaniu z włóknami wełny i różni się zakresem, co warto jest wyjaśnienia.

Rozdział 5.3. „Maty” zawiera wyniki badań parametrów określających właściwości fizyko-mechaniczne oraz barierowe mat wytworzonych z odpadowych włókien łykowych oraz z wełny. Doktorantka dokonała w nim szczegółowej analizy takich parametrów jak grubość, masa powierzchniowa, przepuszczalność powietrza, wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie, opór cieplny, współczynnik przewodzenia ciepła, współczynnik pochłaniania dźwięku i redukcji hałasu z uwzględnieniem różnej częstotliwości dźwięku, a także parametry określające reakcję na ogień oraz termostabilność mat. Wszystkie parametry zostały przebadane dla 5 rodzajów mat wytworzonych techniką włókninową, różniących się udziałem procentowym wełny i włókien łykowych. Wyniki przeprowadzonych badań są bardzo dobrze zaprezentowane na rysunkach i w tabelach. Doktorantka wykazała się dużą skrupulatnością w ich opisie, dokonując różnych porównań i powołując się na przeprowadzone analizy statystyczne, które pozwoliły na weryfikację istotności różnic pomiędzy wynikami dla poszczególnych próbek. Ważnym elementem opracowania wyników badań jest ich dyskusja w odniesieniu do wyników literaturowych.

W rozdziale 6 Doktorantka dokonała podsumowania przeprowadzonych przez siebie badań koncentrując się na ocenie wpływu udziału procentowego włókien wełny i włókien łykowych ln i konopi w wytworzonych z nich matach na właściwości termoizolacyjne i akustyczne. Wykazała, że maty z wyższą zawartością wełny w mieszance z włóknami łykowymi charakteryzują się wyższą izolacyjnością termiczną, a ponadto, że 50% udział wełny pozwala na osiągnięcie poziomu izolacyjności dla kategorii wyrobów zaliczanych jako dobre

izolatory. Wykazała także, że wszystkie warianty wytworzonych mat charakteryzują się dobrą zdolnością pochłaniania dźwięków w zakresie średnich i wysokich częstotliwości, niemniej jednak wzrost udziału procentowego wełny, zwłaszcza powyżej 50% powoduje zmniejszenie zdolności pochłaniania dźwięku. Jako materiał charakteryzujący się najlepszymi właściwościami barierowymi, zarówno w zakresie izolacyjności termicznej jak i akustycznej wskazała produkt wytworzony z włókien wełnianych i łykowych o ich udziale procentowym 50/50. Na podkreślenie zasługuje także fakt, iż Doktorantka widzi także problemy dotyczące wykorzystania mat na bazie wełny i włókien łykowych w budownictwie, związane z ryzykiem rozwoju mikroorganizmów i owadów, wskazując tym samym na kierunki dalszych ewentualnych badań nad ich udoskonaleniem.

W rozdziale 7 mgr inż. Anna Kicińska-Jakubowska przedstawiła wnioski końcowe odnoszące się do poszczególnych etapów badań. Są one sformułowane logiczne. Reasumując stwierdzam, że cel ocenianej pracy został osiągnięty, hipoteza zweryfikowana właściwie, a wnioski końcowe są poprawne.

Recenzowana praca zawiera drobne niedociągnięcia natury formalnej, gramatycznej i terminologicznej. Niektóre kwestie poruszone w pracy budzą wątpliwości i wymagają wyjaśnienia. Poniżej wypunktowałam uwagi szczegółowe do pracy oraz kilka pytań licząc, że Doktorantka ustosunkuje się do nich podczas obrony.

#### **Uwagi szczegółowe:**

- str. 42 i 96 - w tytułach rozdziałów, Doktorantka używa sformułowań „ocena koloru” – określenie „kolor” dopuszczalne jest w języku potocznym i nie powinno być używane w opracowaniach naukowych, w których dokonuje się pomiaru i oceny barwy. Do analizy wyników pomiarów parametry barwy w systemie CIELab warto także stosować wskaźnik  $\Delta E$ , który pozwala na określenie różnicy barw pomiędzy badanymi próbkami i ocenić, czy są one zauważalne.
- str. 99 – na rys. 63 brak podpisu osi OY, zbędny natomiast tytuł rysunku w górnej jego części, biorąc pod uwagę, że dubluje on podpis spod rysunku
- str. 125 - 130 – sposób zapisu źródeł w *Bibliografii* nie jest jednolity, są stosowane skróty nazw czasopism jak np. „tts” zamiast pełnej nazwy, tytuły niektórych nazw czasopism są pisane małą literą, co nie jest zgodne z zasadami pisowni j. polskiego, nie zawsze podane są strony artykułów lub podane są w różnym formacie, rok wydania czasopisma jest często zdublowany, występuje na początku i na końcu pozycji źródłowej, nie zawsze zamieszczane są daty dostępu do źródeł internetowych itp.

#### **Pytania do dyskusji:**

1. Proszę o zaproponowanie zmiany sformułowanego celu pracy oraz propozycje celów szczegółowych
2. Proszę o wyjaśnienie pojęć teza i hipoteza i zaproponowanie przykładowych hipotez szczegółowych
3. Proszę o wyjaśnienie zasadności przeprowadzenia bardzo szczegółowej analizy włókien wełny (np. jakie znaczenie miała m.in. analiza morfologii powierzchni włókien, ocena rozkładu średnicy włókien z uwzględnieniem rasy owcy

i rodzaju okrywy, porównanie higroskopijności wełny potnej i pranej, oznaczenie zawartości substancji tłuszczowych w wełnie potnej itp.) oraz wskazanie kluczowych parametrów decydujących o wyborze rodzaju wełny na materiały barierowe zaproponowane w pracy.

4. Czy uzyskane wyniki analizy dla włókien wełny pozwalają na uszeregowanie tych surowców pod względem jakości i przydatności użytkowej?
5. Dlaczego zakres badań włókien łykowych i wełnianych jest różny? Chodzi m.in. o takie parametry jak siła zrywająca i wydłużenie, której nie oznaczano dla wełny oraz barwa, której nie uwzględniono w przypadku badania włókien łykowych.
6. Czy na pomiary siły zrywającej i wydłużenia mat mogła mieć wpływ zastosowana siatka jutowa? Uzupelnienie wyników pomiarów siły zrywającej i wydłużenia samej siatki, której celem było wzmocnienie struktury wyrobu byłoby dobrym odniesieniem dla pomiarów mat wytworzonych z różnym udziałem wełny i włókien łykowych.

## UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiona do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Anny Kicińskiej-Jakubowskiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Zaproponowane przez Autorkę badania mają charakter nowatorski. Wykonane oznaczenia i ich naukowa interpretacja są merytorycznie poprawne i przekonują, że Kandydatka posiada umiejętności prowadzenia pracy badawczej. Uwagi zawarte w niniejszej recenzji nie obniżają wartości przedłożonej mi do oceny dysertacji doktorskiej.

Przeprowadzone badania oraz interpretacja wyników pomiarów pozwoliły na realizację celu i zweryfikowanie hipotezy badawczej. Należy jednoznacznie stwierdzić, że rozprawa wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej jaką jest inżynieria materiałowa, a głównym jej walorem jest jej wymiar poznawczy i aplikacyjny.

Stwierdzam, że praca doktorska Pani mgr inż. Anny Kicińskiej-Jakubowskiej spełnia wymogi formalne stawiane rozprawom na stopień naukowy doktora, zgodnie z przepisami o stopniach i tytułach naukowych zawarte w art. 13 Ustawy z 14 marca 2003 roku (Dz. U. 2003, numer 65, poz. 595 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynierii Materiałowej Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej o dopuszczenie jej Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

