

MAŁGORZATA DUDZIŃSKA, ARKADIUSZ BRUCHWALD

## Wzory empiryczne pierśnicowych liczb kształtu drewna użytkowego dla olszy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

Empirical equations for predicting merchantable breast height form factors for black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

### ABSTRACT

The aim of the study was to develop empirical equations for predicting breast height form factors for black alder (*Alnus glutinosa*). Data used to develop these equations were collected from 1496 felled trees from 136 stands. One hundred and 36 stands were located in northern and southern Poland, respectively. Separate equations to predict stand form factors ( $F_5, F_{18}$ ) and tree form factors ( $f_5, f_{18}$ ) were developed. These functions estimate form factor according to tree diameter and the average stand diameter or mean height. Equations can be used to estimate stem volume u.b. to top diameter u.b. of 5 cm or 18 cm (merchantable vol.).

### KEY WORDS

black alder, empirical equations, merchantable volume, breast height form factor

### Wstęp

W praktyce leśnictwa wykorzystywane są wzory empiryczne różnego rodzaju pierśnicowych liczb kształtu. Najczęściej są to wzory pozwalające na określenie miąższości strzały lub grubizny drzewa. Do ustalania struktury sortymentowej drzewostanu niezbędne są natomiast wzory pozwalające określić miąższość bez kory dłużycy lub kłody. Dotychczas wzory takie powstały dla czterech gatunków drzew leśnych: sosny [Bruchwald, Dudek 1978, Michalak 1988], świerka [Bruchwald, Wróblewski 1993], dębu [Bruchwald, Dudzińska, Wirowski 1996] i buka [Dudzińska 2002, 2003]. Zachodzi potrzeba weryfikacji tych wzorów i opracowania nowych dla pozostałych ważniejszych gatunków drzew leśnych.

Celem pracy jest przedstawienie zestawu wzorów empirycznych pierśnicowych liczb kształtu drewna użytkowego dla olszy czarnej. Można będzie je wykorzystać do określenia miąższości części strzały liczonej od podstawy drzewa do miejsca, w którym grubość bez kory wynosi 5 lub 18 cm.

### Materiał i metodyka badań

Badania oparto na materiale empirycznym zebrany w 136 drzewostanach olszowych następujących nadleśnictw: Podanin i Złotów (RDLP Piła), Spychowo i Ciechanów (RDLP Olsztyn),

#### MAŁGORZATA DUDZIŃSKA

Zakład Urządzenia i Monitoringu Lasu  
Instytut Badawczy Leśnictwa  
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3  
02-362 Warszawa  
M.Dudzinska@ibles.waw.pl

#### ARKADIUSZ BRUCHWALD

Zakład Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
ul. Rakowiecka 26/30  
02-528 Warszawa  
les\_kpl@delta.sggw.waw.pl

Krynki, Płaska, Białobrzegi i Czarna Białostocka (RDLP Białystok), Józefów, Zwierzyniec i Sarnaki (RDLP Lublin), Pińczów i Ruda Maleniecka (RDLP Radom), Niepołomice (RDLP Kraków). Były to drzewostany lite, niektóre z niewielką domieszką brzozy. Powstały one z sadzenia, nieliczne z naturalnego obsiewu bądź odrośli, względnie kombinacji wymienionych sposobów.

Wiek poszczególnych drzewostanów wahał się od 25 do 100 lat. Przeciętna pierśnica przekrojowa drzewostanu wynosiła od 12,3 do 44,2 cm, a średnia wysokość od 10,9 do 29,7 m. Stopień zwarcia drzewostanu kształtował się od pełnego do przerwane.

W każdym drzewostanie ścięto pewną liczbę drzew próbnych, łącznie 1496 olsz. Na drzewach tych wykonano pomiary grubości w korze i bez kory w środkach sekcji. Ich długość wynosiła 1 lub 2 m, a na trzech powierzchniach zastosowano sekcje mieszane, jednometrowe do wysokości 4 m i dwumetrowe powyżej. Zmierzono również długość drzew i wysokość osadzenia korony.

Dla każdego drzewa próbnego, stosując oryginalny program komputerowy, określono miąższość pnia oraz jego części, od podstawy do miejsca, w którym grubość bez kory wynosi 5 ( $v_5$ ) lub 18 cm ( $v_{18}$ ). Pozwoliło to na określenie pierśnicowych liczb kształtu każdego drzewa ( $f_5$  i  $f_{18}$ ) oraz przeciętnych ich wartości dla poszczególnych drzewostanów ( $F_5$ ,  $F_{18}$ ). Ustalono również przeciętną pierśnicę i średnią wysokość tych drzew.

## Wyniki badań

Pierśnicową liczbę kształtu części pnia bez kory ( $F_5$  i  $F_{18}$ ) można otrzymać z iloczynu liczby kształtu strzały w korze ( $F_1$ ) i odpowiedniego współczynnika ( $ws$ ):

$$F_5 = F_1 \cdot ws_5 \quad [1a]$$

$$F_{18} = F_1 \cdot ws_{18} \quad [1b]$$

Współczynniki te określa się z ilorazu miąższości odpowiedniej części pnia bez kory ( $v_5$ ,  $v_{18}$ ) i miąższości całej strzały w korze.

W celu opracowania równań współczynników  $ws_5$  i  $ws_{18}$  zbadano ich powiązanie z przeciętną pierśnicą i wysokością drzew próbnych. Poszukiwania funkcji aproksymujących, w miarę z dużą precyzją, badane zależności doprowadziły do opracowania następujących równań regresji:

$$ws_5 = 0,7866 - \frac{4,6}{D^2} \quad [2]$$

$$ws_{18} = 1,1027 - \frac{15,083}{D} \quad [3]$$

Związek między współczynnikiem  $ws_5$  i przeciętną pierśnicą drzew ( $D$ ) okazał się słabej mocy, oceniający ją bowiem wskaźnik korelacji wyniósł tylko 0,263. Zależność  $ws_{18} - D$  okazała się natomiast bardzo silna, wskaźnik korelacji osiągnął tu wartość 0,962.

Uwzględniając wcześniej opracowane równanie pierśnicowej liczby kształtu strzały w korze dla drzewostanu [Dudzińska, Bruchwald 2003a] i nowe wzory współczynników, uzyskuje się wzory empiryczne pierśnicowych liczb kształtu drzewostanu drewna użytkowego postaci:

$$F_5 = 0,5751 \cdot D^{-0,0607} \cdot \left( 0,7866 - \frac{4,6}{D^2} \right) \quad [4]$$

$$F_{18} = 0,5751 \cdot D^{-0,0607} \cdot \left( 1,1027 - \frac{15,083}{D} \right) \quad [5]$$

Błąd standardowy oszacowania liczby kształtu  $F_5$  wzorem [4] wynosi  $\pm 5,9\%$ , a liczby kształtu  $F_{18}$  wzorem [5]  $\pm 11,2\%$ . Średnie arytmetyczne błędów procentowych wynoszą odpowiednio  $+0,2\%$  i  $+0,3\%$ , a ich mała wielkość oznacza praktycznie, że wzory [4 i 5] nie są obciążone błędem systematycznym.

W praktyce urządzania lasu przydatne mogą być także wzory oparte na średniej wysokości drzewostanu ( $H$ ). Ma to miejsce wówczas, gdy zastosowana metoda określania miąższości drzewostanu nie opiera się na pomiarze pierśnic drzew, czego przykładem jest sposób Bitterlicha. Odpowiednie równania opracowane według wcześniej przedstawionej metodyki przyjęły postać:

$$F_5 = 0,5514 \cdot H^{-0,0510} \cdot \left( 0,7896 - \frac{4,4635}{H^2} \right) \quad [6]$$

$$F_{18} = 0,5514 \cdot H^{-0,0510} \cdot \left( 1,2656 - \frac{15,7572}{H} \right) \quad [7]$$

W kolejnym etapie badań zbudowano równania empiryczne pierśnicowych liczb kształtu drewna użytkowego dla pojedynczego drzewa. Wykorzystano w tym celu opracowane już liczby kształtu strzały w korze dla drzew [Dudzińska, Bruchwald 2003b] i równania odpowiednich współczynników ws [2, 3]:

$$f_5 = \left( 0,5751 \cdot D^{-0,0607} + (13,0894 - 0,7709 \cdot D) \cdot \left( \frac{1}{D^2} - \frac{1}{d^2} \right) \right) \cdot \left( 0,7866 - \frac{4,6}{d^2} \right) \quad [8]$$

$$f_{18} = \left( 0,5751 \cdot D^{-0,0607} + (13,0894 - 0,7709 \cdot D) \cdot \left( \frac{1}{D^2} - \frac{1}{d^2} \right) \right) \cdot \left( 1,1027 - \frac{15,083}{d} \right) \quad [9]$$

Zastosowanie opracowanych równań wymaga znajomości zarówno pierśnicy drzewa ( $d$ ), jak i przeciętnej pierśnicy drzewostanu ( $D$ ). Do określenia miąższości drewna użytkowego wymagana będzie również wysokość drzewa, miąższość określa się bowiem z iloczynu pierśnicowej powierzchni przekroju, wysokości i odpowiedniej pierśnicowej liczby kształtu.

## Wnioski

1. Opracowano wzory empiryczne służące do określania drzewostanowych liczb kształtu drewna użytkowego  $F_5$  i  $F_{18}$ . Wartości liczb kształtu wyznacza się na podstawie przeciętnej pierśnicy drzewostanu lub jego średniej wysokości.
2. Opracowano wzory pozwalające wyznaczyć pierśnicowe liczby kształtu drewna użytkowego pojedynczych drzew. Są one oparte na pierśnicy drzewa i przeciętnej pierśnicy drzewostanu.
3. Zaprezentowane wzory są pierwszymi tego typu opracowaniami w Polsce. Mogą one znaleźć zastosowanie do określania struktury sortymentowej drzewostanów olszowych pozostających na pniu.

## Literatura

Bruchwald A., Dudek. A. 1978. Tablice miąższości drewna okrągłego grubego drzewostanów sosnowych na pniu. ZN SGGW, Leś. 26: 85-92.

- Bruchwald A., Wróblewski L. 1993. Wzory empiryczne do określania miąższości drzewostanów świerkowych. Sylwan 9: 15-20.
- Bruchwald A. Dudzińska M., Wirowski M. 1996. Model wzrostu dla drzewostanów dębu szypułkowego. Sylwan 10: 35-44.
- Dudzińska M. 2002. Wzory empiryczne do określania pierśnicowych liczb kształtu górskich drzewostanów bukowych. Sylwan 8: 31-39
- Dudzińska M. 2003. Wzory empiryczne do określania pierśnicowych liczb kształtu drzewostanów buka nizinnego. Sylwan 4.
- Dudzińska M. Bruchwald A. 2003a. Wzory empiryczne pierśnicowej liczby kształtu strzały w korze i grubizny drzewa dla drzewostanów olszy czarnej (*Alnus glutinosa* L.). Sylwan 5: 36-41.
- Dudzińska M. Bruchwald A. 2003b. Wzory empiryczne i tablice miąższości grubizny drzewa dla olszy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Sylwan 6.
- Michalak K. 1988. Empiric formulas for determining the volume of standing thick roundwood in pine stands. Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW-AR, For. and Wood Technol. 36: 97-100.

## SUMMARY

### Empirical equations for predicting merchantable breast height form factors for black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

Presents empirical equations based on a sample of 1496 *Alnus glutinosa* trees from 136 stands in northern and southern Poland, to estimate merchantable breast height form factors (ratio of stem volume u.b. to top diameter u.b. of 5 cm or 18 cm to the volume of a cylinder of the same diameter and height as the tree).

The mean height and diameter of stands ranged from 10.9 to 29.7 m, and from 12.3 to 44.2 cm, respectively.

Over- and under-bark diameters at 2-m intervals along the stem, and the total heights were measured of all sample trees. These measurements were used to calculate the total stem volumes, volume u.b. to top diameter u.b. of 5 cm or 18 cm and merchantable form factors.

Method of converting breast height form factor (Dudzińska, Bruchwald 2003a) to merchantable breast height form factor using the volume ratio ( $\varpi_s$ ) is presented [1a, b]. Ratio is derived by dividing merchantable volume u.b. by the stem volume o.b. It was regressed against average stand diameter to develop the volume ratio equations [2, 3].

The final merchantable form factor equations were constructed on the basis of the breast height form factor and vol. ratio equations, to estimate stand [4, 5] or tree [6, 7] form factors. Proposed equations require the user to obtain tree diameter ( $d$ ) and the average stand diameter ( $D$ ) or mean height ( $H$ ). These equations should be useful to estimate merchantable volume u.b. (to top diam. u.b. of 5 or 18 cm).