

MAŁGORZATA DUDZIŃSKA

Ocena dokładności określania pierśnicowej liczby kształtu grubizny drzewa za pomocą tablic Trampler'a dla drzewostanów bukowych

The dbh form factor accuracy assessment using Trampler tables for beech stands

Abstract. The material used in the experiment was collected from 133 sample plots located in northern, central and southern Poland. The paper deals with the beech stand dbh form factor accuracy assessment using Trampler tables, which are used to determine the stand volume according to Bitterlich method. The results of the analyses indicated that determining the stand form factor for beech stands growing in Polish lowlands positive errors are expected to be more frequent. For the mountain stands, however, both positive and negative errors can be expected. Trampler tables are more accurate for the mountain than for the lowland beech stands.

Key words: beech, accuracy, stand form factor, merchantable volume, Trampler tables, Bitterlich method

Wstęp

Do określania miąższości drzewostanu metodą Bitterlicha stosuje się następujący wzór:

$$V = G \cdot H \cdot F$$

gdzie :

- V – miąższość drzewostanu,
- G – powierzchnia przekroju pierśnicowego drzewostanu wyznaczona metodą Bitterlicha,
- H – przeciętna wysokość drzewostanu,
- F – pierśnicowa liczba kształtu grubizny drzewa.

W metodzie tej pierśnicową liczbę kształtu grubizny drzewa (F) wyznaczyć można z tablic opracowanych przez Trampler'a (1974). Oparte są one na przeciętnej wysokości drzewostanu. Tablice te stosuje się od wielu lat w praktyce urządzania lasu, jednak ich dokładność nie jest znana.

Celem pracy jest poznanie dokładności określania pierśnicowej liczby kształtu grubizny drzewostanu bukowego za pomocą tablic Tramplera.

W celu uzyskania dokładniejszych, niezaokrąglonych wyników, liczba ta została wyznaczona z równań regresji, stanowiących podstawę tablic Tramplera. Równania regresji powstały z wyrównania drzewostanowych liczb kształtu grubizny podanych w tablicach zasobności zestawionych przez Szymkiewicza (1961).

Materiał i metodyka badań

Materiał badawczy pochodził ze 133 powierzchni próbnych położonych w północnej, środkowej oraz południowej części Polski. W części północnej i środkowej założono 77 powierzchni na terenie nadleśnictw: Gryfino, Kartuzy, Sławno i Brzeziny. Część południowa reprezentowana była przez 56 powierzchni znajdujących się w nadleśnictwach: Stuposiany, Dynów i Sucha-Beskidzka. Buki pochodzące z północnej i środkowej części kraju nazywane będą na potrzeby tej pracy bukiem nizinnym, a z części południowej bukiem górskim.

Na założonych powierzchniach zmierzono pierśnice wszystkich drzew, zarówno buków jak i gatunków domieszkowych. W celu sporządzenia krzywej wysokości dla buka, zmierzono wysokości i pierśnice około 25 drzew. Z obrzeży powierzchni wybrano i ścięto po ok. 10 drzew próbnych. Na drzewach tych zmierzono miąższość z zastosowaniem wzoru sekcyjnego środkowego przekroju. W środkach sekcji zmierzono, w dwóch prostopadłych kierunkach, grubość drzewa w korze. Jeżeli na drzewie występowały konary określono ich miąższość wzorem sekcyjnym.

Na podstawie wykonanych pomiarów dla każdego drzewostanu obliczono przeciętne wartości pierśnicowych liczb kształtu grubizny drzewostanu (F_{rz}) jako ilorazy sum miąższości grubizny drzew próbnych do sum ich walców porównawczych:

$$F_{rz} = \frac{\sum v}{\sum g \cdot h}$$

gdzie:

- v – miąższość grubizny drzewa próbnego,
- g – pierśnicowe pole przekroju drzewa próbnego,
- h – wysokość drzewa próbnego.

Tak obliczone wartości liczb kształtu porównano z liczbami kształtu wyznaczonymi z równań regresji opracowanych przez Tramplera dla drzewostanów bukowych:

$$F_g = -0,386183 + 0,096671 \times H - 0,002694 \times H^2 \quad \text{dla wysokości } H \text{ od 6 do 18 m}$$

$$F_g = 0,470844 + 0,000922 \times H \quad \text{dla wysokości } H \text{ od 18 do 39 m}$$

gdzie:

- H – przeciętna wysokość drzewostanu.

Ocenę wzorów przeprowadzono obliczając dla każdego drzewostanu błąd absolutny

$$\alpha = F_g - F_{rz}$$

oraz błąd procentowy wtórny

$$p = \frac{\alpha}{F_{rz}} \cdot 100$$

Wyniki badań

Oceniane tablice liczb kształtu dają w przeważającej liczbie błędy dodatnie. Na 133 analizowane drzewostany, wystąpiły one w 83 przypadkach (62,4%) (tab. 1). Zakres wahań błędów wynosi od -16,0 do 13,3%. Rozkład błędów charakteryzuje się asymetrią dodatnią. W przedziałach od -5 do 0% i od 0 do 5% znajduje się podobna liczba powierzchni, z niewielką przewagą w przedziale od 0 do 5% (46 powierzchni). Średnia arytmetyczna błędów jest również dodatnia i wynosi 1,8%, a odchylenie standardowe $\pm 5,4\%$. Układ taki świadczy o występowaniu systematycznego błędu dodatniego tablic Tramplera.

W celu pełniejszej analizy badanego materiału podzielono drzewostany na nizinne i górskie.

Rozbicie materiału ukazało nam, że w drzewostanach nizinnych w przedziałach -5÷0, 0÷5, 5÷10% znajduje się największa i prawie identyczna liczba drzewostanów (28,6%, 28,6%,

TABELA 1
Rozkład błędów procentowych dla drzewostanów bukowych całej Polski

Przedział błędów procentowych	Liczba powierzchni	% powierzchni
<-10	1	0,8
-10÷-5	9	5,3
-5÷0	40	31,6
0÷5	46	34,6
5÷10	27	20,3
>10	10	7,5

TABELA 2
Rozkład błędów procentowych dla nizinnych drzewostanów bukowych

Przedział błędów	Liczba powierzchni	% powierzchni
-10÷-5	3	3,9
-5÷0	22	28,6
0÷5	22	28,6
5÷10	21	27,3
>10	9	11,7

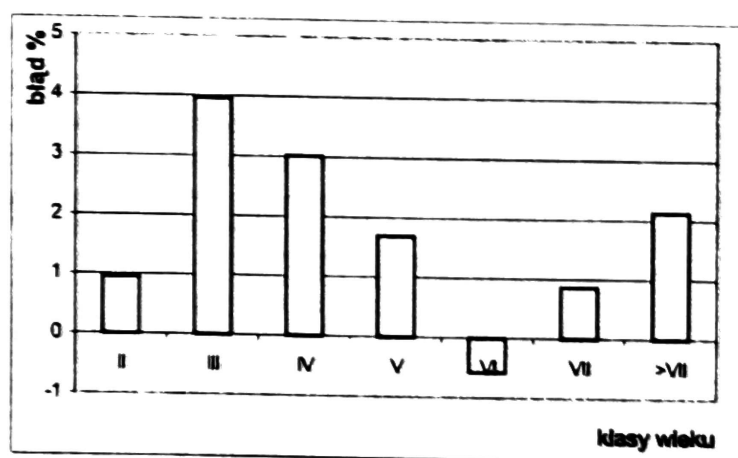
27,3%) (tab. 2). Zakres wahań błędów wynosi od -9,7 do +13,3%. Błędy dodatnie stwierdzono w 67,6% drzewostanów, ich średnia arytmetyczna wynosi +3,0%, a odchylenie standardowe $\pm 5,5\%$. Wskazuje to na występowanie systematycznego błędu dodatniego przy określaniu pierśnicowych liczb kształtu buka nizinnego z zastosowaniem omawianego wzoru.

W drzewostanach górskich zakres wahań błędów wynosił od -16,0 do +13,1%. Najwięcej drzewostanów zaobserwowano w przedziale $0 \div 5$ (42,9% pow.) i $-5 \div 0$ (35,7% pow.) (tab. 3). Błędy dodatnie wystąpiły w 31 przypadkach, co stanowi 55,4% powierzchni. Średnia arytmetyczna błędów wynosi 0,2%, a odchylenie standardowe $\pm 4,9\%$. Oznacza to, że stosowanie wzoru zaproponowanego przez Tramplera w tych drzewostanach nie pociąga za sobą niebezpieczeństwa wystąpienia błędów systematycznych.

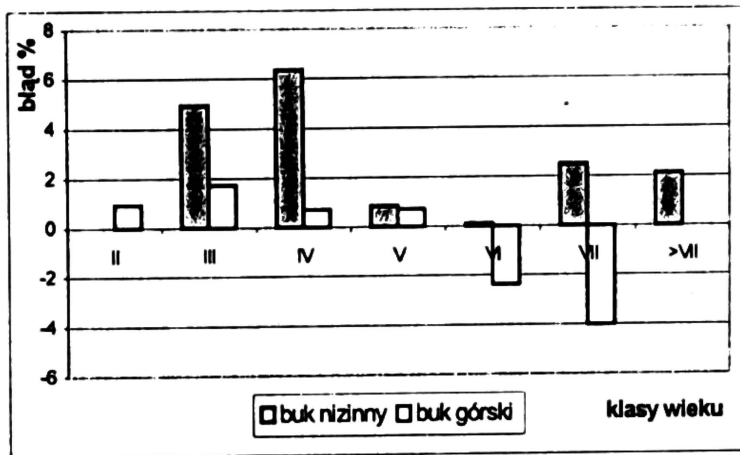
Określono także średnią arytmetyczną błędów procentowych pierśnicowej liczby kształtu w klasach wieku, przeciętnej wysokości i pierśnicy drzewostanu. Dla całego materiału empirycznego, we wszystkich klasach wieku, z wyjątkiem klasy V, zanotowano systematyczne błędy dodatnie (ryc. 1). Największe błędy występują w III i IV klasie i wynoszą odpowiednio 4 i 3%. U buka nizinnego występują jedynie dodatnie wartości średnich arytmetycznych błędów, z dominacją w klasach III i IV. Buk górski charakteryzuje się o

TABELA 3
Rozkład błędów procentowych dla górskich drzewostanów bukowych

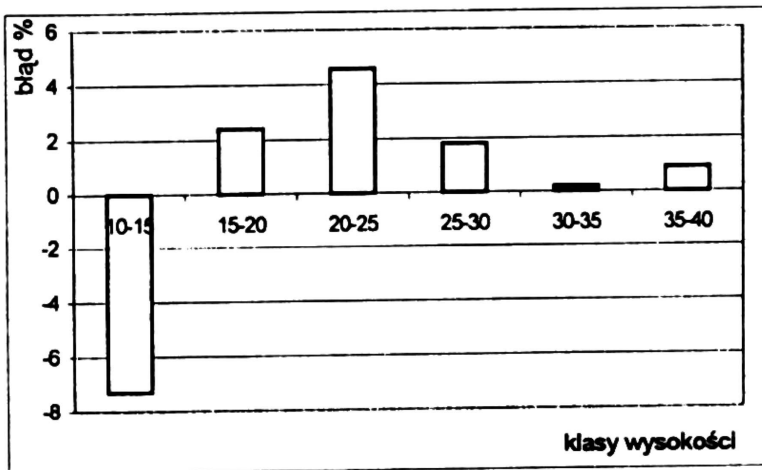
Przedział błędów	Liczba powierzchni	% powierzchni
<-10	1	1,8
-10÷-5	4	7,1
-5÷0	20	35,7
0÷5	24	42,9
5÷10	6	10,7
>10	1	1,8



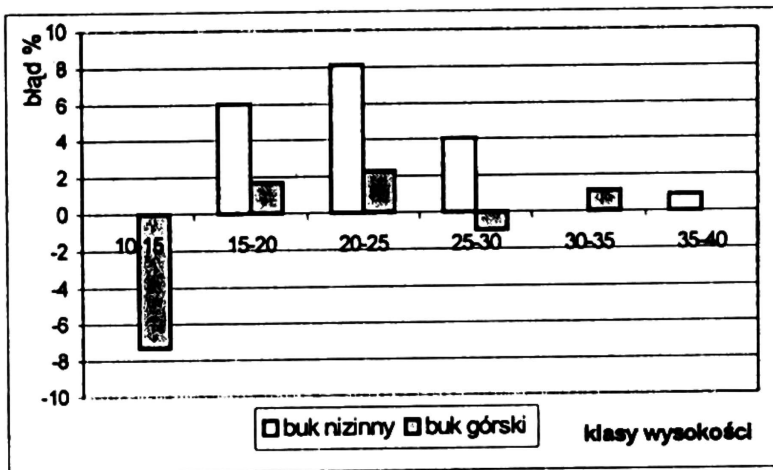
RYC. 1. Błąd tablic Tramplera dla klas wieku – cały materiał badawczy



RYC. 2. Błąd tablic Tramplera dla klas wieku



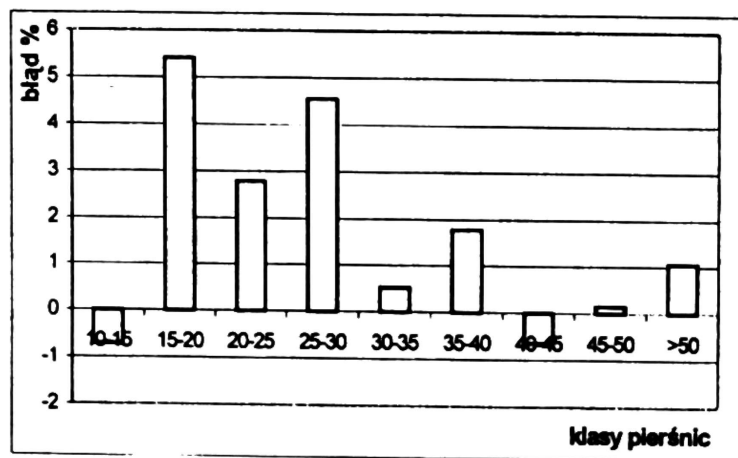
RYC. 3. Błąd tablic Tramplera dla klas wysokości – cały materiał badawczy



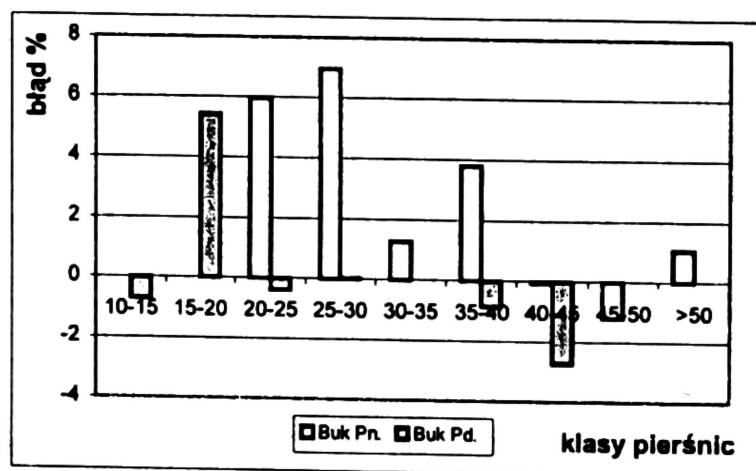
RYC. 4. Błąd tablic Tramplera dla klas wysokości

wiele mniejszymi błędami procentowymi. W odróżnieniu od buka nizinnego występują u niego także błędy ujemne, dochodzące do -4% w VII klasie wieku (ryc. 2).

W klasach wysokości błędy dla wszystkich drzewostanów przyjmują wartości dodatnie, z wyjątkiem najniższej klasy (10-15 m), gdzie błąd wynosi -7,3% (ryc. 3).



RYC. 5. Błąd tablic Tramplera dla klas pierśnic – cały materiał badawczy



RYC. 6. Błąd tablic Tramplera dla klas pierśnic

Po podziale materiału, u buka nizinnego stwierdzono we wszystkich klasach wysokości błędy dodatnie (największe w klasie 20-25 m +8%), u buka górskiego natomiast zarówno błędy dodatnie jak i ujemne (największe w klasie 10-15 m wynoszące -7,3%) (ryc. 4).

Badając wielkości błędów w klasach pierśnic, dla całego materiału, stwierdzono przewagę błędów dodatnich. Największe średnie wartości błędów stwierdzono w niskich klasach pierśnic (ryc. 5). U buka nizinnego występują przeważnie błędy dodatnie, z wyjątkiem klasy

TABELA 4
Zależność procentowych błędów liczb kształtu od cech drzewostanu dla buka nizinnego

	Równanie regresji	Współczynniki równania		Współczynniki korelacji
		a	b	
Wiek	$y = a + b/x$	-3,160	535,828	0,346
Pierśnica	$y = a + b/x$	-5,761	299,134	0,415
Wysokość	$y = a + b \cdot x$	16,419	-0,444	-0,444

TABELA 5

Zależność procentowych błędów liczb kształtu od cech drzewostanu dla buka górskiego

	Równanie regresji	Współczynniki		Współczynniki korelacji
		równania		
		a	b	
Wiek	$y = a + b \cdot x$	5,1852	-0,0633	-0,299
Pierśnica	$y = a + b \cdot x$	3,8968	-0,1318	-0,086
Wysokość	$y = a + b \cdot x$	2,3627	-0,0893	-0,210

45-50 cm, i osiągają wartości dużo większe niż u buka górskiego. Buk górski natomiast charakteryzuje się błędami obojga znaków (ryc. 6).

Przeanalizowano także zależność błędów oznaczania drzewostanowych liczb kształtu grubizny z przeciętnymi cechami drzewostanu: wiekiem, pierśnicą i wysokością. Stwierdzono, że jedynie w drzewostanach pochodzących z nizin występuje dosyć silny związek między omawianymi cechami (tab. 4). W drzewostanach buka górskiego nie zaobserwowano wyraźnej zależności błędów tablic od wieku, pierśnicy i wysokości (tab. 5).

Badania nad oceną dokładności tablic liczb kształtu Tramplera powinny być kontynuowane w innych drzewostanach. Wydaje się być celowe opracowanie nowych wzorów empirycznych służących do określania pierśnicowej liczby kształtu, zwłaszcza dla drzewostanów bukowych pochodzenia nizinnego.

Podsumowanie i wnioski

- W badanych 133 drzewostanach bukowych, błędy określania pierśnicowej liczby kształtu grubizny drzewostanu tablicami opracowanymi przez Tramplera, wahają się od -16,0 do +13,3%. W większości przypadków są to błędy dodatnie (62,4%). Średnia arytmetyczna błędów wynosi +1,8%, a odchylenie standardowe $\pm 5,4\%$, co świadczy o błędzie systematycznym tablic Tramplera dla drzewostanów bukowych.
- W drzewostanach buka nizinnego błędy określania drzewostanowej liczby kształtu badanymi tablicami wynoszą od -9,7 do +13,3%. W 67,6% drzewostanów są dodatnie. Średnia arytmetyczna błędów wynosi +3,0% i jest większa niż dla całości materiału. Odchylenie standardowe błędów wynosi $\pm 5,5\%$.
- W drzewostanach buka górskiego błędy wyznaczania drzewostanowej liczby kształtu tablicami Tramplera wahają się od -16,0 do +13,1%, z przewagą błędów dodatnich (55,4%). Średnia arytmetyczna błędów procentowych jest bardzo mała (0,2%). Odchylenie standardowe błędów procentowych wynosi $\pm 4,9\%$.

- Przy określaniu drzewostanowej liczby kształtu tablicami Tramplera dla drzewostanów buka nizinnego można spodziewać się dla wszystkich klas wieku systematycznych błędów dodatnich. Dla buka górskiego błędy mogą być różnych znaków; na ogół dla klas wieku od II do V dodatnie, a dla starszych – ujemne.
Dla wszystkich drzewostanów, bez względu na ich położenie geograficzne, można oczekiwać częściej błędów dodatnich.
- Przeciętne wartości błędów dla tablic Tramplera w drzewostanach buka nizinnego we wszystkich klasach wysokości drzewostanu są dodatnie. W drzewostanach buka górskiego dodatnie i ujemne. Łącznie dla wszystkich badanych drzewostanów, dla wszystkich klas z wyjątkiem klasy 10-15 m – błędy dodatnie.
- Określając drzewostanową liczbę kształtu grubizny drzewa tablicami Tramplera w drzewostanach buka nizinnego dla klas przeciętnej pierśnicy, można spodziewać się popełnienia na ogół błędów dodatnich. Dla drzewostanów buka górskiego można oczekiwać zarówno błędów dodatnich jak i ujemnych, a dla wszystkich drzewostanów bukowych przeważnie błędów dodatnich.
- Badania nad oceną dokładności omawianych tablic powinny być kontynuowane w innych drzewostanach. Jest celowe opracowanie nowych wzorów empirycznych służących do określania pierśnicowej liczby kształtu dla drzewostanów bukowych.

*Zakład Urządzania i Monitoringu Lasu
Instytut Badawczy Leśnictwa
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3, 00-973 Warszawa
e-mail: M.Dudzinska@ibles.waw.pl*

Literatura

- Szymkiewicz B.** Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. Warszawa: PWRiL 1961.
- Tramplera T.** Tablice miąższości drzewostanów pomierzonych sposobem Bitterlicha. Warszawa: Wyd. IBL 1974.

Summary

The dbh form factor accuracy assessment using Trampler tables for beech stands

The paper concentrates on the beech stand dbh form factor accuracy assessment using Trampler tables, which are used to determine the stand volume according to Bitterlich method. The material was collected from 133 sample plots located in northern, central and southern Poland. The results of the analyses indicate that:

- The errors of calculating the stand form factor for 133 beech stands using Trampler tables oscillated between -16.0 and +13.3%. The errors were found positive (62.4%) for the most cases. The mean error arithmetic equalled +1.8%, and the

standard deviation $\pm 5.4\%$, which accounts for a systematic error of Trampler tables for beech stands.

- ❑ The errors of determining the stand form factor for the lowland beech stands using the tables under study range from -9.7 to 13.3% and were positive for 67.6% of stands. The mean error arithmetic equalled $+3.0\%$ and was greater than for the whole material. The error standard deviation equalled $\pm 5.5\%$.
- ❑ The errors of determining the stand form factor for the mountain beech stands using the tables under study ranged from -16.0 to $+13.1\%$ with prevailing positive errors (55.4%). The mean percentage error arithmetic was very low (0.25%). The error standard deviation equalled $\pm 4.9\%$.
- ❑ When determining the stand form factor for the lowland beech stands using Trampler tables systematic positive errors can be expected for all age classes. For the mountain beech stands the error values can have different signs; usually positive for the age classes from II to V, and negative for older stands.
- ❑ It can be expected that positive errors will be more frequent for all stands irrespective of the latitude.
- ❑ The mean error values for Trampler tables for the lowland beech stands in all height classes were positive. For the mountain beech stands they were both positive and negative. For all stands under study and for all height classes except for the class 10-15 m the error values were positive.
- ❑ Using Trampler tables for determining the stand form factor in the lowland beech stands for the mean dbh class positive errors are expected. For the mountain beech stands the error values can be both positive and negative, and for all beech stands – usually positive.
- ❑ The studies on the assessment of the accuracy of the discussed tables for other stands should be continued. It is advisable to develop new empirical equations to determine stand form factor for beech stands.