

Mgr inż. STANISŁAW GOŁAWSKI

Ciężar właściwy i wytrzymałość na ściskanie drewna sosnowego w różnych kierunkach przekroju poprzecznego strzały drzewa

WSTĘP

Ciężar właściwy i mechaniczne własności drewna zmieniają się w ramach strzały drzewa zarówno w kierunku osiowym, jak też i w kierunku promieniowym.

W niniejszej pracy postawiono sobie za cel zbadanie ciężaru właściwego i wytrzymałości na ściskanie drewna sosnowego, z uwzględnieniem czterech stron świata oraz wykazanie ewentualnych różnic zachodzących między tymi własnościami w zależności od kierunku.

MATERIAŁ BADAWCZY I METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy pochodzi z Nadleśnictwa Tabórz, z oddziału 11 i 12 Leśnictwa Perkunicha, z drzewostanu sosnowego X klasy wieku.

Do badań wybrano 18 drzew próbnych. Z poszczególnych drzew pobrano po jednym wyrzynku próbnym z 1/3 wysokości. Na drzewach próbnych, przed ich ścięciem, wyznaczono przy pomocy busoli Besarda kierunki stron świata; po ścięciu drzew próbnych, kierunki te zaznaczono na wyrzynkach próbnych. Charakterystykę drzew próbnych podano w tabeli 1.

Z wyrzynków próbnych wycięto materiał na próbki w sposób podany na ryc. 1.

Wycięty w ten sposób materiał poddano klimatyzacji w celu ujednoczenia jego wilgotności w granicach 12—18%, po czym wyrobiono zeń próbki o kształcie i wymiarach przewidzianych normami.

Badania wilgotności, ciężaru właściwego i wytrzymałości na ściskanie (wzdłuż włókien) przeprowadzono zgodnie z wytycznymi zawartymi w normach:

PKN/D-04100 Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Badanie wilgotności metodą suszarkowo-wagową.

PKN/D-04101 Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Wyznaczenie ciężaru właściwego przy użyciu objętościomierza rtęciowego.

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

Charakterystyka drzew próbnych

Nr kolejny drzewa	Wiek	Pierśnica	Wysokość
	lat	cm	m
1	183	36,5	30,0
2	185	37,5	27,0
3	189	36,5	29,5
4	185	43,0	29,5
5	185	46,0	30,2
6	185	43,0	30,0
7	185	48,5	31,9
8	187	52,0	31,0
9	165	54,0	32,4
10	166	34,5	27,0
11	181	38,0	27,0
12	178	38,0	33,0
13	182	41,0	29,0
14	184	44,5	35,2
15	184	40,5	31,0
16	167	55,0	33,0
17	177	46,5	33,0
18	183	51,0	34,0
Srednia	181	43,7	29,7

Wyniki badań ciężaru właściwego i wytrzymałości na ściskanie podano w tabeli 2.

Badania wytrzymałości drewna na ściskanie wykonane zostały przy wilgotności „W” zawartej w granicach 12,8 — 16,0%, przy czym wilgotność średnia dla kierunku północnego wynosiła 14,2%, dla kierunku wschodniego 14,4%, dla kierunku południowego 14,1%, dla kierunku zachodniego 14,1%. Uzyskaną przy tej wilgotności wytrzymałość na ściskanie przeliczono w stosunku do wilgotności 15%.

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

A. Ciężar właściwy

Charakterystykę ciężaru właściwego drewna sosnowego w stanie zupełnie suchym dla zbadanych czterech kierunków ilustruje tabela 3.

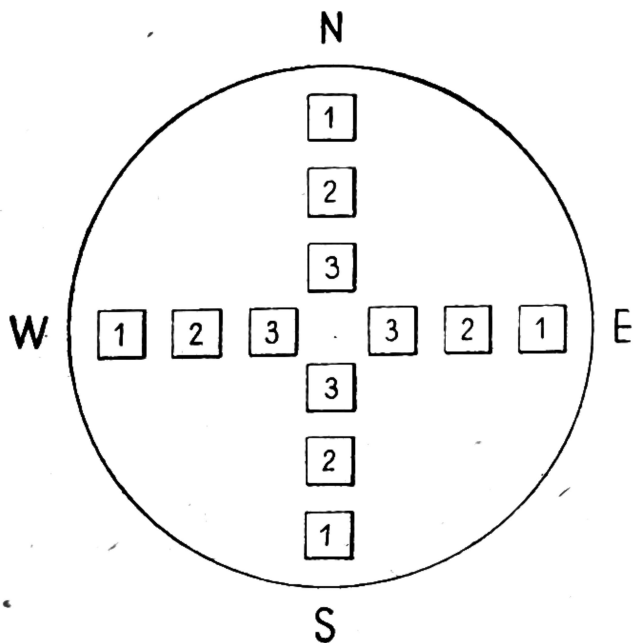
Porównując między sobą na pod-

stawie wzoru
$$\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m_1^2 + m_2^2}} \geq 3$$

charakterystyki ciężaru właściwego drewna zbadanego z uwzględnieniem poszczególnych kierunków, uzyskano wiarygodność różnic zachodzących pomiędzy tymi ciężarami; przedstawiono je w tabeli 4.

Z tabeli tej wynika, że pomiędzy ciężarami właściwymi drewna próbek uzyskanych z wyznaczonych na pniu drzewa kierunków N,E,S,W, nie zachodzą różnice istotne, lecz tylko pozorne, przypadkowe.

Grupując uzyskane wyniki ciężaru właściwego w szeregi rozdzielcze liczebności — częstotliwości (tabela 5) uzyskano częstotliwość wyników dla każdego ze zbadanych kierunków oddzielnie oraz wspólną dla wszystkich kierunków; ilustrują ją wieloboki częstotliwości (ryc. 2).



Ryc. 1. Sposób rozmieszczenia próbek na przekroju poprzecznym

wszystkich kierunków; ilustrują ją wieloboki częstotliwości (ryc. 2).

Ciężar właściwy i wytrzymałość na ściskanie

Nr drze- wa i ozna- czenie próbki	Kierunek północny N		Kierunek wschodni E		Kierunek południowy S		Kierunek zachodni W	
	Ciężar właściwy γ_0	Wytrzy- małość na ści- skanie R_{c15}	Ciężar właściwy γ_0	Wytrzy- małość na ści- skanie R_{c15}	Ciężar właściwy γ_0	Wytrzy- małość na ści- skanie R_{c15}	Ciężar właściwy γ_0	Wytrzy- małość na ści- skanie R_{c15}
	G/cm ³	kG/cm ²	G/cm ³	kG/cm ²	G/cm ³	kG/cm ²	G/cm ³	kG/cm ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-1	0,480	440	0,535	470	0,515	460	0,465	390
2	0,560	460	0,535	460	0,530	460	0,505	420
3	0,570	490	0,560	510	0,530	440	0,555	470
2-1	0,565	490	0,45	450	0,500	430	0,500	410
2	0,515	470	0,550	450	0,520	440	0,515	450
3	0,525	470	0,495	430	0,485	400	0,465	410
3-1	0,575	500	0,545	510	0,515	480	0,510	470
2	0,550	520	0,545	540	0,540	520	0,535	500
3	0,555	510	0,470	420	0,460	380	0,505	430
4-1	0,525	440	0,500	470	0,515	440	0,470	390
2	0,535	480	0,535	460	0,495	410	0,510	460
3	0,520	410	0,550	450	0,550	450	0,520	440
5-1	0,450	360	0,450	370	0,415	340	0,415	340
2	0,490	430	0,515	470	0,475	430	0,480	420
3	0,440	360	0,490	420	0,445	420	0,425	380
6-1	0,470	450	0,480	410	0,460	410	0,465	430
2	0,515	460	0,470	410	0,550	490	0,500	470
3	0,510	440	0,460	420	0,470	410	0,485	450
7-1	0,495	410	0,395	330	0,380	310	0,410	360
2	0,460	380	0,505	450	0,485	410	0,465	410
3	0,430	360	0,460	380	0,490	450	0,440	390
8-1	0,375	290	0,385	320	0,405	340	0,385	310
2	0,430	350	0,370	300	0,470	400	0,425	340
3	0,385	290	0,460	400	0,375	290	0,370	290
9-1	0,400	310	0,375	320	0,405	330	0,420	340
2	0,445	380	0,460	410	0,415	370	0,420	370
3	0,405	330	0,410	360	0,380	340	0,415	330
10-1	0,450	420	0,470	440	0,485	460	0,450	430
2	0,470	440	0,485	440	0,455	430	0,465	420
3	0,455	410	0,460	440	0,470	420	0,475	440

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11-1	0,500	470	0,505	430	0,440	430	0,445	390
2	0,525	510	0,575	490	0,455	400	0,525	520
3	0,560	470	0,595	530	0,515	480	0,515	490
12-1	0,475	390	0,455	400	0,465	400	0,450	420
2	0,510	440	0,485	460	0,450	420	0,465	420
3	0,470	410	0,455	400	0,455	520	0,440	410
13-1	0,410	320	0,440	360	0,395	310	0,355	280
2	0,460	380	0,445	350	0,420	320	0,435	340
3	0,450	370	0,425	330	0,415	300	0,460	310
14-1	0,560	520	0,495	460	0,515	430	0,565	550
2	0,670	650	0,555	540	0,545	470	0,635	590
3	0,640	590	0,565	510	0,545	540	0,630	600
15-1	0,420	370	0,455	370	0,420	390	0,430	360
2	0,470	400	0,430	370	0,470	460	0,470	440
3	0,405	360	0,415	370	0,450	380	0,420	350
16-1	0,360	280	0,380	310	0,375	300	0,365	290
2	0,460	370	0,490	340	0,420	320	0,425	370
3	0,460	380	0,445	350	0,415	350	0,425	370
17-1	0,460	390	0,455	400	0,465	390	0,480	430
2	0,485	380	0,450	350	0,450	360	0,475	380
3	0,460	370	0,485	370	0,470	370	0,500	410
18-1	0,485	410	0,500	370	0,385	330	0,415	380
2	0,475	420	0,535	460	0,470	420	0,450	400
3	0,455	360	0,475	350	0,450	360	0,455	370

Tabela 3

Charakterystyka ciężaru właściwego

Kierunek	Ilość prób	Wartość			Błąd wartości średniej	Średnie odchylenie	Wskaźnik zmienności	Wskaźnik dokładności
		Minimalna	Średnia	Maksymalna				
	n		M		m	σ	V	P
	szt.	G/cm ³					%	
N	54	0,360	0,485	0,670	± 0,008	± 0,062	12,7	1,73
E	54	0,370	0,480	0,595	± 0,007	± 0,053	11,0	1,50
S	54	0,375	0,465	0,550	± 0,007	± 0,049	10,5	1,43
W	54	0,355	0,465	0,635	± 0,008	± 0,056	12,0	1,63

Tabela 4

Wiarygodności różnic

Kierunek	Wschód E	Południe S	Zachód W
Północ N	0,42 <3	1,96 <3	1,59 <3
Wschód E	—	1,67 <3	1,27 <3
Południe S	—	—	0,30 <3

Szeregi rozdzielcze ciężaru właściwego

Prze- działy klasowe	Wartości śred- kowe przedzia- łów	Kierunek północny N		Kierunek wschodni E		Kierunek południowy S		Kierunek zachodni W		Wszystkie kierunki razem	
		Li- czeb- ność	Częs- totli- wość	Li- czeb- ność	Częs- totli- wość	Li- czeb- ność	Częs- totli- wość	Li- czeb- ność	Częs- totli- wość	Li- czeb- ność	Częs- totli- wość
		wyników		wyników		wyników		wyników		wyników	
G/cm ³		szt.	%	szt.	%	szt.	%	szt.	%	szt.	%
0,350-	0,375	3	5,6	5	9,2	6	11,1	4	7,5	18	8,3
0,400-	0,425	9	16,6	7	13,0	11	20,4	16	29,6	43	19,9
0,450-	0,475	22	40,7	24	44,4	23	42,6	18	33,3	87	40,3
0,500-	0,525	10	18,5	11	20,4	12	22,2	12	22,2	45	0,82
0,550-	0,575	8	14,8	7	13,0	2	3,7	2	3,7	19	8,8
0,600-	0,625	1	1,9	—	—	—	—	2	3,7	3	1,4
0,650-	0,675	1	1,9	—	—	—	—	—	—	1	0,5
Razem		54	100,0	54	100,0	54	100,0	54	100,0	216	100,0

Tabela 6

Charakterystyka wytrzymałości na ściskanie

Kie- runek	Ilość prób	Wartość			Błąd wartości średniej	Średnie odchyle- nie	Wskaźnik zmien- ności	Wskaźnik dokład- ności	
		Minimal- na	Średnia M	Maksy- malna					
	n	kg/cm ²				m	σ	V	P
	szt.					%			
N	54	280	420	650	± 10	± 72	17,2	2,35	
E	54	300	410	540	± 8	± 61	14,8	2,01	
S	54	290	400	540	± 8	± 60	14,9	2,02	
W	54	280	410	600	± 9	± 68	16,6	2,26	

Tabela 7

Wiarygodności różnic

Kierunek	Wschód E	Południe S	Zachód W
Północ N	0,27 < 3	1,06 < 3	0,74 < 3
Wschód E	—	0,86 < 3	0,61 < 3
Południe S	—	—	0,29 < 3

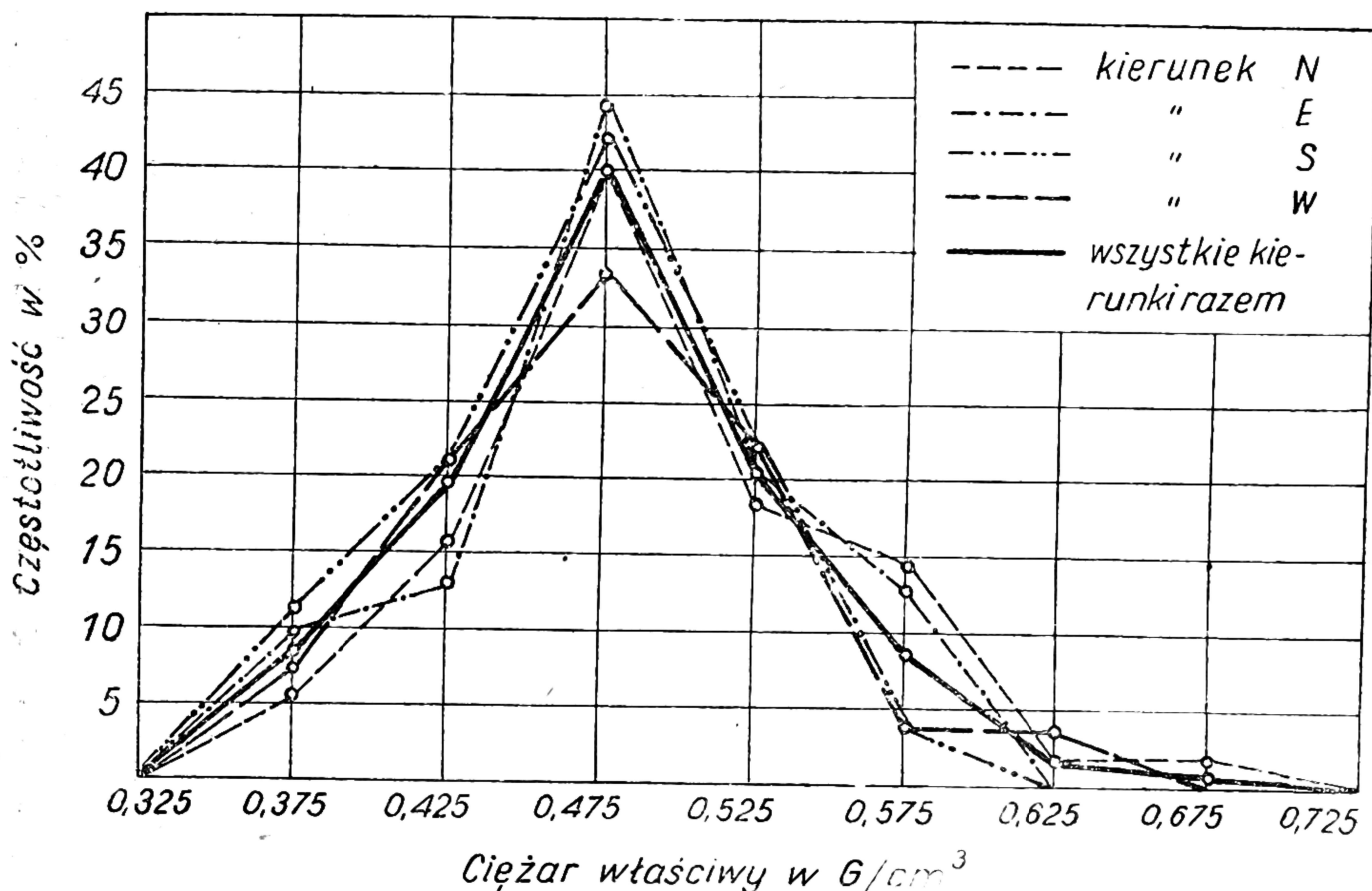
Z tabeli i wykresu wynika, że we wszystkich rozpatrywanych kierunkach największą ilość prób wykazuje ciężar właściwy zawarty w przedziale 0,450 — 0,500 G/cm³.

B. Wytrzymałość na ściskanie

Charakterystykę wytrzymałości drewna sosnowego na ściskanie przy 15% wilgotności, dla zbadanych czterech kierunków, ilustruje tabela 6.

Porównując między sobą na podstawie podanego obok wzoru charakterystyki wytrzymałości drewna na ściskanie, zbadanych z uwzględnieniem poszczególnych kierunków uzyskano wiarygodności różnic zachodzących między tymi wytrzymałościami; przedstawiono je w tabeli 7.

$$\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m_1^2 + m_2^2}} \geq 3$$



Ryc. 2. Wieloboki częstotliwości ciężaru właściwego

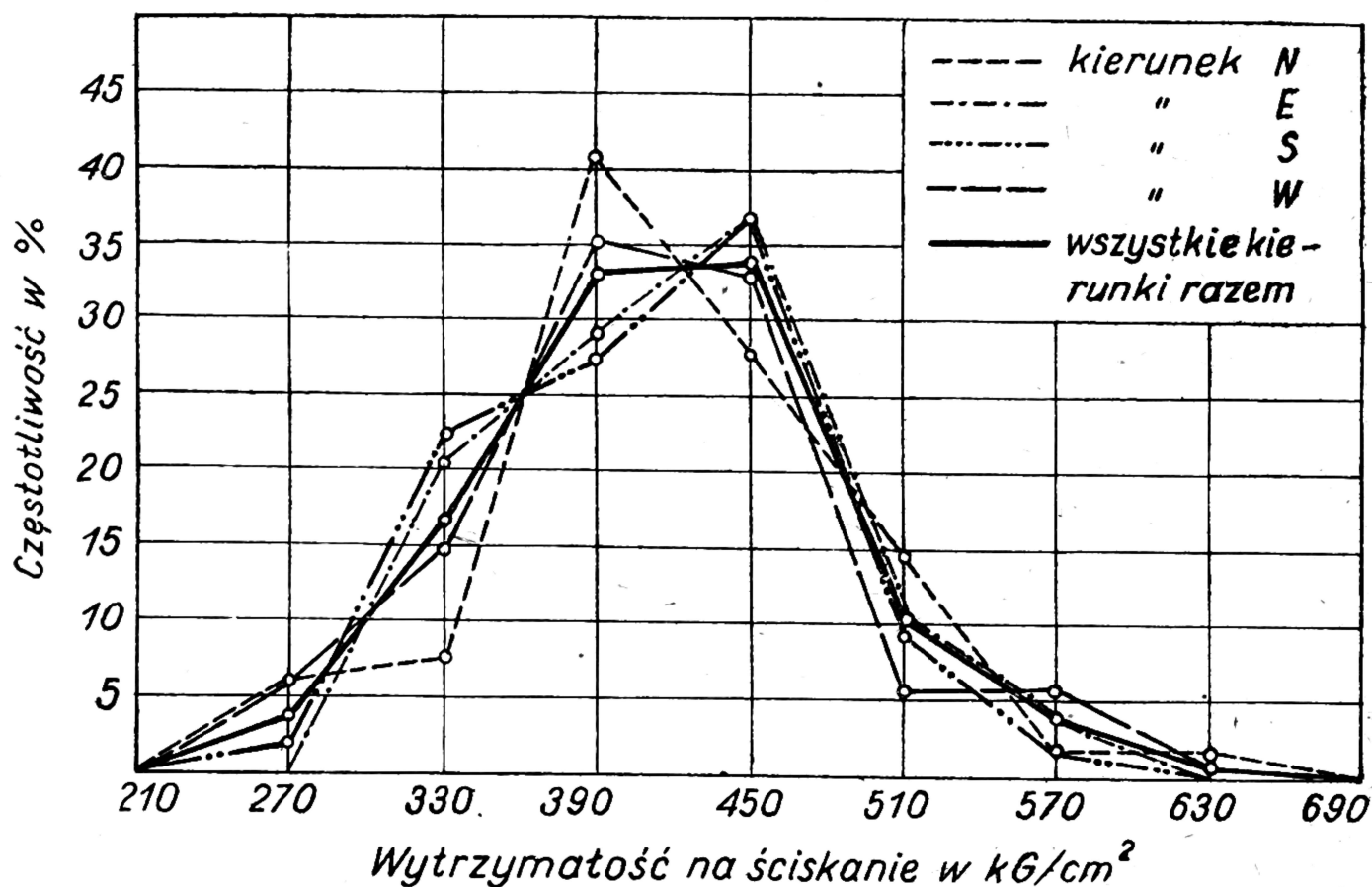
Z tabeli 7 wynika, że pomiędzy wytrzymałościami drewna próbek uzyskanych z wyznaczonych na pniu drzewa kierunków N,E,S,W, nie zachodzą różnice istotne, lecz tylko pozorne, przypadkowe.

Grupując uzyskane wyniki wytrzymałości drewna na ściskanie w szeregi rozdzielcze liczebności — częstotliwości (tabela 8), uzyskano częstotliwość wyników dla poszczególnych zbadanych kierunków oddzielnie oraz dla wszystkich kierunków wspólnie; ilustrują ją wieloboki częstotliwości (ryc. 3).

Z tabeli i wykresu wynika, że we wszystkich wyróżnionych kierunkach największą ilość prób wykazuje wytrzymałość na ściskanie zawarta w przedziale 360—480 kg/cm².

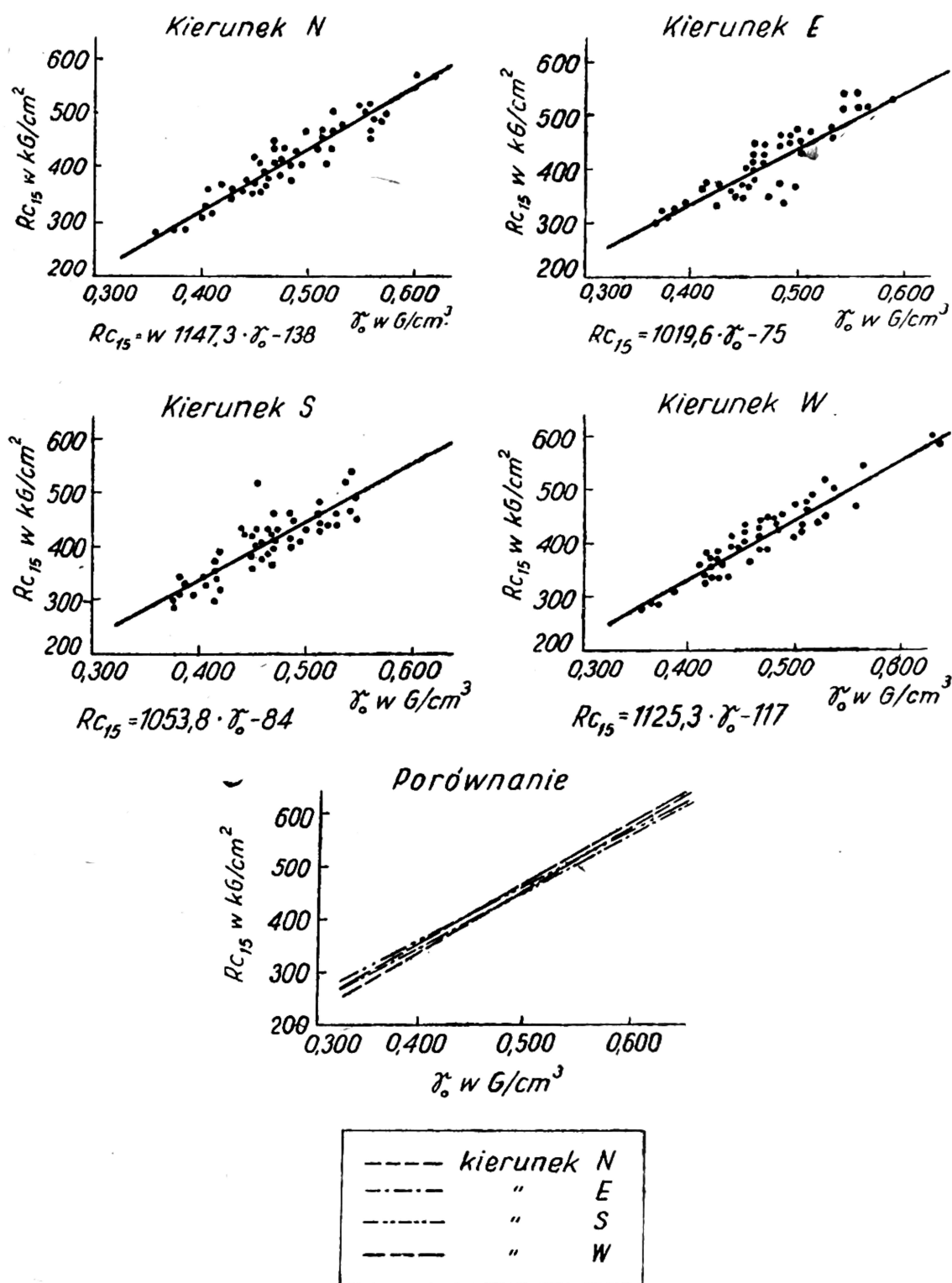
Szeregi rozdzielcze wytrzymałości na ściskanie

Przedziały klasowe	Wartości środkowe przedziałów	Kierunek północny N		Kierunek wschodni E		Kierunek południowy S		Kierunek zachodni W		Wszystkie kierunki razem	
		Li-czebność	Częsotliwość	Li-czebność	Częsotliwość	Li-czebność	Częsotliwość	Li-czebność	Częsotliwość	Li-czebność	Częsotliwość
		wyników		wyników		wyników		wyników		wyników	
		szt.	%	szt.	%	szt.	%	szt.	%	szt.	%
	kG/cm ²										
240—	270	3	5,6	—	—	1	1,9	3	5,6	7	3,3
300—	330	4	7,4	11	20,4	12	22,2	8	14,8	35	16,2
360—	390	22	40,7	16	29,6	15	27,7	19	35,1	72	33,3
420—	450	15	27,7	20	37,0	20	37,0	18	33,3	73	33,8
480—	510	8	14,8	5	9,3	5	9,3	3	5,6	21	9,7
540—	570	1	1,9	2	3,7	1	1,9	3	5,6	7	3,3
600—	630	1	1,9	—	—	—	—	—	—	1	0,4
Razem		54	100,0	54	100,0	54	100,0	54	100,0	216	100,0



Ryc. 3. Wielobok częstotliwości wytrzymałości na ściskanie

Zależność wytrzymałości drewna sosnowego na ściskanie przy 15% wilgotności od jego ciężaru właściwego w stanie zupełnie suchym ilustruje dla poszczególnych zbadanych kierunków ryc. 4. Zależność ta



Ryc. 4. Zależność wytrzymałości na ściskanie od ciężaru właściwego

jest bardzo duża, gdyż współczynnik korelacji dla poszczególnych kierunków wynosi:

kierunek	N	+ 0,982 ± 0,005
"	E	+ 0,878 ± 0,031
"	S	+ 0,855 ± 0,037
"	W	+ 0,930 ± 0,018

Współczynnik jakości drewna przy wytrzymałości na ściskanie dla poszczególnych kierunków wyraża się liczbą:

dla kierunku N — 862
 " " E — 863
 " " S — 872
 " " W — 874

Ogólne zestawienie wyników badań zawiera tabela 9.

Tabela 9

Zestawienie wyników średnich

Zbadana własność drewna	Jednostka	Kierunek			
		N	E	S	W
Ciężar właściwy	G/cm ³	0,485	0,480	0,465	0,465
	%	100,0	99,0	95,9	95,9
Wytrzymałość na ściskanie	kG/cm ²	420	410	400	410
	%	100,0	97,6	95,2	97,6
Współczynnik jakości drewna przy ściskaniu	—	862	863	872	874
	%	100,0	100,1	101,2	101,4

WNIOSKI

W wyniku przeprowadzonych badań ciężaru właściwego i wytrzymałości na ściskanie drewna sosnowego widać, że własności te nie wykazują zdecydowanej przewagi w żadnym ze zbadanych kierunków N,E,S,W. Różnice zachodzące między poszczególnymi kierunkami, dotyczące zarówno ciężaru właściwego, jak też i wytrzymałości na ściskanie, nie mają charakteru różnic istotnych, lecz tylko przypadkowych. Tę przypadkowość różnic uwypuklają wieloboki częstotliwości, uwidocznione na ryc. 2 i 3 oraz zależności wytrzymałości na ściskanie od ciężaru właściwego, uwidocznione na ryc. 4, a także obliczone współczynniki jakości.

W świetle powyższych badań problematyczne staje się wyróżnienie kierunków stron świata w sosnowym materiale badawczym i użytkowym. Ostateczne jednak sformułowanie wniosków ogólnych wymagałoby przebadania pozostałych gatunków drewna krajowego z uwzględnieniem innych, poza zbadanymi, własności fizycznych i mechanicznych drewna.

Z Głównego Laboratorium Badania
 Fizycznych i Mechanicznych
 Własności Drewna