

ZMIENNOŚĆ SUMY MIĄŻSZOŚCI DRZEW NA POWIERZCHNIACH PRÓBNYCH W RÓŻNOWIEKOWYCH LASACH GÓRSKICH

Jan Banaś

Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. Badanie zmienności miąższości drzew na kołowych powierzchniach próbnych przeprowadzono dla 83 różnowiekowych drzewostanów o łącznej powierzchni 1127,7 ha, położonych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. Analizę współczynników zmienności miąższości wykonano w zależności od składu gatunkowego i fazy rozwoju drzewostanów. Stwierdzono, że las różnowiekowy charakteryzuje się dużą zmiennością sumy miąższości. Na całkowitą zmienność miąższości w warstwie drzewostanów o podobnym składzie gatunkowym największy wpływ ma zmienność wewnątrzdrzewostanowa – ponad 80%, natomiast zmienność pomiędzy drzewostanami stanowi do 20% zmienności warstwy.

Słowa kluczowe: las różnowiekowy, współczynnik zmienności, kołowa powierzchnia próbna

WSTĘP

W inwentaryzacji lasów różnowiekowych szczególne zastosowanie ma system statystyczno-matematyczny z wykorzystaniem kołowych powierzchni próbnych. Dokładność uzyskiwanych wyników w tym systemie zależy zarówno od ilości i wielkości powierzchni próbnych, jak i od zmienności miąższości (oraz innych cech będących przedmiotem inwentaryzacji) na powierzchniach próbnych. Za miarę zmienności przyjmuje się na ogół współczynnik zmienności, wyrażający w procentach stosunek odchylenia standardowego do wartości średniej danej cechy.

Znajomość wielkości współczynników zmienności dla inwentaryzowanego lasu jest niezbędna na etapie ustalenia takiej liczby powierzchni próbnych, aby błąd średni uzyskanych wyników nie przekraczał przyjętej wielkości. Współczynnik zmienności danej cechy dla drzewostanów o określonym składzie gatunkowym, budowie i strukturze pierśnic jest wielkością charakterystyczną, określaną w sposób empiryczny poprzez pomiar tej cechy na odpowiedniej ilości powierzchni próbnych [Rutkowski i Wróblewska 1984, 1991]. Stosowanie w inwentaryzacji lasu metod stratyfikacji wymaga znajomości

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Jan Banaś, Katedra Urządzania Lasu Akademii Rolniczej w Krakowie, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, e-mail: rlbanas@cyf-kr-edu.pl

wielkości współczynników zmienności nie tylko w pojedynczych drzewostanach, ale również w obrębie utworzonych warstw drzewostanowych.

Celem badań jest określenie zakresu zmienności miąższości drzew na powierzchniach próbnych w pojedynczych drzewostanach oraz warstwach drzewostanowych wyróżnionych na podstawie składu gatunkowego i fazy rozwoju dla różnowiekowych lasów górskich.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badaniami objęto 1127,7 ha lasów różnowiekowych położonych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. Materiał badawczy stanowią wyniki pomiarów na 1108 kontrolnych powierzchniach próbnych Katedry Urządzania Lasu Akademii Rolniczej w Krakowie. Powierzchnie te, założone w ramach statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji i kontroli lasu, rozmieszczone są w regularnej siatce kwadratów o boku 100 m, a ich wielkość jest zróżnicowana w zależności od fazy rozwoju następująco: 0,025 ha w fazie optymalnej młodszej, 0,04 ha w fazie optymalnej starszej oraz 0,05 ha w fazie terminalnej.

Objęte badaniami drzewostany rosną na podobnych siedliskach: las górski występuje na powierzchni 776,97 ha (70%), a las mieszany górski zajmuje 350,73 ha (30% powierzchni).

Zmienność miąższości drzew na powierzchniach próbnych badano:

- na obszarze pojedynczego drzewostanu,
- w obrębie zbioru drzewostanów o zbliżonym składzie gatunkowym znajdujących się w tej samej fazie rozwoju.

Każdy objęty badaniami drzewostan zakwalifikowano do odpowiedniej kategorii składu gatunkowego, wyróżnianej według udziału (miąższościowego) gatunku panującego następująco:

- co najmniej 80% udziału,
- od 50 do 79% udziału,
- poniżej 50% udziału.

Dla każdego drzewostanu obliczono miąższość średnio na 1 powierzchnię próbną oraz wariancję i odchylenie standardowe tej cechy [Rutkowski 1989]. Zmienność miąższości na powierzchniach próbnych wyrażono za pomocą współczynnika zmienności. Analizę współczynników zmienności wykonano w zależności od składu gatunkowego i fazy rozwoju drzewostanu. Zakres zmienności miąższości w pojedynczych drzewostanach przedstawiono za pomocą współczynnika zmienności podając jego wartość średnią oraz najmniejszą i największą, jaką współczynnik ten przyjmował w drzewostanach o podobnym składzie gatunkowym i tej samej fazie rozwoju. Dla zbioru takich drzewostanów obliczono także wielkość trzeciego kwartyła współczynnika zmienności miąższości drzew.

Do badania zmienności miąższości na powierzchniach próbnych w obrębie warstwy zastosowano analizę wariancji [Tadeusiewicz i in. 1993]. Całkowitą zmienność miąższości rozdzielono na zmienność wynikającą ze zróżnicowania wewnątrz drzewostanów oraz zmienność pomiędzy drzewostanami danej warstwy. Dla utworzonych warstw obliczono: wartość średnią, wariancję, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności miąższości na powierzchniach próbnych. Sumę kwadratów wariancji całkowitej rozbito na sumę kwadratów opisującą zmienność wewnątrz drzewostanów oraz sumę kwadratów

opisującą zmienność pomiędzy drzewostanami. Udział zmienności wynikającej z różnic pomiędzy drzewostanami w ramach warstwy określono jako stosunek sumy kwadratów pomiędzy drzewostanami do sumy kwadratów zmienności całkowitej.

WYNIKI

Zmienność miąższości w pojedynczych drzewostanach

Analizę zmienności sumy miąższości drzew przeprowadzono w zależności od kategorii składu gatunkowego i fazy rozwoju drzewostanu (tab. 1). W objętych badaniami

Tabela 1. Charakterystyka drzewostanów objętych badaniami
Table 1. Characteristic of investigated stands

Gatunek panujący Main species	Udział gatunku panującego Share of main species %	Faza rozwoju* Phase of development*	Liczba drzewostanów Number of stands	Powierzchnia Area ha	Liczba powierzchni próbnych Number of sample plots
Jodła Fir	≥ 80	O _{ml.}	3	38,4	33
		O _{st.}	9	102,71	102
		T	13	174,9	189
	79-50	O _{st.}	8	110,15	95
		T	7	92,34	89
	< 50	O _{ml.}	1	29	32
O _{st.}		2	40,57	38	
T		6	81,15	77	
Świerk Spruce	79-50	O _{ml.}	1	6,17	6
		O _{st.}	3	37,08	45
		T	1	11,65	9
	< 50	O _{ml.}	1	3,4	4
		O _{st.}	2	16,29	15
		T	12	203,46	201
Buk Beech	≥ 80	O _{st.}	1	4,42	4
		T	2	34,12	30
	79-50	O _{ml.}	1	18	18
		O _{st.}	4	52,79	54
		T	1	11,62	10
	< 50	O _{ml.}	1	4,42	4
Sosna Pine	< 50	O _{st.}	3	46,25	45
		T	2	13,23	12
Razem – Total		–	83	1 127,7	1 108

*O_{ml.} – faza rozwoju optymalna młodsza, O_{st.} – faza rozwoju optymalna starsza, T – terminalna faza rozwoju.

*O_{ml.} – young optimal phase of development, O_{st.} – older optimal phase of development, T – terminal phase of development.

lasach drzewostany z panującą jodłą zajmują 59% powierzchni (669,22 ha), znaczny udział (25%) stanowią drzewostany z panującym świerkiem (278 ha), drzewostany z panującym bukiem występują na 11% powierzchni (125,37 ha). Pozostałe 5% powierzchni (56 ha) przypada na wielogatunkowe drzewostany z panującą sosną.

Współczynniki zmienności miąższości dla pojedynczych drzewostanów jodłowych są zróżnicowane i zawierają się w przedziale 21-60%. Wartości średnie współczynnika zmienności dla drzewostanów w tej samej fazie rozwoju i zbliżonym udziale jodły kształtują się na poziomie 35-42% (tab. 2). Zmienność miąższości w drzewostanach mieszanych z panującym świerkiem jest zbliżona do drzewostanów z panującą jodłą. Współczynnik zmienności dla tych drzewostanów zawiera się w szerokim przedziale 24-66%, a wartość średnia w poszczególnych fazach rozwoju nie przekracza 42%. Wartości trzeciego kwartyła wskazują, że w trzech czwartych wszystkich drzewostanów z panującą jodłą lub świerkiem współczynnik zmienności miąższości drzew na ogół nie przekracza 45%.

Tabela 2. Zakres zmienności sumy miąższości drzew na powierzchniach próbnych dla pojedynczych drzewostanów

Table 2. Range of variability of trees volume on sample plots in single stands

Gatunek panujący Main species	Udział gatunku panującego Share of main species %	Faza rozwoju* Phase of development*	Współczynnik zmienności sumy miąższości drzew Coefficient of variability of sum of trees volume			
			średni average	minimalny minimum	maksymalny maximum	3 kwartył 3 quartile
Jodła Fir	≥ 80	O _{ml.}	41	27	49	46
		O _{st.}	33	21	45	41
		T	35	22	60	40
	79-50	O _{st.}	42	28	59	48
		T	41	33	49	45
	< 50	O _{ml.}	–		49	–
		O _{st.}	34	29	39	37
		T	35	23	45	43
	Świerk Spruce	79-50	O _{ml.}	–	27	–
O _{st.}			41	31	49	46
T			–	31	–	–
< 50		O _{ml.}	–		45	–
		O _{st.}	29	27	31	30
		T	42	24	66	43
Buk Beech	≥ 80	O _{st.}	–	20	–	–
		T	37	37	38	38
	79-50	O _{st.}	–	56	–	–
		T	36	31	43	40
	< 50	O _{ml.}	–	34	–	–
	Sosna Pine	< 50	O _{st.}	49	46	55
T			68	50	86	77

*Objaśnienia jak do tabeli 1.

*Explanations as for Table 1.

Drzewostany bukowe oraz mieszane z panującym bukiem cechują się nieco mniejszą zmiennością miąższości. Współczynnik zmienności przyjmuje wartości 20-56%, natomiast średnio w poszczególnych fazach rozwoju około 37%.

Największą zmiennością miąższości cechowały się wielogatunkowe drzewostany z panującą sosną, w których współczynniki zmienności tej cechy wynosiły 46-86%. Drzewostany takie w górach występują rzadko, a w niniejszej pracy badaniami objętych zostało tylko 5 drzewostanów.

Zmienność miąższości dla warstw drzewostanowych

Zmienność miąższości w obrębie zbioru wszystkich drzewostanów tej samej kategorii składu gatunkowego i fazy rozwoju jest niewiele większa niż w pojedynczym drzewostanie. Współczynniki zmienności dla warstwy są 1-5% wyższe niż wartości średnie tego współczynnika dla pojedynczych drzewostanów o podobnym składzie gatunkowym. Współczynnik zmienności dla warstw drzewostanów z panującą jodłą oraz świerkiem nie przekracza 46%, a dla drzewostanów z panującym bukiem 41% (tab. 3). Dla warstw utworzonych z mieszanych drzewostanów z panującą sosną współczynniki zmienności są wysokie: 47% w fazie optymalnej starszej oraz 63% w fazie terminalnej.

Tabela 3. Zmienność sumy miąższości drzew na powierzchniach próbnych w obrębie warstwy drzewostanów o podobnym składzie gatunkowym i fazie rozwoju

Table 3. Variability of sum of trees volume on sample plots inside group of stands with similar species composition

Gatunek panujący Main species	Udział gatunku panującego Share of main species %	Faza rozwoju* Phase of development*	Suma miąższości drzew na powierzchniach próbnych Sum of trees volume on sample plots			
			wartość średnia average value m ³	wariancja variance	odchylenie standardowe standard deviation m ³	współczynnik zmienności variable coefficient %
Jodła Fir	≥ 80	O _{mi.}	9,30	15,91	3,99	43
		O _{st.}	17,09	40,86	6,39	37
		T	19,56	54,05	7,35	38
	79-50	O _{st.}	14,06	38,40	6,20	44
		T	15,80	53,97	7,35	46
	< 50	O _{st.}	10,60	13,41	3,66	35
T		13,08	23,67	4,87	37	
Świerk Spruce	79-50	O _{st.}	8,31	13,54	3,68	44
	< 50	O _{st.}	10,64	8,59	2,93	28
		T	11,75	26,08	5,11	43
Buk Beech	≥ 80	T	13,10	28,86	5,37	41
	79-50	T	16,63	41,54	6,45	39
Sosna Pine	< 50	O _{st.}	9,26	18,84	4,34	47
		T	13,60	72,53	8,52	63

*Objaśnienia jak do tabeli 1.

*Explanations as for Table 1.

Zmienność sumy miąższości w warstwie drzewostanów o zbliżonym składzie gatunkowym kształtuje przede wszystkim zmienność wewnątrzdrzewostanowa, której udział w zmienności całkowitej wynosi na ogół ponad 80% (tab. 4). Zmienność miąższości pomiędzy drzewostanami tej samej warstwy jest niewielka i stanowi 1-21% zmienności całkowitej warstwy.

Tabela 4. Wyniki analizy wariancji sumy miąższości drzew w obrębie wyróżnionych warstw drzewostanów o zbliżonym składzie gatunkowym i fazie rozwoju

Table 4. Variance analysis results of sum of trees volume in the group of stands with similar species composition

Gatunek panujący Main species	Udział gatunku panującego Share of main species %	Faza rozwoju* Phase of development*	Zmienność wewnątrz drzewostanów Variability inside stands		Zmienność pomiędzy drzewostanami Variability between stands		
			suma kwadratów sum of squares	liczba stopni swobody degree of freedom	suma kwadratów sum of square	liczba stopni swobody degree of freedom	udział w zmienności całkowitej share in total variability %
Jodła Fir	≥ 80	O _{ml.}	526,0	39	142,4	3	21
		O _{st.}	4 149,9	115	958,1	10	19
		T	9 203,8	176	958,3	12	9
	79-50	O _{st.}	2 817,8	70	100,3	6	3
		T	3 562,5	77	863,2	5	20
	< 50	O _{st.}	424,9	36	71,3	1	14
T		1 499,6	71	299,5	5	17	
Świerk Spruce	79-50	O _{st.}	488,5	42	107,2	2	18
	< 50	O _{st.}	114,8	13	5,4	1	5
		T	4 318,6	169	376,5	11	8
Buk Beech	≥ 80	T	688,1	28	149,0	1	18
	79-50	T	1 972,6	50	228,9	3	10
Sosna Pine	< 50	O _{st.}	790,3	41	19,7	2	2
		T	795,6	10	2,3	1	1

*Objaśnienia jak do tabeli 1.

*Explanations as for Table 1.

Uzyskane wyniki badań wskazują, że w inwentaryzacji lasu różnowiekowego jest korzystne stosowanie metod stratyfikacji. Duża zmienność miąższości na poziomie drzewostanu powoduje, że wyniki inwentaryzacji dla pojedynczego drzewostanu obciążone będą znacznym błędem średnim. Zwiększenie dokładności poprzez zakładanie większej ilości powierzchni próbnych w drzewostanie jest pracochłonne, a na poziomie gospodarstwa składającego się z wielu drzewostanów zbyt kosztowne. Obniżenie kosztów inwentaryzacji jest możliwe poprzez łączenie drzewostanów o podobnym składzie gatunkowym i fazie rozwoju w warstwy. Zmienność miąższości na płaszczyźnie tak utworzonej warstwy drzewostanowej wzrasta niewiele w porównaniu ze zmiennością pojedynczych drzewostanów.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Drzewostany różnowiekowe charakteryzują się dużą zmiennością sumy miąższości drzew na powierzchniach próbnych. Najmniejszą zmiennością miąższości cechują się drzewostany bukowe oraz mieszane z panującym bukiem, w których współczynnik zmienności nie przekracza na ogół 40%. W drzewostanach jodłowych oraz wielogatunkowych z przewagą jodły i wielogatunkowych z przewagą świerka współczynnik zmienności przyjmuje nieco większe wartości, ale na ogół nie przekracza 45%. Największą zmiennością cechują się wielogatunkowe drzewostany z przewagą sosny (46-86%).

2. Współczynniki zmienności miąższości przyjmują zbliżone wartości w poszczególnych fazach rozwoju danej kategorii gatunkowej, gdy wielkości powierzchni próbnych są zróżnicowane następująco: 0,025 ha w fazie optymalnej młodszej, 0,04 ha w optymalnej starszej oraz 0,05 ha w terminalnej.

3. Łączenie drzewostanów w warstwy w ramach tej samej kategorii składu gatunkowego i fazy rozwoju powoduje niewielki wzrost współczynnika zmienności miąższości.

4. Na całkowitą zmienność miąższości w warstwie największy wpływ (na ogół ponad 80%) ma zmienność wewnątrzdrzewostanowa, a tylko niewielki zmienność pomiędzy drzewostanami w obrębie warstwy.

5. Znajomość wielkości współczynników zmienności miąższości w lasach różnowiekowych umożliwia stosowanie metod stratyfikacji w inwentaryzacji tego typu lasów.

PIŚMIENNICTWO

Rutkowski B., 1989. Urządzenie Lasu. Cz. I. Skrypty dla Szkół Wyższych AR, Kraków.

Rutkowski B., Dziasek I., Wróblewska I., 1991. Wartość średnia i wariancja cech dendrometrycznych na powierzchniach próbnych o różnej wielkości. Zesz. Nauk. AR Krak., Leśn. 20, 107-132.

Rutkowski B., Wróblewska I., 1984. Suma miąższości drzew na powierzchni próbnej w zależności od jej wielkości. Sylwan 2, 1-13.

Tadeusiewicz R., Izworski A., Majewski J., 1993. Biometra. Wyd. AGH Kraków.

VARIABILITY OF SUM OF TREES VOLUME ON SAMPLE PLOTS IN UNEVENLY AGED MOUNTAIN FOREST

Abstract. Investigations of variability of trees volume on circular sample plots were conducted on 83 uneven stands with total area 1127.7 ha in Forest Experimental Station in Krynica. Coefficients of volume variability were analysed with respect to species composition and phase of development. It was stated that unevenly aged forest is characterized by big variability of trees volume. The biggest influence on total variability of volume in group of stands with similar species composition has inside stand variability and only small influence variability between stands.

Key words: unevenly aged forest, coefficient of variability, circular sample plot

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 08.05.2004 r.