FOLIA FORESTALIA POLONICA

SERIA B, ZESZYT 7 1966

BADANIA NAD WŁASNOŚCIAMI DREWNA BRZOZY BRODAWKOWATEJ I OMSZONEJ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ БОРОДАВЧАТОЙ И ПУШИСТОЙ БЕРЕЗ

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE HOLZEIGENSCHAFTEN DER GEMEINEN BIRKE UND DER MOORBIRKE

Zygmunt Miler

Katedra Użytkowania Lasu WSR w Poznaniu

(wpłynęło 21.I.1963)

Synopsis. The paper deals with physical and mechanical properties of *Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh. wood. Relationship between specific gravity, Brinell's hardness, toughness, and strength properties is shown by means of regression curves. Both species of birch feature only insignificant differences in specific gravity, compression strength along the fibre, static bending strength, Brinell's hardness, and toughness.

I. GENEZA I CEL BADAŃ

Jeszcze w okresie międzywojennym (33) zdawano sobie w Polsce sprawę z tego, że wobec ograniczonych zasobów surowca brzozowego o dużej wartości i przy stale wzrastającym zapotrzebowaniu przemysłu drzewnego konieczne jest — w wyniku odpowiednio zorganizowanych badań — uzgodnienie krańcowo nieraz odmiennych twierdzeń i poglądów, dotyczących jakościowej klasyfikacji drewna brzozy. Owe odmienne twierdzenia pochodziły prawdopodobnie m. in. stąd, że traktowano w praktyce łącznie dwa występujące w Polsce gatunki brzozy — *Betula verrucosa* Ehrh. i *Betula pubescens* Ehrh., nie wnikając w możliwość zróżnicowania własności technicznych ich drewna. W związku z tym wyłoniła się potrzeba ustalenia jakości drewna obu gatunków za pomocą badań technologicznych. Drewno brzozowe stanowi surowiec do produkcji sklejki stolarskiej i lotniczej oraz tarcicy ogólnego przeznaczenia, a w mniejszych ilościach — również do produkcji beczek i wyrobów toczonych. Tarcica i sklejka stolarska zużywane są głównie przez przemysł meblarski. Ze

względu na różne wymagania stawiane przez poszczególne gałęzie przemysłu, w praktyce rozróżnia się drewno brzozowe miękkie, półmiękkie i twarde.

Poglądy praktyków jakoby brzoza występująca jako domieszka drzewostanów świerkowych, olchowych i osikowych miała drewno miękkie, nadające się do produkcji sklejki lotniczej, natomiast brzoza pochodząca z drzewostanów jednogatunkowych lub sosnowych dawała materiał twardy, nie nadający się do produkcji sklejki, oparte są na spostrzeżeniach i obserwacjach nie potwierdzonych badaniami naukowymi. Również nie zostało potwierdzone dotychczas zdanie Chodzickiego (33), że brzoza omszona daje surowiec miękki, natomiast brzoza brodawkowata — twardy. Stąd rodzi się konieczność badań technologicznych przede wszystkim nad surowcem brzozowym w celu określenia pojęć brzozy miękkiej, półmiękkiej i twardej oraz określenia jakości drewna obydwóch gatunków (pochodzącego z tego samego siedliska, z różnorodnych siedlisk i odmiennych typów drzewostanów), wreszcie w celu określenia wieku technicznej dojrzałości brzozy.

Celem niniejszej pracy jest określenie własności fizycznych i mechanicznych drewna brzozy brodawkowatej i omszonej występujących na jednakowym siedlisku. Przedmiotem badań jest określenie zmienności ciężaru właściwego w zależności od położenia próbek w stosunku do stron świata, odległości od rdzenia i wysokości w pniu oraz ustalenie zależności poszczególnych własności mechanicznych (wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na zginanie statyczne, udarność i twardość badana metodą Brinella) od ciężaru właściwego.

W badaniach będą rozpatrzone następujące zależności:

a) wpływ położenia próbek na przekroju poprzecznym pnia (oddalenie od rdzenia) w czterech kierunkach świata na ciężar właściwy drewna;

b) związek między wysokością drzewa a ciężarem właściwym drewna dla trzech poziomów wysokości (A — na wysokości 1,3; B — 4,3 i C — 8,0 m);

c) wpływ ciężaru właściwego na wytrzymałość na zginanie statyczne;

d) wpływ ciężaru właściwego na wytrzymałość na ściskanie;

e) wpływ ciężaru właściwego na udarność;

f) wpływ ciężaru właściwego na twardość.

Dalszym celem pracy jest ustalenie zmienności poszczególnych własności drewna brzozy brodawkowatej i omszonej, pochodzących z jednakowego siedliska.

Celem praktycznym pracy jest wskazanie możliwości szerszego zastosowania drewna obu gatunków brzóz na podstawie ustalenia różnic i analogii jego własności fizycznych i mechanicznych. Osiągnięcie tego celu może w praktyce przyczynić się do wprowadzenia odpowiedniej selekcji hodowlanej oraz do racjonalnej klasyfikacji surowca brzozowego w naszych lasach.

II. PRZEGLĄD LITERATURY

W drzewnictwie traktuje się drewno brzozy omszonej i brodawkowatej jako surowiec równorzędny, gdyż jego struktura jest jednakowa. W literaturze fachowej znajduje się pewne zróżnicowanie, jednak bardzo nieznaczne, fizycznych i mechanicznych własności drewna tych gatunków. O. Kraemer (26) na przykład określił ciężar właściwy oraz wytrzymałość na zginanie statyczne brzozy brodawkowatej, E. K. Wegelius (26) — brzozy omszonej. Obaj ci autorzy badali jednak drewno z różnych siedlisk, o różnym wieku, z różnych części drzewa i przy różnej wilgotności. Stąd też uzyskane wyniki nie mogą być porównywalne. F. Krzysik (31) twierdzi, że drewno drzew liściastych wykazuje największą wytrzymałość na ściskanie w centralnej części przekroju poprzecznego pnia. F. Kollmann (26) stoi na stanowisku, że wraz z wysokością pobierania próbek w pniu zmniejsza się ciężar właściwy drewna brzozy. U gatunków rozpierzchłonaczyniowych, jak buk, brzoza, olcha, nie ma związku między szerokością słoja a mechanicznymi własnościami drewna (31). A. L. Sinkiewicz (52) twierdzi, że z wiekiem brzozy zmieniają się własności jej drewna, a m. in. ciężar właściwy. Wpływem ciężaru właściwego drewna na jego wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien zajmowało się wielu badaczy, m. in. G. Janka i R. Baumann (2), J. Bauschinger, R. Schlyter (53), F. Kollmann (26, 27), L. J. Markwart (36), A. A. Sołoncew (51), W. G. Kałużnyj (24), W. A. Worobjow (58), R. Zieliński, F. Krzysik (32), A. Dąbrowski (12), J. Czechowicz (7), S. Bielczyk (4, 5), S. Goławski (15). Wszyscy autorzy wskazują na prostolinijną zależność między ciężarem właściwym a wytrzymałością na ściskanie. Również prostolinijną zależność pomiędzy ciężarem właściwym a wytrzymałością drewna na zginanie statyczne wykazali R. Schlyter (53) i L. J. Markwart (36), jednakże — jak wynika z dostępnej literatury krajowej i zagranicznej — nikt nie badał tej zależności dla drewna brzozowego. Zagadnieniem wpływu ciężaru właściwego drewna na jego udarność zajmował się F. Krzysik (31), A. Koehler (26), R. Seeger (50), B. Thunell (26), N. Ghelmeziu (13), F. Kollmann (26), K. Göhre (16), S. Stryła (54), S. Bielczyk (4, 5), H. Pechmann (41). A. Koehler doszedł w swoich badaniach do przekonania, że między ciężarem właściwym a udarnością zachodzi zależność paraboliczna. Do odmiennych wyników doszedł R. Seeger, który mimo dużego rozrzutu uzyskanych wartości wykazał, że jest to zależność prostoliniowa co potwierdził również B. Thunell. F. Kollmann (26) wyraża zależność udarności od ciężaru właściwego drewna funkcją paraboliczną trzeciego stopnia. K. Göhre (16) badając drewno grochodrzewu doszedł do prostoliniowej zależności, zachodzącej między ciężarem właściwym a udarnością. Badaniem zależności udarności od ciężaru właściwego drewna brzozy omszonej i brodawko-

watej — jak widać z dostępnej literatury — nie zajmował się żaden z autorów. Z badań J. A. Newlina i R. T. C. Wilsona (26) wynika, że pomiędzy twardością drewna, oznaczoną metodą Janki, a ciężarem właściwym zachodzi zależność potęgowa. Zagadnieniem wpływu ciężaru właściwego na twardość drewna oznaczoną metodą Brinella zajmował się E. Morath w Niemczech, a S. Stryła (54) w Polsce. A. Ylinen (26) stoi na stanowisku, że zależność pomiędzy twardością Brinella a ciężarem właściwym należy wyrazić w postaci funkcji liniowej.

III. METODYKA I OPIS BADAŃ

1. Wybór materiału doświadczalnego i rozmieszczenie próbek

Założeniom metodycznym pracy odpowiadała powierzchnia próbna, położona na terenie nadleśnictwa Skorzęcin, leśnictwa Jelonek, w oddziale 16 ac. Powierzchnia leśna wynosi 7,37 ha. Brzoza występuje tu w otoczeniu drzewostanów sosnowych, granicząc z otwartym polem od strony wschodniej. Charakterystyka powierzchni próbnej przedstawia się następująco:

1) położenie — teren równy z niewielkim zagłębieniem (o powierzchni 1 ara) od strony południowo-zachodniej, wypełnionym wodą w okresie silnych deszczów;

2) gleba — słabo zbielicowane piaski słabo gliniaste z domieszką próchnicy;

3) pokrywa gleby — silnie zazieleniona;

4) w runie — *Asperula odorata* L., *Majanthemum bifolium* (L.) F. W. Schm., *Oxalis acetosella* (L.); w mniejszej ilości — *Convallaria majalis* L., *Vaccinium myrtillus* L.;

5) skład drzewostanu — *Betula verrucosa* Ehrh., *Betula pubescens* Ehrh. i pojedynczo świerk;

6) w podszyciu — obficie występuje leszczyna, pojedynczo olcha i jarzębina oraz kruszyna;

7) przeciętny wiek brzozy — (45—60) 52 lata, przeciętna pierśnica z korą 24 cm, wysokość 19 m;

8) bonitacja — II według Schwappacha;

9) zadrzewienie 0,7, jakość 2, liczba drzew na 1 ha — 102.

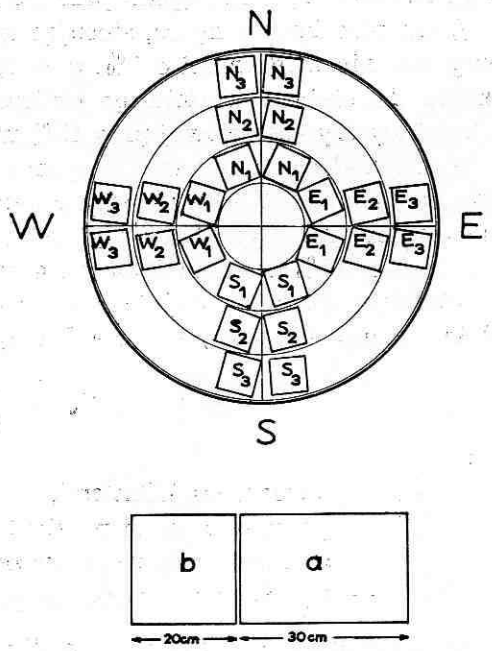
Według podziału Polski na dzielnice przyrodniczoleśne (35) tereny nadl. Skorzęcin należą pod względem przyrodniczym do Dzielnicy Podbałtyckiej. Jest to centralny obszar równiny wielkopolskiej, ubogi w opady, z lekkimi glebami o słabym rozwoju roślinności drzewiastej.

Przy wyborze drzew doświadczalnych kierowano się wymiarami śred-

nicy i wysokości oraz przeciętną jakością i zdrowotnością drzew. Pierśnica 15 drzew brzozy brodawkowatej zamykała się w granicach od 16,5 do 32 cm, a u 15 drzew brzozy omszonej — w granicach od 16,0 do 31,5 cm. Doboru drzew dokonano w ten sposób, że do każdego drzewa brzozy brodawkowatej o określonej pierśnicy dobrano odpowiednie drzewo brzozy omszonej. W ten sposób uzyskano porównywalny materiał dla obu gatunków, wydzielając go w dwóch klasach grubości, a mianowicie: I klasy od 16,1 do 24 cm i II klasy od 24,1 do 32 cm. Dla pełniejszego zobrazowania wyglądu drzew i drzewostanu sfotografowano drzewa doświadczalne bezpośrednio przed ścięciem (koniec maja 1951 r.).

Wyrzynki próbne o długości 60 cm pozyskano z trzech zasadniczych poziomów: A — na wysokości 1,3 m, B — na wysokości 4,3 m i C — na wysokości 8,0 m. W ten sposób wyrzynek uzyskany z poziomu B pochodził z połowy strzały drzewa, licząc od ziemi do pierwszej zdrowej gałęzi korony, a wyrzynek z poziomu C stanowił — praktycznie biorąc — wierzchołek użytkowej dłużycy.

Z każdego wyrzynka wzdłuż dwóch prostopadłych do siebie średnic (o kierunkach północ — południe oraz wschód — zachód) pobrano próbki kolejno jedna za drugą, z tym jednak, że próbce przyrdzeniowej z poziomu A odpowiadała próbka przyrdzeniowa z poziomu B i C o analogicznych przyrostach rocznych (numeracja od rdzenia ku obwodowi). Analogiczne rozmieszczenie i cechowanie zachowano dla próbek we wszystkich kierunkach świata. Powyższy sposób rozmieszczenia próbek umożliwił zbadanie różnic wytrzymałości uzależnionych od położenia próbki w poszczególnych strefach przyrostów na przekroju poprzecznym oraz podłużnym dla trzech poziomów (A, B i C). Szablonowe rozmieszczenie próbek jedna obok drugiej na czterech promieniach przekroju poprzecznego pozornie nie uwzględnia nierównomiernej słoistości drewna. W istocie jednak odpowiadające sobie numerami próbki rozmieszczone na promieniach pokrywających się z poszczegól-



Rys. 1. Rozmieszczenie próbek na przekroju poprzecznym oraz podział wyrzynka
a — odcinek na próbki do oznaczania wytrzymałości na zginanie statyczne i udarności, *b* — odcinek na próbki do oznaczania wytrzymałości na ściskanie i twardości

nymi kierunkami świata pochodzą z tych samych okresów wzrostu drzewa i przedstawiają jednorodny materiał. Sposób pobierania próbek przedstawia rys. 1.

2. Badanie własności technicznych

Ciężar właściwy drewna określono w stanie zupełnie suchym oraz powietrznie suchym przy użyciu objętościomierza rtęciowego; warunki badania były zgodne z normą PN/D-04101. Wartość ciężaru właściwego w stanie powietrznie suchym przeliczono według wzoru:

$$\gamma_{15} = \gamma_w [1 + 0{,}01 (1 - \alpha v_o) (15 - W)],$$

gdzie

γ_{15} — ciężar właściwy przy wilgotności 15% w G/cm³,
γ_w — ciężar właściwy przy wilgotności W w G/cm³,
W — wilgotność drewna w %,
αv_o — współczynnik pęcznienia objętościowego.

Dla α v_o przyjęto według normy radzieckiej wartość 0,06.

Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien określono zgodnie z normą PN/D-04102, a następnie przeliczono wyniki do poziomu wilgotności 15% wzorem Bauschingera, stosując współczynnik zmiany wytrzymałości przy zmianie wilgotności o 1%. α = 0,05. Odnosząc wytrzymałość na ściskanie do ciężaru właściwego obliczono także wartości współczynnika jakości wytrzymałościowej przy 15% wilgotności.

Wytrzymałość na zginanie statyczne określono stosując metodykę przyjętą w normie PN/D-04103, przy sile działającej prostopadle do przekroju promieniowego. Wyniki wytrzymałości doraźnej przeliczono do poziomu wilgotności 15% wzorem Bauschingera, stosując współczynnik α = 0,04.

Udarność zbadano zgodnie z normą PN/D-04104; wartości wynikowe obliczono wzorem przyjętym we Francji i w ZSRR:

$$U_w = \frac{L}{bh^2}$$

gdzie

U_w — udarność w kGm/cm³,
L — praca odczytana na skali młota udarowego w kGm,
b — szerokość poprzecznego przekroju próbki w cm,
h — wysokość poprzecznego przekroju próbki w cm.

Kierunek uderzenia był prostopadły do przekroju promieniowego. Wyniki przeliczono do poziomu wilgotności 15%, stosując współczynnik α = —0,03.

Twardość badano na dwóch przekrojach poprzecznych metodą Brinella, stosując kulkę o średnicy 10 mm oraz siłę 50 kG. Głębokość wcisku mierzono głębokościomierzem czujnikowym, zamontowanym na tłoczniku

z kulką Brinella. Szybkość posuwu tłocznika wraz z głębokościomierzem wynosiła 6 mm/min. a dokładność pomiaru siły — 2 kG. Twardość obliczono według wzoru

$$T_B = \frac{P}{D \cdot h \cdot \pi},$$

gdzie

T_B — twardość w kG/mm²,
P — siła wykazana przez siłomierz w kG,
D — średnica wciskanej kulki w mm,
h — głębokość wcisku w mm.

Wyniki badania przeliczono wzorem Bauschingera do 15% wilgotności, stosując współczynnik $\alpha = 0{,}03$ (54).

W celu scharakteryzowania wyników obliczono: odchylenie standardowe, średni błąd średniej arytmetycznej i współczynnik zmienności. Zakładając prostoliniową zależność między rozpatrywaną własnością a ciężarem właściwym drewna obliczono współczynnik korelacji, współczynnik regresji i równanie regresji. Istotność korelacji rozpatrzono na podstawie kryterium

$$r\sqrt{n-1} > 3.$$

IV. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki badania technicznych własności drewna brzozy brodawkowatej i omszonej zestawiono w tabelach 1 do 7, podając w nich średnie arytmetyczne, średnie odchylenia, współczynniki zmienności poszczególnych własności mechanicznych w zestawieniu z tymi samymi danymi dla ciężaru właściwego drewna. Ponieważ wpływ stron świata na powyższe własności okazał się nieistotny, nie uwzględniono go w zestawieniu wyników, rozbijając je tylko w zależności od klasy grubości drzew, odległości próbek od rdzenia i położenia ich na wysokości pnia. Zestawienie przeciętnych własności drewna obu gatunków brzozy podano w tabeli 8. Zależność własności mechanicznych od ciężaru właściwego drewna przedstawiono graficznie w postaci prostych regresji na rysunkach 2 do 8.

Drzewa I klasy grubości wyodrębniono dlatego, że drzewa cieńsze i znajdujące się pod okapem mogą wykazywać wyższe wytrzymałości i większy ciężar właściwy niż drzewa o większej grubości. Na ten fakt zwraca uwagę Kozanecki (29). W praktyce jednak głównie drzewa grubsze (II klasa) mają decydujące znaczenie.

Ciężar właściwy. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic między ciężarem właściwym drewna brzozy brodawkowatej i omszonej, pochodzącego z tej samej strefy przekroju poprzecznego

Tabela 1

Wytrzymałość na ściskanie i ciężar właściwy drewna brzozy brodawkowatej

Klasa grubości	Liczba drzew	Liczba próbek	Położenie próbek w pniu: poziom wysokości	Położenie próbek w pniu: strefa odległości od rdzenia	Wytrzymałość na ściskanie $R_{c_{15}}$: $\bar{y} \pm m$ kG/cm²	Wytrzymałość na ściskanie $R_{c_{15}}$: s kG/cm²	Wytrzymałość na ściskanie $R_{c_{15}}$: v %	Ciężar właściwy γ_{15}: $\bar{x} \pm m$ G/cm³	Ciężar właściwy γ_{15}: s G/cm³	Ciężar właściwy γ_{15}: v %	$R_{c_{15}}/\gamma_{15}$ 10 m
I	5	21	A 1,3 m	1	526±18	83	15,7	0,684±0,006	0,03	4,4	767
	5	18		2	607±26	112	18,4	0,719±0,004	0,02	2,8	846
	2	6		3	619±38	93	15.0	0,724±0,008	0.02	2,8	860
	6	51	B 4,3 m	1	529± 8	57	10,8	0,689±0,004	0,03	4,4	770
	6	33		2	582±12	72	12,3	0,732±0,006	0,04	5,5	799
	6	35	C 8,0 m	1	484±11	63	13,1	0,666±0,003	0,02	3,0	726
	6	29		2	559±16	87	15,6	0,701±0,004	0,02	2,9	801
	3	14		3	562±24	90	16,0	0,738±0,005	0,02	2,7	763
II	5	36	A 1,3 m	1	520±12	71	13,7	0,719±0,005	0,03	4,2	721
	5	42		2	573±11	70	12,2	0,744±0,004	0,03	4,0	768
	5	20		3	563±12	52	9,2	0,719±0,004	0,02	2,8	783
	5	55	B 4,3 m	1	502± 9	63	12,6	0,691±0,009	0,07	10,1	729
	5	51		2	531± 9	66	12,4	0,712±0,005	0,04	5,6	745
	4	33		3	571±11	63	11,0	0,753±0,010	0,06	8,0	760
	4	48	C 8,0 m	1	503± 8	55	11,0	0,687±0,030	0,05	7,7	731
	4	44		2	583±13	86	14,8	0,734±0,010	0,07	9,5	774
	4	18		3	566±15	62	10,9	0,761±0,014	0,06	7,9	749

strzały (przyrdzeniowej, środkowej i przyobwodowej) i różnych kierunków świata.

Średnie wartości ciężaru właściwego (przy 15% wilgotności) drewna brzozy brodawkowatej I klasy grubości drzew układają się w prawidłowy sposób na przekroju poprzecznym. Najmniejsze wartości ciężaru właściwego wykazuje drewno położone w strefie przyrdzeniowej a z oddalaniem się od rdzenia ku obwodowi średnie wartości ciężaru właściwego w większości przypadków rosną, malejąc nieco w strefie przyobwodowej. U drzew II klasy grubości średnie wartości ciężaru właściwego układają się również w analogiczny sposób, z wyjątkiem jednego przypadku.

U brzozy omszonej zachodzi analogiczny jak u brzozy brodawkowatej rozkład wartości ciężaru właściwego na przekroju poprzecznym, zarówno w ramach drzew I jak i II klasy grubości, z tym że ciężar właściwy drewna brzozy omszonej jest mniejszy. Zmienność średnich wartości ciężaru właściwego (I klasy grubości drzew) drewna brzozy brodawkowatej i omszonej wzdłuż pnia nie wykazuje wyraźnej prawidłowości.

Wytrzymałość na ściskanie. Analiza statystyczna przeprowadzona w odniesieniu do całego materiału dotyczącego wytrzymałości

Tabela 2

Wytrzymałość na ściskanie i ciężar właściwy drewna brzozy omszonej

Klasa grubości	Liczba drzew	Liczba próbek	Położenie próbek w pniu: poziom wysokości	Położenie próbek w pniu: strefa odległości od rdzenia	Wytrzymałość na ściskanie $R_{c_{15}}$: $\bar{y} \pm m$ kG/cm²	Wytrzymałość na ściskanie $R_{c_{15}}$: s kG/cm²	Wytrzymałość na ściskanie $R_{c_{15}}$: v %	Ciężar właściwy γ_{15}: $\bar{x} \pm m$ G/cm³	Ciężar właściwy γ_{15}: s G/cm³	Ciężar właściwy γ_{15}: v %	$R_{c_{15}}/\gamma_{15}$ 10 m
I	8	55	A 1,3 m	1	474 ± 9	67	14,2	0,680 ± 0,006	0,04	6,3	696
	8	47		2	538 ± 14	100	18,6	0,710 ± 0,004	0,03	4,2	714
	3	5		3	487 ± 17	33	6,9	0,696 ± 0,017	0,03	4,9	704
	7	61	B 4,3 m	1	462 ± 9	68	14,7	0,667 ± 0,005	0,04	6,0	692
	7	49		2	523 ± 11	80	15,4	0,721 ± 0,006	0,04	0,6	725
	3	12		3	506 ± 25	86	17,1	0,711 ± 0,009	0,03	4,2	711
	3	30	C 6,3 m	1	486 ± 38	21	42,6	0,653 ± 0,005	0,03	4,6	741
	3	20		2	504 ± 47	21	41,7	0,663 ± 0,006	0,04	4,5	756
	2	5		3	450 ± 2	12	26,0	0,640 ± 0,004	0,01	1,6	703
II	7	51	A 1,3 m	1	465 ± 8	54	11,7	0,657 ± 0,002	0,02	3,0	710
	7	37		2	502 ± 11	66	13,1	0,700 ± 0,003	0,02	2,8	718
	3	9		3	514 ± 25	74	14,3	0,701 ± 0,013	0,04	5,7	727
	5	30	B 4,3 m	1	451 ± 11	63	14,1	0,656 ± 0,009	0,05	7,6	687
	6	38		2	505 ± 9	57	11,3	0,673 ± 0,003	0,02	3,0	750
	3	17		3	512 ± 20	82	15,9	0,683 ± 0,001	0,03	4,4	747
	6	31	C 6,3 m	1	454 ± 9	52	11,6	0,641 ± 0,005	0,03	4,7	707
	6	33		2	502 ± 9	54	10,8	0,662 ± 0,003	0,02	3,0	757
	3	14		3	546 ± 20	76	13,9	0,677 ± 0,008	0,03	4,4	803

na ściskanie wykazała, że wahania wytrzymałości, zarysowujące się u brzozy brodawkowatej i omszonej obu badanych klas grubości dla drewna strefy przyrdzeniowej, środkowej i przyobwodowej wykazują w pewnych przypadkach istotne różnice. Wobec tego nie można uważać zbadanego materiału za jedną populację i scharakteryzować go wspólnymi wartościami średnimi. Mimo to jednak wyższe wyniki wytrzymałości na ściskanie, uzyskane dla drzew I klasy grubości, nie różnią się w sposób istotny od wyników otrzymanych dla drzew II klasy grubości.

Analiza współczynnika zmienności wykazuje, że najmniej zmienny z badanych własności jest ciężar właściwy, a następnie wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na zginanie statyczne, twardość i udarność. Z powyższego stwierdzenia wynika, że próba wytrzymałości na ściskanie daje podstawy do możliwie najbardziej miarodajnej wytrzymałościowej charakterystyki i porównawczej oceny technicznej wartości drewna obu badanych gatunków.

Różnice wytrzymałości na ściskanie drewna brzozy brodawkowatej i omszonej, pochodzącego z tej samej strefy przekroju poprzecznego

Tabela 3

Wytrzymałość na zginanie statyczne i ciężar właściwy

Klasa grubości	Liczba drzew	Liczba próbek	Położenie próbek w pniu: poziom wysokości	Położenie próbek w pniu: strefa odległości od rdzenia	Zginanie statyczne $R_{g_{15}}$: $\bar{y} \pm m$ kG/cm²	Zginanie statyczne: s kG/cm²	Zginanie statyczne: v %	Ciężar właściwy γ_{15}: $\bar{x} \pm m$ G/cm³	Ciężar właściwy: s G/cm³	Ciężar właściwy: v %	Współczynnik jakości
					Brzoza brodawkowata						
I, II	6	22	A 1,3 m	1	977±28	132	13,5	0,689±0,004	0,02	2,9	1419
	6	24		2	1095±34	165	15,0	0,729±0,006	0,03	4,2	1520
	4	7		3	1173±75	198	16,9	0,736±0,007	0,02	2,7	1591
	6	26	B 4,3 m	1	943±34	173	18,4	0,681±0,003	0,02	2,3	1387
	5	21		2	1033±31	143	13,8	0,711±0,006	0,03	4,8	1453
	3	7		3	987±60	159	16,1	0,704±0,006	0,02	2,3	1401
	6	23	C 8,0 m	1	925±36	174	18,8	0,669±0,009	0,04	6,4	1385
	6	21		2	1077±28	128	11,9	0,710±0,006	0,03	4,2	1523
	4	14		3	1107±42	159	14,3	0,750±0,010	0,04	5,3	1480
					Brzoza omszona						
I, II	7	23	A 1,3 m	1	861±32	155	18,0	0,672±0,007	0,03	5,0	1277
	7	23		2	929±39	186	20,0	0,695±0,092	0,05	6,4	1341
	4	8		3	923±64	182	19,7	0,680±0,017	0,05	7,3	1351
	9	22	B 4,3 m	1	846±23	110	13,0	0,643±0,006	0,03	4,7	1318
	6	17		2	941±33	135	14,3	0,677±0,009	0,04	5,9	1387
	4	9		3	933±45	135	14,5	0,673±0,013	0,04	5,9	1382
	4	14	C 6,3 m	1	765±99	370	48,4	0,608±0,005	0,02	3,3	1260
	4	13		2	815±38	138	16,9	0,611±0,008	0,03	4,9	1330
	2	7		3	786±43	114	14,5	0,614±0,004	0,01	1,8	1278

(przyrdzeniowej, środkowej i przyobwodowej), ale z różnych kierunków świata, nie są w większości przypadków istotne.

Istotne zróżnicowanie wytrzymałości na ściskanie zachodzi natomiast pomiędzy strefami drewna, położonymi w różnej odległości od rdzenia. Niezależnie od usytuowania w stosunku do stron świata najmniejszą wytrzymałość na ściskanie wykazuje drewno brzozy brodawkowatej i omszonej, pochodzące z przyrdzeniowej strefy pnia, największą zaś — drewno ze strefy środkowej.

Średnie wartości wytrzymałości na ściskanie drewna, pochodzącego z tych samych stref przekroju poprzecznego, ale z trzech poziomów, nie układają się prawidłowo. Ogólnie można powiedzieć, że wytrzymałość na ściskanie drewna brzozy brodawkowatej ze strefy przyrdzeniowej maleje w miarę posuwania się od odziomka ku wierzchołkowi, natomiast w środ-

Tabela 4

Udarność i ciężar właściwy drewna brzozy brodawkowatej

Klasa grubości	Liczba drzew	Liczba próbek	Położenie próbek w pniu: poziom wysokości	Położenie próbek w pniu: strefa odległości od rdzenia	Udarność U_{15}: $\bar{y} \pm m$ kGm/cm³	Udarność U_{15}: s kGm/cm³	Udarność U_{15}: v %	Ciężar właściwy γ_{15}: $\bar{x} \pm m$ G/cm³	Ciężar właściwy γ_{15}: s G/cm³	Ciężar właściwy γ_{15}: v %
I	6	20	A 1,3 m	1	0,427±0,05	0,21	48,9	0,688±0,004	0,02	2,9
	4	16		2	0,565±0,07	0,29	51,3	0,717±0,007	0,03	4,0
	2	4		3	0,523±0,18	0,36	68,8	0,741±0,008	0,02	2,3
	7	44	B 4,3 m	1	0,393±0,02	0,12	30,5	0,714±0,006	0,01	5,6
	5	31		2	0,531±0,02	0.11	20,7	0,749±0,005	0,03	4,0
	5	23	C 8,0 m	1	0,415±0,03	0,17	41,0	0,600±0,006	0,03	4,4
	5	20		2	0,490±0,04	0,18	36,7	0,708±0,015	0,07	9,9
	2	8		3	0,401±0,08	0,24	59,8	0,740±0,010	0,03	4,0
II	6	35	A 1,3 m	1	0,347±0,02	0,15	43,2	0,698±0,007	0,04	5,7
	6	34		2	0,436±0,03	0,20	45,9	0,726±0,005	0,03	4,1
	6	23		3	0,441± ,02	0,09	21,5	0,716±0,004	0,02	2,8
	2	12		4	0,465±0,02	0,08	16,2	0,658±0,001	0,003	0,4
	7	38	B 4,3 m	1	0,389±0,03	0,20	48,8	0,684±0,010	0,06	8,8
	7	39		2	0,452±0,03	0,20	42,0	0,704±0,006	0,04	5,7
	6	28		3	0,498±0,03	0,18	36,7	0,732±0,009	0,05	6,8
	3	9		4	0,432±0,06	0,17	39,3	0,707±0,010	0,03	4,2
	6	38	C 8,0 m	1	0,356±0,02	0,16	44,9	0,691±0,006	0,04	5,8
	7	39		2	0,447±0,03	0,18	40,3	0,726±0,008	0,05	6,9
	5	25		3	0,451±0,03	0,13	28,8	0,738±0,008	0,04	5,4

kowej strefie przekroju poprzecznego wytrzymałość nie zmienia się z wysokością lub nawet nieco wzrasta (w II klasie grubości).

Wytrzymałość na ściskanie drewna brzozy omszonej (w I klasie grubości drzew) nieznacznie się zmniejsza w miarę posuwania się ku wierzchołkowi. Współczynnik jakości dla wytrzymałości na ściskanie drewna brzozy brodawkowatej zamyka się w granicach od 7210 do 8595 m, natomiast dla drewna brzozy omszonej od 6873 do 8033 m; wartość tego współczynnika według Wanina (56) i Pieriełygina (40) wynosi dla rodzaju „brzoza" — 7370 m.

W ramach materiału doświadczalnego, pochodzącego z poziomów A, B i C oraz trzech stref przekroju poprzecznego pnia korelacja między wytrzymałością na ściskanie a ciężarem właściwym jest istotna w 24 przypadkach.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że we wszystkich porównywalnych przypadkach (dla drzew obydwóch klas grubości, odpowiadających sobie stref przekroju poprzecznego i poziomów wysokości) wytrzymałość na

Tabela 5

Udarność i ciężar właściwy drewna brzozy omszonej

Klasa grubości	Liczba drzew	Liczba próbek	Położenie próbek w pniu: poziom wysokości	Położenie próbek w pniu: strefa odległości od rdzenia	Udarność U_{15}: $\bar{y} \pm m$ kGm/cm³	Udarność U_{15}: s kGm/cm³	Udarność U_{15}: v %	Ciężar właściwy γ_{15}: $\bar{x} \pm m$ G/cm³	Ciężar właściwy γ_{15}: s G/cm³	Ciężar właściwy γ_{15}: v %
I	8	57	A 1,3 m	1	0,389±0,02	0,13	33,4	0,685±0,003	0,03	4,4
	8	48		2	0,444±0,02	0,13	29,3	0,712±0,004	0,03	4,2
	4	11		3	0,574±0,03	0,11	17,4	0,731±0,012	0,04	5,5
	7	37	B 4,3 m	1	0,374±0,01	0,08	21,9	0,670±0,005	0,03	4,5
	7	31		2	0,486±0,03	0,16	32,9	0,713±0,007	0,04	5,6
	3	9		3	0,405±0,03	0,09	23,0	0,712±0,010	0,03	4,2
	3	20	C 6,3 m	1	0,323±0,02	0,09	27,9	0,649±0,007	0,03	4,6
	3	16		2	0,318±0,02	0,06	20,1	0,666±0,010	0,04	6,01
	3	4		3	0,312±0,05	0,10	32,0	0,629±0,008	0,02	2,7
II	6	35	A 1,3 m	1	0,334±0,01	0,09	26,3	0,657±0,002	0,01	1,5
	7	30		2	0,431±0,03	0,14	33,6	0,688±0,006	0,03	5,1
	6	25	B 4,3 m	1	0,313±0,01	0,09	28,7	0,653±0 010	0,05	7,6
	6	30		2	0,362±0,01	0,10	27,6	0,682±0,005	0,04	4,4
	5	13		3	0,371±0,02	0,10	24,2	0,672±0,005	0,02	3,0
	6	27	C 6,3 m	1	0,553±0,01	0,08	25,8	0,638±0,010	0,08	12,5
	6	20		2	0,366±0,02	0,09	25,3	0,668±0,008	0,04	6,0
	4	11		3	0,394±0,03	0,10	25,4	0,697±0,018	0,06	8,6

ściskanie drewna brzozy omszonej jest mniejsza od wytrzymałości drewna brzozy brodawkowatej.

Wytrzymałość na zginanie statyczne. W miarę oddalania się od rdzenia średnie wartości wytrzymałości na zginanie statyczne drewna brzozy brodawkowatej i omszonej (w poziomach A, B i C) wzrastają do pewnego punktu w strefie środkowej a po przekroczeniu tego punktu — zmniejszają się ku obwodowi. W miarę posuwania się ku wierzchołkowi drzewa średnie wartości wytrzymałości na zginanie statyczne maleją. Wyniki wytrzymałości na zginanie statyczne uzyskane w niniejszej pracy dla drewna brzozy brodawkowatej (dla poziomu A, B i C) są wyższe niż dla drewna brzozy omszonej.

Największy współczynnik jakości dla wytrzymałości na zginanie statyczne drewna brzozy brodawkowatej, wynoszący 15 915 m, wykazało drewno przyobwodowe z poziomu A, natomiast najniższy, wynoszący 13 855 m — drewno przyrdzeniowe z poziomu C. Według Wanina (56) i Pieriełygina (40) współczynnik ten wynosi dla drewna brzozy 14 900 m. Drewno brzozy omszonej wykazało największą wartość współczynnika

Tabela 6

Twardość przekroju poprzecznego i ciężar właściwy drewna brzozy brodawkowatej

Klasa grubości	Liczba drzew	Liczba próbek	Położenie próbek w pniu: poziom wysokości	Położenie próbek w pniu: strefa odległości od rdzenia	Twardość — T_{15} (przy 50 kG nacisku) $\bar{y} \pm m$ kG/mm²	Twardość s kG/mm²	Twardość v %	Ciężar właściwy γ_{15} $\bar{x} \pm m$ G/cm³	Ciężar właściwy s G/cm³	Ciężar właściwy v %
I	5	14	A 1,3 m	1	3,17±0,12	0,45	14,2	0,694±0,026	0,10	14,4
	5	6		2	3,58±0,20	0,50	14,0	0,704±0,012	0,03	4,3
	6	37	B 4,3 m	1	3,33±0,11	0,67	20,1	0,716±0,008	0,05	7,2
	6	29		2	3,69±0,09	0,48	13,0	0,744±0,005	0,03	4,0
	5	13	C 8,0 m	1	3,28±0,20	0,71	21,9	0,677±0,002	0,01	1,3
	5	13		2	3,29±0,13	0,45	13,9	0,710±0,013	0,05	6,9
	3	6		3	3,07±0,14	0,33	10,9	0,752±0,017	0,04	5,6
II	6	27	A 1,3 m	1	3,10±0,11	0,57	18,3	0,698±0,008	0,05	6,6
	6	28		2	3,43±0,11	0,58	17,1	1,726±0,009	0,04	5,8
	6	19		3	3,46±0,06	0,28	8,1	0,721±0,002	0,01	1,4
	2	8		4	3,46±0,001	0,28	8,1	0,703±0,003	0,01	1,4
	7	44	B 4,3 m	1	3,47±0,17	1,13	32,6	0,689±0,007	0,05	7,5
	7	49		2	3,60±0,25	1,72	47,9	0,709±0,040	0,28	40,2
	6	28		3	3,96±0,18	0,96	24,2	0,738±0,010	0,05	6,9
	4	13		4	3,44±0,16	0,57	16,6	0,711±0,008	0,03	3,9
	6	38	C 8,0 m	1	3,23±0,12	0,72	22,3	0,698±0,009	0,06	8,3
	7	42		2	3,65±0,12	0,83	22,7	0,730±0,009	0,06	8,2
	5	20		3	3,51±0,05	0,23	6,6	0,735±0,012	0,06	7,7

jakości (wynoszącą 13 974 m) w strefie środkowej z poziomu B a najmniejszą (wynoszącą 12 600 m) — w strefie przyrdzeniowej z poziomu C. Między wytrzymałością na zginanie statyczne a ciężarem właściwym drewna brzozy omszonej zachodzi wyraźna zależność. Największy wpływ ciężaru właściwego na tę wytrzymałość stwierdzono dla drewna strefy przyrdzeniowej z poziomu C, najmniejszy zaś dla drewna strefy przyrdzeniowej z poziomu B. Współczynniki korelacji wytrzymałości na zginanie z ciężarem właściwym okazały się nieistotne. W związku z tym nie podano charakterystyki tej zależności dla drewna brzozy brodawkowatej.

Udarność drewna. Różnice między średnimi wartościami udarności drewna pochodzącego z różnych stron świata, lecz z tej samej strefy przekroju poprzecznego nie są istotne. Również nie istotne są różnice średnich wartości udarności drewna drzew I i II klasy grubości zarówno dla brzozy brodawkowatej jak omszonej. Natomiast udarność drewna brzozy brodawkowatej jest większa aniżeli omszonej. Z porównania średnich wartości udarności drewna drzew I klasy grubości, dla których obliczono współczynniki korelacji między udarnością i ciężarem właści-

Tabela 7

Twardość przekroju poprzecznego i ciężar właściwy drewna brzozy omszonej

Klasa grubości	Liczba drzew	Liczba próbek	Położenie próbek w pniu: poziom wysokości	Położenie próbek w pniu: strefa odległości od rdzenia	Twardość — TB_{15} (przy 50 kG nacisku) $\bar{y} \pm m$ kG/mm²	Twardość s kG/mm²	Twardość v %	Ciężar właściwy γ_{15} $\bar{x} \pm m$ G/cm³	Ciężar właściwy s G/cm³	Ciężar właściwy v %
I	7	52	A 1,3 m	1	3,17±0,07	0,58	18,3	0,689±0,004	0,03	4,9
	7	52		2	3,30±0,07	0,52	15,7	0,714±0,005	0,04	5,3
	3	10		3	3,62±0,18	0,57	15,7	0,746±0,009	0,03	4,0
	6	40	B 4,3 m	1	3,24±0,10	0,66	20,4	0,677±0,003	0,02	2,9
	6	28		2	3,81±0,17	0,88	23,1	0,735±0,006	0,03	4,1
	2	8		3	3,81±0,28	0,78	20,5	0,725±0,003	0,01	1,4
	2	11	C 6,3 m	1	2,96±0,44	1,40	47,3	0,668±0,006	0,02	3,0
	2	12		2	3,03±0,11	0,39	12,9	0,682±0,006	0,02	3,2
II	8	49	A 1,3 m	1	3,05±0,06	0,45	14,7	0,655±0,006	0,04	6,1
	7	39		2	3,42±0,10	0,67	19,5	0,679±0,004	0,03	4,4
	3	5		3	3,77±0,17	0,38	10,1	0,719±0,012	0,03	3,9
	7	25	B 4,3 m	1	2,91±0,02	0,09	3,2	0,645±0,008	0,04	6,2
	7	38		2	3,17±0,09	0,55	17,3	0,674±0,006	0,04	5,5
	6	13		3	3,55±0,14	0,50	14,1	0,683±0,009	0,03	4,7
	7	33	C 6,3 m	1	2,84±0,09	0,50	17,6	0,642±0,009	0,05	8,6
	7	22		2	3,18±0,10	0,51	16,0	0,670±0,010	0,05	7,5
	6	15		3	3,21±0,10	0,42	13,1	0,679±0,005	0,02	2,9

Tabela 8

Zestawienie własności drewna brzozowego

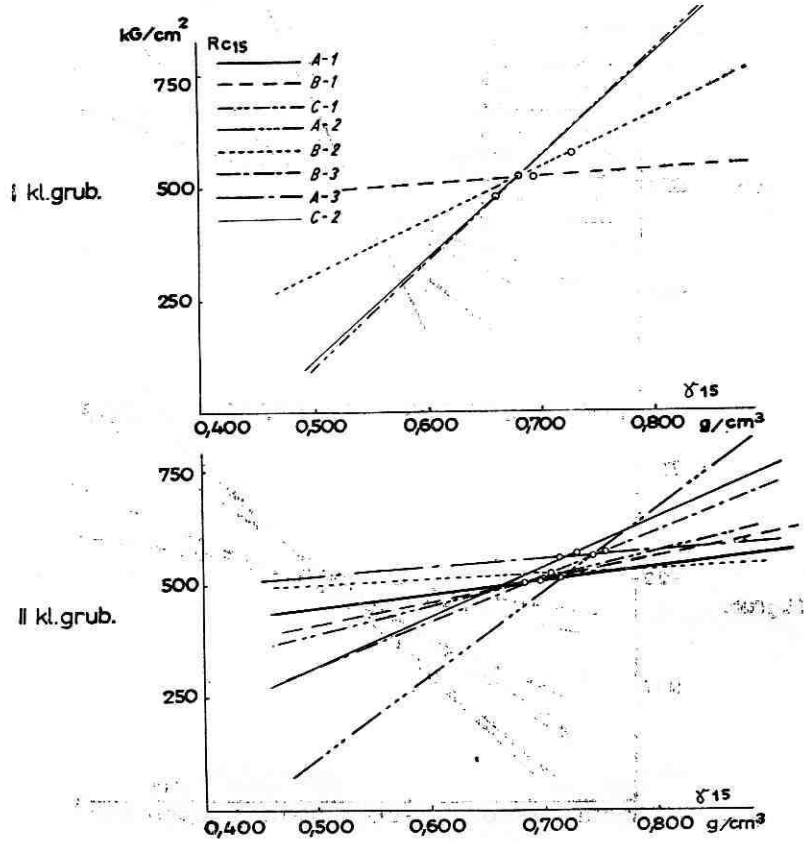
Gatunek	Wytrzymałość na ściskanie R_{C15} kG/cm²	Współczynnik zmienności v %	Wytrzymałość na zginanie statyczne R_{G15} kG/cm²	Współczynnik zmienności v %	Udarność U_{15} kGm/cm³	Współczynnik zmienności v %	Twardość Brinella T_{B15} kG/mm²	Współczynnik zmienności v %	Ciężar właściwy γ_{15} g/cm³	Współczynnik zmienności v %
Brzoza brodawkowata	531±9	12,4	1033±31	13,9	0,45±0,03	42,0	3,6±0,2	47,9	0,71±0,005	5,6
	105,1%	—	109,8%	—	124,9%	—	113,6%	—	105,8%	—
Brzoza omszona	505±9	11,3	941±33	14,3	0,36±0,01	27,6	3,2±0,1	17,4	0,67±0,003	3,0
	100,0%	—	100,0%	—	100,0%	—	100,0%	—	100,0%	—

wym wynika, że tylko w jednym przypadku udarność drewna brzozy omszonej jest większa od udarności drewna brzozy brodawkowatej (drewno przyobwodowe z poziomu A), w pozostałych przypadkach wyższa udarność drewna brzozy brodawkowatej jest bardzo wyraźna.

W miarę oddalania się od rdzenia udarność rośnie do pewnego punktu,

po przekroczeniu którego maleje w kierunku ku obwodowi. Natomiast w miarę posuwania się od odziomka ku wierzchołkowi wyraźnie maleje ciężar właściwy i udarność drewna, zarówno dla strefy przyrdzeniowej jak i środkowej.

Udarność rośnie na ogół ze wzrostem ciężaru właściwego. Największą zależność udarności od ciężaru właściwego stwierdzono dla drewna strefy



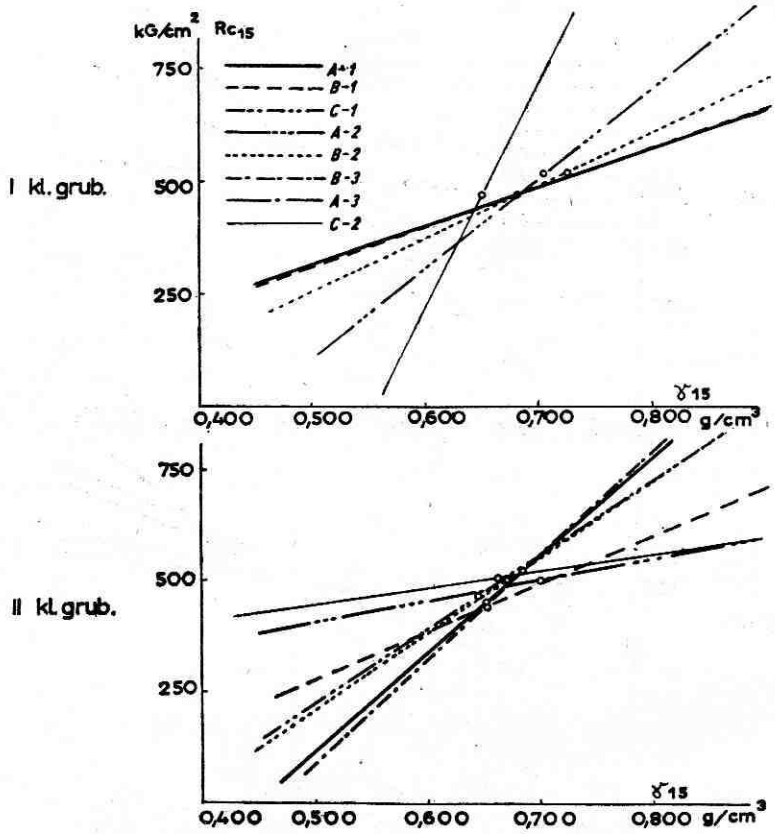
Rys. 2. Zależność wytrzymałości na ściskanie od ciężaru właściwego drewna brzozy brodawkowatej

przyrdzeniowej z poziomu A u brzozy omszonej. Analogiczna prawidłowość zachodzi dla drewna brzozy brodawkowatej.

T w a r d o ś ć d r e w n a. W świetle analizy statystycznej różnice twardości drewna brzozy omszonej i brodawkowatej nie są istotne. To samo dotyczy różnic w twardości drewna pochodzącego z czterech stron świata oraz z poziomów A, B i C na wysokości pnia. Na przekroju poprzecznym pnia w przeważającej ilości przypadków twardość drewna brzozy omszonej i brodawkowatej wykazuje najmniejsze średnie wartości

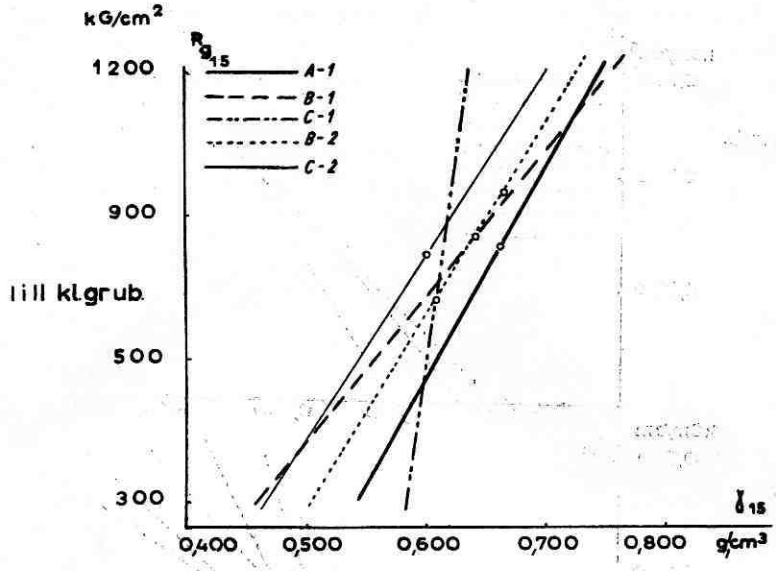
w strefie przyrdzeniowej, największe zaś w strefie środkowej, a niekiedy w przyobwodowej.

Rozpatrując zależność twardości drewna od położenia na wysokości pnia można jednakże zauważyć, w odróżnieniu od innych własności mechanicznych, że twardość wzrasta nieco od wysokości 1,3 m do wysokości 4,3 m, a na wysokości 8 m osiąga najmniejsze wartości. Analogiczny

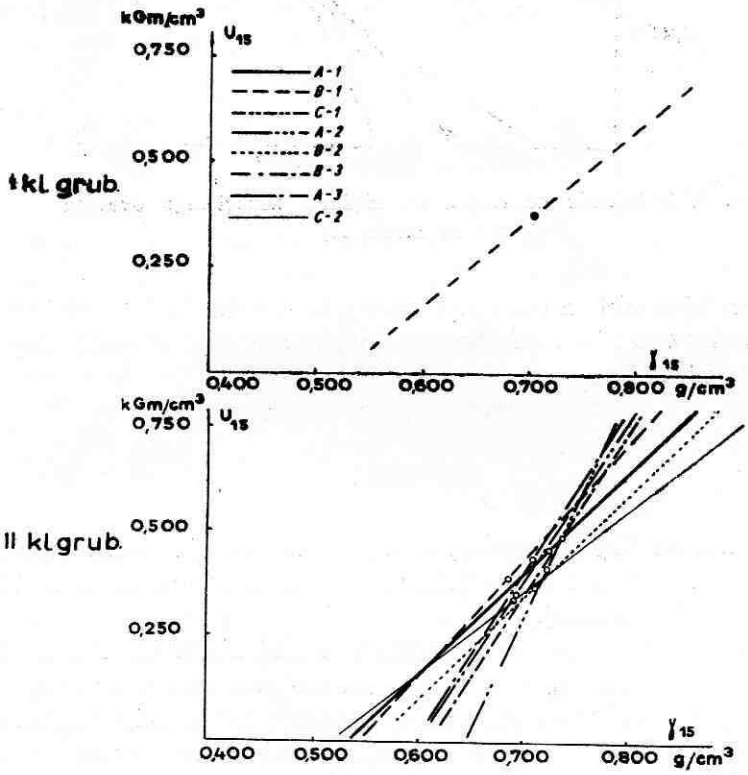


Rys. 3. Zależność wytrzymałości na ściskanie od ciężaru właściwego drewna brzozy omszonej

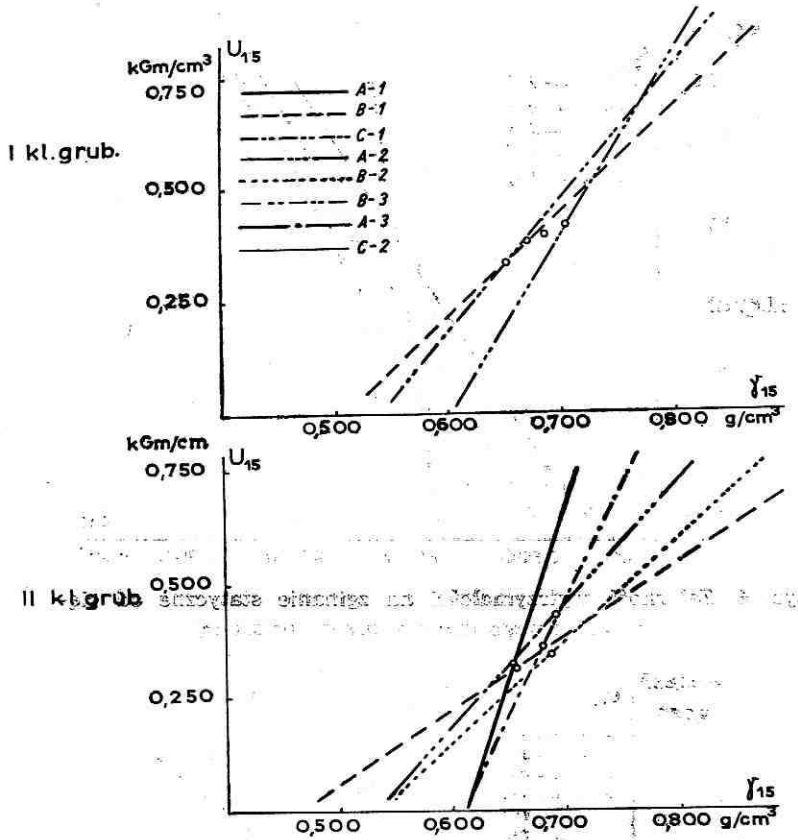
charakter zmian wykazuje ciężar właściwy drewna próbek do badania twardości. Natomiast zmiany twardości w zależności od położenia próbek na przekroju poprzecznym pnia na poziomach A, B i C są analogiczne do zmian pozostałych własności drewna. Najmniejszą twardość wykazuje strefa drewna przyrdzeniowego, maksimum twardości występuje w strefie środkowej a strefa przyobwodowa na ogół wykazuje twardość pośrednią. Różnice twardości oraz ciężaru właściwego pomiędzy próbkami z czterech stron świata nie są istotne, chociaż różnice te są w niektórych przypadkach dość znaczne, nie wykazują jednak większej regularności powiązania



Rys. 4. Zależność wytrzymałości na zginanie statyczne od ciężaru właściwego drewna brzozy omszonej



Rys. 5. Zależność udarności od ciężaru właściwego drewna brzozy brodawkowatej



Rys. 6. Zależność udarności od ciężaru właściwego drewna brzozy omszonej

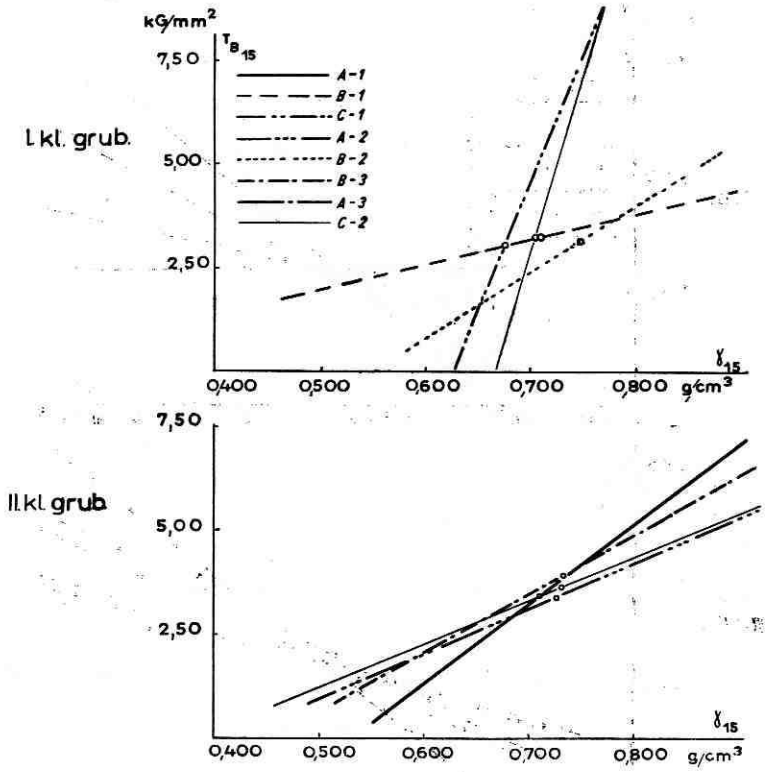
z określonym kierunkiem świata. Pomimo braku istotności różnic można także zaobserwować nieco większą średnią twardość drewna brzozy brodawkowatej aniżeli brzozy omszonej.

WNIOSKI

Na podstawie analizy otrzymanych wyników badania można wyciągnąć następujące wnioski dotyczące własności technicznych drewna brzozy brodawkowatej i omszonej.

1. Drewno brzozy omszonej i brodawkowatej nie wykazuje istotnych różnic ciężaru właściwego, wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien, wytrzymałości na zginanie statyczne, udarności i twardości Brinella. Fakt, że drewno brzozy brodawkowatej ma nieco większą wytrzymałość, udarność i twardość nie ma znaczenia praktycznego.

2. Z trzech badanych stref poprzecznego przekroju pnia (przyrdzenio-



Rys. 7. Zależność twardości od ciężaru właściwego drewna brzozy brodawkowatej

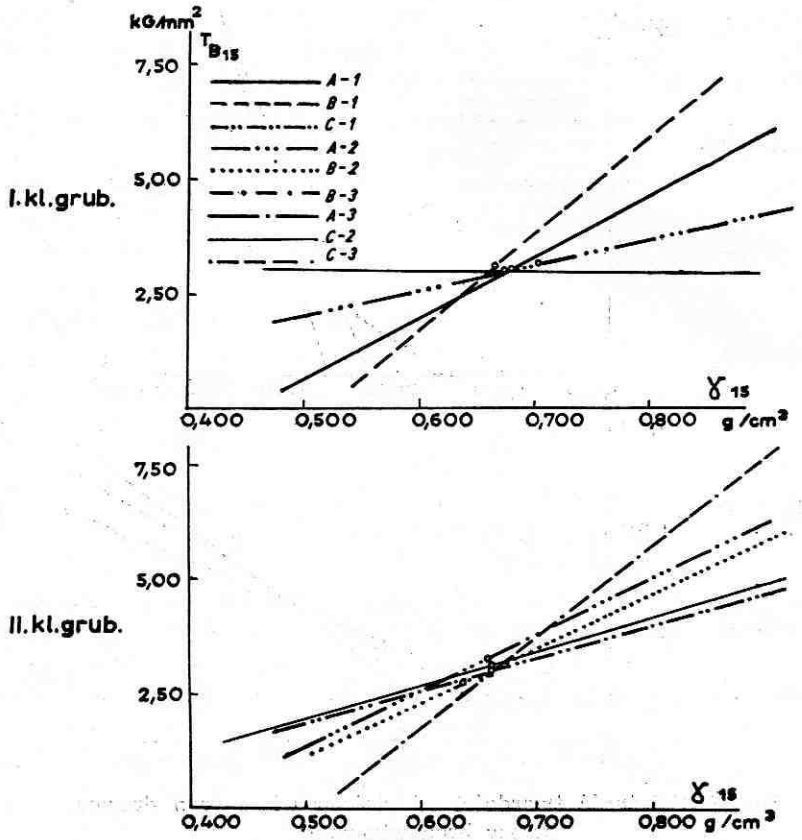
wej, środkowej i przyobwodowej) strefa środkowa wykazuje największą wytrzymałość drewna obu gatunków brzozy, niezależnie od klasy grubości pnia.

3. U obu gatunków brzozy — niezależnie od klasy grubości pnia — największe wartości wytrzymałościowe wykazało drewno z poziomu B, a więc pochodzące z wysokości 4,3 m od podstawy pnia.

4. Różnice własności wytrzymałościowych drewna drzew I i II klasy grubości nie są istotne.

5. Spośród badanych cech najmniejszy współczynnik zmienności wykazuje ciężar właściwy oraz wytrzymałość na ściskanie a w dalszej kolejności wytrzymałość na zginanie statyczne. Prawidłowość ta zachodzi w drewnie obu gatunków brzóz. W związku z tym, przy porównywaniu własności drewna obu gatunków brzóz, najbardziej istotną charakterystykę można otrzymać opierając się na wytrzymałości na ściskanie. Wytrzymałości oraz współczynniki jakości uzyskane w badaniach nie całkowicie pokrywają się z wartościami podawanymi w literaturze.

6. Zależność zbadanych mechanicznych własności drewna od jego ciężaru właściwego daje się przedstawić za pomocą prostych regresji.



Rys. 8. Zależność twardości od ciężaru właściwego drewna brzozy omszonej

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ БОРОДАВЧАТОЙ И ПУШИСТОЙ БЕРЁЗ

Краткое содержание

Целью работы являлись исследования технических свойств древесины бородавчатой (*Betula verrucosa* Ehrh.) и пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) берёз, выступающих в одинаковых местообитаниях.

Во время исследований рассматривалось:

а) влияние расстояния проб от сердцевины на поперечном сечении (по четырём странам света), а также влияние расположения проб на высоте дерева на удельный вес древесины и её механические свойства;

б) влияние удельного веса древесины на её сопротивление сжатию вдоль волокон, на статический изгиб, ударность и твёрдость по Бринеллю.

Влияние это исследовалось в отдельности для древесины бородавчатой и пушистой берёз с сохранением особенности стран света и зон поперечного сечения.

Обозначение физических и механических свойств древесины было произведено на основе польских и советских стандартов.

Полученные результаты были сопоставлены с актуальным состоянием исследований берёзовой древесины в области физических и механических свойств, обращая главное внимание на свойства не описываемые литературой до настоящего времени.

Возраст берёзового насаждения во время отбора опытного материала составлял 52 года. Исследовательским материалом являлись опытные обрезки отобранные на высоте 1,3; 4,3 и 8,0 м от уровня почвы из 15 бородавчатых и 15 пушистых берёз, выделенных в двух классах толщины.

На основе полученных результатов были сделаны следующие выводы.

1. Древесина пушистой и бородавчатой берёз не проявляет существенных различий по удельному весу, сопротивлению сжатию вдоль волокон, статическому изгибу, твёрдости по Бринеллю и по ударности.

2. У обеих пород деревьев в двух классах толщины серединная зона поперечного сечения проявляет наибольшие величины исследуемых видов сопротивления. Наименьшее сопротивление у околосердцевинной древесины, промежуточное — у древесины околопериферийной зоны.

3. Наибольшее сопротивление, независимо от вида и класса толщины, у древесины происходящей из высоты 4,3 м от основания ствола.

4. Различия в свойствах сопротивления древесины деревьев первого и второго класса толщины являются несущественными.

5. Из исследуемых свойств наименьший коэффициент изменчивости проявляют удельный вес и сопротивление сжатию, а в дальнейшем сопротивление статическому изгибу. Эта закономерность наблюдается у древесины обеих пород берёз. В связи с этим, при сравнивании свойств древесины обеих пород берёз, наиболее существенную характеристику можно получить на основе сопротивления сжатию.

6. Зависимость между удельным весом и исследуемыми механическими свойствами древесины является прямо пропорциональной и её можно представить с помощью простых регрессий.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE HOLZEIGENSCHAFTEN DER GEMEINEN BIRKE UND DER MOORBIRKE

Zusammenfassung

Gegenstand der Arbeit waren Untersuchungen über die technischen Holzeigenschaften der gemeinen Birke (*Betula verrucosa* Ehrh.) und der Moorbirke (*Betula pubescens* Ehrh.) von gleichem Standort.

Im Laufe der Untersuchungen hat man folgendes in Erwägung gezogen:

a) den Einfluss der Probenentfernung vom Mark am Querschnitt (in vier Himmelsrichtungen) und den Einfluss der Probenlage an der Stammhöhe auf das spezifische Gewicht und seine mechanischen Eigenschaften;

b) den Einfluss des spezifischen Gewichtes von Holz auf seine Druckfestigkeit längs der Fasern, auf seine Festigkeit auf statische Biegung, auf die Schlagfestigkeit und Brinellhärte.

Diesen Einfluss untersuchte man getrennt für das Holz der gemeinen Birke und der Moorbirke mit Beobachtung der Himmelsrichtungen und Querschnittzonen.

Bei der Bestimmung der physikalischen und der mechanischen Holzeigenschaften stützte man sich auf die polnischen und die sowjetischen Normen.

Die erhaltenen Ergebnisse hat man mit dem aktuellen Stand der Untersuchungen über das Birkenholz im Bereich der physikalischen und der mechanischen Eigenschaften konfrontiert, wobei man die grösste Aufmerksamkeit den bislang in der Literatur nicht besprochenen Eigenschaften schenkte.

Das Alter des Birkenbestands betrugt im Moment der Entnahme des Versuchsmaterials 52 Jahre. Das Versuchsmaterial bildeten Versuchs--Stammabschnitte von folgenden Höhen über dem Boden: 1,3 m, 4,3 m und 8,0 m. Die Proben wurden von 15 Stämmen der gemeinen Birke und 15 Stämmen der Moorbirke, ausgewählt in zwei Stärkeklassen, entnommen.

Aus den Untersuchungsergebnissen hat man folgende Schlüsse gezogen:

1. Das Holz der Moorbirke und der gemeinen Birke weist keine wesentlichen Unterschiede im spezifischen Gewicht, in der Druckfestigkeit längs der Fasern, in der Biegefestigkeit, in der Brinellhärte und in der Schlagfestigkeit auf.

2. Bei beiden Holzarten in zwei Stärkeklassen weist das Holz der Querschnitt-Mittelzone die höchsten Werte der untersuchten Festigkeitsarten auf. Die niedrigste Festigkeit weist das marknahe Holz auf, und das Holz der rindennahen Zone ist mittelfest.

3. Unabhängig von der Holzart und Stärkeklasse weist das von der Stammhöhe 4,3 m entnommene Holz die grösste Festigkeit auf.

4. Unterschiede der Festigkeitseigenschaften von Holz I und II Stärkeklasse sind nicht wesentlich.

5. Von den untersuchten Eigenschaften weisen das spezifische Gewicht und die Druckfestigkeit den kleinsten Variabilitätskoeffizienten auf, und in weiterer Reihenfolge — die Biegefestigkeit. Diese Gesetzmässigkeit ist für das Holz beider Birkenarten geltend. Im Zusammenhang damit kann man beim Vergleich der Holzeigenschaften beider Birkenarten die wesentlichste Charakteristik erzielen, wenn man sich auf die Druckfestigkeit stützt.

6. Die Korrelation zwischen dem spezifischen Gewicht und den untersuchten mechanischen Holzeigenschaften ist direkt proportional und lässt sich mit der geraden Regression darstellen.

LITERATURA

1. Barrow P. G.: „Loss of Weight of three Douglas Fir Poles Quart". J. Forest. 1951; t. 45.

2. Baumann R.: Die bisherigen Ergebnisse der Holzprüfungen in der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule. Stuttgart 1922.

3. Bärner J.: Die Nutzhölzer der Welt. J. Neumann-Neudamm, 1942.

4. Bielczyk S.: Badania fizycznych i mechanicznych własności drewna dębu i grabu, pochodzących z zespołu leśnego zbliżonego do naturalnego. „Prace ITD" 1956.

5. Bielczyk S.: Fizyczne i mechaniczne własności drewna dębu. „Prace ITD" 1956; z. 3.

6. Büsgen M.: Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1927; wyd. III.

7. Czechowicz J.: Analiza wpływu ciężaru właściwego drewna sosny pospolitej (*Pinus silvestris*) na wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien. „Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej" 1955; nr 3.

8. Chuchrjanska T. P.: Procznost' driewiesiny sosny po tipam lesa. „Lesn. Choz. 1953; nr 1.

9. Chuchrjanski P. N.: Oznos i trienije priessowannoj driewiesiny bieriozy. „Lesnoj Żurnał" 1959; nr 4.

10. Dąbrowski A.: Wstępne określenie wpływu metod zagospodarowania lasu na fizyczne i mechaniczne własności drewna. „Sylwan" 1952; z. 3.

11. Dąbrowski A.: Ciężar właściwy i wytrzymałość na zginanie statyczne drewna sosnowego w trzech głównych warstwach przekroju strzały drzewa. „Sylwan" 1953; z. 3.

12. Dąbrowski A.: Badania porównawcze drewna bielu i twardzieli sosny pospolitej. „Biuletyn ITD"; nr 9.

13. Ghelmeziu N.: Untersuchungen über die Schlagfestigkeit von Bauhölzern. „Holz als Roh- u. Werkstoff" 1938; nr 5.

14. Giordano G.: Studio comparativo sul legno del larice del abete rosso e del pino silvestre proveniante delle foreste aipine e dei rimbo schimenti dell Appenino, Rivista Forestala Italiana 1951; nr 6.

15. Goławski S.: Ciężar właściwy i wytrzymałość na zginanie statyczne drewna bukowego w trzech głównych warstwach przekroju poprzecznego strzały drzewa. „Sylwan", 1953; nr 5.

16. Göhre K.: Die Robinie und ihr Holz, Berlin 1952.

17. Gost 4631—49.: Pokazatieli fiziko-miechaniczeskich swojstw drewiesiny.

18. Janiczek M.: Zmiany w drewnie jodeł wywołane mrozem zimy 1928/29 oraz jego własności fizyczne i techniczne. Lwów 1939 r.

19. Jensen W.: Björk som ravara vid massaframstallning. „Meddel Centrallab", nr 203, 1958.

20. Jensen W.: Björk nr teknisk och kemisk synpunkt. Swensk Papperstidn., t. 54, nr 21, 1951.

21. Jensen W.: „Laboratorie-undersökninger av biörkwedravara for massaframstallning" — Norsk Skogind. t. 7, nr 8 1953.

22. Jensen W., Skogmann R., Franzen S.: Brzoza jako surowiec do wyrobu celulozy VII. Zależność między lepkością a własnościami wytrzymałościowymi bielonej celulozy siarczanej i siarczynowej z drewna brzozowego. Papper och Tra. t. 36, nr 10, 1954.

23. Jentys-Szaferowa J.: Z badań biometrycznych nad zbiorowym gatunkiem *Betula alba* L., I. Wielopo-

staciowość liści brzóz, Warszawa, IBL p. Seria A, nr 26, II. O możliwości krzyżowania się gatunków *Betula verrucosa* Ehrh. i *Betula pubescens* Ehrh. Warszawa 1938.

24. Kałużnyj W. G.: Niemietaliczeskije matieriały, ich obrabotka i priemienienije. „Gosudarstwiennoje Izdatielstwo Akademji Architektury". SSSR, Moskwa 1949.

25. Knigge W.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Holzeigenschaften und Wuchs der Gastbaumart Douglasie.

26. Kollmann F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Bd. 1, Berlin, Göttingen-Heidelberg, 1951.

27. Kollmann F.: Die Esche und ihr Holz. Berlin 1941.

28. Klotzenburg Ch.: Untersuchung einer auf einem Laubholzstandort erwachsenem Wertholzkiefer, Arch. Forstwesen, t. 3 Nr 5/6, 1954.

29. Kozanecki S.: Badanie świerka z Wisły. Sprawozdanie IBTL, nr 49, 1936.

30. Korzeniowski A.: Metody oznaczania twardości drewna. Normalizacja t. 27, nr 11, 1959.

31. Krzysik F.: Nauka o drewnie. Warszawa 1957.

32. Krzysik F.: Fizyczne i mechaniczne własności drewna jodły i dębu szypułkowego. Warszawa 1955.

33. Krzysik F.: Zagadnienie surowca brzozowego. Warszawa 1939 r.

34. Langendorf G.: Klimaeinflüsse auf Holz. Leipzig 1955.

35. Mroczkiewicz L.: Podział Polski na krainy i dzielnice przyrodniczo-leśne. Warszawa 1952.

36. Markwart L. J.: Wood as an engineering material. Repr. from the of the ASTM. Philadelphia 1943.

37. Nördlinger H.: Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart 1860.

38. Nylinder O.: Über die Verteilung von Rohwichte und Holzfeutigkeit in Kiefern und Fichtenstämmen und ihre Bedeutung für die Flosserei in Schweden. Holz als Roh- und Werkstoff Nr 9, 1953.

39. Ogarkowa T. V. Wlijanie stiepieni priessowanija na koefficient liniejnogo rasszirienija driewiesiny bieriezy. Dieriewoob. Prom., Mosk. 6 (1957).

40. Pieriełygin L. A.: Izmienienje fiziko-miechaniczeskich swojstw driewiesiny sosny i bieriozy po kłassam razwitija i wozrasta. Lesn. Choz. t. 6, nr 5 1953.

41. Pechmann H.: Untersuchungen über die Bruchschlagarbeit von Rotbuchenholz. Holz als Roh- und Werkstoff, Nr 9, 1953.

42. PN/D-04102: Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Badanie wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien.

43. PN/D-04103: Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Badanie wytrzymałości na zginanie statyczne.

44. PN/D-04105: Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Badanie udarności i wytrzymałości na zginanie dynamiczne.

45. Perkitny T.: Badania nad nasycaniem bielu sosnowego zanurzonego w wodzie, Poznań 1935.

46. Putkisto, Kalle — Tutkimuksia kaupalisten koivuvanerilaatujen taivutushyundesta ja jäykkyydesta. (Untersuchungen über die statische Biegefestigkeit und Steife der handels-üblichen Birkensperrholzsorten). Pap. ja Puu, Helsinki 1959.

47. Pechmann H.: Untersuchungen über die Bruchschlagarbeit von Rotbuchenholz. Holz als Roh- und Werkstoff Nr 9, 1953.

48. Romanowski W.: Zastosowanie statystyki matematycznej w doświadczalnictwie. Warszawa 1951.

49. Samorzewski J., Żbikowski T.: Tabele pomocnicze do obliczeń związanych z badaniami mechanicznych i strukturalnych własności drewna. Warszawa 1952.

50. Seeger R.: Untersuchungen über den Gütevergleich von Holz nach der Druckfestigkeit in Faserrichtung und nach der Schlagfestigkeit. Forsch. Ber. Holz Z. 4, Berlin 1937.

51. Sołoncew A. A.: Wlijanie usłowij proizrastanija na fiziko-miechaniczeskije swojstwa driewiesiny sosny Sibiri. Trudy Instituta Lesa Akademji Nauk SSSR, t. IV Moskwa, Leningrad 1949.

52. Sinkiewicz A. L.: Fiziko-miechaniczeskije swojstwa driewiesiny bieriezy w swiazi usłowijami proizrastanija. Lesn. Choz. nr 5, 1953.

53. Schlyter R.: The Strength of Svedish Redwood Timber (Pine) and its Dependence on Moisture Content and Apparent Specific Gravity, Congrès international pour l'essai des matèriaux, Amsterdam 1927.

54. Stryła S.: Badania nad wskaźnikiem zupełnej skurczliwości objętościowej drewna sosny pospolitej (*Pinus silvestris* L.) RNRiL 1936. Zależność między procentową zawartością drewna późnego a twardością sosny pospolitej (*Pinus silvestris* L.) RNRiL Poznań 1938.

55. Trendelenburg R.: Das Holz als Rohstoff. München 1939.

56. Wanin S.: Driewiesinowiedenije, Leningrad 1940.

57. Wichrow B. J.: Strojenie i fiziko-miechaniczeskije swojstwa driewiesiny, Moskwa 1954.

58. Worobjew A. W.: Rukowodstwo k łaboratornym rabotam postroitielnym materiałom. Moskwa—Leningrad 1950.

59. Volkert E.: Untersuchungen über Grösse und Verteilung des Raumgewichts in Nadelholz-stammen. Mitt. Akad. dtsh. Forstwiss. Frankfurt a. M. 1941.

60. Vorreiter L.: Stammsform und Holzeigenschaften der Bayernwald-Fichte. Holz als Roh und Werkstoff 1954.

61. Zieliński R.: Zmienność własności technicznych w zależności od położenia próbek w kłodach doświadczalnych. Warszawa 1939.

62. Zieliński R., Gierczyński S.: Tabele pomocnicze do badań wytrzymałości drewna. Warszawa 1939.

63. Operat Urządzania Lasu Nadleśnictwa Państwowego Skorzęcin z roku 1952.

TREŚĆ

I. Geneza i cel badań 135
II. Przegląd literatury 137
III. Metodyka i opis badań 138
1. Wybór materiału doświadczalnego i rozmieszczenie próbek . . . 138
2. Badanie własności technicznych 140
IV. Omówienie wyników badań 141
Wnioski 152
Краткое содержание 154
Zusammenfassung 155
Literatura 157