

Henryk ŻELAZNY (orcid id: 0000-0002-7014-3504)

Bartłomiej BEDNARZ (student)

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
Wydział Inżynierii Materiałów, Budownictwa i Środowiska

OCENA WYTRZYMAŁOŚCI MECHANICZNEJ DREWNA BRZOZY POD KĄTEM PRZYDATNOŚCI NA KONSTRUKCJE BUDOWLANE

Celem pracy była ocena wytrzymałości mechanicznej drewna brzozy pod kątem zastosowania tego gatunku także na konstrukcje nośne, oprócz elementów wykończeniowych. W specjalistycznych laboratoriach zbadano w trzech powtórzeniach siły niszczące i przemieszczenia na powietrzno suchych próbkach o normowych kształtach i wymiarach. Na podstawie pomiarów obliczono średnie doraźne wytrzymałości tego drewna na: zginanie, które wyniosło aż 110,47 MPa; na ścinanie w poprzek włókien, które było równe 7,00 MPa; na rozciąganie w poprzek włókien, którego wartość osiągnęła poziom 3,92 MPa; na rozciąganie wzdłuż włókien, które określono na 96,27 MPa i na ściskanie wzdłuż włókien, gdzie otrzymano wytrzymałość 60,97 MPa. Tak korzystne kształtowanie się cech mechanicznych pozwoliło sformułować wniosek o przydatności tego gatunku na dowolne elementy konstrukcyjne i łączniki drewniane.

Słowa kluczowe: drewno brzożowe, wytrzymałość mechaniczna

WPROWADZENIE

Do uzyskania jednej tony drewna budowlanego trzeba zużyć średnio około 11 razy mniej energii niż w przypadku cementu, 66 razy mniej energii niż w przypadku stali oraz 225 razy mniej w porównaniu z tworzywami sztucznymi [1]. Z tego względu materiał ten należy uznać za energooszczędny w fazie jego wytwarzania, obejmującej piłowanie i transport. Ponadto cechuje się on największą izolacyjnością cieplną wśród materiałów stosowanych na obudowę stref ogrzewanych. Jednym z gatunków drzew wykorzystywanym w budownictwie jest brzoza. Stosuje się ją do produkcji sklejk, na okleiny, narzędzia itp. [2]. Drewno tego gatunku ma niewyraźne słoje, barwę zbliżoną do białej z lekkim żółtym odcieniem i licznymi plamkami rdzeniowymi [3]. Charakteryzuje się wysokimi właściwościami mechanicznymi [2], szczególnie dużą wytrzymałością na zginanie [3]. Mimo tego zalicza się je do gatunków bezwartościowych [2]. Ponadto do zalet drewna brzożowego należy zaliczyć to, że nie paczy się i nie pęka oraz jest łatwe w obróbce, dobrze się barwi, poleruje i polituruje [3]. Na niekorzyść stosowania w budownictwie przemawiają takie cechy, jak: mała twardość, mała odporność na grzyby [2] oraz stosunkowo duża miękkość [3].

Celem pracy była ocena wytrzymałości mechanicznej drewna brzozy pod kątem zastosowania tego gatunku także na konstrukcje nośne, oprócz elementów wykończeniowych.

1. MATERIAŁ I METODY

Badaniom zniszczeniowym poddano próbki drewna brzożowego, którego wilgotność ustalono jako stan powietrzno suchy. Do oceny cech mechanicznych przygotowano w zakładzie stolarskim elementy o odpowiednich kształtach i wymiarach, które stosowane są do określania poszczególnych wytrzymałości [2]. Doświadczenie przeprowadzono w dwóch specjalistycznych laboratoriach: Bielskiego Centrum Kształcenia Ustawicznego i Praktycznego na maszynie Zwick Roell oraz Instytutu Budownictwa Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej na maszynie Tecnotest, charakteryzującej się większą siłą ściskającą. Pomiar sił niszczących i przemieszczeń wykonano w trzech powtórzeniach. Z uśrednionych wartości sił i przy znanych wymiarach próbek obliczono doraźne wytrzymałości drewna brzożowego na: zginanie, na ścinanie w poprzek włókien, na rozciąganie w poprzek włókien, na rozciąganie wzdłuż włókien oraz na ściskanie wzdłuż włókien.

Wytrzymałość doraźną na zginanie wyznaczono z zależności:

$$f_{m,D} = \frac{3F \cdot l_d}{2b \cdot h^2} \text{ [MPa]} \quad (1)$$

gdzie:

- F - siła niszcząca [N];
- l_d - rozstaw podpór [mm];
- b - szerokość próbki [mm];
- h - wysokość próbki [mm].

Wytrzymałość doraźną na ścinanie w poprzek włókien obliczono następująco:

$$f_{v,90,D} = \frac{F}{a \cdot b} \text{ [MPa]} \quad (2)$$

gdzie:

- F - siła niszcząca [N];
- a - wymiar próbki w kierunku promieniowym [mm];
- b - wymiar próbki w kierunku stycznym [mm].

Wytrzymałość doraźną na rozciąganie w poprzek włókien określono za pomocą zależności:

$$f_{r,90,D} = \frac{F}{A} \text{ [MPa]} \quad (3)$$

gdzie:

- F - siła niszcząca [N],
- A - powierzchnia przekroju zrywanej części próbki [mm²].

Wytrzymałość doraźną na rozciąganie wzdłuż włókien obliczono ze wzoru:

$$f_{r0k} = \frac{F}{A} \text{ [MPa]} \quad (4)$$

gdzie:

F - siła niszcząca [N];

A - powierzchnia przekroju zrywanej części próbki [mm²].

Wytrzymałość doraźną na ściskanie drewna wzdłuż włókien wyznaczono za pomocą wzoru:

$$f_{c,0,D} = \frac{F}{a \cdot b} \text{ [MPa]} \quad (5)$$

gdzie:

F - siła niszcząca [N];

a - wysokość przekroju ściskanego [mm];

b - szerokość przekroju ściskanego [mm].

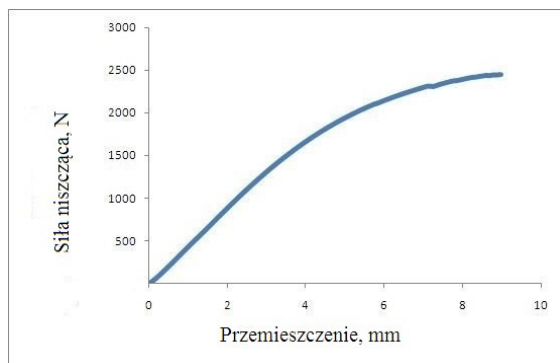
2. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na rysunku 1 przedstawiono wykres zależności kształtowania się średnich wartości siły niszczącej w odniesieniu do ugięć badanego elementu. Obliczona wytrzymałość doraźna drewna brzozy wyniosła aż 110,47 MPa. Przyjmując, że wytrzymałość charakterystyczną określa się jako około 50÷60% wytrzymałości doraźnej [4], w próbie zginania drewno tego gatunku można by przyporządkować do ustalonych w normie [5] klas wytrzymałości D60 lub D70. Taki wynik należy uznać za bardzo korzystny, zezwalający na wstępne stwierdzenie o możliwości wykorzystania drewna brzożowego na elementy konstrukcyjne poddane zginaniu. Dobrą odporność na zginanie ocenianego gatunku potwierdzają doniesienia z badań przeprowadzonych w północno-wschodniej Polsce, w których średnia wartość tej cechy dla pojedynczej próbki wyniosła od 84,0 do 167,0 MPa, a średnia była równa 126,0 MPa [6]. Autorzy innych doświadczeń naukowych podali także w miarę zbliżone wytrzymałości doraźne na zginanie [6]: Vorreiter (1949) 125,0 MPa, Kollmann (1951) 147,0 MPa, Wanin (1953) 92,7 MPa, Galewski i Korzeniowski (1958) 147,0 MPa, Kamiński i Laurow (1966) 147,0 MPa, Miller (1966) 103,3 MPa, Wagenführ (1994) 147,0 MPa, Krzysik (1978) 140,0 MPa.

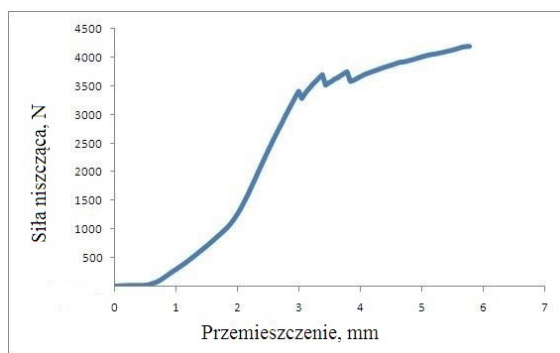
Na rysunku 2 zaprezentowano efekty badań wytrzymałości doraźnej próbek na ścinanie w poprzek włókien. Wartość tej cechy mechanicznej drewna brzożowego ustalona laboratoryjnie wyniosła 7,00 MPa, a wytrzymałość charakterystyczną można przyjąć w granicach od 3,5 do 4,2 MPa, co odpowiadałoby klasom wytrzymałości od D18 do D24. Są to dolne zakresy klas wskazanych w normie dla konstrukcyjnego drewna liściastego.

Na rysunku 3 zobrazowano efekty pomiarów wytrzymałości próbek brzożowych na rozciąganie w poprzek włókien. W tym przypadku otrzymano wytrzymałość doraźną równą aż 3,92 MPa (czyli wytrzymałość charakterystyczną wynoszącą około 1,76 MPa). W porównaniu z normową wytrzymałością charakterystyczną

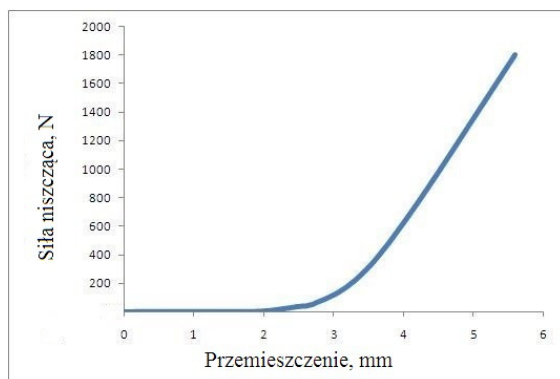
dla wszystkich klas wytrzymałościowych na poziomie 0,6 MPa wartość uzyskaną w warunkach laboratoryjnych należy uznać za rewelacyjną.



Rys. 1. Krzywa zależności obciążenie - ugięcie próbek dla badania wytrzymałości drewna brzożowego na zginanie

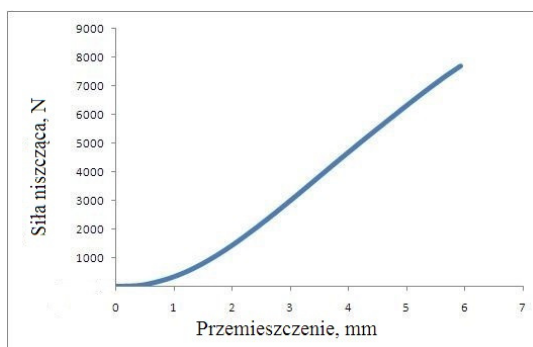


Rys. 2. Krzywa zależności obciążenie - przesunięcie się sąsiednich przekrojów próbek dla badania wytrzymałości na ścinanie w poprzek włókien drewna brzoży



Rys. 3. Kształtowanie się średnich wartości siły rozciągającej próbki brzoży w poprzek włókien w odniesieniu do wydłużeń badanego elementu

Na rysunku 4 przedstawiono wzajemną zależność siły niszczącej i wydłużenia w ocenie wytrzymałości brzozy na rozciąganie wzdłuż włókien. W pomiarach tych średnia wytrzymałość doraźna wyniosła aż 96,27 MPa. Najwyższa klasa wytrzymałości dla drewna liściastego D70 wskazuje na wytrzymałość charakterystyczną dla gatunków liściastych 42 MPa, więc w tym przypadku obliczona na podstawie obciążenia i przekroju wytrzymałość próbki brzozy jest ponadklasowa. Jeszcze większą wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż włókien drewna brzozy uzyskano we wspomnianych badaniach przeprowadzonych na terenie północno-wschodniej Polski. Średnia wartość wyniosła aż 201,4 MPa, a dla pojedynczych próbek wahała się od 91,3 do 378 MPa.



Rys. 4. Kształtowanie się średnich wartości siły rozciągającej próbki brzozy wzdłuż włókien w odniesieniu do wydłużeń badanego elementu

Z kolei uśredniona wartość wytrzymałości doraźnej na ściskanie wzdłuż włókien próbki brzozowej wyniosła 60,97 MPa przy średniej sile niszczącej równej 24,39 kN. Wytrzymałość charakterystyczna kształtowałaby się zatem w przedziale między 30,49 a 36,58 MPa. Odpowiadałoby to najwyższym normowym klasom wytrzymałościowym od D50 do D70. Lachowicz [6] w swoich badaniach uzyskał bardzo zbliżoną wartość wytrzymałości doraźnej na ściskanie wzdłuż włókien, bo równą 64,3 MPa, a ponadto przytoczone przez niego wyniki innych badaczy kształtują się na podobnym poziomie: Vorreiter (1949) 43,0 MPa, Kollmann (1951) 51,0 MPa, Wanin (1953) 52,2 MPa, Galewski i Korzeniowski (1958) 51,0 MPa, Kamiński i Laurow (1966) 51,0 MPa, Miller (1966) 53,1 MPa, Wagenführ (1994) 51,0 MPa, Krzysik (1978) 43,0 MPa.

Uzyskane w badaniach znaczne wytrzymałości drewna brzozowego potwierdzałyby doniesienia na ten temat w publikacjach naukowych, co skłania do wyrażenia opinii o przydatności tego gatunku na elementy konstrukcyjne pod warunkiem dobrego zaimpregnowania przeciwgrzybicznego.

WNIOSKI

Na podstawie wykonanych badań można sformułować następujące wnioski:

1. Z wyjątkiem ścinania w poprzek włókien pozostałe cechy mechaniczne drewna brzozy kształtowały się w górnych granicach normowych klas wytrzymałościowych.

2. Przeprowadzona analiza wytrzymałościowa tego gatunku pozwala potwierdzić jego przydatność do zastosowania na elementy konstrukcyjne obiektów budowlanych.

LITERATURA

- [1] Pearson D., Przyjazny dom, Wydawnictwo MURATOR, Warszawa 1998.
- [2] Żenczykowski W., Budownictwo ogólne. T. 1. Materiały i wyroby budowlane, Arkady, Warszawa 1992.
- [3] Wojciechowski L., Materiały budowlane w budownictwie indywidualnym, Arkady, Warszawa 1988.
- [4] Lis Z., Rapp P., Drewno i materiały drewnopochodne, [w:] B. Stefańczyk (red.), Budownictwo ogólne. T. 1. Materiały i wyroby budowlane, Arkady, Warszawa 2007.
- [5] PN-EN 338:2016-06 Drewno konstrukcyjne. Klasy wytrzymałości.
- [6] Lachowicz H., Wybrane wskaźniki jakości technicznej drewna brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) w północno-wschodniej Polsce, Leśne Prace Badawcze 2010, 71(2), 135-147.

EVALUATION OF THE MECHANICAL STRENGTH OF BIRCH WOOD TO DETERMINE THE SUITABILITY FOR CONSTRUCTIONS

The aim of the study was to evaluate the mechanical strength of birch wood to determine the suitability for constructions, in addition to the finishing elements. In specialized laboratories were checked in three repetitions destructive forces and displacements on air-dry samples of standard shapes and dimensions. Based on measurements were calculated ad hoc strengths of that wood for: bending, which reached 110.47 MPa; shearing across the fibers, which was equal 7.00 MPa; stretching across the fibers, which was specified at 3.92 MPa; stretching along the fibers, whose value was equal 96.27 MPa, and compressing, which reached 60.97 MPa. Such favorable mechanical characteristics allowed to formulate the conclusion for the usefulness of this species on any construction elements and wooden connectors.

Keywords: birch wood, mechanical strength