

Jakościowe aspekty w konstrukcjach meblowych. Poprawa jakości poprzez użycie różnych materiałów konstrukcyjnych

Quality Issues In upholstery furniture constructions. Improvement by using different material

Ewa Skorupińska^{a,c,*}, ORCID: 0000-0002-3558-622X
Krzysztof Wiaderek^b, ORCID: 0000-0001-5432-4738
Maciej Sydor^c, ORCID: 0000-0003-0076-3190

^a*Euroline sp. z o.o., ul. Spółdzielcza 51, 64-100 Leszno, Polska*

^b*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny i Technologii Drewna, Katedra Meblarstwa, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, Polska*

^c*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny i Technologii Drewna, Katedra Obrabiarek i Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, Polska*

*Osoba do korespondencji: ewa.skorupinska@up.poznan.pl

Streszczenie

Opisywany w artykule problem badawczy dotyczył niewystarczającej wytrzymałości mocno obciążonej siłami dynamicznym sosnowej belki siedziska sofa. Celem badań było porównanie właściwości konstrukcyjnych alternatywnego materiału z dotychczas stosowanym materiałem belki. Próbki badawcze wykonano z materiału alternatywnego (LVL) oraz z aktualnie stosowanego materiału konstrukcyjnego (tarcica iglasta). Wilgotność obu badanych materiałów mieściła się w zakresie 8,3-11,4%. Badania polegały na pomiarze wytrzymałości na zginanie elementów wykonanych z obu materiałów oraz określeniu odporności na wyrwanie plastikowych zaczepów do sprężyn. W badaniach odporności na zginanie wykorzystano dwie serie po 8 próbek badawczych ($n = 8$) o wymiarach 1970×65×36 mm. Badania te prowadzono symulując rzeczywiste dynamiczne obciążenie zginające elementu mebla za pomocą specjalnej maszyny wytrzymałościowej własnej konstrukcji, natomiast badania odporności na wyrwanie zaczepów sprężyn wykonano za pomocą laboratoryjnej uniwersalnej maszyny wytrzymałościowej. W każdym badanym materiale zaczepy mocowano na dwa sposoby, a badania odporności na wyrwanie przeprowadzono na seriach po 5 sztuk ($n = 5$). Rezultaty badań wskazują, że LVL był bardziej odporny na zginanie, niż drewno sosnowe. Mediana sił w serii dla LVL wyniosła 360 N, a w przypadku drewna sosnowego - 315 N. Wyniki badań wskazują również na

zróżnicowaną nośność uchwytów sprężyn (500-800 N). Wyznaczona nośność była powiązana z kierunkiem włókien drzewnych. W przypadku LVL wartości nośności zmieniały się w mniejszym zakresie tj. 700-800 N. Analizując wyniki badań stwierdzono, że im większa wilgotność badanych próbek, tym mniejsza odporność na zginanie. Na podstawie wniosków z badań zdecydowano się na zmianę materiału sosnowej belki siedziska sofy na LVL.

Abstract

The research problem described in the article concerned the insufficient strength of the pine beam of the sofa seat, which was heavily loaded with dynamic forces. The research aimed to compare the strength of an alternative furniture material with the material used so far. The test samples were made of an alternative material (LVL) and the currently used material (pine wood). The moisture content of both tested materials was in the range of 8.3-11.4%. The tests measured the bending strength of both construction materials and the withdrawal capacity of plastic spring holders fastened with staples. The three-point bending flexural test used two series of eight test samples ($n = 8$) with dimensions of 1970×65×36 mm. The test was carried out by simulating a furniture element's real dynamic bending load using a special testing machine. The spring holders' resistance to withdrawal strength was tested using a universal testing machine. In each tested material, the spring holders were fastened in two ways, and the tests were carried out in a series of 5 pieces ($n = 5$). The bending test results indicate that LVL was more resistant to bending than pine wood. The median of the forces in the series for LVL was 360 N, and in the case of pine wood - 315 N. An important parameter tested was the withdrawal test of spring holders in both tested materials. The results of this test point out that spring holders fastened in pine wood have a different load capacity (500-800 N). This load capacity was related to the direction of the wood fibers. The load capacity in the LVL changed to a smaller range (700-800 N). Analyzing the test results points out that the higher the moisture content of the tested samples, the lower the bending resistance. Based on the conclusions of the research, it was decided to change the rear seat rail from pine wood to LVL.

Słowa kluczowe: jakość mebli, drewno sosnowe, LVL, zszywki, zaczepy do sprężyn, wytrzymałość

Keywords: furniture quality, pine wood, LVL, staples, zig-zag spring holders, strength

Wprowadzenie

Problemy jakościowe w przemysłowej produkcji mebli tapicerowanych mogą wymagać poszukiwań alternatywnych materiałów konstrukcyjnych spełniających wymagania wytrzymałościowe, cenowe i długotrwałej dostępności w dużych ilościach [1]. Uzasadnieniem do takich poszukiwań może być niewystarczająca wytrzymałość dotychczas stosowanego materiału. Tego rodzaju problem, związany z niewystarczającą

wytrzymałością na zginanie sosnowych belek siedziska sof, zidentyfikowano w warunkach praktyki przemysłowej. Jak wiadomo, sofa jest rodzajem mebla tapicerowanego [2], który jest bardzo mocno obciążony siłami dynamicznymi podczas użytkowania [3], dlatego niektóre jej elementy konstrukcyjne powinny być zawsze weryfikowane z punktu widzenia ich wytrzymałości na obciążenia siłami podczas użytkowania.

Umieszczenie opisywanej belki w ramie tapicerskiej będącej podzespołem sofa oraz przykładowe formy jej zniszczenia przedstawiono na Rys. 1.



Rys. 1. Umieszczenie badanej tylnej belki w ramie tapicerskiej (zaznaczono kolorem pogrubionym czarnym) oraz przykładowe obrazy zniszczeń

Fig. 1. Placement of studied back rail in the upholstery frame and examples of damages

Opisywany element podzespołu mebla ma formę wydłużonej belki sosnowej, o długości niewiele mniejszej od długości całkowitej sofa i o stosunkowo niewielkim przekroju. Obciążony jest on dużymi dynamicznymi siłami pochodzącymi od sprężyn, które powodują jego zginanie, w skrajnych przypadkach doprowadzające do pęknięcia.

Podczas doboru alternatywnego materiału konstrukcyjnego przyjęto założenia, że materiał ten powinien być dostępny w dużych ilościach i w długim okresie czasu, w partiach o zbliżonych do siebie właściwościach wytrzymałościowych. Jego cena nie powinna znacząco odbiegać od dotychczasowo stosowanego drewna sosnowego. Dodatkowo, zmiana materiału nie powinna wymagać wykonania modyfikacji konstrukcyjnych w meblu, wpływających na technologię produkcji. Nowy materiał powinien być podatny na obróbkę analogicznymi technologiami, jak drewno sosnowe. Wszystkie te cechy są istotne przy planowaniu produkcji seryjnej mebli. Biorąc pod uwagę te wymagania jako materiał alternatywny do dotychczas stosowanego drewna sosnowego, wytypowano LVL. Jako krytyczne właściwości konstrukcyjne dla tylnej belki siedziska sofa uznano jej odporność na zginanie oraz zdolność do utrzymywania zaczepów sprężyn.

Cel i zakres pracy

Celem badań opisywanych w niniejszym artykule była weryfikacja właściwości konstrukcyjnych alternatywnego materiału, którego zastosowanie spowoduje zmniejszenie liczby reklamacji. Dodatkowym celem była praktyczna weryfikacja przydatności autorskiego urządzenia badawczego i metody, polegającej na badaniu rzeczywistych elementów mebli imitując sposób ich obciążenia w rzeczywistej eksploatacji mebli. W ramach pracy wykonano badania porównawcze wytrzymałości na zginanie oraz badania siły utrzymującej zaczepy sprężyn.

Materiały i metodyka badań

Metodyka badań wytrzymałości na zginanie

Próbki badawcze miały wymiary i kształty odpowiadające wymiarom i kształtom elementów konstrukcyjnych masowo produkowanej sofy, czyli długość 1970 mm i przekrój 65×36 mm; wykonano je drewna sosnowego, tj. materiału używanego w aktualnej konstrukcji mebla oraz z materiału alternatywnego, którym jest LVL. Obydwa warianty materiałowe próbek pokazano na Rys. 2.



Rys. 2. Próbki badawcze: po lewej belka z tarcicy iglastej, po prawej belka z LVL
Fig. 2. Samples for tests: from left pine wood, on the right LVL

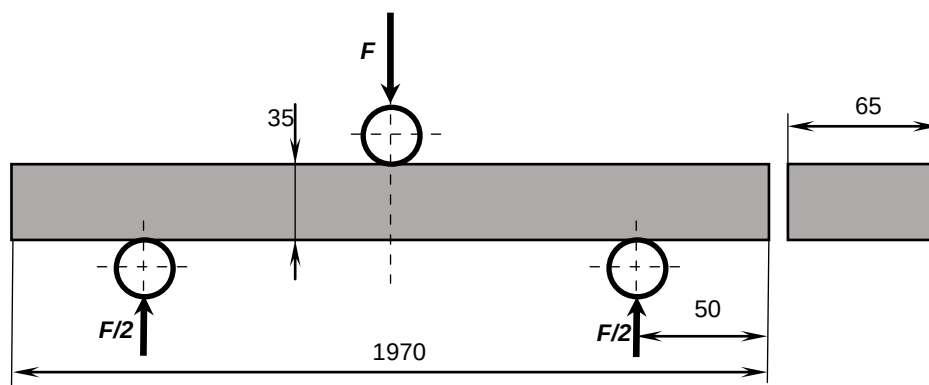
W ramach wykonanego programu badawczego odtworzono obciążenia o kierunkach występujących w rzeczywistym meblu. Badania polegały na zmierzeniu i porównaniu wytrzymałości na zginanie obu materiałów meblowych. W badaniach porównawczych wytrzymałości na zginanie użyto urządzenia własnej konstrukcji pokazanego na Rys. 3.



Rys. 3. Urządzenie do badań wytrzymałości na zginanie (źródło: [4])
Fig. 3. Testing machine for bending measurements

Budowę urządzenia zastosowanego do badań wytrzymałości na zginanie w teście trójpunktowego zginania opisano szerzej we wcześniejszej publikacji [4]. Urządzenie to umożliwia wywieranie i mierzenie siły dynamicznej, zwiększanej stopniowo, aż do momentu zniszczenia badanej próbki.

Podczas badań odporności na zginanie badane próbki były podparte w dwóch punktach, w odległości po 50 mm z lewej i prawej strony. Siła zginająca była przykładana na środku badanej próbki, na szerokości 65 mm, co pokazano na Rys. 4.

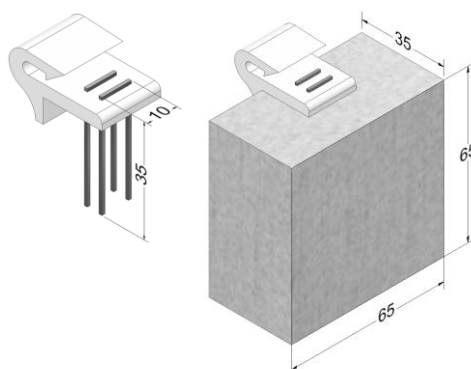


Rys. 4. Wymiary próbki badawczej oraz schemat obciążenia przy pomiarach wytrzymałości na zginanie
Fig. 4. Size of tested sample and experimental setup during the test of bending strength

Pomiar wytrzymałości na zginanie każdorazowo prowadzono do momentu pęknięcia próbki i odczytywano ciśnienie w momencie zniszczenia próbki, które przeliczano na siłę.

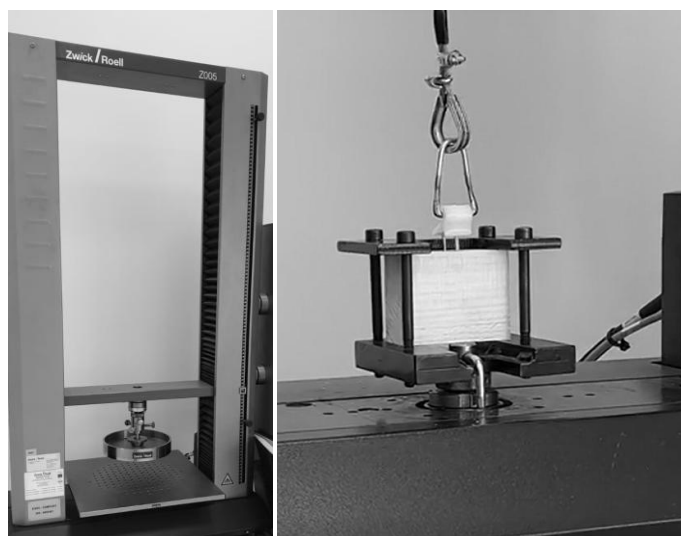
Metodyka badań odporności na wyrwanie zaczepów sprężyn

Plastikowe zaczepy sprężyn mocowane są za pomocą zszywek do badanych elementów mebli. Każdy zaczep jest zamocowany za pomocą dwóch zszywek i obciążony siłą pochodzącą od jednej sprężyny. Siła ta jest na tyle duża, że może spowodować wyrwanie mocowań zaczepów. Biorąc to pod uwagę, przeprowadzono badania odporności na wyrwanie zaczepów sprężyn w obu badanych materiałach. Badano cztery serie liczące po 5 próbek. Były one kombinacją badanych materiałów (dwa materiały - drewno sosnowe i LVL) oraz kierunków wbicia zszywek względem struktury badanych materiałów (dwa sposoby; w drewnie sosnowym wszywki wbijano w kierunku promieniowym oraz w kierunku stycznym; w LVL zszywki wbijano w szeroką powierzchnię próbki, czyli w poprzek sklejonych warstw drewna oraz wbijano w wąską powierzchnię próbki czyli wzdłuż warstw). Przygotowano zatem łącznie 20 próbek składających się z elementu wykonanego z badanego materiału drzewnego (w formie prostopadłościanu o wymiarach 65×65×35 mm). Do każdego takiego prostopadłościennego elementu za pomocą dwóch zszywek tapicerskich o długości 35 mm, szerokości 10 mm i grubości drutu 1 mm, przymocowany był jeden zaczep sprężyn (Rys. 5).



Rys. 5. Wymiary próbki do wyrwania zaczepów do sprężyn
Fig. 5. Sample size for rapid clips strength measurement

Badania odporności na wyrwanie zaczepów sprężyn przeprowadzono za pomocą uniwersalnej maszyny wytrzymałościowej (Z005, Zwick Roell Group, Ulm, Niemcy) przy użyciu przyrządu składającego się z uchwytu łapiącego za zaczep. Część drewnianą próbki badawczej mocowano w imadle (Rys. 6).



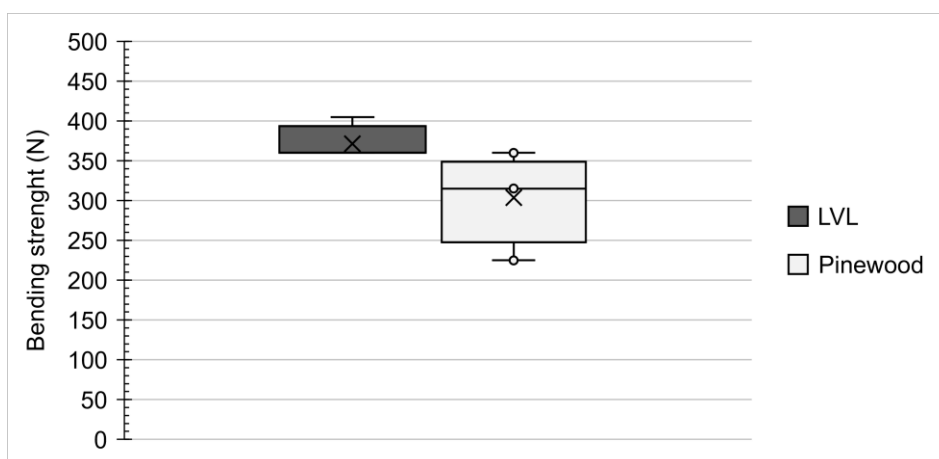
Rys. 6. Stanowisko badawcze do wrywania zaczepów do sprężyn
Fig. 6. Measurement station for rapid clips strength measurement

Pomiar siły wrywającej zaczepy sprężyn prowadzono do zniszczenia próbki. Prędkość trawersy maszyny pomiarowej ustawiono na 2 mm/s. Kryterium przerywania pomiaru był spadek siły pomiarowej do wartości 70% siły maksymalnej.

Wyniki i dyskusja

Wyniki badań wytrzymałości na zginanie

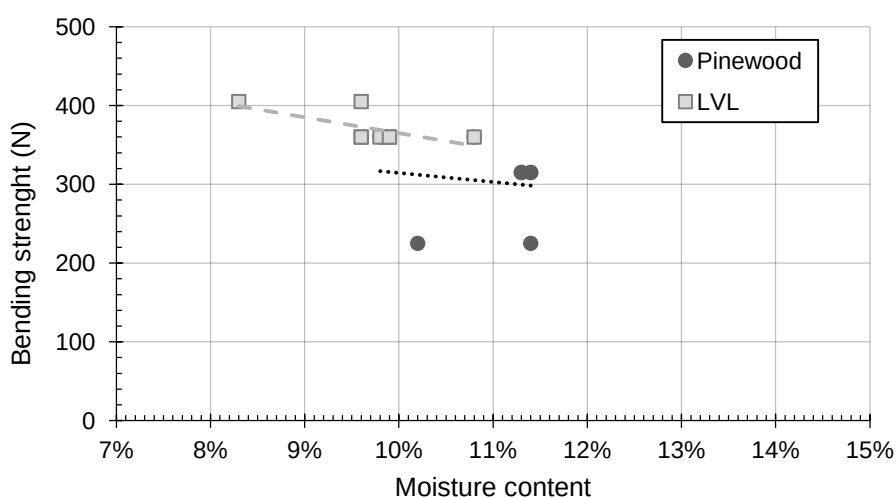
Wyniki badań wytrzymałości próbek na zginanie przedstawia Rys. 7.



Rys. 7. Rezultaty badań wytrzymałości na zginanie ($n = 8$)
Fig. 7. Bending strength results ($n = 8$)

Z Rys. 6 wynika, że LVL jest bardziej odporny na zginanie niż drewno sosnowe. Mediana sił w ośmioelementowej serii próbek wykonanych z LVL wyniosła 360 N, a w przypadku analogicznej serii próbek wykonanych z drewna sosnowego zdecydowanie mniej - 315 N. Rozrzut wyników, czyli różnica pomiędzy wartością najmniejszą oraz wartością największą w serii, jest również wyraźnie mniejszy dla próbek wykonanych z LVL. Mały rozrzut wyników jest cechą pożądaną w produkcji seryjnej, pozytywnie wpływającą na stabilność jakości w długich seriach produkcyjnych.

Badane próbki miały zróżnicowaną wilgotność (8,3-11,4%). Na Rys. 8 przedstawiono zależność zmierzonej wytrzymałości na zginanie od wilgotności próbek.

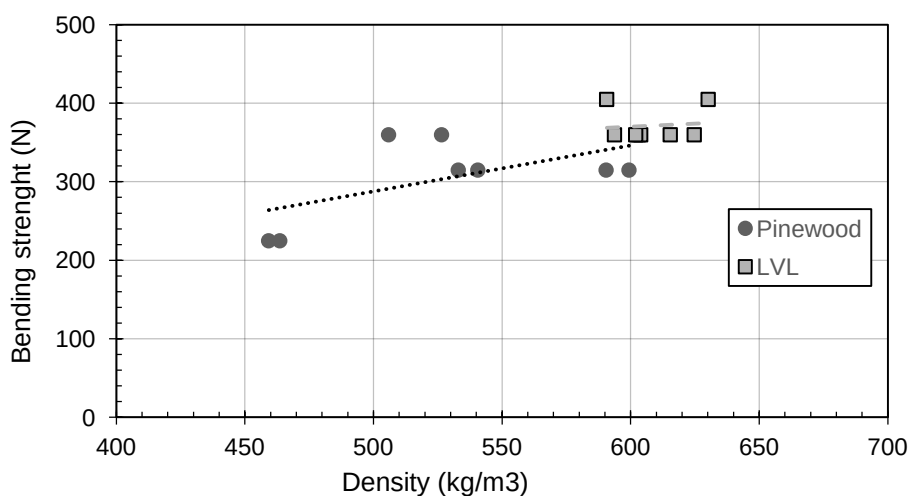


Rys. 8. Zależność wytrzymałości na zginanie od wilgotności próbek ($n = 8$)
Fig. 8. Dependence of bending strength on sample moisture content ($n = 8$)

Rys. 7 pokazuje, że w przypadku obu badanych materiałów można zaobserwować, że im większa wilgotność, tym mniejsza jest odporność na zginanie.

Na Rys. 9 przedstawiono zależność wytrzymałości na zginanie od gęstości materiałów badanych próbek.

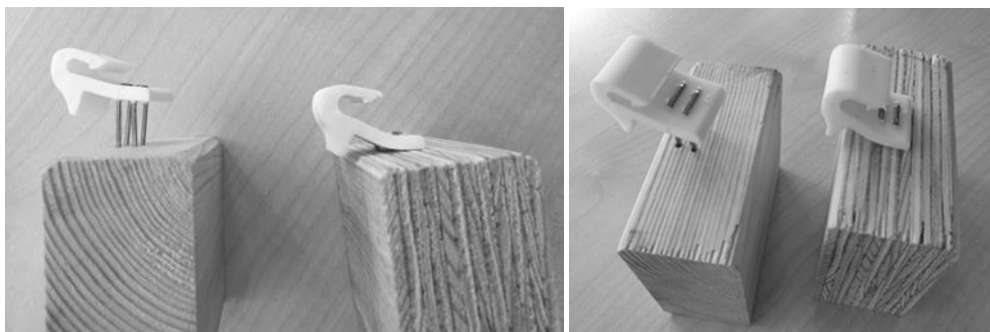
Układ punktów pomiarowych oraz linie trendów na Rys. 9 sugerują, że w przypadku próbek sosnowych średnia gęstość próbki ma wpływ na jej wytrzymałość na zginanie. Można zaobserwować, że im większa gęstość drewna sosnowego - tym większa wytrzymałość na zginanie. Tego rodzaju zależności nie stwierdzono w przypadku LVL. Prostoliniowy związek pomiędzy gęstością drewna sosnowego, a jego wytrzymałością jest szeroko opisany w literaturze [5-6].



Rys. 9. Zależność wytrzymałości na zginanie od gęstości próbek ($n = 8$)
Fig. 9. Dependence of bending strength on density of the samples ($n = 8$)

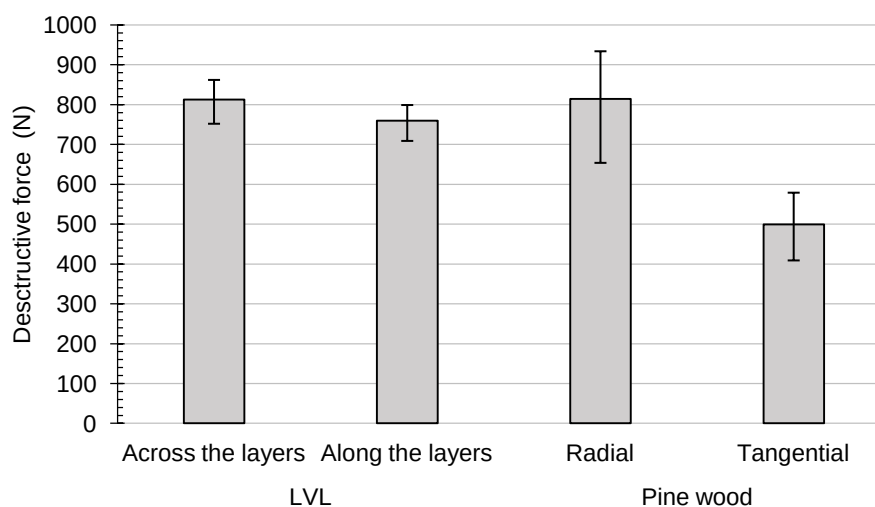
Wyniki badań odporności na wyrywanie zaczepów sprężyn

Próbki badawcze po wykonaniu badań przedstawiono na Rys. 10, na której pokazano wszystkie cztery porównywane warianty zamocowania zaczepów sprężyn.



Rys. 10. Sposoby mocowania badanych zaczepów sprężyn oraz obrazy zniszczeń
Fig. 10. Way of assembling measured zig-zag spring holders and damages

Wyniki z przeprowadzonych badań na wyrywanie zaczepów sprężyn przedstawia Rys. 11. Zilustrowano, w formie wykresu słupkowego, mediany sił w każdej badanej pięcioelementowej serii. Wąsy na wykresie wskazują wartości minimalne i maksymalne zmierzonych sił.



Rys. 11. Siły wyrywające uchwyty sprężyn ($n = 5$)
Fig. 11. Forces damaged zig-zag spring holders ($n = 5$)

Wyniki opisywanych pomiarów przedstawione na Rys. 11 wskazują, że LVL osiąga duże i mniej zróżnicowane wartości wytrzymałości osadzenia zaczepów sprężyn niż drewno sosnowe. Na podstawie danych przedstawionych na wykresie słupkowym można uznać, że w przypadku drewna sosnowego zaczepy sprężyn, których zszywki są wbite w kierunku promieniowym charakteryzują się dość dużą wytrzymałością, porównywalną z LVL. Jednak niekorzystną cechą jest duży rozrzut tej wytrzymałości. Bardzo niekorzystnie mała jest wartość odporności zaczepów sprężyn, których zszywki wbite są w kierunku stycznym. W tym przypadku wartością decydującą o przydatności materiału jest minimalna wartość wytrzymałości na wyrywanie, ponieważ w warunkach przemysłowej produkcji mebli nie ma możliwości orientowania układu włókien w masowo wytwarzanych elementach mebli.

Zestawienie zbiorcze wyników badań, wpływ zmiany materiału na niezawodność mebli

Przeprowadzone testy oraz badania wykazały, iż długa belka konstrukcyjna w konstrukcji siedziska sofy jest bardziej niezawodna, gdy wykonana jest z LVL. Najważniejsze spostrzeżenia płynące z analizy wyników obu eksperymentów przedstawiono w formie podsumowania w Tabeli 1.

Tabela 1. Podsumowanie właściwości porównywanych materiałów drzewnych
Table 1. Properties summary of the compared wood materials

Material	Porównanie przeciętnej wytrzymałości na zginanie (mediana)	Wytrzymałość osadzenia uchwytów sprężyn	Ogólna ocena materiału
Belka sosnowa	85%	W kierunku promieniowym (wzdłuż przyrostów rocznych) ~65% W kierunku stycznym przyrostów rocznych (w poprzek słoje) ~100%	Mała wytrzymałość na zginanie i mała powtarzalność parametrów wytrzymałościowych (zależność od gęstości, która jest zróżnicowana). Duża zależność od kierunku anatomicznego.
Belka wykonana z LVL	100%	Wzdłuż sklejonnych warstw ~95% W poprzek sklejonnych warstw ~100%	Duża wytrzymałość na zginanie, duża powtarzalność parametrów wytrzymałościowych, korzystnie mała wrażliwość na kierunek umieszczenia zszywek mocujących uchwytów sprężyn

Jak wspomiano we wstępie, w przemysłowej wielkoseryjnej produkcji mebli istotna jest ich niezawodność, czyli mała liczba reklamacji [7-9]. Zastosowany alternatywny materiał to LVL, którego rzeczywiste właściwości konstrukcyjne zależą od wielu czynników [10]. Wyniki obydwu opisywanych w niniejszym artykule eksperymentów wskazują, że jest to materiał o bardziej powtarzalnych właściwościach konstrukcyjnych od drewna sosnowego. Drewno sosnowe ma właściwości konstrukcyjne zależne od kierunku anatomicznego. Wyraźnie to jest zauważalne w próbie wyrywania zaczepów sprężyn. Wyniki tego eksperymentu wskazują wyraźnie, że zdolność do utrzymania zaczepów sprężyn zależy od kierunku umieszczenia zszywek. W przemysłowej produkcji mebli cecha ta jest dużą wadą, ponieważ, jak wspomniano, w rzeczywistych warunkach przemysłowych nie sposób zapewnić orientowania kierunku włókien we wszystkich elementach, w których umieszczane są zszywki.

Biorąc pod uwagę rezultaty opisywanych badań zdecydowano się na zmianę materiału belki tylnej siedziska. Wpłynęło to bardzo pozytywnie na niezawodność sofy, reklamacje spadły o 70% w stosunku do poprzedniej konstrukcji.

Podsumowanie i wnioski

Konieczność zmniejszenia liczby reklamacji, a także konieczność zapewnienia bezpieczeństwa użytkowania mebli powodują, że istnieje uzasadniona potrzeba zwiększania wytrzymałości obciążonych elementów przemysłowo wytwarzanych mebli. Nie bez znaczenia jest także zwiększająca się masa użytkowników sof związana z trendem sekularnym [11]. Wymusza to ciągłe dążenie do zwiększania obciążalności mebli [12-13].

Podsumowując rezultaty przeprowadzonych badań oraz biorąc pod uwagę realny problem dotyczący relatywnie częstego łamania się tylnej belki siedziska w konstrukcji meblowej - zdecydowano wprowadzić zmianę materiału konstrukcyjnego. Zmiana została

wprowadzona do konstrukcji w maju 2021. Od tego czasu zaobserwowano znaczącą poprawę w wynikach jakościowych dla tej konstrukcji meblowej.

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. W analizowanym przypadku LVL ma lepsze właściwości wytrzymałościowe od drewna sosnowego. W zakresie wytrzymałości na zginanie właściwości te przewyższają drewno sosnowe o około 15%. Korzystnie większa jest również powtarzalność tych właściwości w serii badanych próbek.
2. W zakresie wilgotności od 8,3-11,4% dla obu badanych materiałów można zaobserwować, że im większa wilgotność, tym mniejsza jest odporność na zginanie. Wskazuje to na konieczność eksploatacji mebli w określonym, zakresie wilgotności otoczenia, ponieważ ewentualne zwiększenie wilgotności zmniejsza wytrzymałość, co może być przyczyną uszkodzenia mebla.
3. LVL w porównaniu do drewna sosnowego ma bardziej powtarzalne właściwości wytrzymałościowe, zarówno w próbie zginania, jak i w próbie wyrywania zaczepów sprężyn. Wyniki badań wyraźnie wskazują, że drewno sosnowe ma niekorzystnie bardzo zróżnicowaną zdolność do utrzymywania zaczepów sprężyn. Przekłada się to na większą awaryjność mebli wykonanych z drewna sosnowego w porównaniu z analogicznymi meblami wykonanymi z LVL.
4. Badanie rzeczywistych elementów mebli umożliwia przeprowadzenie szybkiej i wiarygodnej weryfikacji rzeczywistych właściwości konstrukcyjnych materiałów wykorzystywanych do produkcji mebli. W badaniach przemysłowych takie podejście dostarcza bardziej wiarygodnej i szybszej informacji niż badania wykonywane za pomocą próbek badawczych o innych kształtach niż analizowane elementy mebli.

Opisywane w niniejszym artykule badania stanowią element systematycznej kontroli jakości dostaw materiałów konstrukcyjnych mebli tapicerowanych w spółce Euroline. Wyniki i wnioski z opisywanych badań zostały zaprezentowane przez Ewę Skorupińską na XXX Międzynarodowej Konferencji Naukowej pt. „Research for Furniture Industry”, Poznań, 22-23 września 2022 r.

Literatura

- [1] Skorupińska, E., Wiaderek, K., Sydor, M., 2022. Withdrawal Resistance of T-nuts in Various Furniture Materials. *Drvna Industrija* 73, 271-277. DOI: 10.5552/drvind.2022.0017.
- [2] Smardzewski, J., 2008. *Projektowanie mebli*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań.
- [3] Wiaderek, K., 2012. *Antropotechniczne modelowanie sztywności siedzisk mebli do wypoczynku / Anthropotechnical modeling of the seat stiffness in furniture for rest*. Dysertacja doktorska / PhD thesis, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań.

- [4] Skorupińska, E., Wiaderek, K., Sydor, M., 2021. Porównawcze badania technologiczne wytrzymałości meblowych elementów sklejkowych. Biuletyn Informacyjny OB-RPPD 3-4, 139-147. DOI: 10.32086/biuletyn.2021.06
- [5] Kollmann, F.F., Côté, W.A., 1968. Principles of Wood Science and Technology. I Solid Wood. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-87928-9
- [6] Verkasalo E., Leban, J.-M., 2002. MOE and MOR in static bending of small clear specimens of Scots pine, Norway spruce and European fir from Finland and France and their prediction for the comparison of wood quality. Paperi ja Puu/Paper and Timber 84, 332-340.
- [7] Matwiej, Ł., Wiaderek, K., Skorupińska, E., Sydor, M., 2018. Strength testing of upholstery frame connections and spring holders. Annals of Warsaw University of Life Science - SGGW, Forestry and Wood Technology 104, 579-592.
- [8] Wiaderek, K., Matwiej, Ł., Sydor, M., Skorupińska, E., 2020. Analiza jakości montażu ram mebli tapicerowanych w zrobotyzowanym procesie produkcji. Projektowanie i eksploatacja maszyn roboczych 2, 273-281. T. Łagoda, M. Kurek, i A. Kurek, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, Opole.
- [9] Skorupińska, E., Wiaderek, K., Matwiej, Ł., Sydor, M., 2021. Experimental verification of the joints strength features in the quality control of the mass produced upholstery frames. MATEC Web of Conferences 338, 01024, DOI: 10.1051/mateconf/202133801024
- [10] Borysiuk, P., Kozakiewicz, P., Krzosek S., 2019. Drzewne materiały konstrukcyjne. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- [11] Réh, R., Krišťák, L., Hitka, M., Langová, N., Joščák, P., Čambál, M., 2019. Analysis to improve the strength of beds due to the excess weight of users in Slovakia, Sustainability 11, 624. DOI: 10.3390/su11030624
- [12] Hitka, M., Joščák, P., Langová, N., Krišťák, L., Blašková, S., 2018. Load-carrying capacity and the size of chair joints determined for users with a higher body weight. Bioresources 13, 6428-6443. DOI: 10.15376/biores.13.3.6428-6443
- [13] Hitka, M., Štarchoň, P., Simanová, L., Čuta, M., Sydor, M., 2022. Dimensional solution of wooden chairs for the adult bariatric population of Slovakia: Observational study. Forests 13, 2025. DOI: 10.3390/f13122025

Artykuł recenzowany / Reviewed paper

Zgłoszony / Submitted: 19.12.2022

Opublikowany online / Published online: 24.01.2023