

JAN MEIXNER, KATARZYNA KAŻMIERCZAK,
TOMASZ NAJGRAKOWSKI

Wiek drzewostanu sosnowego a zmienność sum powierzchni przekroju i miąższości drzew na powierzchniach próbnych różnych wielkości

Pine Stand Age and Variability of Stand Basal Area and Tree Volume
on Sample Plots of Various Size

Wstęp i cel pracy

Niniejsza praca poświęcona jest głównie ocenie dokładności ustalania powierzchni przekroju pierśnicowego drzewostanu za pomocą małych powierzchni próbnych zlokalizowanych w drzewostanie zgodnie z postępowaniem przyjętym w sposobie matematyczno-statystycznym. Przedstawione wyniki badań odnoszą się do określonych wielkości powierzchni próbnych i podają dane charakteryzujące zmiany zachodzące w konkretnym drzewostanie w miarę wzrostu jego wieku. Podano w niej także zmienność sum miąższości grubizny drzew odnoszącą się do przyjętych wielkości powierzchni próbnych i wieku drzewostanu.

Zaletą sposobu matematyczno-statystycznego jest to, że postępowanie takie jest wolne od tendencyjności (błędu systematycznego) oraz to, iż na podstawie uzyskanych rezultatów można ocenić dokładność określenia rozpatrywanej cechy drzewostanu jak i liczbę niezbędnych pomiarów gwarantujących uzyskanie z góry założonej dokładności. Nie można tego dokonać posługując się powierzchniami próbnymi z wyboru (jedną dużą powierzchnią próbną w drzewostanie).

Problematyce poruszonej w tej pracy poświęcono w Polsce wiele publikacji. Należałoby wymienić przede wszystkim prace Trampler [17], Meixnera i Witkowskiego [6], Bruchwalda [1, 2, 3], Rosy [14, 15, 16], Meixnera [7-12], Przybylskiej [13] i Kukuły [4, 5].

Meixner [10, 11] dokonał, dysponując obszernym materiałem badawczym, analizy regresji wielokrotnej z wyborem najlepszego podzbioru zmiennych niezależnych. Obliczył odpo-

wiednie równania regresji. Za zmienną zależną przyjęł współczynnik zmienności sum powierzchni przekroju (W_G) stwierdzony dla określonych wielkości powierzchni próbnych a za zmienne niezależne: liczbę drzew na 1 ha — N/ha , wiek drzewostanu — w , jego średnią wysokość wg wzoru Loreya — h_L oraz przeciętną pierśnicę — d_g . Przeprowadził eliminację poszczególnych zmiennych niezależnych obliczanych równań regresji badając istotność ich wpływu na zmienną zależną. Dla każdej wielkości powierzchni próbnej podano cztery równania regresji obejmujące kolejno 4, 3, 2 i 1 zmienną niezależną.

Ograniczając się tylko do jednej zmiennej najkorzystniej jest posługiwać się wiekiem, którą to cechę można ustalić najłatwiej, np. wg operatu urządzania lasu.

Średnie współczynniki korelacji, ustalone na podstawie wyników uzyskanych dla powierzchni próbnych 0,5, 1, 2, 3, 4 i 8 arów, wynoszą dla zależności współczynnika zmienności (W_G) od: w — 0,71, d_g — 0,68, h_L — 0,57, N/ha — 0,56.

Celem tej pracy jest określenie zmienności sum powierzchni przekroju pierśnicowego stwierdzonych dla określonych wielkości powierzchni próbnych — w tym samym drzewostanie — ale w różnych jego wiekach.

Materiał badawczy i metodyka badań

Materiał empiryczny stanowią wyniki pomiarów dokonanych w latach 1967, 1984, 1989 i 1994 na stałej czterohektarowej powierzchni badawczej — założonej na siedlisku BMśw w 70-letnim drzewostanie sosnowym. Powierzchnię tę podzielono na jedno-arowe, kwadratowe działki. Łącząc je ze sobą uzyskano działki o wielkości 2, 4, 10, 16, 25 i 50 arów. Powierzchnie 2-, 10- i 50-arowe usytuowano w dwóch wariantach: 2-arowe prostokąty o podstawie 20 m i wysokości 10 m oraz 10 i 20 m, 10-arowe — 50 m × 20 m oraz 20 m × 50 m i odpowiednio 50-arowe 100 m × 50 m i 50 m × 100 m. Pozostałe miały kształt kwadratu.

Na każdej działce pomierzono pierśnice i wysokości wszystkich sosen. Ustalono — dla kolejnych działek jednoarowych — sumy powierzchni przekroju pierśnicowego i sumy miąższości grubizny występujących na nich drzew. Łącząc odpowiednio ze sobą wyniki uzyskane dla jednoarowych powierzchni próbnych otrzymano dane dla działek większych.

W tabeli 1 podano podstawowe elementy taksacyjne powierzchni badawczej w kolejnych wiekach. Bardziej szczegółowy jej opis zamieszczono w publikacji Meixnera z 1971 roku [7]. Z danych zawartych w tabeli 1 wynika bardzo znaczne zmniejszenie liczby drzew w rozpatrywanym okresie 27 lat. Zmniejszyła się ona na 1 ha prawie trzykrotnie, z 657 w 1967 roku do 226 w 1994 roku, w następstwie wystąpienia masowej gradacji brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) oraz przyplaszczka granatka (*Phaenops cyanea* F.), jak i ujemnego oddziaływania pyłów i gazów przemysłowych. W wyniku tego nastąpiło bardzo znaczne obniżenie zadrzewienia oraz zwarcia, które na początku badań było umiarkowane, a w 1994 roku — przerwane.

Takich drzewostanów jak analizowany jest w Polsce dużo. Uzasadnia to przedstawienie wyników dokonanych badań, które poza wartościami poznawczymi mają pewne znaczenie praktyczne. Dla każdej wielkości powierzchni próbnych obliczono średnią arytmetyczną,

TABELA 1
Cechy taksacyjne drzewostanu

Rok pomiaru	Wiek d-stanu [lat]	Liczba drzew na: 4ha/1ha [szt.]	Pow. przekroju pierśnic. 4ha/1ha [m ²]	Miąszość grubizny: 4ha/1ha [m ³]	Przeciętna pierśnica d_g [cm]	Przeciętna wysokość h_L [m]	Bonitacja siedliska/ /czynnik zadrzewienia
1967	70	$\frac{2627}{657}$	$\frac{138,12}{34,53}$	$\frac{1442,17}{360,54}$	25,9	25,3	Ia,6/0,92
1984	87	$\frac{1258}{314}$	$\frac{94,88}{23,72}$	$\frac{1114,79}{278,70}$	31,0	26,0	I,1/0,69
1989	92	$\frac{989}{247}$	$\frac{77,28}{19,32}$	$\frac{908,12}{227,03}$	31,5	26,2	I,2/0,56
1994	97	$\frac{903}{226}$	$\frac{79,37}{19,84}$	$\frac{976,89}{244,22}$	33,4	26,5	I,1/0,58

odchylenie standardowe i współczynnik zmienności sum powierzchni przekroju pierśnicowego i miąszości grubizny. Określono ponadto ilokrotnie należałoby zwiększyć liczbę powierzchni próbnych w określonym wieku drzewostanu, aby uzyskać taką samą dokładność jaką osiągnięto w latach poprzednich oraz jednostkowe współczynniki zmienności - według koncepcji Bruchwalda [2]. Wielkość działki odznaczająca się najmniejszym jednostkowym współczynnikiem zmienności jest działką optymalną (najkorzystniejszą w danym drzewostanie).

Wyniki badań

W miarę wzrostu wieku drzewostanu współczynniki zmienności sum powierzchni przekroju pierśnicowego drzew na działkach tej samej wielkości rosną (tab. 2). I tak w wieku 70 lat współczynnik zmienności dla jednoarowych powierzchni próbnych wynosi 27,7% a w wieku 97 lat — 67,4%. Analogiczne dane dla większych powierzchni próbnych wynoszą: dwuarowych — 18,9% i 46,9%, czteroarowych — 12,6% i 32,1%, dziesięcioarowych — 7,4% i 22,7%, szesnastoarowych — 5,9% i 18,1%, dwudziestopięcioarowych — 5,6% i 17,0% oraz pięćdziesięcioarowych — 4,8% i 12,1%. Jest to spowodowane tym, że ze wzrostem wieku drzewostanu maleje liczba tworzących go drzew. Pomiedzy współczynnikiem zmienności a średnią liczbą drzew na powierzchni określonej wielkości ma miejsce istotna, ujemna korelacja (10, 11).

Współczynniki zmienności ustalone dla poszczególnych wielkości działek w wieku 97 lat są większe od wykazanych dla wieku 70 lat od 2,43 razy (powierzchnie próbne jednoarowe) do 3,07 razy (powierzchnie próbne 10- i 16-arowe) — tabela 2.

Jeśli przyjmie się, że dwie cechy taksacyjne, wykazujące różne wielkości współczynników zmienności (W), mają być określone z taką samą dokładnością (p), to wychodząc ze wzoru na procentowy błąd standardowy średniej arytmetycznej:

TABELA 2
Statystyczna charakterystyka sum pola przekroju piersńcowego drzew występujących na działkach różnych wielkości

Wielkość pow. prób. <i>a</i> [ha]	Rok pomiaru	Wiek d-stanu [lat]	Liczba pow. próbnych <i>n</i>	Średnia arytm. [m ²] \bar{G}	Odchylenie standard. <i>S_G</i> [m ²]	Współcz. zmienności <i>W_G</i> [%]	<i>W₉₄/W₆₇</i>
0,01	1976	70	400	0,3453	0,0957	27,7	2,43
	1984	87		0,2372	0,1266	53,4	
	1989	92		0,1932	0,1231	63,7	
	1994	97		0,1984	0,1337	67,4	
0,02	1976	70	400	0,6906	0,1308	18,9	2,48
	1984	87		0,4744	0,1744	36,8	
	1989	92		0,3864	0,1744	45,1	
	1994	97		0,3968	0,1860	46,9	
0,04	1967	70	100	1,3812	0,1741	12,6	2,55
	1984	87		0,9488	0,2425	25,6	
	1989	92		0,7728	0,2462	31,9	
	1994	97		0,7937	0,2560	32,1	
0,10	1967	70	80	3,4530	0,2566	7,4	3,07
	1984	87		2,3720	0,4238	17,9	
	1989	92		1,9310	0,4183	21,7	
	1994	97		1,9842	0,4502	22,7	
0,16	1967	70	25	5,5248	0,3241	5,9	3,07
	1984	87		3,7952	0,4771	12,6	
	1989	92		3,0910	0,5087	16,5	
	1994	97		3,1748	0,5731	18,1	
0,25	1967	70	16	8,6325	0,4801	5,6	3,04
	1984	87		5,9300	0,7549	12,7	
	1989	92		4,8297	0,6921	14,3	
	1994	97		4,9606	0,8427	17,0	
0,50	1967	70	16	17,265	0,8201	4,8	2,52
	1984	87		11,8600	1,0601	9,3	
	1989	92		9,6595	0,9592	9,9	
	1994	97		9,9212	1,2020	12,1	

TABELA 3

Zestawienie kwadratów ilorazów współczynników zmienności sum powierzchni przekroju pierśnicowego drzew w kolejnych okresach pomiarowych

Wielkość powierzchni próbnej [ha]	$\left(\frac{W_{94}}{W_{67}}\right)^2$	$\left(\frac{W_{89}}{W_{67}}\right)^2$	$\left(\frac{W_{84}}{W_{67}}\right)^2$	$\left(\frac{W_{94}}{W_{84}}\right)^2$	$\left(\frac{W_{89}}{W_{84}}\right)^2$	$\left(\frac{W_{94}}{W_{89}}\right)^2$
0,01	5,90	5,29	3,72	1,58	1,42	1,12
0,02	6,15	5,71	3,79	1,61	1,51	1,08
0,04	6,50	6,40	4,13	1,56	1,56	1,02
0,10	9,42	8,58	5,86	1,61	1,46	1,10
0,16	9,42	7,84	4,56	2,07	1,72	1,21
0,25	9,24	6,50	5,14	1,80	1,25	1,42
0,50	6,35	4,25	3,75	1,85	1,23	1,49

$$p = \frac{W}{\sqrt{n}} \quad \text{otrzymamy}$$

$$p = \frac{W_1}{\sqrt{n_1}} \quad \text{oraz} \quad p = \frac{W_2}{\sqrt{n_2}} \quad \text{stąd:}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^2$$

Wychodząc z tego wzoru podano w tabeli 3 ilorazy W_2 przez W_1 . Ilorazy te są największe dla najdłuższego okresu 1967-1994 (27-letniego), bo wynoszą od 5,90 do 9,42 (pow. jednoarowe oraz 10- i 16-arowe). Trochę mniejsze stwierdzono dla okresu 1967-1989 (22-letniego) — od 4,25 (pow. 50-arowe) do 8,58 (pow. 10-arowe) a jeszcze mniejsze dla lat 1967-1984 (okres 17-letni), gdyż zawarte są w interwale od 3,72 (pow. jednoarowe) do 5,86 (pow. 10-arowe) (tab. 3).

Dla następnych okresów 1984-1994 oraz 1984-1989 wynoszą odpowiednio 1,56 (pow. czteroarowe) i 2,07 (powierzchnie 16-arowe) oraz 1,23 (pow. 50-arowe) i 1,72 (pow. 16-arowe). Ostatni okres przyrostowy 1989-1994 wykazuje najmniejsze liczby — zawarte w granicach od 1,02 (pow. czteroarowe) do 1,49 (pow. 50-arowe). Mniejsze ilorazy z dwóch ostatnich pięcioleci 1984-89 i 1989-94 wykazuje okres ostatni. Wyjątek stanowią tylko powierzchnie 25- i 50-arowe, gdzie ma miejsce sytuacja odwrotna.

Z przytoczonych danych wynika jednoznacznie, że czym większe są różnice wieku drzewostanu, tym znacznie większe winno być zwiększenie liczby powierzchni próbnych, tej samej wielkości, niezbędnych do osiągnięcia założonej z góry dokładności. Nie stwierdzono żadnej prawidłowości pomiędzy największą i najmniejszą wielkością porównywanych ilorazów a wielkością powierzchni próbnej. Szczególnie ważnym zagadnieniem jest ustalenie optymalnej wielkości powierzchni próbnej — przy tej samej łącznej wielkości

TABELA 4

Jednostkowe współczynniki zmienności sum powierzchni przekroju pierśnicowego dla przyjętych wielkości powierzchni próbnych

Wiekść powierzchni próbnej [ha]	Wiek drzewostanu [lat]			
	70	87	92	97
	jednostkowy współczynnik zmienności			
0,01	71,0	94,7	100,2	101,3
0,02	68,5	115,7	100,3	99,7
0,04	64,5	90,8	100,3	96,5
0,10	60,0	100,4	107,4	107,9
0,16	60,5	89,3	103,8	108,8
0,25	71,8	112,6	112,4	127,7
0,50	87,0	116,7	110,1	12,86

porównywanych powierzchni — zapewniającej osiągnięcie największej dokładności (najmniejszego błędu). Można ją określić posługując się jednostkowym współczynnikiem zmienności — według koncepcji Bruchwalda [2]. Jest on iloczynem współczynnika zmienności (W_a), odpowiadającego działce o wielkości a , przez pierwiastek kwadratowy ze średniej liczby drzew występujących na tych działkach.

$$W_j = W_a \sqrt{\bar{n}_a}$$

Współczynnik ten wyraża zmienność odpowiadającą takiej wielkości powierzchni próbnej, na której znajduje się średnio 1 drzewo. W tabeli 4 podano dla przyjętych wielkości powierzchni próbnych odpowiadające im jednostkowe współczynniki zmienności.

Optymalne wielkości powierzchni próbnych przypadają na różne wielkości działek. Nie stwierdzono więc określonego związku pomiędzy wiekiem drzewostanu i wielkością powierzchni próbnej zapewniającą osiągnięcie największej dokładności przy założeniu, że łączny obszar stosowanych powierzchni próbnych jest taki sam. Za taką wielkość należy uznać w wieku 70 lat powierzchnie próbne 10-arowe, 87 lat — 16-arowe, 92 lat — jednoarowe oraz 97 lat — czteroarowe.

Dla celów porównawczych ustalono zmienność sum miąższości grubizny drzew uwzględniając, tak jak przy powierzchni przekroju pierśnicowego, wielkość powierzchni próbnych i wiek drzewostanu (tab. 5). Nie można przyjąć tych danych jako miary dokładności ustalania miąższości drzewostanu za pomocą powierzchni próbnych rozpatrywanych wielkości, bowiem w praktyce nie ustala się miąższości na podstawie pomiaru pierśnicy i wysokości każdego drzewa. Zależy ona od dokładności ustalenia powierzchni przekroju drzewostanu, jego średniej wysokości i średniej liczby kształtu.

Na podstawie danych zestawionych w tabeli 5 można stwierdzić, że w miarę wzrostu wieku drzewostanu współczynniki zmienności — ustalone dla tych samych powierzchni próbnych — rosną. Z porównania liczb w tabelach 2 i 5 wynika, że zmienności miąższości są we wszystkich przypadkach większe od zmienności powierzchni przekroju pierśnicowego.

TABELA 5

Statystyczna charakterystyka sum miąższości grubizny drzew, występujących na działkach różnych wielkości

Wielkość pow. próbnej a [ha]	Rok pomiaru	Wiek d-stanu [lat]	Liczba pow. próbnych n	Średnia arytm. \bar{V} [m ³]	Odchylenie standard. SV [m ³]	Współcz. zmienności W_V [%]	$\frac{W_{94}}{W_{67}}$
0,01	1967	70	400	3,6054	1,0890	30,2	2,25
	1984	87		2,7870	1,4982	53,7	
	1989	92		2,2703	1,4650	64,5	
	1994	97		2,4422	1,6622	68,1	
0,02	1976	70	400	7,2108	1,5233	21,1	2,25
	1984	87		5,5739	2,0615	37,0	
	1989	92		4,5406	2,0757	45,7	
	1994	97		4,8844	2,3219	47,5	
0,04	1967	70	100	14,4217	2,1816	15,1	2,16
	1984	87		11,1479	2,9674	26,6	
	1989	92		9,0812	2,9342	32,3	
	1994	97		9,7689	3,1824	32,6	
0,10	1967	70	80	36,0542	3,7460	10,4	2,25
	1984	87		27,8697	5,1286	18,4	
	1989	92		22,7030	5,0095	22,1	
	1994	97		24,4222	5,7027	23,4	
0,16	1967	70	25	57,6868	5,3535	9,3	2,03
	1984	87		44,5916	5,8094	13,0	
	1989	92		36,3248	6,1465	16,9	
	1994	97		39,0756	7,3784	18,9	
0,25	1967	70	16	90,1356	8,2252	9,1	1,91
	1984	87		69,6744	9,1658	13,2	
	1989	92		56,7575	8,4031	14,8	
	1994	97		61,0556	10,6293	17,4	
0,50	1967	70	16	180,2712	15,4425	8,6	1,43
	1984	87		139,3487	12,9563	9,3	
	1989	92		113,5150	11,3143	10,0	
	1994	97		122,1110	15,0401	12,3	

Różnice są jednak bardzo małe, nie przekraczające 1%. Tylko w wieku 70 lat wykazują trochę większe wartości, zawarte w granicach od 2,2% do 3,8%.

Ilorazy $W_{94}:W_{67}$ odnoszące się do miąższości są natomiast wyraźnie mniejsze od analogicznych ilorazów stwierdzonych dla powierzchni przekroju pierśnicowego. Przy miąższości są zawarte w granicach od 1,43 do 2,25 (tab. 5) a przy powierzchni przekroju (tabela 2) - od 2,43 do 3,07. Różnice są więc znaczne. Rosną w miarę zwiększania wielkości powierzchni próbnych. Wynoszą bowiem dla działek jednoarowych — 0,18, dwuarowych — 0,23, czteroarowych — 0,39, 10-arowych — 0,82, 16-arowych — 1,04, 25-arowych — 1,13 oraz 50-arowych — 1,09.

Podsumowanie wyników i wnioski

- W miarę wzrostu wieku drzewostanu współczynniki zmienności sum powierzchni przekroju pierśnicowego sosen na powierzchniach próbnych (działkach) tej samej wielkości są coraz większe — dokładność więc maleje. Jest to spowodowane zmniejszającą się z wiekiem liczbą drzew na 1 ha.
- W okresie 27 lat (1967-1994) współczynniki zmienności uległy powiększeniu — w zależności od wielkości powierzchni próbnych — od 2,43 do 3,07 razy (tab. 2). W związku z tym, w porównaniu z rokiem 1967, należałoby w 1994 roku (czyli po 27 latach) zwiększyć liczbę niezbędnych powierzchni próbnych określonych wielkości — w zależności od ich obszaru — od 5,90 do 9,42-krotnie aby uzyskać taką samą dokładność wyniku jak w roku 1967 (tabela 3). Przy krótszych okresach pomiarowych liczby te są mniejsze. I tak dla lat 1967-1989 wynoszą od 4,25 do 8,58 a dla lat 1967-1984 — od 3,72 do 5,86. W następnych okresach 1984-1994, 1984-1989 oraz 1989-1994 są już znacznie mniejsze i stanowią odpowiednio od 1,56 do 2,07, od 1,23 do 1,72 oraz od 1,02 do 1,49 (tab. 3).
- Określono optymalne wielkości powierzchni próbnych posługując się jednostkowym współczynnikiem zmienności — wg koncepcji Bruchwalda [2]. Wynoszą one (tabela 4): w wieku 70 lat — 0,10 ha, 87 lat — 0,16 ha, 92 lata — 0,01 ha i w wieku 97 lat — 0,04 ha. Nie stwierdzono więc żadnego określonego związku pomiędzy wiekiem drzewostanu a wielkością optymalnej powierzchni próbnej (działki).
- Zmienność sum miąższości grubizny jest tylko nieznacznie większa od zmienności sum powierzchni przekroju pierśnicowego odnoszących się do tych samych wielkości działek. Różnice nie przekraczają 1%. Wyjątek stanowią wyniki odnoszące się do wieku 70 lat (od 2,2% do 3,8%) — tabela 5.
- Podane w tej pracy współczynniki zmienności sum miąższości grubizny drzew nie mogą służyć ocenie dokładności ustalania miąższości drzewostanu według sposobu matematyczno-statystycznego. Wynika to stąd, że miąższość dla działek ustalono jako sumę miąższości pojedynczych sosen w oparciu o pomiar pierśnicy i wysokości każdego drzewa, a tak się w praktyce nie postępuje.

Dokładność określenia miąższości drzewostanu uwarunkowana jest błędami popełnianymi przy ustalaniu powierzchni przekroju pierśnicowego, średniej wysokości i liczby kształtu.

Literatura

1. **Bruchwald A.:** Dokładność określania pierśnicowej powierzchni przekroju drzewostanu w metodach pomiarowo-szacunkowych. Sylwan 1970, z. 3.
2. **Bruchwald A.:** Badania dokładności określania pierśnicowej powierzchni przekroju drzewostanu na podstawie powierzchni próbnych w drzewostanach sosnowych. Sylwan 1972, z. 4.
3. **Bruchwald A.:** Ocena przydatności dla praktyki gospodarczej sposobów określania miąższości drzewostanu. Zesz. Nauk SGGW, Rozprawy Naukowe 1973, t. 25.
4. **Kukuła J.:** Symulacja komputerowa powierzchni próbnych losowych. Sylwan 1993, z. 2.
5. **Kukuła J.:** Weryfikacja dokładności statystycznej metody taksacji lasu na przykładzie drzewostanów sosnowych III-VI kl. wieku. AR Poznań, Rozprawy Nauk. 1993, z. 234.
6. **Meixner J., Witkowski Z.:** Wielkość i liczba losowych powierzchni próbnych a dokładność określania powierzchni przekroju pierśnicowego drzewostanu. Roczn. WSR w Poznaniu, 1964, t. 23.
7. **Meixner J.:** Wielkość i liczba losowych powierzchni próbnych a dokładność określania powierzchni przekroju oraz zapasu drzewostanu. Prace Pozn. T. P. N. Kom. N. R. i Kom. N. Leśn., 1971, t. 32.
8. **Meixner J.:** Badania nad dokładnością określania powierzchni przekroju i miąższości drzewostanu za pomocą powierzchni próbnych. Prace Pozn. T. P. N. Kom. N. R. i Kom. N. Leśn., 1973, t. 36.
9. **Meixner J.:** Dokładność określenia powierzchni przekroju pierśnicowego drzewostanów sosnowych przy różnych wielkościach powierzchni próbnych. Roczn. AR w Poznaniu, 1981, t. 82.
10. **Meixner J.:** Zmienność sum powierzchni przekroju pierśnicowego i miąższości drzew na powierzchniach próbnych różnych wielkości w zależności od wieku drzewostanu. Roczn. AR w Poznaniu, 1989, t. 211, Leśn. 27.
11. **Meixner J.:** Dokładność ustalania powierzchni przekroju pierśnicowego drzewostanów sosnowych za pomocą kołowych powierzchni próbnych. Prace Pozn. T. P. N. Kom. N. R. i Kom. N. Leśn., 1990, t. 70.
12. **Meixner J.:** Dokładność ustalania powierzchni przekroju pierśnicowego drzewostanu dwupiętrowego za pomocą powierzchni próbnych różnych wielkości. Prace Pozn. T. P. N. Kom. N. R. i Kom. N. Leśn., 1993, t. 76.
13. **Przybylska K.:** Wyniki statystyczno-matematycznej metody kontroli zapasu i przyrostu w jedlinach lasu pod Huzarami. Acta Agr. et Silv., Series silv. 1977, t. 17.
14. **Rosa W.:** Badanie dokładności oznaczania powierzchni przekroju i miąższości drzewostanu na podstawie powierzchni próbnej. Zesz. Nauk. SGGW, 1970, Leśn. 13.

15. **Rosa W.:** Teoretyczne podstawy ustalania błędów miąższości drzewostanu na podstawie powierzchni próbnej. Zesz. Nauk. SGGW w Warszawie, 1970, Leśn. 13.
16. **Rosa W.:** Ocena przydatności metody określania powierzchni przekroju drzewostanu i grup drzewostanów na podstawie powierzchni próbnych. Zesz. Nauk. SGGW w Warszawie, rozp. naukowe, 1972, Leśn. 18.
17. **Trampler T.:** Przydatność różnych sposobów pomiaru pierśnic drzew w drzewostanach sosnowych dla urządzania lasu. Roczn. Nauk Leśn., 1953, t. 2.

Summary

Pine stand age and variability of stand basal area and tree volume on sample plots of various size

The report presents the results of defining the precision of assessing the dbh basal area with the use of small sample plots of 1, 2, 4, 10, 16, 25, and 50a, according to the procedure adopted in the mathematical–statistical method of their location within the stand.

The dbh stand basal area variability coefficient for trees occurring on the plots mentioned was adopted as a measure of precision.

The volume variability coefficients for sample plots of the same size were given for comparison.

The assessment carried out pertains 4 ha permanent pine experimental plot and the same stand at the age of 70, 87, 92, and 97 years.

The following conclusions can be formulated in the result of the investigations carried out:

- Dbh stand basal area variability coefficients, calculated for plots of the same size, grow in a measure as the stand becomes older.
- When the difference in age is 27 years (between 97 and 70 years) depending on the size of sample plots the variability coefficient increases from 2.43 to 3.07 times if compared to the age of 70 years. As the age difference decreases down to 5 years (from 92 to 97 years) those figures decrease to 1.02–1.49.
- For to obtain the same precision of assessing the stand basal area as for the stand 70-year-old, one must increase the number of sample plots from 5.9 to 9.4 times for the stand at the age of 97 years.
- No relationship between stand age and the optimum size of sample plot has been found, assuming that this size gives the greatest precision, and that the total area of sample plots used is the same.
- The variability coefficients of tree tickwood volume sums, relevant to definite sizes of plots, are slightly greater than coefficients relevant to the dbh stand basal area. Those differences, except for the age of the 70-year-old stand, do not exceed 1%.