Warszawa, 17.09.2018

Prof. dr hab. inż. Piotr Beer, prof. zw.
Katedra Technologii i Przedsiębiorczości w Przemyśle Drzewnym
Wydział Technologii Drewna
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa

RECENZJA

rozprawy doktorskiej wykonanej przez mgr. inż. Marcina Podskarbi pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Jerzego Smardzewskiego oraz pod kierunkiem promotora pomocniczego dr Beaty Fabisiak pod tytułem:

„Modelowanie właściwości nowo zaprojektowanych połączeń mebli szkieletowych"

Podstawa wykonania recenzji

Podstawą wykonania recenzji jest pismo pana Dziekana Wydziału Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu prof. dr hab. Bartłomieja Mazeli z dnia 03 lipca 2018 roku o numerze WTD-4000-4/2017 przesłane w raz z egzemplarzem rozprawy.

Przedmiot oceny

Przedmiotem oceny jest rozprawa doktorska pana mgr. inż. Marcina Podskarbi wykonana w Katedrze Meblarstwa WTD UP w Poznaniu. Praca liczy 103 strony w tym 67 rysunków, 21 tabel, 111 pozycji literaturowych, 2 odsyłacze do stron internetowych, streszczenie w języku polskim i streszczenie w języku angielskim.

Treść rozprawy doktorskiej ujęta jest w 4 głównych rozdziałach: 1. Geneza pracy, 2. Cel pracy, 3. Metodyka badań oraz 4. Wyniki badań i ich analiza. Układ pracy jest odbiegający od standardowo przyjętego. Brakuje w nim oddzielnego rozdziału dotyczącego przeglądu literatury, jak również oddzielnego rozdziału dotyczącego wniosków końcowych z ewentualnymi spostrzeżeniami, czy podsumowaniem prac opisanych w rozprawie. Przegląd literatury ujęty jest natomiast w rozdziale dotyczącym genezy pracy. Zwykle rozdział z genezą pracy ma na jednej stronie A4 przekonać czytelnika o istotności i celowości podjętych prac. Końcowy akapit ma zapewnić, iż to co będzie spodziewanymi wynikami pracy rozszerzy podstawową wiedzę o badanym zagadnieniu i może stanowić efekt utylitarny. Wnioski wynikające z pracy zostały natomiast umieszczone w rozdziale dotyczącym wyników badań i ich analizie. Wnioski wynikające właśnie z analizy wyników badań są najistotniejszym punktem w pracy. Informują w jakim stopniu zamierzenia ujęte w celu pracy zostały zrealizowane. Należy je wyeksponować. Recenzent nie widzi podstaw łączenia genezy pracy z przeglądem literatury i niewyeksponowaniu wniosków wynikających z prac opisanych w rozprawie, pomimo iż wszystkie elementy pracy są powiązane ze sobą tematycznie.

Ocena wybory tematyki pracy

Przemysł drzewny, a w szczególności przemysł meblarski z przemysłami powiązanymi jest strategicznym sektorem w Polsce. Sprzedaż mebli od wielu lat przekracza 2% PKB, a w przemyśla zatrudnionych jest około 200 tys. osób. Natomiast eksport towarów wynosi około 50 mld złotych rocznie. W roku 2018 zgodnie z informacją od Ogólnopolskiej Izby Gospodarczej Producentów Mebli uplasowaliśmy się na trzecim miejscu w świecie a drugim w Europie w udziale w światowym eksporcie mebli plasując się z Chinami i Niemcami a wyprzedzając Włochy. Biorąc pod uwagę, iż Chiny z udziałem prawie 40% światowego eksportu są poza zasięgiem, gdyż drugie w kolejności Niemcy mają około 7%, a dużo naszych firm jest właśnie podwykonawcami fabryk niemieckich, dane statystyczne dotyczące eksportu polskich mebli mogą być zaniżone.

Wspaniała sytuacja przemysłu meblarskiego nie bierze się znikąd. Jest to ogromna praca ludzi zatrudnionych na wszystkich stanowiskach i wszystkich szczeblach. Projektanci, technolodzy, konstruktorzy dzień w dzień ciężko pracują, aby przemysł meblarski nie tylko utrzymywał swoją wspaniałą pozycję, ale jak wydać z danych tego roku, nawet ją poprawiał. Również szkolnictwo wszystkich szczebli ma ogromny w tym sukcesie udział.

Nie byłoby też tego sukcesu bez prac badawczo – rozwojowych. Prac, które zmierzają do znalezienia nowych i innowacyjnych rozwiązań. Rozwiązań, które zmierzają do poprawy właściwości komponentów meblarskich czyniąc polskie meble konkurencyjnym towarem na rynku światowym.

Jednym z elementów mebli, który jest bardzo istotny i stanowi nie tylko o wytrzymałości mechanicznej, ale również o estetyce mebla oraz łatwości w montażu są węzły konstrukcyjne mebli. Należy wybrać, czy połączenie ma być niewidoczne, czy wręcz widoczne podnosząc walory wzornictwa. Wybór połączeń nierozłącznych i rozłącznych jest szczególnie istotny w przypadku mebli do samodzielnego montażu. Wybór połączenia jest podporządkowany też łączonym materiałom. Jest to istotne tym bardziej w świetle prac dotyczących obniżeniem gęstości stosowanych półfabrykatów, czy wykorzystaniem gatunków szybkorosnących, jak i materiałów poużytkowych. W każdym przypadku mamy do czynienia najczęściej z obniżeniem właściwości fizyko-mechanicznych, utrudniających ich łączenie.

Stąd rozprawa doktorska wpisuje się jak najbardziej w kierunek poprawy technologii produkcji mebli, a co za tym idzie poprawy konkurencyjności polskiego przemysłu meblarskiego.

Ocena szczegółowa pracy

Poszczególne opisane etapy realizacji badań i celu pracy są ułożone w sposób prawidłowy konsekwentnie umożliwiając logiczne przejście do kolejnych zadań. Recenzent ma jednak pewne wątpliwości przy szczegółowej ich ocenie.

Geneza pracy

Rozdział pierwszy zawierający genezę i przegląd literatury zawiera informacje ogólne lub oczywiste, które nie wyjaśniają podjętych działań opisanych w literaturze przedmiotu. Brak jest krytycznego ustosunkowania się Doktoranta do opisanych badań. Koniec akapitu pierwszego ze strony 6 z przytoczonymi wieloma odnośnikami do literatury kończy się: „Wykazują one (wymienione wyżej prace, przyp. Recenzenta), że rodzaj łącznika ma znaczący wpływ na wytrzymałość i sztywność połączenia”. Nie jest konieczny przegląd literatury, aby taki wniosek wysnuć. Ponadto nie tylko rodzaj łącznika ma wpływ na wytrzymałość i sztywność połączenia, ale również rodzaj materiałów, które się łączy. Takich oczywistych informacji jest dużo: wzrost wytrzymałości przy wzroście gęstości, wyższa wytrzymałość na wyciąganie łączników sklejki od płyty wiórowej, czy wyższa wytrzymałość wyciągania łącznika przy wyciąganiu prostopadle do płyty w porównaniu do kierunku podłużnego, co jest szczególnie oczywiste dla płyt wiórowych. Innym zaskakującym elementem w przeglądzie literatury jest

przedstawienie bez komentarza sprzecznych ze sobą wyników badań: „Konstrukcje z MDF dla połączeń kołkowych lub wkrętowych były sztywniejsze niż w przypadku PB” (str. 6). Na następnie stronie jest napisane: „Połączenia kątowe wykonane z płyty PB były wytrzymalsze od połączeń wykonanych z MDF”. Bez pełnej wiedzy na temat metodyki przedstawianych badań i jej analizy te informacje nie wnoszę nic do stanu wiedzy.

Dodatkowo w opisie stanu wiedzy przedstawiono głównie łączenie elementów z płyty wiórowej i pilśniowej, a przedmiotem rozprawy są meble szkieletowe. Należało by wyjaśnić jak badania mebli skrzyniowych wspomagają planowanie badań węzłów konstrukcyjnych mebli szkieletowych przedstawione bardzo poprawnie w ostatnim akapicie rozdziału pierwszego.

Cel pracy

W celu pracy jest napisane: „Celem naukowym było określenie sztywności i wytrzymałości połączeń kątowych płaskich z nowo zaprojektowanymi złączami i łącznikami”. Celem naukowy badań nie jest określenie wytrzymałości, które to może wykonać osoba z podstawowym wykształceniem technicznym. Cel naukowy ma wyjaśnić zjawiska podstawowe i odpowiedzieć na pytanie, czy podjąć próbę znalezienia odpowiedzi dlaczego dane zjawisko przebiega w ten czy inny sposób.

Metodyka badań

Początek prac stanowi sposób oceny potrzeb użytkowników. Skonstruowany autorski kwestionariusz ankiety został przedstawiony 2500 małym i średniej wielkości fabrykom mebli. Otrzymano 253 prawidłowo wypełnione ankiety, z których 53% stanowili producenci mebli skrzyniowych. Należałoby wyjaśnić i w tym przypadku jak ich odpowiedzi zwiększyły stan wiedzo konieczny do zrealizowania rozprawy. Na ankietę odpowiedzieli technolodzy. Zdaniem Recenzenta ankietę o potrzebach użytkowników należy wysłać do użytkowników. Technolodzy w fabrykach mają ograniczenia, które nie zawsze sprzyjają doborom najlepszych rozwiązań. Te ograniczenia to między innymi cena, przyzwyczajenia, najbliższy dostawca, park maszynowy, czas realizacji zamówienia i inne. Często też możemy się spodziewać niecałkowicie szczerej odpowiedzi.

Następnie przedstawiony jest sposób opracowania założeń do projektu innowacyjnych połączeń mebli szkieletowych, a w nim ocena cech charakterystycznych i kryteria oceny połączeń mebli szkieletowych. Jednym z elementów jest recykling. W tej ocenie przypisano: metal 1 (kryterium niekorzystne), tworzywo sztuczne 0,5 (kryterium pośrednie), a drewno 0 (kryterium korzystne). Jeśli chodzi o biodegradowalność, czy przyjazność środowisku to tak, ale w przypadku łatwości wtórnego użycia materiału, to to kryterium jest niewłaściwie określone. Oczywiście zależy wszystko skąd pochodzą odpady, czy są to wraki samochodów, puszki, czy odzyskiwanie metali z elektroniki. Problem recyclingu zależy też od tego, czy są to metale kolorowe, stal, metale szlachetne. Podobnie jest z ujętymi ogólnie tworzywami sztucznymi. Recycling kosztuje i nie jest łatwy, ale z innych powodów zawsze korzystny. W ten sam układ wpisuje się drewno. Można wykorzystać drewno (lite i materiały drewnopochodne) ze starych mebli, czy nawet częściowo spalonych więźb dachowych. Ale nie jest to łatwe. Stąd najczęściej przeznacza się je do produkcji płyt wiórowych. W przypadku recyclingu Recenzent przyznałby tę samą rangę wszystkim materiałom, albo 1, gdyż drogie i uciążliwe, albo 0, gdyż nie ma lepszego wyjścia.

W tabeli 2 przyporządkowano wartości elementom składających się na obliczenie autorskiego *współczynnika montażu CoA*. W tej tabeli wartość *NF* oznaczającą liczbą łączników dla kołka meblowego ustalono 1. Kołek meblowy bez kleju nie jest łącznikiem, tylko elementem ustalającym położenie. Stąd wartość ta powinna być ustalona na 2, a wartość *CoA* na 24, oczywiście w przypadku właściwego określenia liczby czynności koniecznych przy złożeniu połączenia, co nie zostało wyjaśnione.

Na uwagę zasługuje bardzo szeroko opisane w tabeli 3 zestawienie złączy i łączników połączeń użytych do analizy statystycznej.

W podrozdziale dotyczącym wyboru materiałów dla złączy i łączników dowiadujemy się, iż ramiona połączeń wykonano z wielowarstwowego HDF, gdyż podobne rozwiązania stosuje firma IKEA z przeznaczeniem na meble szkieletowe zamiast drewna. Badania ankietowe przeprowadzono w małych i średnich przedsiębiorstwach. Pojawia się pytanie, do jakich przedsiębiorstw adresowane są proponowane złącza ? Rysunek 3 na stronie 22 zajmuje jedynie miejsce. Przedstawia układ płyt jedna na drugiej w celu uzyskania płyty warstwowej z pojedynczych arkuszy HDF. Inaczej się nie da. Podobnie rysunek 4 z następnej strony podpisany „proces powstawania klejonych warstwowych płyt HDF" też niewiele wnosi, mimo patetycznego podpisu zwykłego sklejania arkuszy płyt. Poniżej dowiadujemy się, iż z 25 warstw otrzymaliśmy 50mm grubości płyty, z 15 warstw 30mm, a z 22 warstw 45mm. Pewnie w dalszych pracach to nic nie zmienia, ale rzuca się w oczy. Rysunek 5 powtarza się z rysunkiem 10 z uzupełnieniem danych. Rysunek 5 jest niepotrzebny.

Bardzo systematycznie i z przemyśleniem zostały zaplanowane oraz wykonane badania dotyczące określenia właściwości mechanicznych wybranych materiałów. Szkoda, że wyniki tych badań przydać się mogą niewielu firmom.

Podrozdział dotyczący wyboru połączeń i sposoby ich obciążenia zaczyna się od zdania: „Do badania postanowiono wybrać połączeń z grupy połączeń kątowych płaskich (połączenia typu L) o wymiarach jak na rycinie 12". A w dalszej części podrozdziału opisany jest szeroko sposób obciążania połączeń typu T. Jaki to miało cel ? Rysunek 16 jest powtórzeniem rysunku 63. Jeden z nich jest zbędny.

Bardzo systematycznie i z przemyśleniem zostały zaplanowane oraz wykonane badania dotyczące określenia sztywności i wytrzymałości badanych połączeń, jak również sposób przeprowadzenia obliczeń numerycznych modelowanych połączeń, wybór połączeń oraz metody druku 3D oraz kolejne etapy badań i prac. Drobne wątpliwości budzą jedynie informacje: „W przypadku zewnętrznej siły docisku *Pz* jej wartość została ustalona doświadczalnie jako średnia wartość nacisku kciuka osoby 50 centyla zmierzonego na wadze laboratoryjnej. Wartość tej siły była równa *Pz* = 150 N". 50 centyla wielkości kciuka ? Jeśli wzrostu, to nie ma danych o liniowej zależności wzrostu do nacisku kciuka. Poza tym nacisk około 15 kg stanowi dużą selekcję użytkowników. Poniżej na tej samej stronie jest przedstawiony wkrętak dynamometryczny, ale bez jego dokładności. Nie jest celowe podawanie dokładności obciążenia w niutonach do dziesiątego miejsca po przecinku, na przykład 1942,8N. Podanie wartości: *w granicach 1940N* byłoby wystarczające (str. 39).

Wyniki i ich analiza

Wyniki badań zostały przedstawione w formie graficznej oraz opisowej. Jednak opis wyników jest powtórzeniem tego co zostało przedstawione w formie graficznej. Na stronie 47 jest napisane: „W grupie producentów mebli szkieletowych i tapicerowanych najczęściej stosowane połączenia charakteryzują się odpowiednio: częściową zewnętrzną widocznością (51% odpowiedzi), rozłącznością (59%), zewnętrzną siłą montażową (57%), ….itd.". A te informacje są już przedstawione na rysunku 36 ze strony 46. Nie ma potrzeby powtarzać informacji a należy je przynajmniej spróbować zinterpretować. W rozdziale wyniki i ich analiza trudno znaleźć analizę wyników. Czyli wyjaśnienie otrzymanych wartości. Próbą analizy wyników jest akapit na stronie 77: „Z analizy wyników badanych połączeń widać, że różnice dla połączeń Z1, Z6 oraz Z7 są niewielkie, natomiast dla połączeń Z10 znaczące. Może to wynikać z tego, że w przypadku połączeń Z10 złącza łączone są tylko w jednym elemencie na zasadzie gniazdo i czop, natomiast połączenia Z1, Z6 oraz Z7 złącza występują w obu łączonych elementach. Również wpływ może mieć to, że połączenia Z10 łączone są na klej, natomiast pozostałe bez użycia kleju. Wpływ może mieć sama geometria złączy lub materiał użyty do budowy złączy i ramion łączonych elementów". W rozprawie doktorskiej można się spodziewać nie jedynie informacji, że coś może mieć wpływ, ale informacji, że ma określony wpływ i dlaczego. Pojawia się też wątpliwość porównywania łączników bez klejowych z klejowymi. Z założenie można przyjąć, iż te klejowe nierozłączne są bardziej wytrzymałe. Jednak w badaniach zależności pomiędzy współczynnikiem sztywności a obciążeniem w

próbie zwierania przedstawionych na rysunku 64 połączenia z klejem już nie wykazują wyższych wartości. Czyli klej pomaga, czy przeszkadza i w jakich warunkach i dlaczego ?

Na stronie 78 można znaleźć informację: „W większości przypadków funkcje regresji stanowią wielomiany drugiego, trzeciego i czwartego stopnia, przy czym charakteryzują się wysokimi współczynnikami dopasowania". W badaniach wytrzymałościowych połączeń meblarskich trudno byłoby znaleźć wyniki, do których nie da się dopasować wielomianu czwartego stopnia.

Informacje zawarte w 3 pierwszych wnioskach są powtórzeniem danych prezentowanych w poprzednich podrozdziałach. Nie ma natomiast informacji, czy otrzymane wartości spełniają oczekiwania i w jakim stopniu. Na uwagę zasługuje wniosek czwarty dotyczący opracowania metodyki wyłaniania założeń projektowych dla nowych konstrukcji połączeń. Jest to bardzo istotny wkład w wiedzę dotyczącą konstrukcji meblarskich. We wniosku piątym zawarto informację dotyczącą 8 zgłoszeń patentowych. Recenzent nie zna innej pracy, w wyniku której zgłoszono by aż tyle wniosków patentowych. W zasadzie zgłoszenie patentowe to nie patent, a uzyskanie patentu do dalej nie wdrożenie, ale pierwszy krok został wykonany.

Wniosek końcowy

Na podstawie analizy pracy doktorskiej mgr. inż. Marcina Podskarbi pod tytułem „Modelowanie właściwości nowo zaprojektowanych połączeń mebli szkieletowych" Recenzent stwierdza, iż stanowi ona nowy i innowacyjny wkład w rozwój dyscypliny naukowej drzewnictwo. Autorskie rozwiązania interdyscyplinarne są cennym wkładem w rozwój strategicznego przemysłu meblarskiego. Wymienione w recenzji uwagi stanowią przedmiot do dyskusji, ale nie mają wpływu na wysoką ocenę pracy.

Recenzent uważa, iż rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w obowiązującej Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnosi o dopuszczenie mgr. inż. Marcina Podskarbi do publicznej obrony.

Piotr Beer