

LECH GRAJ  
ARNOLD WILCZYŃSKI  
WSP w Bydgoszczy

PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH DREWNA ORZECHA WŁOSKIEGO  
POCHODZĄCEGO Z RÓŻNYCH CZĘŚCI DRZEWA

Wstęp

Drewno orzecha włoskiego ze względu na swe właściwości fizyko-mechaniczne i technologiczne, a przede wszystkim ze względów estetycznych znajduje bardzo szerokie zastosowanie. Poza główną dziedziną jego zastosowań, którą jest przemysł meblarski, drewno to jest wykorzystywane między innymi do produkcji wyrobów ozdobnych, boazerii, instrumentów muzycznych, sprzętu sportowego i broni palnej.

Najważniejszym sortymentem tego drewna jest okleina. Wprawdzie rozpowszechnienie sztucznych oklein zmniejszyło w swoim czasie zapotrzebowanie na naturalną okleinę orzechową, jednak względy estetyczne - piękny rysunek drewna-powodują, że zainteresowanie okleiną naturalną nie maleje, a w ostatnich latach wyraźnie wzrasta.

Liczba drzew orzecha włoskiego w Polsce jest stosunkowo niewielka. zatem gospodarka drewnem tego gatunku z własnych upraw jest minimalna [4]. Drewno to zarówno w postaci okrągłej jak i okleiny pochodzi głównie z importu. Ponieważ ceny drewna na rynku światowym ciągle rosną zachodzi potrzeba, obok bardziej racjonalnego wykorzystania drewna importowanego - głównie przez produkcję cieńszych oklein, powiększenia plantacji orzecha włoskiego w naszym kraju, a także, a może przede wszystkim - potrzeba lepszego wykorzystania istniejących zasobów krajowych.

Szansę zaspokojenia tej ostatniej potrzeby stwarza fakt, że drewno orzecha ma grube konary i gałęzie. W porównaniu z drewnem pochodzącym z pnia drewno pochodzące z konarów i gałęzi traktowane jest jako mniej wartościowe nie tylko ze względu na wymiary

i kształt konarów i gałęzi, ale również ze względu na znacznie gorsze, jak się sądzi, właściwości mechaniczne tego drewna. W związku z tym drewno to jest stosunkowo rzadko wykorzystywane. Widząc potrzebę jego lepszego wykorzystania do produkcji elementów konstrukcyjnych i oklein postanowiono przeprowadzić badania mające na celu porównanie podstawowych właściwości mechanicznych drewna pochodzącego z konarów i gałęzi z właściwościami drewna pochodzącego z pnia orzecha włoskiego, tym bardziej, że w literaturze nie napotkano na tego typu badania porównawcze.

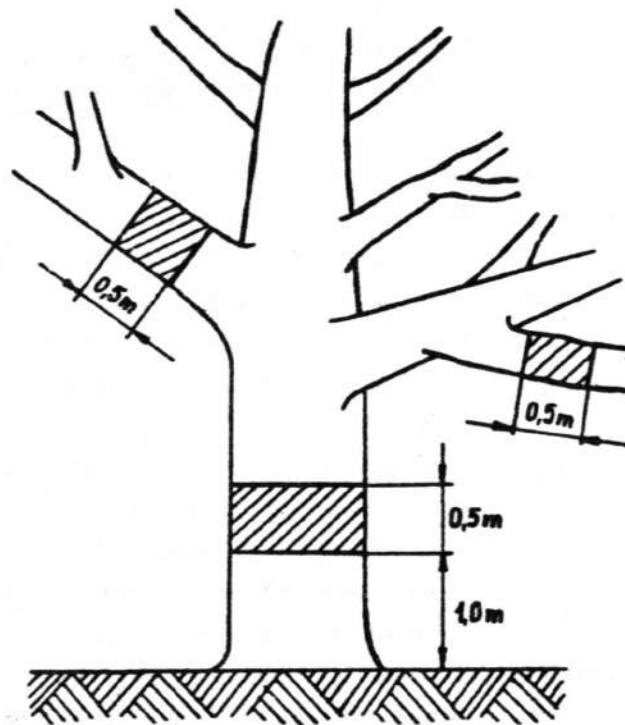
Zakresem badań postanowiono objąć następujące właściwości drewna: gęstość, wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien, wytrzymałość na zginanie statyczne, wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien i twardość.

#### 1. Metodyka badań

Materiał do badań pobrano z orzecha /*Judlans regia*/, który rósł na terenie zabudowanym w mieście Bydgoszczy, na glebie gliniasto-piaszczystej porośniętej trawą. Wiek drzewa wynosił 40 lat, pień był dość niski przechodzący w silnie rozwinięte konary i gałęzie. Wysokość drzewa wynosiła około 12 m, średnica pnia 50 cm.

Próbki pierwotne miały postać wyrzynków o długości 50 cm i średnicach wynoszących odpowiednio: 50 cm dla wyrzynka z pnia, 20÷25 cm dla wyrzynków z konarów i 10÷15 cm dla wyrzynków z gałęzi, z miejsc pokazanych na Rys. 1.

Z próbek pierwotnych wypilowano bale rdzeniowe zgodnie z PN-77/D-04227 a następnie podzielono je na łaty, które klimatyzowano w temperaturze 20÷30°C do czasu osiągnięcia wilgotności zbliżonej do wilgotności równoważnej. Po obróbce łat na strugarce wyrówniarce pocięto je na krawędziaki o długości 50 cm, które z kolei obrobiono na strugarce grubościowej w celu uzyskania grubości odpowiadających wymiarom próbek laboratoryjnych. Odcinanie próbek o wymaganych długościach przeprowadzono za pomocą piły tarczowej z drobnym uzębieniem. Do badań dopuszczono wyłącznie próbki wolne od wad doczynnych wad drewna.



Rys. 1. Schemat pobierania wyrzynków z pnia, konarów i gałęzi

Liczbę "n" próbek laboratoryjnych pobieranych do badań porównawczych poszczególnych właściwości drewna pochodzącego z pnia, konarów i gałęzi ustalono na podstawie wzoru

$$n \geq \frac{v^2 t^2}{p^2} ,$$

przy założeniu poziomu ufności 0,95 oraz wskaźnika dokładności badania /dokładności względnej/  $p = 10\%$ . Dla współczynnika ufności "t" przyjmowano wynikającą z założonego poziomu ufności wartość przybliżoną  $t \approx 2$ . Opierając się na średnich wartościach współczynników zmienności V, podanych w PN-77/D-04227 uzyskano następujące wyniki:

- n  $\geq$  4 dla oznaczania gęstości,
- n  $\geq$  7 dla oznaczania wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien,
- n  $\geq$  9 dla oznaczania wytrzymałości na zginanie statyczne,
- n  $\geq$  16 dla oznaczania wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien,

$n \geq 12$  dla oznaczenia twardości.

Przyjęto ostatecznie  $n = 20$  dla każdej z badanych właściwości i dla drewna z każdej rozpatrywanej części drzewa, tzn. pnia, konarów i gałęzi.

Wszystkie próbki oznakowano uwzględniając: część drzewa, z którego pochodzi próbka, właściwość, której oznaczeniu ma służyć próbka i numer kolejny próbki. Starano się uzyskać z każdej łaty po jednej próbce do badania poszczególnych właściwości, dzięki czemu zapewniono równy udział próbek pochodzących z wewnętrznej - twardej i obwodowej - bielastej części przekroju poprzecznego każdego wyrzynka.

Omawiane próbki poddano ponownemu klimatyzowaniu w temperaturze  $20 \pm 2^\circ$  i przy względnej wilgotności powietrza  $65 \pm 3\%$ , aż do osiągnięcia przez nie wilgotności równowaznej. Po klimatyzowaniu, do czasu badania, próbki przechowywano w warunkach zapewniających zachowanie wilgotności na niezmiennym poziomie.

Podczas przeprowadzania badań temperatura powietrza w laboratorium utrzymywała się na poziomie  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , natomiast wilgotność względna powietrza mieściła się w przedziale  $62 \div 68\%$ .

W czasie wszystkich badań oznaczano wilgotność drewna próbki metodą suszarkowo-wagową, zgodnie z PN-77/D-04100. Wilgotność ta zawierała się w przedziale od 10,8 do 11,9%.

#### Oznaczanie gęstości

Gęstość drewna oznaczono zgodnie z PN-77/D-04101 i to dwukrotnie: w stanie wilgotnym i całkowicie suchym. Wyniki uzyskane dla próbek o wilgotności  $W\%$  przeliczano na poziom 12% wilgotności posługując się wzorem:

$$S_{12} = S_W \left[ 1 - \frac{(1 - K_\beta)(W - 12)}{100} \right]$$

w którym oznaczają:  $S_{12}$  - gęstość drewna przy wilgotności 12%,  $S_W$  - gęstość drewna o wilgotności  $W\%$ ,  $K_\beta$  - współczynnik skurczu objętościowego. Współczynnik  $K_\beta$  obliczono z zależności:

$$K_\beta = \frac{\beta}{50} ,$$

przy czym dla skurczu objętościowego przyjęto  $\beta = 13,4\%$  [1].

Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien przeprowadzono według PN-79/D-04102 na uniwersalnej maszynie wytrzymałościowej RAUESTEIN o zakresie obciążeń  $0 \div 100$  kN. Wyniki przeliczono do poziomu wilgotności 12 % korzystając ze wzoru:

$$R_{c12} = R_{cW} \left[ 1 + \alpha(W - 12) \right],$$

gdzie:  $R_{c12}$  - wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien przy wilgotności 12 %,

$R_{cW}$  - wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien drewna o wilgotności  $W$  %,

$\alpha$  - współczynnik zmiany wytrzymałości drewna przy zmianie jego wilgotności o 1 %.

Przyjmowano  $\alpha = 0,04$  zgodnie z PN-79/D-04102.

Oznaczanie wytrzymałości na zginanie statyczne realizowano zgodnie z PN-77/D-04103 na tej samej maszynie wytrzymałościowej. Przeliczenie wyników do poziomu wilgotności 12 % odbywało się według wzoru:

$$R_{g12} = R_{gW} \left[ 1 + \alpha(W - 12) \right],$$

gdzie:  $R_{g12}$  - wytrzymałość na zginanie statyczne przy wilgotności 12 %,

$R_{gW}$  - wytrzymałość na zginanie statyczne drewna o wilgotności  $W$  %.

Dla współczynnika  $\alpha$ , zgodnie z PN-77/D-04103, przyjmowano  $\alpha = 0,04$ .

Oznaczanie wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien odbywało się według PN-79/D-04105, również na maszynie wytrzymałościowej RAUESTEIN. Wyniki przeliczono do poziomu wilgotności 12 % zgodnie ze wzorem:

$$R_{t12} = R_{tW} \left[ 1 + \alpha(W - 12) \right],$$

gdzie:  $R_{t12}$  - wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien przy wilgotności 12 %,

$R_{tW}$  - wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien przy wilgotności  $W$  %.

Współczynnik  $\alpha$ , na podstawie PN-79/D-04105, przyjmowano równy 0,03.

Oznaczanie twardości. Twardość drewna badano metodą Brinella korzystając z PN-67/D-04224. Oznaczano ją w dwóch kierunkach anatomicznych: kierunku równoległym do przebiegu włókien ( $HB_{II}$ ) i kierunku prostopadłym do przebiegu włókien ( $HB_{\perp}$ ). W przypadku drewna pochodzącego z pnia stosowano próbki o wymiarach 40 mm x 40 mm x 50 mm, natomiast dla drewna pochodzącego z konarów i gałęzi - próbki o wymiarach 30 mm x 30 mm x 50 mm. Dla tych ostatnich zachowano przewidziane przez normę odległości wcisków do krawędzi próbek. Badania wykonano na twardościomierzu WERKSTOFFPRÜFMASCHINEN o zakresie obciążeń 0 ÷ 2,5 kN i średnicy kulki 10 mm. Średnice wcisku odczytywano za pomocą mikroskopu pomiarowego typu MK, po czym na podstawie zawartej w normie tabeli określono twardość Brinella odpowiadającą stosowanemu naciskowi o wartości 500 N.

## 2. Wyniki badań i ich analiza

Wyniki badań zestawiono w Tabeli 1. Ponadto w Tabeli 2. porównano procentowo właściwości drewna pochodzącego z konarów i gałęzi z właściwościami drewna pochodzącego z pnia.

Jak widać, gęstości drewna pochodzącego z różnych części drzewa są zbliżone, różnice między nimi można uznać za nieistotne.

W przypadku wytrzymałości na ściskanie i wytrzymałości na ścinanie wzdłuż włókien, obniżenie się wytrzymałości drewna pochodzącego z konarów i gałęzi, w porównaniu z drewnem pochodzącym z pnia jest stosunkowo nieduże - wynosi 12 ÷ 18 %. Obniżenie to można wytłumaczyć mniejszym udziałem drewna twardego w konarach i gałęziach niż w pniu. Jak wiadomo, twarde ma nieco większą gęstość niż biel, gęstość wzrasta ze zwiększeniem się ścisłości tkanki drzewnej, zatem i wytrzymałość powinna też wzrastać i być dla twardego nieco wyższa niż dla bieli.

Rozumowanie powyższe zawodzi w przypadku wytrzymałości na zginanie statyczne, w którym to przypadku wytrzymałość drewna pochodzącego z konarów jest o 10 %, a drewna pochodzącego z gałęzi o 4 %, wyższa od wytrzymałości drewna pochodzącego z pnia.



Tabela 1. Wartości średnie badanych właściwości drewna orzecha włoskiego /*Juglans regia*/ pochodzącego z różnych części drzewa

Lp	Właściwości		Jedn.	Części drzewa		
				pień	ko- nary	gałę- zie
1	gęstość $\rho_{12}$	wartość średnia dla 20 próbek	g/cm <sup>3</sup>	0,64	0,62	0,63
		współczynnik zmienności	%	6,2	7,9	6,8
2	gęstość $\rho_0$	wartość średnia dla 20 próbek	g/cm <sup>3</sup>	0,60	0,58	0,59
		współczynnik zmienności	%	4,3	4,9	5,1
3	wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien - $R_{c12}$	wartość średnia dla 20 próbek	MPa	44,8	39,4	38,3
		współczynnik zmienności	%	13,2	11,2	9,9
4	wytrzymałość na zginanie statyczne $R_{g12}$	wartość średnia dla 20 próbek	MPa	67,9	75,0	70,6
		współczynnik zmienności	%	9,3	12,1	11,0
5	wytrzymałość na ścinanie wzdłuż włókien - $R_{t12}$	wartość średnia dla 20 próbek	MPa	16,9	13,9	14,3
		współczynnik zmienności	%	5,6	10,1	9,3
6	twardość w kierunku równoległym do włókien $HB_{II}$	wartość średnia dla 20 próbek	MPa	51,0	45,7	46,9
		współczynnik zmienności	%	6,7	17,8	9,7
7	twardość w kierunku prostopadłym do włókien - $HB_{\perp}$	wartość średnia dla 20 próbek	MPa	28,6	25,7	22,9
		współczynnik zmienności	%	4,4	11,9	8,3

Prawdopodobnie ten nietypowy stosunek wytrzymałości wynika z indywidualnych cech drzewa stanowiącego surowiec do badań. Otóż drzewo to było w znacznym stopniu osłonięte od działania wiatru, rosło na dziedzińcu otoczonym z czterech stron zabudowaniami. Brak dostatecznie dużych sił zginających, wynikających z parcia

Tabela 2. Właściwości drewna orzecha włoskiego pochodzącego z konarów i gałęzi wyrażone w % właściwości drewna pochodzącego z pnia

Właściwość		Miejsce pochodzenia drewna		
		pień	konary	gałęzie
gęstość	$\rho_{12}$	100 %	97 %	98 %
	$\rho_0$		97 %	98 %
wytrzymałość na:	ściskanie wzdłuż włókien		88 %	85 %
	zginanie statyczne		110 %	104 %
	ścinięcie wzdłuż włókien		82 %	85 %
twardość w kierunku:	równoległym do włókien		90 %	92 %
	prostopadłym do włókien	90 %	80 %	

wiatru spowodował, że w drewnie pnia nie wykształciły się włókna o dostatecznie dużej wytrzymałości na zginanie, a przede wszystkim na rozciąganie. Potwierdzeniem tych przypuszczeń jest fakt, że wytrzymałości na ściskanie i zginanie badanego drewna pochodzącego z pnia są bliskie dolnym granicom tych wytrzymałości przedstawionym w literaturze [1, 2]. Wytrzymałość drewna z pnia orzecha włoskiego na ściskanie wzdłuż włókien zgodnie z danymi z literatury zawiera się bowiem w przedziale od 37,5 do 89 MPa, natomiast wytrzymałość na zginanie statyczne wynosi od 30,0 do 178,0 MPa.

Jeżeli chodzi o twardość, to dla drewna pochodzącego z konarów i gałęzi jest ona niższa (8 ÷ 20 %) niż dla drewna pochodzącego z pnia. Wynika to, podobnie jak w przypadku wytrzymałości na ściskanie i na ścinięcie, z mniejszej gęstości związanej z mniejszym udziałem drewna twardego w konarach i gałęziach w porównaniu z gęstością drewna pochodzącego z pnia.



Ogólnie można stwierdzić, że zarówno gęstość, jak i podstawowe właściwości mechaniczne drewna orzecha włoskiego pochodzącego z konarów i gałęzi różnią się w niewielkim stopniu od tychże właściwości drewna pochodzącego z pnia tego drzewa.

Warto zwrócić uwagę na dość niskie wartości współczynników zmienności, będących relatywną miarą rozrzutu wyników. Mieszczą się one w przedziale 4 ÷ 14 %, a tylko w dwóch przypadkach są większe i wynoszą 16,9 i 17,8 %.

### 3. Wnioski

Na podstawie wyników badań można sformułować następujące wnioski:

1. Pod względem właściwości mechanicznych drewno orzecha włoskiego pochodzące z konarów o średnicy większej od 20 cm i gałęzi o średnicy przekraczającej 10 cm, w niewielkim stopniu ustępuje drewnu pochodzącemu z pnia tego drzewa i może być w wielu zastosowaniach wykorzystane na równi z drewnem.
2. W celu lepszego ujęcia ilościowego zależności między właściwościami mechanicznymi drewna orzecha włoskiego a pochodzeniem z różnych części drzewa wskazane byłoby przeprowadzić badania w szerszym zakresie, używając do badań drewna co najmniej kilku drzew, przede wszystkim z drzew rosnących na terenie nie osłoniętym od działania wiatru.

Ponadto należy wskazać na celowość badań, które pozwoliłyby porównać różne właściwości fizyczne i technologiczne pochodzącego z różnych części drzewa, tak deficytowego drewna orzecha włoskiego. Wyniki tych badań pozwoliłyby zapewne na bardziej racjonalne wykorzystanie drewna orzecha włoskiego - innych części drzewa niż pień.

### LITERATURA

- [1] Galewski W., Korzeniowski A.: Atlas najważniejszych gatunków drewna, PWRiL Warszawa 1978
- [2] Krzysik F.: Nauka o drewnie, PWN Warszawa 1978
- [3] Polskie Normy:  
PN-77/D-04100 Drewno. Oznaczanie wilgotności

- PN-77/D-04101 Drewno. Oznaczanie gęstości  
PN-77/D-04102 Drewno. Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie  
wzdłuż włókien  
PN-77/D-04103 Drewno. Oznaczanie wytrzymałości na zginanie  
statyczne  
PN-77/D-04105 Drewno. Oznaczanie wytrzymałości na ścinanie  
wzdłuż włókien  
PN-67/D-04224 Lignofol i lignoston. Oznaczanie twardości  
PN-77/D-04227 Drewno. Ogólne wytyczne pobierania i przygoto-  
wania próbek

[4] Walther S.: Towaroznawstwo drzewne, PWN Warszawa 1971

A COMPARISON OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF COMMON WALNUT  
WOOD COMING FROM DIFFERENT PARTS OF A TREE

Summary

The authors have investigated the density and basic mechanical characteristics of common walnut tree coming from different parts of a tree: a trunk, boughs and smaller branches. It is claimed that wood which comes from boughs and branches is almost of the same quality as that which comes from a trunk.

Wood from thick boughs and branches should become an additional source of material with several applications.

It is especially important because walnut wood is in short supply in Poland.

СРАВНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДРЕВЕСИНЫ ГРЕЦКОГО ОРЕХА,  
ВЗЯТОЙ ИЗ РАЗНЫХ ЧАСТЕЙ ДЕРЕВА

Резюме

Проведено исследование густоты и основных механических свойств древесины грецкого ореха, взятой из ствола, толстых ветвей и ветвей. Установлено, что с точки зрения механических свойств, древесина из толстых ветвей и ветвей лишь только в небольшой степени уступает древесине из ствола. Древесина из толстых ветвей должна во многих применениях составлять дополнительную сырьевую базу в связи с так дефицитным в нашей стране грецким орехом.