

ARKADIUSZ BRUCHWALD, ELŻBIETA DMYTERKO, RAFAŁ WOJTAN

Model przekroju podłużnego strzały modrzewia

Taper model for European larch

ABSTRACT

Bruchwald A., Dmyterko E., Wojtan R. 2010. Model przekroju podłużnego strzały modrzewia. Sylwan 154 (11): 750-754.

A model for volume shares of 15 stem sections of the same relative length was developed on the basis of empirical material consisting of 615 larches. The volume share for each section is described by a general equation [2] taking into consideration the diameter at breast height and height of a tree. The parameters of the equation are presented in the table. With the empirical formula for the dbh form factor of the larch stem under bark [4], the volume of a tree can be determined using formula [3]. This enables building a taper model, thus determining the thickness in the middle of each of 15 sections and, by way of linear interpolation, the thickness in any place within the stem. The model allows to calculate the volume of any part of the larch stem.

KEY WORDS

taper model, European larch, 15 equal sections formula

ADDRESSES

Arkadiusz Bruchwald ⁽¹⁾ – e-mail: abruchwald@wl.sggw.pl

Elżbieta Dmyterko ⁽²⁾ – e-mail: E.Dmyterko@ibles.waw.pl

Rafał Wojtan ⁽¹⁾ – e-mail: rafal.wojtan@wl.sggw.pl

⁽¹⁾ Samodzielny Zakład Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu; SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

⁽²⁾ Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi; Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary; ul. Braci Leśnej 3; 05-090 Raszyn

Wstęp

W teorii dendrometrii dotyczącej pomiaru miąższości drzewa leżącego strzałę porównuje się do regularnych brył obrotowych o równaniu tworzącej w postaci:

$$y^2 = p \cdot x^r \quad [1]$$

gdzie:

- y – promień bryły na dowolnej wysokości,
- x – odległość promienia od wierzchołka bryły,
- p – parametr kształtu,
- r – wykładnik kształtu.

Parametr kształtu jest wielkością stałą dla danej bryły obrotowej, zmienia się natomiast wraz z grubością na dowolnej wysokości bryły dendrometrycznej. Wielkością stałą dla bryły obrotowej jest również wykładnik kształtu, a jego zróżnicowanie świadczy o różnicach w pełni brył dendrometrycznych.

Równanie tworzącej [1] jedynie w dużym przybliżeniu charakteryzuje krzywą morfologiczną strzały. Poszukiwano więc innych funkcji wierniej przedstawiających jej przebieg [Kozak

i in. 1969; Laasasena 1982; Kozak 1988; Bi 2000; Socha 2002]. Jednym z wielu rozwiązań jest użycie do tego celu funkcji trygonometrycznej [Bi 2000]. Jednak w zastosowaniu do świerka sposób ten daje błędy systematyczne przy określaniu miąższości niektórych odcinków strzały [Socha 2004].

Modelem przekroju podłużnego pnia są tablice zbieżności. W Polsce Radwański opracował je dla sosny [1955], świerka [1957], jodły [1963] i olszy [1974]. Stosowana obecnie w leśnictwie technika elektronicznego przetwarzania danych nie preferuje takich rozwiązań. Model przekroju podłużnego pnia można uzyskać sposobem pośrednim [Bruchwald 1980a, b, 2004; Dudzińska 2003]. Polega on na podziale drzewa na sekcje o równej długości i opracowaniu modelu udziału ich miąższości. Znając miąższość strzały, można otrzymać przekrój poprzeczny w połowie długości sekcji i na tej podstawie grubości w tych miejscach. Następnie drogą interpolacji liniowej dochodzi się do grubości w dowolnym miejscu na strzale.

Celem niniejszej pracy jest zbudowanie wzorów empirycznych, będących modelem przekroju podłużnego bez kory modrzewia. Wzory dotyczyć będą udziału miąższości bez kory sekcji w stosunku do miąższości bez kory całej strzały. Każda sekcja będzie miała długość równą $\frac{1}{15}$ długości całego drzewa.

Materiał i metody

Badania oparto na materiale empirycznym zebrany w 62 drzewostanach modrzewiowych pochodzących z nadleśnictw Prudnik (RDLP Katowice), Pińczów (RDLP Radom), Dobrzany (RDLP Szczecin), Kolbudy (RDLP Gdańsk), Międzychód (RDLP Poznań) i Szczecinek (RDLP Szczecinek). Średni wiek tych drzewostanów wahał się od 12 do 175 lat, przeciętna pierśnica od 13,9 do 59,9 cm, a średnia wysokość od 11,1 do 37,8 m. Łącznie w opracowaniu uwzględniono 615 drzew.

W każdym drzewostanie założono powierzchnię próbną, na której pomierzono pierśnicę wszystkich drzew. Zmierzono także wysokość 25 drzew, co wykorzystano do wyprowadzenia współczynników funkcji przedstawiającej powiązanie tej cechy z pierśnicą. Na drzewach próbnych zrealizowano szeroki zakres pomiarów dendrometrycznych i założono sekcje. Gdy drzewo miało wysokość do 16 m, przyjęto długość sekcji równą 1 m, natomiast dla drzew wyższych, do 4 m zakładano sekcje o długości 1 m, a powyżej – 2 m. W środku każdej sekcji zmierzono grubość w korze i podwójną grubość kory. Pozwoliło to na określenie grubości bez kory w środku sekcji oraz miąższości każdej strzały zarówno w korze, jak i bez kory.

Przy budowie modelu przekroju podłużnego strzały modrzewia, przyjęto następujące założenia:

- krzywą morfologiczną będą charakteryzowały grubości bez kory w środku sekcji o długości równej $\frac{1}{15}$ długości strzały,
- grubość drzew w środku każdej sekcji określa się na podstawie cech wyjściowych, którymi są udział miąższości sekcji i miąższość strzały,
- grubości w innych miejscach strzały uzyskiwać się będzie drogą interpolacji liniowej.

Wyniki

Dla każdego drzewa określono miąższość bez kory całej strzały i każdej z 15 sekcji. Na tej podstawie obliczono udział miąższości poszczególnych sekcji, gdzie suma udziałów wynosiła 1. Do określenia udziału miąższości sekcji zastosowano funkcję o postaci:

$$u = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot h + b_3 \cdot \frac{h}{d} \quad [2]$$

gdzie:

u – udział miąższości bez kory i -tej sekcji [wartości od 0 do 1],

h – wysokość drzewa [m],

d – pierśnica drzewa [cm],

b_0, b_1, b_2, b_3 – współczynniki równania.

Stosując metodę najmniejszych kwadratów, określono współczynniki funkcji [2] (tab.). Obliczono również współczynniki korelacji wielokrotnej (R), z których wynika, że moc badanych powiązań nie jest wysoka, a dla sekcji środkowych nieistotna. Najślabsze powiązanie udziału miąższości sekcji uzyskano z pierśnicą drzewa, ponieważ współczynniki kierunkowe równań regresji b_1 są najmniejsze.

Miąższość strzały bez kory określa się wzorem:

$$V = \frac{\pi}{40000} d^2 \cdot h \cdot f_3 \quad [3]$$

gdzie:

f_3 – pierśnicowa liczba kształtu strzały bez kory.

Celem określenia pierśnicowej liczby kształtu strzały bez kory dla modrzewia wyprowadzono wzór empiryczny o postaci [Bruchwald i in. 2010]:

$$f_3 = 0,3228 + 0,344 \cdot d^{-0,5} \quad [4]$$

Podstawienie go do wzoru [3] pozwala na określenie miąższości strzały bez kory. Z kolei grubość bez kory poszczególnych sekcji określa wzór:

$$d_i = 1000 \sqrt{\frac{3 \cdot u_i \cdot V}{5 \cdot \pi \cdot h}} \quad [5]$$

gdzie:

d_i – grubość bez kory w środku i -tej sekcji [cm],

u_i – udział miąższości i -tej sekcji określony wzorem [2]

V – miąższość strzały bez kory określona wzorem [3]

h – wysokość drzewa [m].

Tabela.

Parametry równania [2] oraz współczynnik korelacji wielokrotnej (R)

Parameters of equation [2] and multivariate correlation coefficient (R)

Sekcja	b_0	b_1	b_2	b_3	R
1	0,18765	0,00005214	-0,00129892	-0,17881073	0,430
2	0,14563	0,00002444	-0,00084347	-0,04822937	0,436
3	0,11957	0,00001705	-0,00044618	0,00689118	0,253
4	0,10735	0,00001124	-0,00027694	0,00775805	0,199
5	0,09657	0,00000133	-0,00006859	-0,00158365	0,074
6	0,08733	-0,00000307	0,00004558	-0,01738017	0,058
7	0,07463	-0,00000012	0,00006727	0,00150877	0,087
8	0,06124	-0,00000498	0,00022384	0,01291724	0,218
9	0,04721	-0,00000403	0,00025928	0,03789116	0,276
10	0,03511	-0,00001476	0,00044017	0,03511090	0,356
11	0,02265	-0,00002066	0,00055746	0,03665867	0,436
12	0,01098	-0,00002465	0,00061580	0,04264932	0,470
13	0,00386	-0,00002111	0,00046649	0,03866634	0,493
14	0,00041	-0,00001135	0,00022764	0,02188826	0,435
15	-0,00016	-0,00000147	0,00003061	0,00397181	0,325

Wnioski

- ✦ W pracy przedstawiono model przekroju podłużnego strzały modrzewia, a ściślej sposób uzyskiwania tego modelu. Po sośnie, świerku, buku i brzozie, jest to kolejny gatunek drzewa, dla którego w Polsce opracowano takie narzędzie.
- ✦ Model podaje grubości bez kory dla środków sekcji o długości równej $1/15$ długości strzały. Drogą interpolacji można uzyskać grubości w innych miejscach pnia, co pozwala na określenie miąższości bez kory dowolnej części strzały.
- ✦ Modele przekroju podłużnego strzały wprowadzono do pakietu programów komputerowych prognozujących rozwój zasobów drzewnych nadleśnictwa. Dzięki niemu można określać etat użytków rębnych i przedrębnych wyrażony miąższością bez kory.
- ✦ Opracowany model może zostać wprowadzony do pakietu informatycznego ACER, gdzie byłby m.in. wykorzystany do prognozowania struktury sortymentowej drzewostanów nadleśnictwa.

Literatura

- Bi H. 2000. Trigonometric Variable-Form Taper Equation for Australia Eucalyptus. For. Sci. 46 (3): 397-409.
- Bruchwald A. 1980a. Badanie kształtu strzał drzew leśnych. Folia Forestalia Polonica, s. A 24: 79-99.
- Bruchwald A. 1980b. Wykorzystanie badań nad pełnością strzał do budowy tablic zbieżystości dla drzewostanów sosnowych. Folia Forestalia Polonica, s. A 24: 101-109.
- Bruchwald A. 2004. Pośredni sposób budowy modelu przekroju podłużnego strzały bez kory sosny. Sylwan 148 (8): 3-7.
- Bruchwald A., Dmyterko E., Wojtan R. 2010. Wzory empiryczne do określania pierśnicowych liczb kształtu dla modrzewia. Sylwan 154 (10): 705-709.
- Dudzińska M. 2003. Model udziału miąższości poszczególnych części strzały dla buka górskiego i nizinnego. Sylwan 147 (4): 28-37.
- Kozak A. 1988. A variable-exponent taper equations. Can. J. For. Res. 18: 1363-1368.
- Kozak A., Munro D. D., Smith J. H. G. 1969. Taper function and their application in forest inventory. For. Chron. 45: 278-283.
- Laasasenaho J. 1982. Taper curve and volume function for pine, spruce and birch. Communications Instituti Forestalis Fenniae 108: 1-74.
- Radwański B. 1955. Tablice miąższości i zbieżystości dłużyc, kłód i wyrzynków strzały dla sosny. RNL. Warszawa X.
- Radwański B. 1957. Tablice miąższości i zbieżystości dłużyc, kłód i wyrzynków strzały dla świerka. RNL. Warszawa XVII.
- Radwański B. 1963. Tablice miąższości i zbieżystości dłużyc, kłód i wyrzynków strzały dla jodły. Prace IBL 251.
- Radwański B. 1974. Tablice miąższości i zbieżystości dłużyc, kłód i wyrzynków strzały dla olszy. Prace IBL 469.
- Socha J. 2002. A taper model for Norway spruce. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Forestry 5 (2).
- Socha J. 2004. Zastosowanie trygonometrycznego modelu zbieżystości do określania kształtu strzał świerka. Sylwan 148 (4): 3-10.

SUMMARY

Taper model for European larch

Basing on the empirical material of 615 sample trees, a taper model for larch was developed. It includes the thickness in the middle of 15 stem sections of the same relative length.

The volume share for each section is calculated on the basis of the diameter at breast height and the height of a tree. Equations, which are described by a general formula [2], serve this purpose. The parameters of these equation are presented in the table. To determine tree thickness it is necessary to calculate stem volume under bark. Therefore, an empirical formula for the dbh form factor for the larch stem under bark [4] has been developed, which, after

applying to formula [3], gives the expected volume. The thickness in the middle of the section is determined by formula [5]. The results allow determining, by way of linear interpolation, the thickness at any point within the stem. Thus it is possible to calculate the volume of any part of the larch stem.

Similar models that had been developed earlier for other important tree species like pine, spruce, fir, oak, beech, alder and birch are used in forestry practice. They help calculate the volume of part of stems using the ACER package. The presented study can complement this package with the taper model for larch.