

HUBERT LACHOWICZ

Wpływ położenia i wieku drzew na wartości współczynników jakości wytrzymałościowej drewna brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.)

Influence of location and age on the value of wood strength coefficients for silver birch (*Betula pendula* Roth.)

ABSTRACT

Lachowicz H. 2011. Wpływ położenia i wieku drzew na wartości współczynników jakości wytrzymałościowej drewna brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.). Sylwan 155 (8): 535-545.

Variation of wood strength coefficients was determined for the silver birch trees coming from north-eastern Poland which is the main source of raw material of this species. Samples were taken for measurement from twelve sample plots with trees at the age of 45 and 70 years growing in the fresh forest habitat. Strength coefficients were subjected to statistical analysis for compression parallel to grain, static bending, tensile strength parallel to grain and the modulus of elasticity in static bending. The research confirmed a significant effect of the location and age of trees on the mean values of coefficients of compression strength and modulus of elasticity in static bending. Moreover, a significant influence of location on the mean values of coefficients of tensile strength parallel to grain and static bending strength without the effect of tree age on these coefficients was found. Also a simultaneous influence of the location and age of trees on the mean values of all studied coefficients was demonstrated.

KEY WORDS

silver birch, wood, physical-mechanical properties, wood strength coefficients

ADDRESSES

Hubert Lachowicz – e-mail: Hubert.Lachowicz@wl.sggw.pl

Katedra Użytkowania Lasu, SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wstęp

Dotychczasowe badania mające na celu stwierdzenie, czy lokalizacja i wiek drzew oraz konkretne siedlisko mają wpływ na wybrane właściwości fizyko-mechaniczne drewna brzozy brodawkowatej, udowodniły istotny wpływ lokalizacji na gęstość drewna i jej właściwości mechaniczne. Nie stwierdzono natomiast zależności między wiekiem drzew a gęstością i właściwościami mechanicznymi drewna brzozy. Wykazano również istotny, jednoczesny wpływ lokalizacji i wieku drzew na średnie wartości gęstości drewna i badanych właściwości mechanicznych [Lachowicz 2008, 2010b]. Koniecznym dopełnieniem tej wiedzy są badania zmian średniej wartości współczynników jakości wytrzymałościowej obliczonych dla wybranych właściwości mechanicznych drewna brzozy brodawkowatej w zależności od lokalizacji i wieku drzew. Znajomość wpływu tych czynników na jakość może mieć istotny wpływ na przeznaczenie surowca brzożowego do szczególnych zastosowań, np. konstrukcyjnych, gdzie dużą rolę odgrywa warunek wysokich właściwości wytrzymałościowych przy niskiej gęstości.

Przy wyborze materiału do celów konstrukcyjnych bardzo dużą rolę, obok wysokich właściwości wytrzymałościowych, odgrywa jego gęstość. Dlatego o przydatności materiału decyduje

stosunek wytrzymałości drewna do gęstości, zwany współczynnikiem jakości wytrzymałościowej. Techniczna wartość drewna (wyższy współczynnik jakości) jest tym wyższa, im większa jest jego wytrzymałość i im mniejsza jest jego gęstość. Jest to szczególnie ważne tam, gdzie warunek lekkości ma duże znaczenie, szczególnie w lotnictwie, przemyśle sklejkowym, budowie statków, wagonów, sprzętu sportowego czy modelarstwie. Dlatego wybierając drewno o mniejszej wytrzymałości i jednocześnie mniejszej gęstości niż metale, można przy tym samym ciężarze uzyskać z drewna konstrukcje bardziej wytrzymałe [Krzysik 1978].

Drewno brzożowe w postaci tarcicy było przedmiotem badań pod kątem zastosowania na konstrukcje nośne, pomimo że polskie normy przewidują stosowanie do celów konstrukcyjnych tylko drewna sosnowego i świerkowego. Wymusiło je zwiększone zapotrzebowanie na drewno liściaste, w tym także w zakresie drewna konstrukcyjnego. W Polsce, po buku i dębie, drewno brzożowe jest najczęściej spotykanym surowcem w przerobie tartacznym. Po zbadaniu drewna brzozy brodawkowatej z RDLP w Lublinie stwierdzono, że pod względem wytrzymałości tarcica brzożowa odpowiada co najmniej balom sosnowym lub świerkowym. Przydatności tarcicy brzożowej na cele konstrukcyjne dowiedziono, wykazując zgodność jej wytrzymałości na zginanie i ściskanie wzdłuż włókien z wymogami norm europejskich [Dzbeński 1994].

Celem pracy było zbadanie, czy istnieje zmienność wartości współczynników jakości wytrzymałościowej drewna brzozy brodawkowatej w zależności od lokalizacji, wieku drzew i wzajemnego powiązania tych czynników na wybranym typie siedliskowym lasu. Poznanie tych związków jest uzupełnieniem wiedzy dotyczącej właściwości użytkowych drewna brzożowego, ze szczególnym uwzględnieniem jego przeznaczenia do celów konstrukcyjnych i w przemyśle sklejkowym.

Materiał i metody

Przy opracowaniu metodyki badań uwzględniono dokonania innych badaczy z Katedry Użytkowania Lasu w Warszawie, którzy zajmowali się wpływem lokalizacji, wieku i siedliska na właściwości fizyko-mechaniczne drewna głównych gatunków lasotwórczych [Laurow 1973, 1975; Paschalis 1980; Paschalis, Staniszewski 1992, 1994a, b; Jednoralski 1995; Oktaba i in. 2002]. Przedstawione wyniki są kontynuacją zakrojonych na szerszą skalę badań nad jakością techniczną drewna brzozy brodawkowatej w Polsce prowadzonych w Katedrze.

Drewno do badań pobrano z terenów regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku (nadleśnictwa Płaska i Giżycko), Lublinie (Nadleśnictwo Biała Podlaska), Olsztynie (Nadleśnictwo Górowo Iławeckie) i Warszawie (nadleśnictwa Sokołów Podlaski i Płońsk). Na terenie każdego nadleśnictwa założono po dwie powierzchnie próbne w drzewostanach w wieku około 45 lat i 70 lat na siedlisku Lśw (wybrane na podstawie tabel powierzchniowo-miąższościowych z operatów urządzenia lasu). Powierzchnie zostały dobrane tak, aby miały zbliżone cechy taksacyjne, takie jak: wiek, bonitacja, zadrzewienie oraz inne elementy fizjograficzne (wysokość n.p.m., nachylenie terenu). Opis taksacyjny powierzchni badawczych został szczegółowo przedstawiony we wcześniejszej publikacji poświęconej strukturze włókien drewna brzozy brodawkowatej w północno-wschodniej Polsce [Lachowicz 2010a].

Do wyboru drzew próbnych zastosowano metodę Hartiga z trzema klasami grubości drzew, opierając się na przeciętnym polu przekroju pierśnicowego. Z każdej klasy grubości wybrano i pozyskano po 2 drzewa. Ogólna liczba drzew próbnych, z których pobrano materiał do dalszych badań, wynosiła 72. Po ścięciu, z okołopierśnicowej partii każdego z drzew próbnych pobrano dwa wyrzynki długości 0,5 m, z których wykonano próbki do badań fizyko-mechanicznych. Próbkę przygotowano według PN-77/D-04227. Gęstość drewna określono na tych próbkach, które

posłużyły później oznaczeniu odpowiednich wytrzymałości. Oznaczenie wykonano zgodnie z normą PN-77/D-04101. Wilgotność próbek oznaczono zgodnie z normą PN-77/D-04100. Badania zginania statycznego wykonano według normy PN-77/D-04103, współczynnik sprężystości przy zginaniu statycznym zbadano zgodnie z normą PN-63/D-04117, a ściskanie wzdłuż włókien według PN-79/D-04102. Badania przeprowadzono na uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej ZD-10 z ważnym świadectwem legalizacji. Średnie wartości każdej z badanych właściwości fizyko-mechanicznych określono na 1313 próbach. Próbki po badaniach wytrzymałości na zginanie statyczne zostały użyte do wyrobienia próbek na rozciąganie statyczne wzdłuż włókien. Łącznie w badaniach wytrzymałości na rozciąganie wzdłuż włókien drewna brzozy brodawkowatej pomierzone zostały 864 próbki. Oznaczenie gęstości i wszystkie badania wytrzymałości drewna brzozy brodawkowatej wykonano przy wilgotności bezwzględnej 12% [Lachowicz 2008, 2010b].

Praca polegała na oznaczeniu współczynników jakości wytrzymałościowej na podstawie już wcześniej zbadanych właściwości fizyko-mechanicznych drewna brzozy brodawkowatej [Lachowicz 2008, 2010b]. Wybrane współczynniki zostały określone dla najczęściej badanych właściwości fizyko-mechanicznych i w największym stopniu decydują o przeznaczeniu drewna do celów konstrukcyjnych. Do obliczeń współczynników jakości wytrzymałościowej zastosowano wzór:

$$J = \frac{R}{\rho} \cdot 100$$

gdzie:

- J – współczynnik jakości wytrzymałościowej [km],
- R – wytrzymałość drewna [MPa],
- ρ – gęstość drewna [kg/m^3].

Obliczono następujące współczynniki:

- współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ścisaniu wzdłuż włókien (samozgniatalność) JR_{c12} ,
- współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym (samołamiwość) JR_{g12} ,
- współczynnik jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu drewna wzdłuż włókien (samozerwalność) JR_{r12} ,
- współczynnik jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym JE_{g12} .

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, umożliwiającej określenie wpływu zarówno lokalizacji, jak i wieku drzew na wartości współczynników jakości wytrzymałościowej. Posłużono się do tego celu dwuczynnikową analizą wariancji. Porównanie istotności różnic wartości średnich przeprowadzono za pomocą wielokrotnego testu rozstępu Tukey'a. Istotność różnic określano wartościami HSD (Honestly Significant Difference) obliczonymi dla poziomu ufności 95%. Całość obliczeń i analiz statystycznych wykonano używając programu Statgraphics Plus for Windows 4.0.

Wyniki i dyskusja

WSPÓLCZYNNIK JAKOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ PRZY ŚCISKANIU WZDŁUŻ WŁÓKIEN. Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ścisaniu wzdłuż włókien drewna brzozy miał najniższą średnią wartość w drzewostanie w wieku 45 lat w Nadleśnictwie Górowo Iławeckie (9,01 km), a najwyższą

(9,74 km) – w drzewostanie starszym w Nadleśnictwie Płaska. Biorąc pod uwagę lokalizację, najmniejszy średni współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien stwierdzono w Nadleśnictwie Sokołów Podlaski (9,30 km), a największy (9,63 km) w Nadleśnictwie Płaska (tab. 1). Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien pojedynczych próbek zawierał się w przedziale 6,99-11,38 km. Średnia wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien dla całego zbadanego materiału wyniosła 9,46 km i była wyższa od tej podanej przez innych autorów – 7,37 km przy wilgotności 15% [Wanin 1953; Perelygin 1953; Krzysik 1978]. Oceniając jakość drewna brzozy w całym zbadanym materiale na podstawie współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu, należy zaklasyfikować ją jako wysoką, gdyż osiąga wartość ponad 7 km, która dla drewna półtwardego i twardego jest granicą wysokiej jakości drewna [Krzysik 1978].

Stwierdzono istotny wpływ zarówno wieku drzew, jak i lokalizacji na średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien drewna brzozy (tab. 2). Wyższe wartości współczynnika miało drewno z drzewostanów starszych. Grupy nadleśnictw nieróżniące się istotnie statystycznie to: nadleśnictwa Sokołów Podlaski, Górowo Iławeckie, Biała Podlaska, Płońsk, nadleśnictwa Płońsk i Giżycko oraz nadleśnictwa Giżycko i Płaska. Stwierdzono także istotny jednoczesny wpływ lokalizacji i wieku drzew na średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien (tab. 2). W nadleśnictwach Płońsk, Płaska i Górowo Iławeckie średnia jakość wytrzymałościowa przy ściskaniu była większa w drzewostanach starszych. W nadleśnictwach Sokołów Podlaski, Biała Podlaska i Giżycko średnie wartości jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu z wiekiem maleją (ryc. 1).

Tabela 1.

Średnia wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej [km] określonego przy ściskaniu wzdłuż włókien [JR_{c12}], zginaniu statycznym [JR_{g12}], rozciąganiu wzdłuż włókien [JR_{r12}] i module sprężystości przy zginaniu statycznym [JE_{g12}]

Mean values of coefficients of compression strength parallel to grain [JR_{c12}], static bending strength [JR_{g12}], tensile strength parallel to grain [JR_{r12}] and modulus of elasticity in static bending [JE_{g12}] [km]

Nadleśnictwo	Wiek	JR_{c12}	JR_{g12}	JR_{r12}	JE_{g12}
Płońsk	~45	9,42	18,14	25,09	2008,79
	~70	9,51	17,27	27,30	1915,24
	Średnia	9,46	17,70	26,19	1962,25
Sokołów Podlaski	~45	9,31	18,48	29,11	2074,57
	~70	9,29	18,60	30,91	2091,05
	Średnia	9,30	18,54	30,01	2082,81
Biała Podlaska	~45	9,57	18,44	29,14	2112,45
	~70	9,28	18,62	27,74	2085,64
	Średnia	9,43	18,53	28,44	2099,18
Płaska	~45	9,51	18,78	30,23	2163,47
	~70	9,74	19,31	31,79	2154,32
	Średnia	9,63	19,06	31,01	2158,64
Giżycko	~45	9,72	18,82	31,65	2140,56
	~70	9,46	18,20	29,55	2027,33
	Średnia	9,59	18,50	30,60	2083,22
Górowo Iławeckie	~45	9,01	18,33	26,32	1969,47
	~70	9,65	18,66	26,83	2067,84
	Średnia	9,33	18,50	26,57	2019,06
Średnia dla całego zbadanego materiału		9,46	18,49	28,80	2068,65

Tabela 2.

Wpływ lokalizacji i wieku drzew na współczynnik jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien

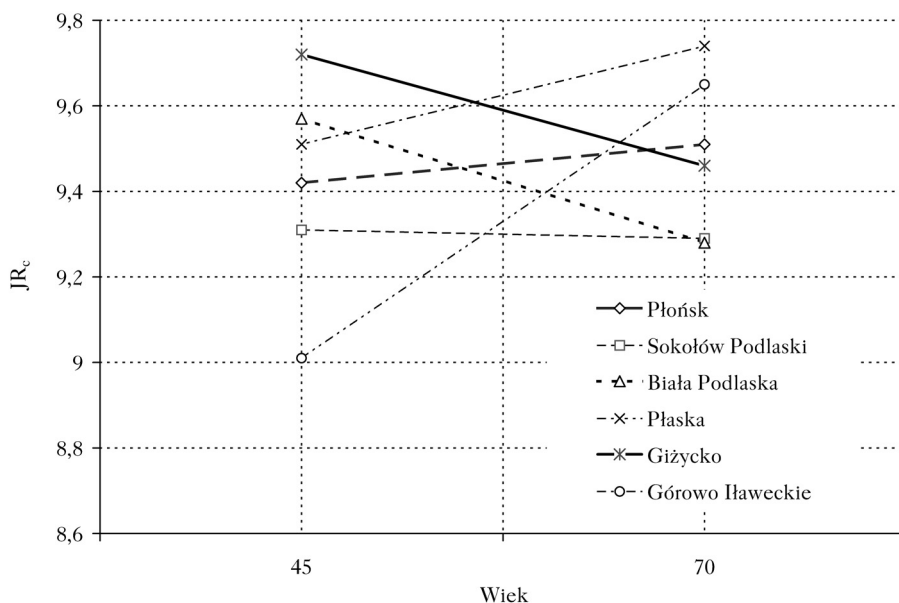
Influence of the location and age of trees on the coefficient of compression strength parallel to grain

Źródło zmienności	Suma kwadratów odchyłeń	Liczba stopni swobody	Średni kwadrat odchyłeń	F empiryczne
A – lokalizacja	19,249	5	3,84981	12,06
B – wiek	1,25895	1	1,25895	3,94
Interakcja AB	34,1602	5	6,83204	21,40
Błąd	415,35	1301	0,319255	
Zmienność całkowita	470,844	1312		

Szczegółowe porównanie średnich procedurą Tukey'a przy poziomie istotności 0,05

Detailed comparison of the means using Tukey's procedure at a significance level 0.05

HSD_A=(0,147676-0,161039); HSD_B=0,0613491



Ryc. 1.

Zmiana średniej wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien w zależności od wieku

Change in the mean value of coefficient of compression strength parallel to grain depending on the age of trees

WSPÓŁCZYNNIK JAKOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ PRZY ZGINANIU STATYCZNYM. Najniższą średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym stwierdzono w starszym drzewostanie w Nadleśnictwie Płońsk i wynosiła ona 17,27 km. Najwyższą (19,31 km) charakteryzował się drzewostan starszy w Nadleśnictwie Płaska. Na terenie Nadleśnictwa Płońsk średnia wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym drewna brzozy była najniższa i wynosiła 17,70 km. Najwyższą średnią wartość badanej cechy (19,06 km) odnotowano w Nadleśnictwie Płaska (tab. 1). Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym pojedynczej próbki wynosił od 13,50 km do 21,96 km. Średnia wartość tej cechy dla brzozy brodawkowatej w północno-wschodniej Polsce wyniosła 18,49 km

i była wyższa od podanej przez innych badaczy – 14,90 km przy wilgotności 15% [Wanin 1953; Perełygin 1953; Krzysik1978].

Analiza statystyczna nie wykazała w badanym materiale istotnego wpływu wieku drzew na średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym, istotny natomiast był wpływ lokalizacji (tab. 3). Nadleśnictwa stanowiące grupy nieróżniące się istotnie to: Nadleśnictwo Płońsk, następnie nadleśnictwa Górowo Iławeckie, Giżycko, Biała Podlaska, Sokołów Podlaski oraz Nadleśnictwo Płaska. Stwierdzono także istotny jednoczesny wpływ lokalizacji i wieku drzew na współczynnik jakości wytrzymałościowej drewna przy zginaniu statycznym (tab. 3). Średnie wartości tego współczynnika zwiększały się wraz z wiekiem drzew w nadleśnictwach Sokołów Podlaski, Biała Podlaska, Płaska i Górowo Iławeckie, a malały z wiekiem w nadleśnictwach Płońsk i Giżycko (ryc. 2).

Tabela 3.

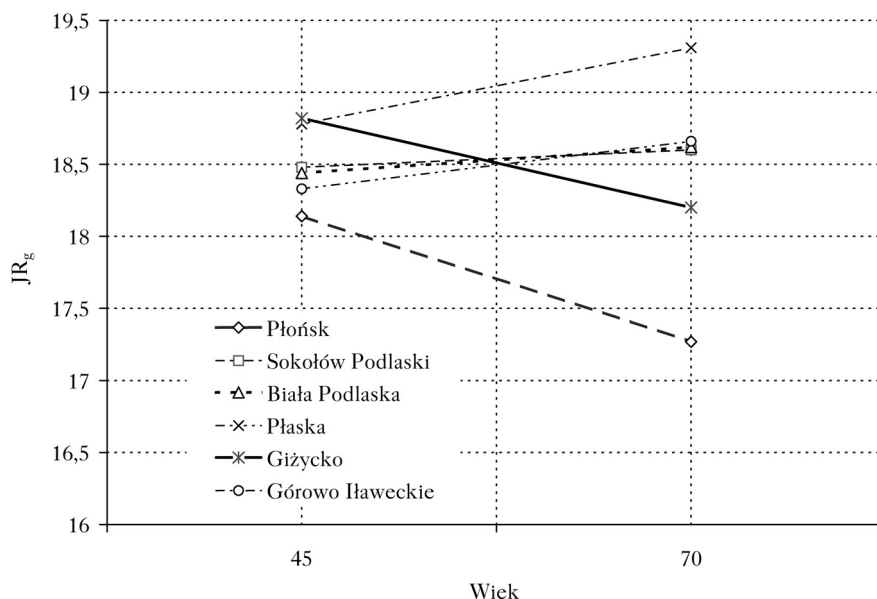
Wpływ lokalizacji i wieku drzew na współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym
Influence of the location and age of trees on the coefficient of static bending strength

Źródło zmienności	Suma kwadratów odchyień	Liczba stopni swobody	Średni kwadrat odchyień	F empiryczne
A – lokalizacja	197,508	5	39,5017	31,47
B – wiek	0,969758	1	0,969758	0,77
Interakcja AB	85,4103	5	17,0821	13,61
Błąd	1632,9	1301	1,25511	
Zmienność całkowita	1919,87	1312		

Szczegółowe porównanie średnich procedurą Tukey'a przy poziomie istotności 0,05

Detailed comparison of the means using Tukey's procedure at a significance level 0.05

$HSD_A=(0,292808\div 0,319302)$; $HSD_B=0,121641$



Ryc. 2.

Zmiana średniej wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym w zależności od wieku

Change in the mean value of coefficient of static bending strength depending on the age of trees

WSPÓLCZYNNIK JAKOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ PRZY ROZCIĄGANIU WZDŁUŻ WŁÓKIEN. Najniższą wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu wzdłuż włókien (25,09 km) zanotowano w drzewostanie młodszym Nadleśnictwa Płońsk, a najwyższą (31,79 km) w drzewostanie starszym w Nadleśnictwie Płaska. Średnia wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu wzdłuż włókien drzewnych wahała się od 26,19 km na terenie Nadleśnictwa Płońsk do 31,01 km w Nadleśnictwie Płaska (tab. 1). W przypadku pojedynczych próbek najmniejszy obliczony współczynnik jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu wzdłuż włókien wynosił 13,50 km, a największy – 47,26 km. Średni współczynnik jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu wzdłuż włókien wszystkich badanych próbek drewna brzozy brodawkowatej wyniósł 28,80 km.

Nie stwierdzono istotnego wpływu wieku drzew na średni współczynnik jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu wzdłuż włókien. Zaobserwowano natomiast wpływ lokalizacji na wartości średnie badanej cechy (tab. 4). Grupy nadleśnictw nieróżniące się istotnie statystycznie to nadleśnictwa Płońsk i Górowo Iławeckie, nadleśnictwa Biała Podlaska i Sokołów Podlaski oraz nadleśnictwa Sokołów Podlaski, Giżycko i Płaska. Wykazano także istotny jednoczesny wpływ lokalizacji i wieku drzew na średnie wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu wzdłuż włókien (tab. 4). Wraz z wiekiem średnie wartości badanej cechy rosną w nadleśnictwach Płońsk, Sokołów Podlaski, Płaska i Górowo Iławeckie. W nadleśnictwach Biała Podlaska i Giżycko średnie wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu wzdłuż włókien maleją wraz ze wzrostem wieku drzewostanu (ryc. 3).

WSPÓLCZYNNIK JAKOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ MODUŁU SPRĘŻYSTOŚCI PRZY ZGINANIU STATYCZNYM. Wartość średnia współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym była najmniejsza w drzewostanie starszym w Nadleśnictwie Płońsk i wynosiła 1 915,24 km, największa zaś (2163,47 km) była w drzewostanie młodszym w Nadleśnictwie Płaska. Najniższy średni współczynnik jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym miało drewno w Nadleśnictwie Płońsk (1962,25 km), a najwyższy (2158,64 km) – w Nadleśnictwie Płaska (tab. 1). Średnia wartość współczynnika w całym zbadanym materiale wynosiła 2068,65 km, przy rozpiętości w przypadku pojedynczych próbek od 1382,02 km do 2526,12 km.

Wykazano istotny wpływ wieku i lokalizacji drzew na średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym (tab. 5). Wyższe średnie wartości współczynnika miało drewno z drzewostanów młodszych. Nadleśnictwa stanowiące grupy

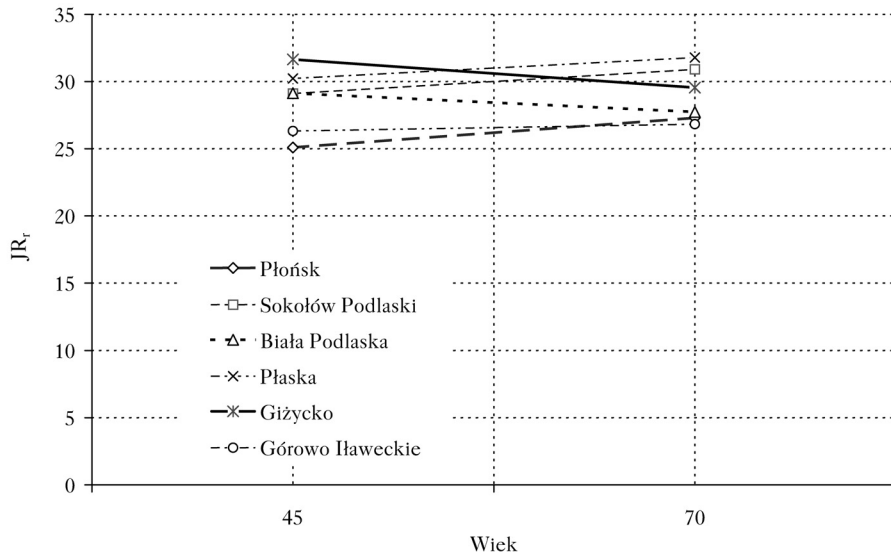
Tabela 4.

Wpływ lokalizacji i wieku drzew na współczynnik jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu drewna wzdłuż włókien

Influence of the location and age of trees on the coefficient of tensile strength parallel to grain

Źródło zmienności	Suma kwadratów odchyień	Liczba stopni swobody	Średni kwadrat odchyień	F empiryczne
A – lokalizacja	3089,87	5	617,974	22,40
B – wiek	39,3856	1	39,3856	1,43
Interakcja AB	579,477	5	115,895	4,20
Błąd	23506,4	852	27,5897	
Zmienność całkowita	27215,1	863		

Szczegółowe porównanie średnich procedurą Tukey'a przy poziomie istotności 0,05
Detailed comparison of the means using Tukey's procedure at a significance level 0.05
HSD_A=1,76788; HSD_B=0,70048



Ryc. 3.

Zmiana średniej wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy rozciąganiu drewna wzdłuż włókien w zależności od wieku

Change in the mean value of coefficient of tensile strength parallel to grain depending on the age of trees

Tabela 5.

Wpływ lokalizacji i wieku drzew na współczynnik jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym

Influence of the location and age of trees on the coefficient of modulus of elasticity in static bending

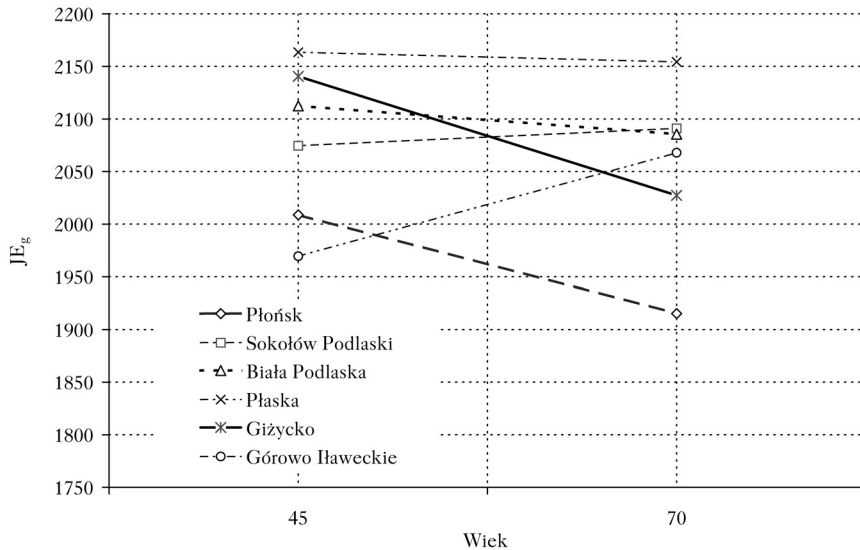
Źródło zmienności	Suma kwadratów odchyleń	Liczba stopni swobody	Średni kwadrat odchyleń	F empiryczne
A – lokalizacja	5,06391E6	5	1,01278E6	48,57
B – wiek	148060	1	148060	7,10
Interakcja AB	1,70584E6	5	341169	16,36
Błąd	2,71298E7	1301	20853,0	
Zmienność całkowita	3,3999E7	1312		

Szczegółowe porównanie średnich procedurą Tukey'a przy poziomie istotności 0,05
Detailed comparison of the means using Tukey's procedure at a significance level 0.05
HSD_A=(37,7422+41,1572); HSD_B=15,6792

nieróżniące się istotnie tworzą: Nadleśnictwo Płońsk, Nadleśnictwo Górowo Iławeckie oraz nadleśnictwa Sokołów Podlaski, Giżycko, Biała Podlaska i Nadleśnictwo Płaska. Stwierdzono także istotny jednoczesny wpływ lokalizacji i wieku drzew na średnie wartości badanego współczynnika (tab. 5). W nadleśnictwach Sokołów Podlaski i Górowo Iławeckie wraz z wiekiem drzewostanu średnie wartości badanej cechy rosły, w nadleśnictwach Płońsk, Biała Podlaska, Płaska i Giżycko malały (ryc. 4).

Wnioski

✦ Stwierdzono istotny wpływ lokalizacji i wieku drzew na średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien i modułu sprężystości przy zginaniu statycznym oraz istotny wpływ lokalizacji na współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym i rozciąganiu wzdłuż włókien.



Ryc. 4.

Zmiana średniej wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej modułu sprężystości przy zginaniu statycznym w zależności od wieku

Change in the mean value of coefficient of modulus of elasticity in static bending depending on the age of trees

- ✦ Nie stwierdzono istotnego wpływu wieku drzew na średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym i rozciąganiu wzdłuż włókien.
- ✦ Wykazano istotny jednoczesny wpływ lokalizacji i wieku drzew na średnią wartość wszystkich badanych współczynników jakości wytrzymałościowej.
- ✦ W Nadleśnictwie Górowo Iławieckie wraz z wiekiem wszystkie badane współczynniki rosną. Z kolei w Nadleśnictwie Giżycko wszystkie badane współczynniki maleją. W pozostałych nadleśnictwach w zależności od wskaźnika zmiany przebiegają w różnych kierunkach.
- ✦ Najwyższą średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej określonego przy ściskaniu wzdłuż włókien (9,63 km), zginaniu statycznym (19,06 km), rozciąganiu wzdłuż włókien (31,01 km) i module sprężystości przy zginaniu statycznym (2158,64 km) miało drewno w Nadleśnictwie Płaska. Najniższą średnią wartość współczynnika jakości wytrzymałościowej przy ściskaniu wzdłuż włókien (9,30 km) miało drewno z Nadleśnictwa Sokołów Podlaski. Współczynnik jakości wytrzymałościowej przy zginaniu statycznym (17,70 km), rozciąganiu wzdłuż włókien (26,19 km) i module sprężystości przy zginaniu statycznym (1962,25 km) najniższy był u drewna z Nadleśnictwa Płońsk.
- ✦ Stwierdzone najwyższe wartości współczynników jakości wytrzymałościowej w Nadleśnictwie Płaska potwierdzają, znaną przez praktyków, wysoką wartość surowca brzożowego z tego nadleśnictwa, wykorzystywanego dawniej do produkcji sklejk lotniczych.
- ✦ Przedstawione zmiany współczynników jakości wytrzymałościowej drewna brzozy brodawkowatej mogą mieć wpływ na racjonalne gospodarcze wykorzystanie tego surowca do celów konstrukcyjnych.

Literatura

Dzbeński W. 1996. Przydatność tarcicy liściastej do celów konstrukcyjnych. Symposium „Drewno i materiały drewnopochodne w konstrukcjach budowlanych” 05-06.09.1996. Politechnika Szczecińska, Szczecin – Międzyzdroje. 63-72.

- Jednoralski G. 1995. Wybrane wskaźniki jakości technicznej drewna buka (*Fagus sylvatica*) z północnej i południowej bazy surowcowej w Polsce. Przemysł drzewny 1: 19-20.
- Krzysik F. 1978. Nauka o drewnie. PWN, Warszawa.
- Lachowicz H. 2008. Tensile strength parallel to the grain of silver birch wood in north-eastern Poland. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology 64: 5-8.
- Lachowicz H. 2010a. Struktura włókien drewna brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) w północno-wschodniej Polsce. Leśne Prace Badawcze 71 (1): 39-50.
- Lachowicz H. 2010b. Wybrane wskaźniki jakości technicznej drewna brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) w północno-wschodniej Polsce. Leśne Prace Badawcze 71 (2): 135-147.
- Laurow Z. 1973. Zmienność niektórych cech drewna sosnowego w zależności od pochodzenia. Przegląd papierniczy 10: 8-12.
- Laurow Z. 1975. Kształtowanie się jakości technicznej drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) pochodzącej z wybranych siedlisk Puszczy Piskiej. Zeszyty Naukowe SGGW – AR, Rozprawy Naukowe 56.
- Oktaba J., Paschalis P., Staniszewski P. 2002. Selected indicators of pine and spruce wood technical quality from the forest being under the impact of industrial pollution. Folia Forestalia Polonica, Seria A 44: 77-86.
- Paschalis P. 1980. Zmienność jakości technicznej drewna sosny pospolitej we wschodniej części Polski. Sylwan 124 (1): 29-44.
- Paschalis P., Staniszewski P. 1992. Założenia metodyczne oznaczania wytrzymałości drewna pochodzącego z drzewostanów będących pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych. XVI Sympozjum – Ochrona drewna. Wydawnictwo SGGW, Warszawa. 35-39.
- Paschalis P., Staniszewski P. 1994a. Zmiany niektórych wskaźników własności drewna sosny z terenów zanieczyszczonych przemysłowo. Sylwan 142 (8): 35-41.
- Paschalis P., Staniszewski P. 1994b. Wstępne wyniki badań zmian gęstości i wytrzymałości drewna z drzewostanów znajdujących się pod wpływem emisji przemysłowych. XVII Sympozjum – Ochrona Drewna, Rogów 14-16.09.1994. Wydawnictwo SGGW, Warszawa. 123-126.
- Perelygin L. A. 1953. Izmenenie fiziko-mehaničeskich svojstv drevesiny sosny i bierzozy po klassam rozvitiâ i vozrastu. Lesnoe Hozajstvo 5: 135.
- PN-63/D-04117. Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Oznaczanie współczynnika sprężystości przy zginaniu statycznym.
- PN-77/D-04100. Drewno. Oznaczanie wilgotności.
- PN-77/D-04101. Drewno. Oznaczanie gęstości.
- PN-77/D-04103. Drewno. Oznaczanie wytrzymałości na zginanie statyczne.
- PN-77/D-04227. Drewno. Ogólne wytyczne pobierania i przygotowania próbek.
- PN-79/D-04102. Drewno. Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien.
- Wanin S. 1953. Nauka o drewnie. PWRiL, Warszawa.

SUMMARY

Influence of location and age on the value of wood strength coefficients for silver birch (*Betula pendula* Roth.)

The findings presented in this paper are a continuation of a more extensive research carried out at the Department of Forest Utilization at WULS-SGGW on the commercial quality of birch timber in Poland. The effect of the location and age of trees and the interrelatedness of these factors on the values of wood strength coefficients for the silver birch trees growing in a selected type of forest habitat was investigated. The study was conducted in north-eastern Poland which, according to practitioners, is the largest and potentially wealthiest source of silver birch timber. Twelve sample plots were selected in each of the following forest districts: Płońsk, Sokołów Podlaski, Biała Podlaska, Płaska, Giżycko and Górowo Iławskie, and in stands at the age of 45 and 70 years were singled out. Coefficients that characterized the strength properties the best and that have a decisive influence on the use of birch wood for construction purposes and in the plywood industry were determined.

The research confirmed a significant effect of location and age of trees on the mean values of the coefficient of compression strength parallel to grain and modulus of elasticity in static

bending, as well as a significant impact of location on the coefficient of static bending strength and tensile strength parallel to grain of birch wood. No significant effect of the age of trees on the mean values of the coefficient of strength in static bending and coefficient of tensile strength parallel to grain of birch wood was found. A significant, simultaneous effect of the location and age of trees on the mean values of all investigated coefficients of strength was demonstrated. In the Górowo Iławeckie Forest District, all the mean values of the studied coefficients increased with age, in the Giżycko Forest District they decreased with age, while in the other Forest Districts, changes in these values varied depending on the coefficient.

The highest mean values of coefficients of compressive strength parallel to grain (9.63 km), static bending strength (19.06 km), tensile strength parallel to grain (31.01 km) and modulus of elasticity in static bending (2158.64 kilometers) were found in the timber from the Płaska Forest District. The lowest ones were found in the timber from the Sokołów Podlaski Forest District (compressive strength parallel to grain equal 9.30 km) and from the Płońsk Forest District as concerns static bending strength (17.70 km), tensile strength parallel to grain (26.19 km) and modulus of elasticity in static bending (1962.25 kilometers). The highest coefficients of wood strength in the Płaska Forest District confirm the high value of the birch timber from this forest district, formerly used for aircraft plywood production, known by practitioners. The proven variations in the value of the silver birch wood strength coefficients may also have an impact on the rational commercial use of this raw material for construction