



Wpływ warunków użytkowania na wybrane właściwości meblowych płyt wiórowych wykończonych filmem melaminowym

Impact of conditions of use on selected properties of furniture particleboards finished with melamine film

Piotr Borysiuk^{a,*}, ORCID iD: 0000-0002-7508-9359
Agnieszka Furmanik^a,
Radosław Auriga^b, ORCID iD: 0000-0001-5627-2425

^aSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa, Katedra Technologii i Przedsiębiorczości w Przemśle Drzewnym, ul. Nowoursynowska 159/34, 02-776 Warszawa, Polska

^bSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk Drzewnych i Meblarstwa, Katedra Mechanicznej Obróbki Drewna, ul. Nowoursynowska 159/34, 02-776 Warszawa, Polska

*Osoba do korespondencji: piotr_borysiuk@sggw.pl

Streszczenie

W ramach pracy zbadano wpływ wilgotności względnej powietrza na wybrane właściwości meblowych płyt wiórowych, wykończonych filmem melaminowym. Do badań wykorzystano przemysłowe płyty wiórowe typu P2, które poddano siedmiodniowej klimatyzacji w powietrzu o temperaturze 20°C i wilgotności względnej powietrza wynoszącej 40% i 75%. Dla badanych płyt oznaczono: wilgotność, profil gęstości, wytrzymałości na zginanie statyczne oraz modułu sprężystości przy zginaniu statycznym, wytrzymałość na rozciąganie w kierunku prostopadłym do płaszczyzn płyty, spęcznienie na grubość i nasiąkliwość po 24 h moczeniu w wodzie. Wykazano, że wzrost wilgotności względnej powietrza w którym eksploatowane są płyty wpływa istotnie na wzrost ich wilgotności. Ma to swoje przełożenie na zmiany ich parametrów wytrzymałościowych, przy czym istotny statystycznie spadek wartości odnotowano jedynie w przypadku modułu sprężystości. Po procesie klimatyzacji płyty charakteryzowały się również obniżonym spęcznieniem na grubość i porównywalną nasiąkliwością.

Abstract

The study examined the effect of the relative humidity of air on selected properties of particleboard for furniture, finished with melamine film. Industrial P2 type particleboards

were subjected to the air conditioning at 20°C and relative humidity of 40% and 75% for seven days. The following parameters were determined for tested boards: humidity, density profile, modulus of rupture and modulus of elasticity in static bending, a tensile strength in a direction perpendicular to the planes of the board, swelling in thickness and water absorption after soaking in water for 24 hours. The results showed that the increase in relative humidity of air at working conditions significantly increases particleboards' humidity. That causes changes in their strength parameters, however, a statistically significant decrease in value was noted only for the modulus of elasticity. After the air-conditioning process, the boards indicated reduced swelling in thickness and comparable water absorption.

Słowa kluczowe: płyta wiórowa meblowa, wilgotność względna powietrza, właściwości mechaniczne, właściwości fizyczne

Keywords: furniture particleboard, air relative humidity, mechanical properties, physical properties

Wprowadzenie

Warunki użytkowania wykazują istotny wpływ na właściwości płyt drewnopochodnych stanowiących podstawowy składnik wielu wyrobów np. mebli. Polska jest trzecim po Chinach i Niemczech eksporterem mebli na świecie. W 2018 roku nasz kraj wyeksportował meble o wartości 45,6 mld złotych (www.biznesmeblowy.pl). Pod względem kategorii najwięcej w Polsce produkowanych jest: (1) mebli stosowanych w pokojach stołowych i salonach, (2) mebli do sypialni, (3) mebli kuchennych (<https://businessinsider.com.pl>). Jednym z podstawowych surowców stosowanych do produkcji wspomnianych mebli są płyty wiórowe trójwarstwowe (typ P2 wg PN-EN 312:2011) pokryte filmem melaminowym. Są one przeznaczone do użytkowania w tak zwanych warunkach suchych odpowiadających klasie użytkowania 1 wg normy PN-EN 1995-1-1:2010. Są to warunki w których materiał drzewny charakteryzuje się wilgotnością odpowiadającą warunkom otoczenia o temperaturze 20°C i wilgotności względnej powietrza przekraczającą 65% tylko przez kilka tygodni w roku. Warunki klimatyczne pomieszczeń w naszym kraju ulegają w ciągu roku silnym zmianom, zwłaszcza wilgotność względna powietrza (nawet od ok. 20 do ok. 80%). Ogólnie przyjmuje się, że w okresie letnim przeciętna wilgotność względna powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych wynosi ok. 40%, natomiast w okresie jesiennym wzrasta do ok. 75%. W efekcie tych zmian w pomieszczeniach mieszkalnych wilgotność przedmiotów wykonanych z materiałów lignocelulozowych waha się w zakresie od ok. 5% w okresie zimowym do ok. 19% w czasie lata (Kozakiewicz i Matejak 2013). Zarówno w przypadku drewna litego jak i płyt drewnopochodnych wzrost wilgotności materiału pociąga za sobą spadek ich parametrów wytrzymałościowych (Niemz i Sonderegger 2017). Wielu autorów,

w tym m. in. Halligan i Schniewind (1974), McNatt (1974), Dexin i Östman (1983), Kociszewski i in. (2013), Kociszewski (2014), wskazuje na istotny wpływ wilgotności względnej powietrza na wilgotność płyt wiórowych i w konsekwencji zmniejszenie ich właściwości sprężystych wraz ze wzrostem wilgotności względnej powietrza. Kociszewski (2014) podaje, że osiągnięcie przez płytę wiórową wilgotności odpowiadającej wilgotności względnej powietrza wyższej niż 65% powoduje zauważalny spadek wartości modułu ścinania tego materiału. W wyniku wystąpienia niewłaściwych warunków eksploatacji wyrobów wykonywanych z płyt wiórowych może więc wystąpić obniżenie ich wartości techniczno - konstrukcyjnej. W dotychczasowych badaniach większą wagę poświęcano płytom do zastosowań konstrukcyjnych (budowlanych) wykorzystując do badań na ogół materiał tzw. „surowy” bez wykończonych powierzchni. Jak już wcześniej wspomniano obecnie duża część płyt wiórowych tzw. suchotrwałych, przeznaczonych na potrzeby przemysłu meblarskiego, wykańczana jest przy wykorzystaniu filmów melaminowych. Wykończenie to ogranicza możliwość bezpośredniego oddziaływania warunków zewnętrznych na powierzchnię płyt, przez co może zwiększyć ich odporność na warunki użytkowania.

Cel i zakres pracy

Celem niniejszych badań była ocena wpływu zmian wilgotności względnej powietrza odpowiadających warunkom typowego użytkowania mebli pokojowych na wybrane właściwości płyt wiórowych pokrytych filmem melaminowym, przeznaczonych do użytkowania w warunkach suchych (typ P2).

Zakres pracy obejmował klimatyzację płyt w powietrzu o wilgotności względnej powietrza 40% i 75%.

Materiały i metodyka badań

Do badań wykorzystano wyprodukowane przemysłowo trójwarstwowe płyty wiórowe o grubości nominalnej 18 mm i gęstości średniej 670 kg/m³. Płyty wykończone były obustronnie filmem melaminowym w dwóch wariantach kolorystycznych: białym i czarnym.

Płyty podzielono na dwie grupy:

- I. płyty klimatyzowane wyłącznie w temperaturze 20°C i wilgotności względnej powietrza 40% (warunki laboratorium) przez okres 7 dni.
- II. płyty klimatyzowane w temperaturze 20°C i wilgotności względnej powietrza 40% (warunki laboratorium) przez okres 7 dni, a następnie w temperaturze 20°C i wilgotności względnej powietrza 75% (komora klimatyczna) przez okres 7 dni.

Po klimatyzacji dla poszczególnych partii płyt zbadano:

- wilgotność;

- profil gęstości - przy wykorzystaniu profilomierza DAX GreCon, po 3 próbki o wymiarach 50x50x18 mm dla każdego wariantu wykończenia, prędkość pomiaru 0,05 mm/s, dokładność pomiaru 0,02 mm;
- wytrzymałości na zginanie statyczne (MOR) oraz modułu sprężystości przy zginaniu statycznym (MOE) - w oparciu o normę PN-EN 310:1994, po 10 próbek dla każdego wariantu wykończenia;
- wytrzymałość na rozciąganie w kierunku prostopadłym do płaszczyzn płyty (IB) - w oparciu o normę PN-EN 319:1999, po 5 próbek dla każdego wariantu wykończenia;
- spęcznienie na grubość i nasiąkliwość po 24h moczeniu w wodzie - w oparciu o normę PN-EN 317:1999, po 10 próbek dla każdego wariantu wykończenia.

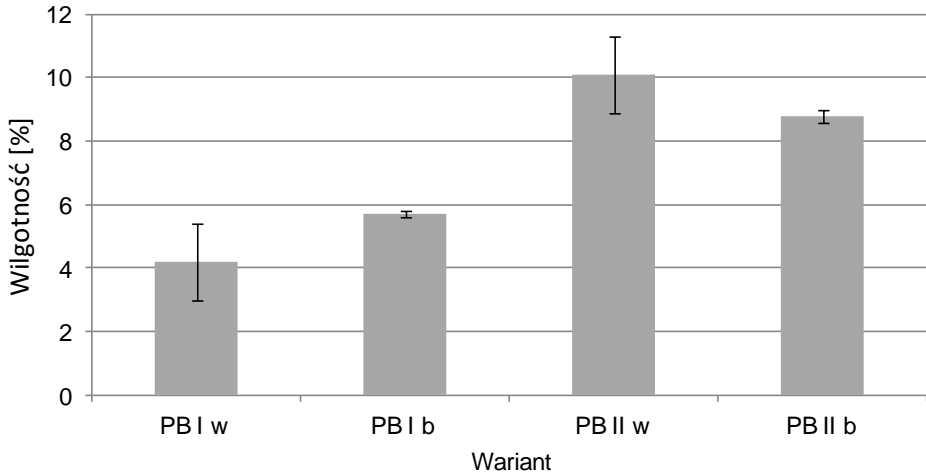
W trakcie analizy wyników badań wykorzystano następujące oznaczenia wariantów płyt:

- PB I w - płyta wiórowa wykończona filmem melaminowym w kolorze białym, I wariant klimatyzacji;
- PB I b - płyta wiórowa wykończona filmem melaminowym w kolorze czarnym, I wariant klimatyzacji;
- PB II w - płyta wiórowa wykończona filmem melaminowym w kolorze białym, II wariant klimatyzacji;
- PB II b - płyta wiórowa wykończona filmem melaminowym w kolorze czarnym, II wariant klimatyzacji;

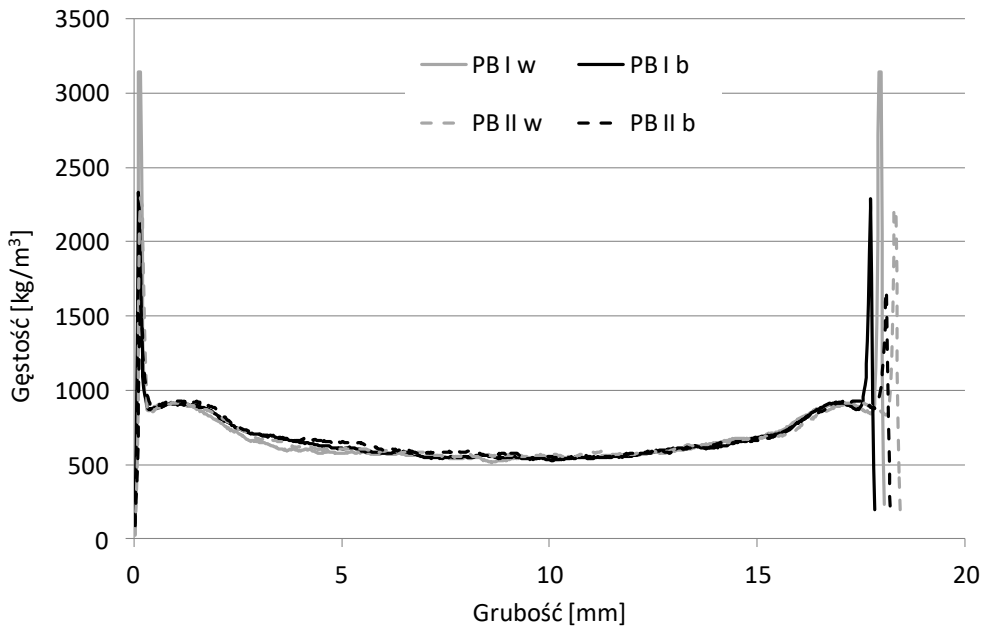
Analizę statystyczną otrzymanych wyników przeprowadzono w programie Statistica 13.1. W celu określenia istotności różnic między otrzymanymi wynikami wykorzystano test T-Studenta. Analizie statystycznej każdorazowo poddawano odpowiadające sobie pary wyników (PB I w i PB II w oraz PB I b i PB II b).

Wyniki badań i analiza

Wyniki badania wilgotności płyt przedstawiono na Rys. 1. Klimatyzacja próbek przy wilgotności względnej powietrza 75%, wpłynęła na istotny wzrost wilgotności poszczególnych wariantów płyt. W przypadku płyt wykończonych filmem melaminowym w kolorze białym wilgotność wzrosła średnio o 5,9% zaś w kolorze czarnym średnio o 3,1%. Próbki wytworzone z płyt wykończonych filmem melaminowym w kolorze białym charakteryzowały się zdecydowanie większym zróżnicowaniem wilgotności próbek zarówno po klimatyzacji w powietrzu o wilgotności względnej 40% (PB I w) jak i 75% (PB II w) - współczynniki zmienności pomiarów wilgotności wyniosły powyżej 10%.



Rys. 1. Wilgotność badanych płyt po klimatyzacji
Fig. 1. Moisture content of tested boards after air conditioning

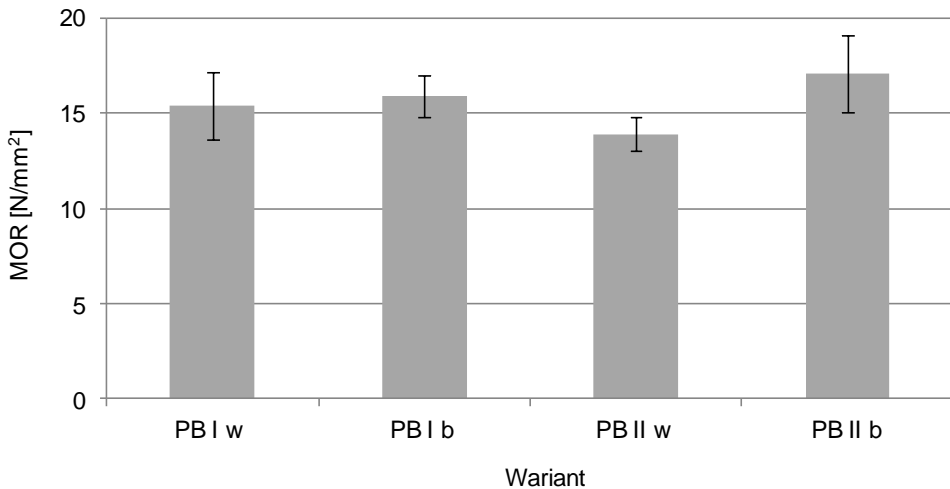


Rys. 2. Przykładowe profile gęstości badanych wariantów płyt
Fig. 2. Sample density profiles of tested variants of boards

Na rys. 2 przedstawiono profile gęstości badanych płyt. Wszystkie badane płyty charakteryzowały się typowym „U-kształtnym” przebiegiem profili gęstości. Wyraźny wzrost gęstości stref przypowierzchniowych płyt wynikał z ich wykończenia filmami

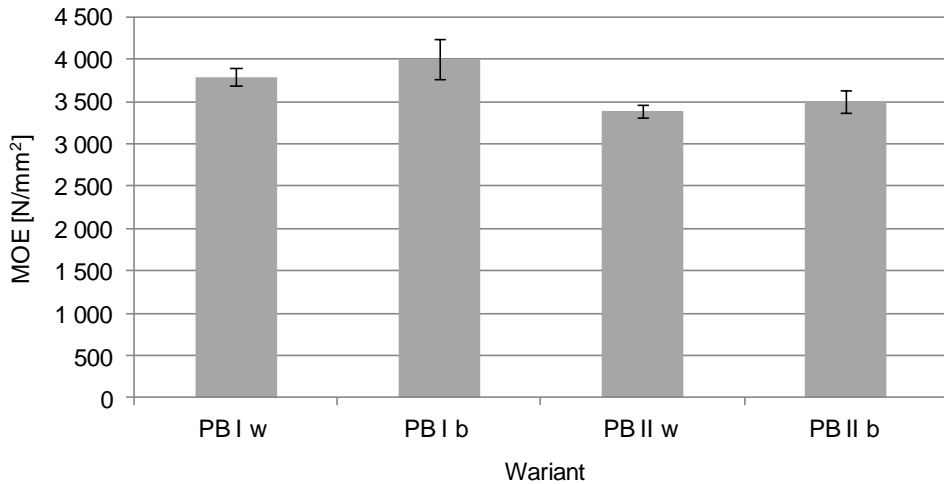
melaminowymi. Klimatyzacja płyt w powietrzu o wilgotności względnej 75% wpłynęła na wzrost grubości płyt (średnio o 2%). Odnotowano również wpływ na zmiany w przebiegu profili gęstości poszczególnych wariantów płyt. Stwierdzono obniżenie gęstości w warstwach zewnętrznych średnio o 19% przy jednoczesnym wzroście gęstości w warstwie środkowej średnio o 4%.

Wyniki badania pomiarów wartości MOR i MOE przedstawiono na Rys. 3 i 4. W odniesieniu do wartości wytrzymałości na zginanie statyczne należy stwierdzić, że zmiany odnotowane w wyniku procesu klimatyzacji płyt w powietrzu o wilgotności 75% jakkolwiek widoczne nie są statystycznie istotne. Warto jednak zauważyć, że charakter zmian jest zróżnicowany - w przypadku płyt wykończonych filmem melaminowym w kolorze białym odnotowano spadek wartości MOR o ok. 10%, zaś w przypadku płyt wykończonych filmem melaminowym w kolorze czarnym odnotowano wzrost wartości MOR o ok. 8%. Zanotowana rozbieżność może wynikać między innymi z różnic w stopniu utwardzenia poszczególnych filmów melaminowych. Wpływ na parametry wytrzymałościowe mogła mieć również kompozycja filmów melaminowych (np. różne barwniki) jak i również zróżnicowany proces naprasowywania filmów na powierzchnię płyt (zwyczajowo stosuje się niższe temperatury w przypadku ciemnych kolorów) (Deppe i Ernst 2000).



Rys. 3. Wartości wytrzymałości na zginanie statyczne badanych płyt

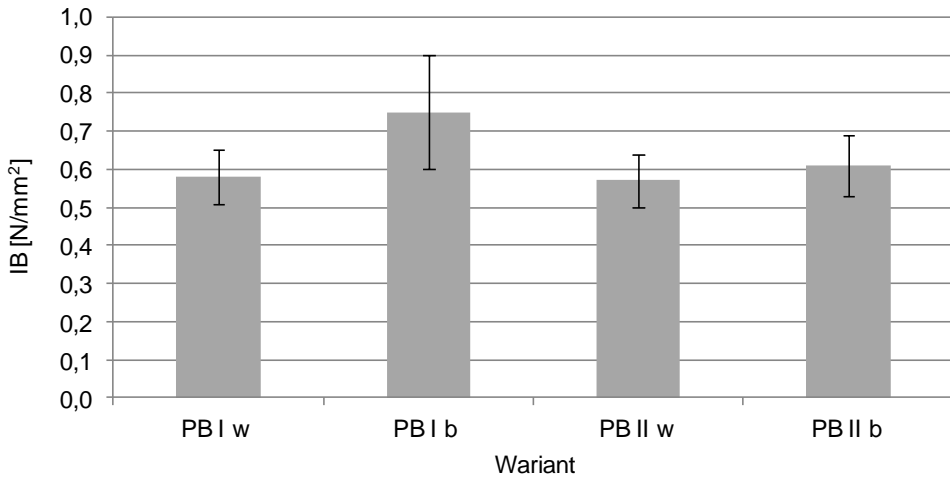
Fig. 3. MOR values of tested boards



Rys. 4. Wartości modułu sprężystości przy zginaniu statycznym badanych płyt
Fig. 4. MOE values of tested boards

Z kolei w odniesieniu do wartości modułów sprężystości przy zginaniu statycznym można stwierdzić, że zmiany odnotowane w wyniku procesu klimatyzacji płyt w powietrzu o wilgotności 75% są statystycznie istotne. Zarówno w przypadku płyt wykończonych filmem melaminowym w kolorze białym jak i czarnym odnotowano spadek wartości MOE średnio o 11,5% (Rys. 4).

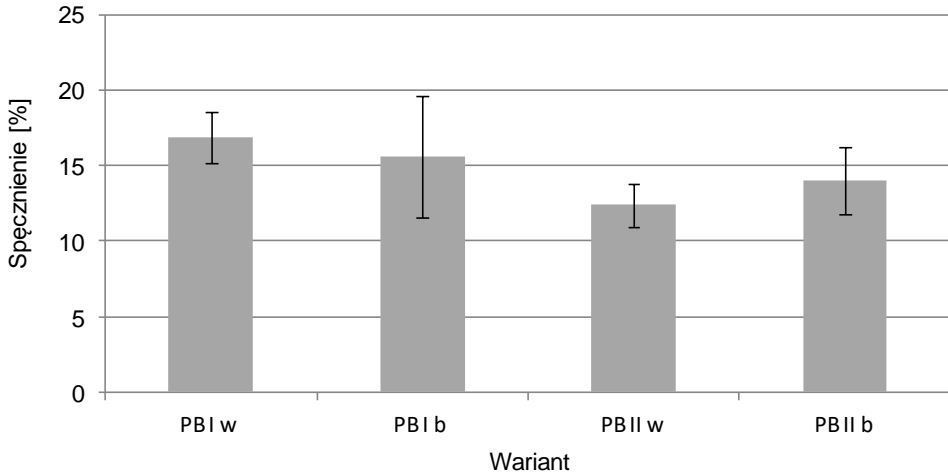
Na Rys. 5 przedstawiono wyniki badania wytrzymałości na rozciąganie prostopadłe płyt. Zarówno płyty klimatyzowane w powietrzu o wilgotności względnej 40% jak i 75% charakteryzowały się zbliżonymi wartościami IB. W przypadku płyt wykończonych filmem melaminowym w kolorze czarnym odnotowano co prawda spadek wartości wytrzymałości o 19%, jednak wszelkie zmiany były statystycznie nieistotne.



Rys. 5. Wartości wytrzymałości na rozciąganie prostopadle do płaszczyzn badanych płyt
Fig. 5. IB values of tested boards

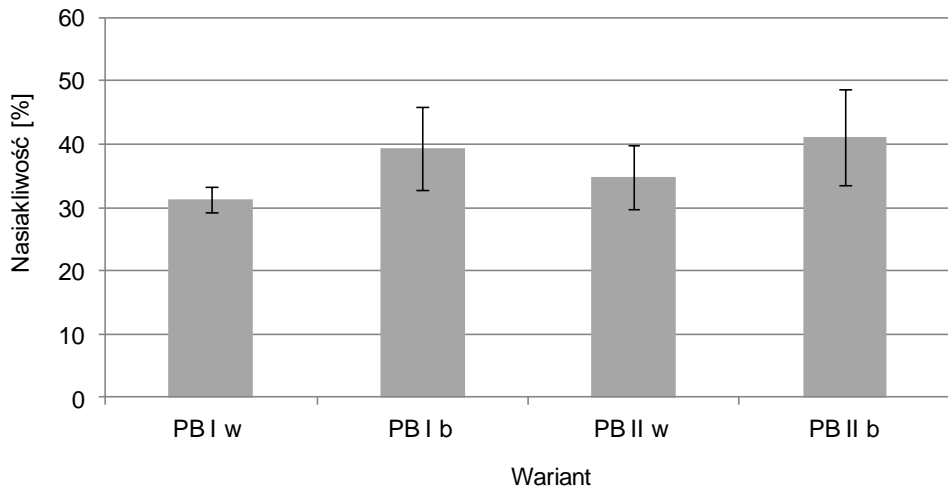
Rozpatrując wyniki badań wytrzymałościowych warto zaznaczyć, że wszystkie płyty, niezależnie od warunków klimatyzacji spełniły wymagania normy PN-EN 312:2011 w zakresie płyt typu P2 (dla płyt o grubości 13-20 mm minimalne wymagane wartości wynoszą odpowiednio: MOR - 11 N/mm², MOE - 1600 N/mm², IB - 0,35 N/mm²).

Pomimo, że badane płyty przeznaczone są do użytkowania w warunkach suchych przeprowadzono również oznaczenie ich spęcznienia i nasiąkliwości po 24h moczenia w wodzie. Wyniki oznaczeń przedstawiono na Rys. 6 i 7. Ogólnie można stwierdzić, że spęcznienie płyt uprzednio poddanych klimatyzacji w powietrzu o wilgotności względnej 75% uległo obniżeniu. W przypadku płyt wykończonych filmem melaminowym w kolorze białym odnotowane zmiany są statystycznie istotne (Rys. 6). Niższe wartości spęcznienia płyt wynikają w głównej mierze z ich wstępnego spęcznienia już na etapie klimatyzacji (wspomniany wcześniej wzrost grubości płyt o 2%). Z kolei nasiąkliwość płyt po uprzednim procesie w powietrzu o wilgotności względnej 75% wzrosła (Rys. 7), przy czym odnotowane zmiany są statystycznie nieistotne. Wzrost nasiąkliwości również związany jest ze wzrostem grubości płyt po klimatyzacji i tym samym „rozluźnieniu” ich struktury wewnętrznej (wzrost porowatości). Mogło to ułatwić wnikanie wody do wnętrza płyty. „Rozluźnienie” struktury mogło również ograniczyć w pewnym stopniu spęcznienie płyt, gdyż wióry warstwy środkowej miały potencjalnie więcej wolnych przestrzeni do zmiany wymiarów.



Rys. 6. Wartości spęcznienia po 24h moczenia w wodzie badanych płyt

Fig. 6. Thickness swelling values of tested boards after immersion in water for 24 hours



Rys. 7. Wartości nasiąkliwości po 24h moczenia w wodzie badanych płyt

Fig. 7. Water absorption values of tested boards after immersion in water for 24 hours

Podsumowanie

W oparciu o przeprowadzone badania meblowych płyt wiórowych typ P2 pokrytych obustronnie filmem melaminowym poddanych procesowi klimatyzacji (temperatura 20°C, wilgotność względna powietrza 40% i 75%) można stwierdzić, że wzrost wilgotności względnej powietrza w którym eksploatowane są płyty wpływa istotnie na wzrost ich wilgotności (ok. dwukrotnie). Ma to swoje przełożenie na zmiany ich parametrów

wytrzymałościowych, przy czym jedynie w przypadku modułu sprężystości odnotowano statystycznie istotny spadek wartości (średnio o 11,5%). Po procesie klimatyzacji płyty charakteryzowały się również obniżonym spęcznieniem na grubość i porównywalną nasiąkliwością.

Literatura

Deppe H.-J., Ernst K., 2000: Taschenbuch der Spanplattentechnik. DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen, p. 552, ISBN: 9783871813498

Dexin Y., Östman B.A.L., 1983: Tensile strength properties of particle boards at different temperatures and moisture contents. Holz als Roh- und Werkstoff, 41: 281-286.

Halligan A.F., Schniewind A.P., 1974: Prediction of Particleboard Mechanical Properties at Various Moisture Contents. Wood Science and Technology, 8(1): 68-78.

Kociszewski M., 2014: Effect of relative humidity on shear modulus of particleboard, Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW Forestry and Wood Technology, 88: 112-116

Kociszewski M., Grzelczak B., Sikora A., 2013: Effect of relative humidity on flexural properties of MFP. Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Forestry and Wood Technology, 83: 52-56

Kozakiewicz P., Matejak M., 2013: Klimat a drewno zabytkowe - dawna i współczesna wiedza o drewnie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

McNatt J. D., 1974: Properties of particleboards at various humidity conditions. U.S. Department of agriculture Forest Service., wis. 53705.

Niemz P., Sonderegger W.U., 2017: Holzphysik: Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, p. 580, ISBN: 978-3-446-44526-0, <https://doi.org/10.3139/9783446445468>

Wykaz norm

PN-EN 1995-1-1:2010 Eurokod 5. Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1: Postanowienia ogólne. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.

PN-EN 310:1994 Płyty drewnopochodne - Oznaczanie modułu sprężystości przy zginaniu i wytrzymałości na zginanie

PN-EN 312:2011 Płyty wiórowe - Wymagania techniczne

PN-EN 317:1999 Płyty wiórowe i płyty pilśniowe - Oznaczanie spęcznienia na grubość po moczeniu w wodzie

PN-EN 319:1999 Płyty wiórowe i płyty pilśniowe - Oznaczanie wytrzymałości na rozciąganie w kierunku prostopadłym do płaszczyzn płyty

Źródła internetowe

www.biznesmeblowy.pl/rynek_mebli/111/jaki_byl_rok_2018_w_branzy_mebarskiej_zobacz_najnowszy_raport,16390.html (dokument elektroniczny, stan na dzień 05.11.2019r)
<https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/produkcja-mebli-w-polsce-w-i-kwartale-2019-roku/5z8480v> (dokument elektroniczny, stan na dzień 05.11.2019r)

Artykuł recenzowany / Reviewed paper

Zgłoszony / Submitted: 05.11.2019

Opublikowany online / Published online: 16.12.2019