

TERESA RYMER-DUDZIŃSKA

Smukłość drzew w drzewostanach sosnowych

Slenderness of Trees in Pine Stands

Wstęp

Srukłość drzew – iloraz wysokości drzewa (m) do jego pierśnicy (cm) jest cechą kształtu drzewa. Cecha ta uważana jest za miarę odporności drzew na uszkodzenia powodowane przez śnieg i wiatr.

Badania nad smukłością drzew prowadzili m.in. Pollanschütz (2), Rottmann [Zajączkowski (5)], Carvalho Oliveira (1). W Polsce wielkością średniej smukłości drzew dorodnych oraz jej zależnością od różnych cech drzewostanów sosnowych zajmował się Stępień (3). Szerokie studium nad odpornością lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu, a w nim również badania nad smukłością drzew przedstawił Zajączkowski (5).

Mimo dość licznych badań nad smukłością drzew, odczuwa się brak badań dendrometrycznych poświęconych temu zagadnieniu. Celem tej pracy jest, chociaż częściowe, uzupełnienie tej luki.

Materiał badawczy

Badania opierają się na materiałach empirycznych zebranych na 7 zrębach badawczych, założonych w jednogatunkowych i w jednowiekowych drzewostanach sosnowych. Ważniejsze dane charakteryzujące te powierzchnie zawiera tabela 1.

Na zrębach badawczych poddano pomiarom wszystkie drzewa. Na drzewach stojących zmierzono pierśnicę w korze, a na drzewach leżących – długość, pierśnicę bez kory, grubość w korze, i bez kory w środku 1-m sekcji, 5 i 10-letni przyrost pierśnicy, 5 i 10-letni przyrost długości, długość korony i inne cechy. Na podstawie tych pomiarów obliczono m.in. smukłość drzew (iloraz długości drzewa wyrażonej w m do jego pierśnicy w cm), procent długości korony (długość korony wyrażona w procentach długości drzewa), procent grubości kory na pierśnicy (grubość kory na pierśnicy wyrażona w procentach pierśnicy w korze).

TABELA 1
Charakterystyka powierzchni badawczych

Powierzchnia badawcza	Siedlisko	Wiek drzewostanu	Liczba drzew	Powierzchnia [ha]	Średnia wys. wg Lorey'a [m]	Przeciętna pierśnica ze średn. przekr.	Klasa bonitacji wg Schwappacha	Procent liczby drzew [%]*
Puszcza Augustowska (PA)	BMśw	29	646	0,12	10,5	8,3	II	10,5
Puszcza Notecka (PN)	Bśw	44	806	0,36	13,3	13,1	II	25,7
Bory Dolnośląskie (BD)	Bśw	51	539	0,36	14,6	14,9	III	26,4
Puszcza Biała (PB)	Bśw	63	500	0,75	21,3	23,8	I	52,5
Rogów (R)	LM	80	537	1,50	24,7	34,0	I	71,3
Puszcza Sandomierska (PS)	Bśw	87	561	1,25	23,9	29,6	II	76,3
Puszcza Piska (PP)	Bśw	94	507	1,3125	25,5	30,8	I	92,2

* Liczba drzew w wieku 100 lat do liczby drzew w danym wieku drzewostanu wg tablic Schwappacha.

Wyniki badań

W badanych drzewostanach sosnowych wielkość smukłości drzew waha się w szerokich granicach od 0,5 do 1,2 w starszych drzewostanach i od 0,6 do 1,5, a nawet 2,3 w najmłodszych (tab. 2). Średnio wynosi od 0,75 do 1,34. Zależy ona od wieku drzewostanu i na ogół w młodszych drzewostanach osiąga większe wartości niż w starszych.

Mediana i modalna są mniejsze od średniej arytmetycznej z wyjątkiem drzewostanu z PP, w którym modalna jest większa. Na ogół różnice między tymi miarami są bardzo małe. Jedynie w drzewostanie z PP i PA różnice między średnią arytmetyczną i modalną są większe. Małe dodatnie różnice między średnią arytmetyczną i pozostałymi miarami świadczą o niewielkiej skośności dodatniej rozkładu smukłości drzew. Jest to również widoczne na wykresach rozkładów smukłości (rycina). Rozkład smukłości drzew jest zbliżony do rozkładu normalnego.

Udział drzew o smukłości mniejszej od 1,00, która uważana jest za wartość krytyczną, powyżej której drzewa charakteryzują się małą stabilnością, jest zróżnicowany. W zależności od wieku drzewostanu waha się od 10% PA (29 lat) do 95% R (80 lat).

Udział drzew o smukłości nie większej od 0,75, takiej jaką powinny charakteryzować się według Pollanschütza (2) drzewa dorodne, jest bardzo mały i wynosi od około 2 do 25%, a tylko w jednym drzewostanie (R) 50%. Nawet przy założeniu, że wszystkie te drzewa spełniają inne warunki stawiane drzewom dorodnym, co jest mało prawdopodobne, liczba ich jest za mała. Jest ona bowiem mniejsza od liczby drzew w wieku rębności drzewostanu (wg tablic zasobności Schwappacha) oraz od minimalnej liczby drzew dorodnych przewidywanej w Zasadach hodowli lasu (6).

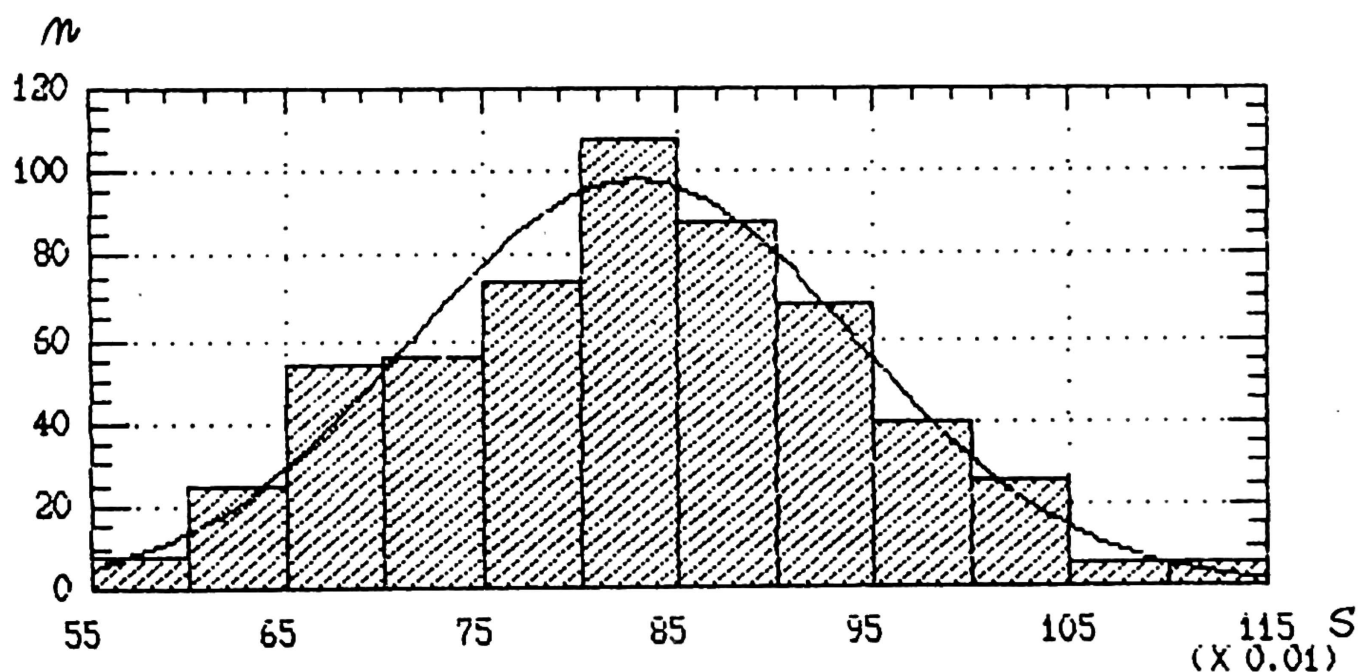
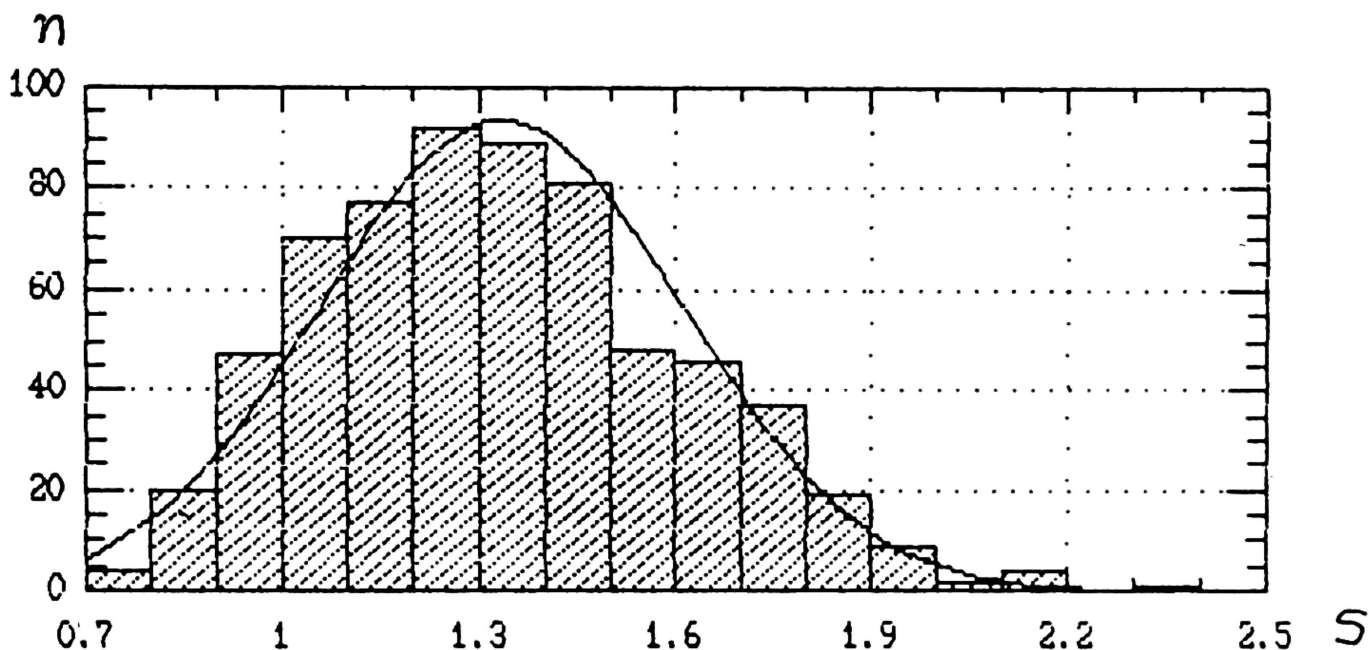
Łagodniejsze kryterium (smukłość do 0,90), jakie stawia drzewom dorodnym Rottmann [Zajczkowski (5)] spełnia znacznie więcej drzew (5-90%). Ale i tak, udział ich jest niewystarczający. Wprawdzie liczba drzew o smukłości mniejszej od 0,90 odpowiada w większości drzewostanów (z wyjątkiem PA i PP) liczbie drzew drzewostanu w wieku 100 lat oraz minimalnej, zalecanej liczbie drzew dorodnych, to jednak należy przypuszczać, że nie wszystkie z nich spełniają wymagania stawiane drzewom dorodnym. Smukłość jest cechą dość zmienną. Współczynnik zmienności w badanych drzewostanach wynosi około 15%. W najmłodszym (PA) jest wyraźnie większy i wynosi 20,6%.

W czterech drzewostanach (PA, PN, BD, PP) zbadano wielkość i zmienność smukłości drzew w klasach Kraftha (tab. 3). Ze wzrostem numeru klasy (od 1 do 5a) smukłość drzew rośnie. Przeciętnie w klasie 5a jest o 50% większa niż w klasie 1. Średnia wartość smukłości drzew 1 i 2 klasy biosocjalnej, a więc potencjalnych drzew dorodnych, wynosi od 0,79 w najstarszym drzewostanie do 1,12 w najmłodszym. U poszczególnych drzew z tych klas waha się w znacznie szerszych granicach.

Smukłość drzew drzewostanu panującego (1, 2 i 3 klasa) jest nieco wyższa od średniej 1 i 2 klasy i waha się od 0,83 do 1,20. Jest ona jednocześnie wyraźnie niższa od średniej smukłości drzew drzewostanu opanowanego (klasy 4a i b oraz 5a) oraz średniej wszystkich drzew drzewostanu.

TABELA 2
Charakterystyka smukłości drzew

Powierzchnia badawcza	Wiek	min	max	s	σS	vS	% udział drzew o smukłości		
							<1,00	$\leq 0,9$ $\leq 0,75$	
PA	29	0,71	2,32	1,34	0,275	20,6	10	5	2,5
PN	44	0,67	1,53	1,03	0,148	14,3	45	20	10
BD	51	0,63	1,53	0,99	0,162	16,4	60	30	5
PB	63	0,63	1,32	0,92	0,139	15,2	67	50	15
R	80	0,44	1,07	0,75	0,113	15,2	95	90	50
PS	87	0,55	1,14	0,83	0,114	13,8	93	75	25
PP	94	0,59	1,24	0,85	0,112	14,2	85	65	22



RYC. Empiryczny i teoretyczny (normalny) rozkład smukłości drzew w dwóch drzewostanach sosnowych (a – PA, b – PS)

Zmienność smukłości drzew w klasach Krafta jest dość duża, chociaż mniejsza niż w całym drzewostanie. Współczynnik zmienności w poszczególnych klasach waha się od 7,9 do 16,9%. W 1 i 2 klasie zawarty jest w nieco węższych granicach od 9,1 do 13,9%. Badania te potwierdzają słuszność sugestii m.in. Pollanschütza (2) aby przy przeprowadzaniu trzebieży selekcyjnej, przy wyborze drzew dorodnych, obok innych cech brać pod uwagę również ich smukłość, bowiem smukłość poszczególnych drzew należących do tej samej klasy Krafta (1, 2) może znacznie się różnić.

Zbadano zależność smukłości drzew od pierśnicy (d), wysokości (h) procentowej długości korony (plk), procentowej grubości kory na pierśnicy (pk), 10-letniego przyrostu pierśnicy (Zd), 10-letniego przyrostu wysokości (Zh), 10-letniego przyrostu miąż-

TABELA 3
Wielkość i zmienność smukłości drzew w klasach Krafta

Klasa Krafta	PA			PN			δ	max.	min	s	n	v	δ	max.	min	s	n	v	
	n	s	min	max	min	max													min
1	72	0,98	0,79	1,47	0,127	12,9	0,080	1,08	0,67	0,85	107	12,9	0,080	1,08	0,67	0,85	107	12,9	9,4
2	166	1,17	0,87	1,85	0,163	13,9	0,106	1,26	0,73	0,99	284	13,9	0,106	1,26	0,73	0,99	284	13,9	10,7
3	141	1,34	0,71	1,91	0,196	14,7	0,108	1,41	0,79	1,06	227	14,7	0,108	1,41	0,79	1,06	227	14,7	10,2
4a	111	1,45	0,96	1,96	0,192	13,3	0,130	1,53	0,83	1,16	105	13,3	0,130	1,53	0,83	1,16	105	13,3	11,2
4b	80	1,53	1,10	2,16	0,259	16,9	0,155	1,48	0,90	1,16	45	16,9	0,155	1,48	0,90	1,16	45	16,9	13,4
5a	76	1,64	1,16	2,32	0,224	13,7	0,119	1,43	0,98	1,21	37	13,7	0,119	1,43	0,98	1,21	37	13,7	9,9
1+2	238	1,12	0,79	1,85	0,176	15,8	0,117	1,26	0,67	0,95	391	15,8	0,117	1,26	0,67	0,95	391	15,8	12,3
1+2+																			
+3	379	1,20	0,71	1,91	0,214	17,8	0,125	1,41	0,67	0,99	618	17,8	0,125	1,41	0,67	0,99	618	17,8	12,6
4a+																			
4b+5a	267	1,53	0,96	2,32	0,236	15,4	0,135	1,53	0,83	1,17	187	15,4	0,135	1,53	0,83	1,17	187	15,4	11,6
dla całego drzewost.	646	1,34	0,79	2,32	0,275	20,6	0,148	1,53	0,67	1,03	805	20,6	0,148	1,53	0,67	1,03	805	20,6	14,3

Klasa Krafta	BP			PP			δ	max.	min	s	n	v	δ	max.	min	s	n	v	
	n	s	min	max	min	max													min
1	66	0,82	0,69	1,01	0,080	9,8	0,082	0,99	0,59	0,73	56	9,8	0,082	0,99	0,59	0,73	56	9,8	11,3
2	209	0,91	0,63	1,16	0,083	9,1	0,087	1,07	0,59	0,81	255	9,1	0,087	1,07	0,59	0,81	255	9,1	10,7
3	96	1,03	0,81	1,28	0,108	10,5	0,094	1,12	0,68	0,91	149	10,5	0,094	1,12	0,68	0,91	149	10,5	10,4
4a	62	1,10	0,83	1,51	1,127	11,5	0,133	1,21	0,71	0,98	41	11,5	0,133	1,21	0,71	0,98	41	11,5	13,5
4b	46	1,12	0,86	1,40	0,120	10,7	0,077	1,06	0,86	0,98	5	10,7	0,077	1,06	0,86	0,98	5	10,7	7,9
5a	57	1,22	0,86	1,53	0,151	12,4	0,155	1,24	1,03	1,14	2	12,4	0,155	1,24	1,03	1,14	2	12,4	13,6
1+2	275	0,89	0,63	1,16	0,091	10,2	0,091	1,07	0,59	0,79	311	10,2	0,091	1,07	0,59	0,79	311	10,2	11,5
1+2+																			
+3	371	0,92	0,63	1,28	0,115	12,5	0,108	1,12	0,59	0,83	460	12,5	0,108	1,12	0,59	0,83	460	12,5	13,1
4a+																			
4b+5a	165	1,15	0,83	1,53	0,144	12,5	0,136	1,24	0,71	0,99	48	12,5	0,136	1,24	0,71	0,99	48	12,5	13,8
dla całego drzewost.	536	0,99	0,63	1,53	0,162	16,4	0,112	1,24	0,59	0,85	508	16,4	0,112	1,24	0,59	0,85	508	16,4	14,2

TABELA 4
Zależność smukłości drzew od różnych cech drzewa w drzewostanach sosnowych

Powierzchnia	d	b	plk	Zd	Z	Zv	pk	Klasa Krafta
PA	-0,910	-0,629	-0,663	-0,811	-0,573	-0,790	-0,073	0,702
PN	-0,891	-0,470	-0,551	-0,654	-0,406	-0,709	-0,104	0,631
BD	-0,914	-0,631	-0,606	-0,752	-0,494	-0,768	-0,012	0,750
PB	-0,943	-0,564	-0,543	-0,654	-0,302	-0,776	-0,011	
PP	-0,927	-0,452	-0,490	-0,465	-0,049	-0,654	0,094	0,625
R	-0,934	-0,327	-0,418	-0,505	-0,048	-0,708	-0,063	
PS	-0,921	-0,301	-0,294	-0,398	-0,089	-0,665	-0,039	
średnio	-0,920	-0,482	-0,509	-0,606	-0,280	-0,724	-0,057	0,677

TABELA 5
Współczynnik korelacji między przyrostem miąższości drzew a smukłością przy wyłączonym wpływie pierśnicy

PA	PN	BD	PB	PP	R	PS
0,682	0,516	0,467	0,445	0,342	0,162	0,352

szości (Z_v) i klasy Krafta (tab. 4). Z badań tych wynika, że smukłość drzew w największym stopniu jest skorelowana z pierśnicą ($r = -0,920$), w następnej kolejności z przyrostem miąższości ($r = -0,724$), klasą Krafta ($r = 0,677$), przyrostem pierśnicy ($r = -0,606$), procentem długości korony ($r = -0,509$), wysokością ($r = -0,482$), przyrostem wysokości ($r = -0,280$). Nie stwierdzono jedynie związku z procentem grubości kory na pierśnicy.

Ze wzrostem wszystkich uwzględnionych cech, z wyjątkiem klasy Krafta, smukłość drzew maleje. Zaskakującym może wydawać się spadek wartości smukłości ze wzrostem wysokości. Przyczyną jego jest jednak nie sam wzrost wysokości, a towarzyszący jemu intensywny wzrost pierśnicy. Po wyłączeniu wpływu pierśnicy, siła związku między smukłością a wysokością drzew na ogół wyraźnie rośnie i korelacja zmienia się na dodatnią. Moc związku między smukłością a wszystkimi cechami z wyjątkiem pierśnicy, przyrostu miąższości i prawdopodobnie (mała liczba drzewostanów) klasy Krafta w dużym stopniu zależy od wieku drzewostanu. W starszych drzewostanach jest ona wyraźnie słabsza, niż w młodszych.

Zależność smukłości od procentowej długości korony, przyrostu pierśnicy i przyrostu wysokości jest wywołana związkiem tych cech z pierśnicą. Po wyłączeniu wpływu pierśnicy współczynniki korelacji między smukłością a wymienionymi cechami są bardzo małe. Również związek między przyrostem miąższości a smukłością drzew po wyłączeniu wpływu pierśnicy jest słabszy, szczególnie w starszych drzewostanach, i współczynnik korelacji ma znak dodatni (tab. 5). Oznacza to, że u drzew o takiej samej wielkości pierśnicy, w miarę wzrostu ich smukłości rośnie również ich przyrost miąż-

TABELA 6
Zależność między przyrostem miąższości a pierśnicą i smukłością drzew

Powierzchnia badawcza	Współczynniki równania regresji $Z_v = a + bd + cs$			R
	a	b	c	
PA	-0,074077	0,000759	0,02261	0,977
PN	-0,153557	0,000927	0,06051	0,932
BD	-0,184082	0,001033	0,07427	0,939
PB	-0,534517	0,00179	0,24152	0,915
PP	-0,584767	0,00154	0,29941	0,817
R	-0,401206	0,001281	0,17806	0,800
PS	-0,48154	0,001333	0,24364	0,834

szości. Podobnie rośnie przyrost miąższości jeśli jednocześnie wzrasta pierśnica i smukłość drzewa (tab. 6).

W świetle tych wyników argumentacja Abetza [Carvalho Oliveira (1)], aby przy przeprowadzaniu trzebieży pozostawiać drzewa o małej smukłości, ponieważ one charakteryzują się dużym przyrostem miąższości, jest wątpliwa.

Podsumowanie i wnioski

- W badanych drzewostanach sosnowych wartość smukłości drzew waha się w szerokich granicach od 0,5 do 1,2 w starszych drzewostanach i od 0,6 do 1,5, a nawet 2,3 w najmłodszych. Średnio wynosi od 0,75 do 1,34.
- Udział drzew o smukłości poniżej wartości granicznej równej 1,00 w zależności od wieku drzewostanu wynosi od 10 do 95%.
- Zmienność smukłości drzew jest dość duża. Współczynnik zmienności wynosi około 15%.
- Smukłość drzew w obrębie drzewostanu w największym stopniu zależy od pierśnicy ($r = -0,920$). Od pozostałych cech (Z_v , klasa Krafta, h , Z_d , Z_h , plk) zależność jest słabsza.
- Przeprowadzone badania nad wielkością i zmiennością smukłości drzew w klasach biosocjalnych Krafta potwierdzają słuszność sugestii Pollanschütza (2), aby w trakcie przeprowadzania trzebieży, przy wyznaczaniu drzew dorodnych brać pod uwagę, obok tradycyjnych cech również ich smukłość. Smukłość drzew powinna być uwzględniona także w modelach wzrostu drzewa indywidualnego, jako jedno z kryteriów śmiertelności drzew.
- Badania nad smukłością sosen w obrębie klas biosocjalnych oraz całego drzewostanu powinny być kontynuowane i rozszerzone na inne gatunki drzew.
- Wskazane jest podjęcie badań nad przeciętną wartością smukłości drzew w drzewostanach sosnowych i zależnością jej od różnych cech drzewostanu.

Z Katedry Produkcyjności Lasu SGGW

Literatura

1. Carvalho Oliveira A.M.: The h/d ratio in maritime pine (*Pinus Pinaster*) stands. In: A.R.Ek, S.R. Shifley, T.E. Burk, ed. Proceedings of the IURFO Conference August 23--27, 1987, Minneapolis. Minnesota, Forest growth modelling and prediction. 1988.
2. Pollanschütz J.: Durchforstung–Pfleagemassnahme oder Vornutzung. Allg. Forstztg. 1978, nr 1.
3. Stępień E.: Ocena stanu zasobów drzewnych w świetle współczesnej interpretacji zasady trwałości lasu, Wyd. SGGW-AR, Warszawa. 1988.

4. **Zajączkowski J.:** Postępowanie hodowlane a odporność drzewostanów sosnowych na szkody powodowane przez śnieg. *Sylvan* 1984, nr 9.
5. **Zajączkowski J.:** Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu. Wyd. Świat, Warszawa, 1991.
6. **Zasady hodowli lasu.** PWRiL, Warszawa, 1988.

Summary

The paper is based on large empirical material, gathered in 7 study cutting areas. On the basis of conducted studies, the author formulated following statements.

- In studied pine stands, the value of slenderness oscillates within wide limits: from 0.5 to 1.2 in older stands, and from 0.6 to 1.5, and even 2.3, in the youngest ones. On the average, it amounts to 0.75–1.34.
- The share of trees with slenderness below the limit value equal 1.00 amounts in dependence on the stand age to 10–95%.
- The variation of the slenderness of trees is rather great. The variation coefficient amounts to about 15%.
- The slenderness of trees within a stand is dependent to the highest degree on the breast height diameter ($r = -0,920$). On the other characteristics (Z_v , Kraft's class, h , Z_d , Z_h , plk) the dependence is slighter.
- Conducted studies on the magnitude and variation of the slenderness of trees in biosocial Krafts classes confirm the rightness of the suggestion by Pollanschütz (2) that one should take into account during the performance of thinning, at marking out the plus trees, beside traditional characteristics also their slenderness.
The slenderness of trees should also be taken into account in the growth models of individual tree, as one of criteria of the mortality of trees.
- The studies on the slenderness of pines within the biosocial classes and the whole stand should be continued and enlarged on other tree species.
- It is desirable to undertake studies on the average value of the slenderness of trees in pine stands and on its dependence on various characteristics of the stand.