

MAŁGORZATA DUDZIŃSKA

Model wzrostu wysokości buków rosnących w drugim piętrze drzewostanów bukowo-sosnowych

Height growth model for beech growing in the lower storey of beech-pine stands

ABSTRACT

Dudzińska M. 2012. Model wzrostu wysokości buków rosnących w drugim piętrze drzewostanów bukowo-sosnowych. Sylwan 156 (5): 343-348.

The study was based on the empirical material collected from 12 beech-pine stands located in the territory of the Miłomłyn (6 plots) and Stare Jabłonki (6 plots) forest districts. On the basis of the collected material, a height growth model was developed for the beech growing in the lower storey of pine stands. The developed functions can be used, *inter alia*, for the characterisation of top-height growth with stand age, development of a network of site indices, as well as in the studies on the height growth rate.

KEY WORDS

height growth, beech, two-storied stand, *Fagus sylvatica-Pinus sylvestris* L. stands, underplanting, empirical equations

ADDRESSES

Małgorzata Dudzińska – e-mail: M.Dudzinska@ibles.waw.pl

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

Wstęp

Poznanie kształtowania się wysokości drzew w drzewostanach dwupiętrowych ma istotne znaczenie przy ich zakładaniu i pielęgnacji. Szczególnie ważna przy prowadzeniu drzewostanów wielopiętrowych jest znajomość wieku wprowadzania gatunku cienioznośnego, tak by mógł pełnić rolę pielęgnacyjną i produkcyjną, nie wchodząc do piętra górnego drzewostanu. Osiągnięcie tak szczegółowych informacji możliwe jest przy zastosowaniu modelu wzrostu wysokości, za pomocą którego można przeprowadzić symulację wzrostu zarówno w przeszłości, jak i w przyszłości [Bruchwald 1979].

Badania dotyczące wzrostu wysokości drzew prowadzone były dotychczas przede wszystkim w jednogatunkowych drzewostanach sosnowych [Bruchwald 1986, 1999; Bruchwald i in. 2000; Rymer-Dudzińska 1991], świerkowych [Bruchwald i in. 1994], jodłowych [Zasada 1995], dębowych [Bruchwald i in. 1995, 1996], bukowych [Bruchwald i in. 1998], olszowych [Dudzińska, Wirowski 2002], brzoźowych [Bruchwald 2002] i mieszanych drzewostanach sosnowo-świerkowych [Siekierski 1989; Zakrzewski 1986a, b]. Badania wzrostu piętra dolnego przeprowadzane były także w drzewostanach bukowo-sosnowych [Bernadzki, Żybura 1989, 1990] i świerkowo-sosnowych [Żybura 1982]. Model wzrostu wysokości drzew w drzewostanach bukowo-sosnowych jest podstawowym algorytmem stanowiącym integralną część modelu wzrostu dla tych drzewostanów.

Materiał i metody

Badania oparto na materiale empirycznym pochodzącym z 12 powierzchni próbnych położonych na terenie nadleśnictw Miłomłyn i Stare Jabłonki (tab.). Zostały one założone w drzewostanach bukowo-sosnowych, na siedlisku lasu mieszanego świeżego. Wiek warstwy górnej, w której dominowała sosna, wahał się od 81 do 127 lat. Przeciętna pierśnica wynosiła od 32,4 do 50,3 cm, a wysokość kształtowała się w granicach od 30,7 do 39,4 m. Wiek warstwy dolnej z bukiem wahał się od 73 do 92 lat. Przeciętna pierśnica wynosiła od 17,8 do 36,6 cm, a średnia wysokość od 23,4 do 29,6 m.

W każdym drzewostanie do analizy wzrostu wysokości wybrano po 5 drzew próbnych pochodzących z drugiego piętra drzewostanu. Ze ściętych drzew pobrano wyrzynki z wysokości 1,3, 1,3+4,0, 1,3+8,0, 1,3+12,0 m itd., aż do nasady korony, a w jej obrębie w odstępach co 2 m. Na wyrzynkach ustalono liczbę słoików. Obliczono wysokość każdego drzewa dla wieku 5, 10, 15 lat itd., a następnie dla każdej powierzchni obliczono średnią wysokość w ustalonych latach.

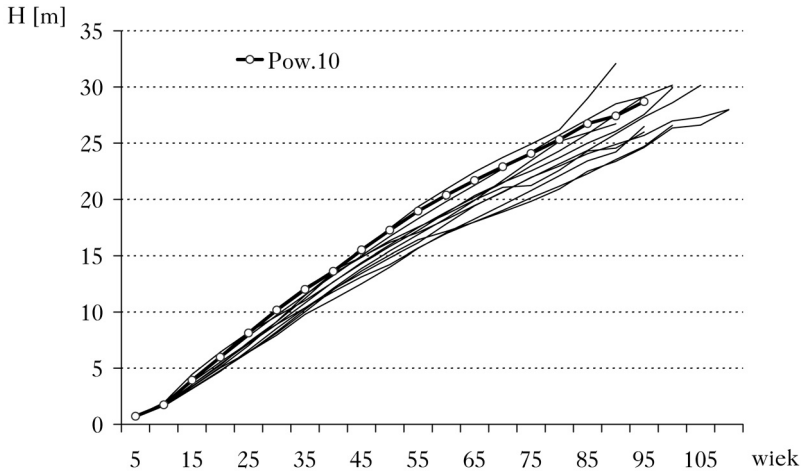
Wyniki

Dla każdego drzewostanu opracowano na podstawie przeprowadzonych pomiarów i obliczeń krzywe wzrostu wysokości buka (ryc. 1). Otrzymane linie posłużyły do wybrania krzywej najlepiej

Tabela.

Charakterystyka powierzchni badawczych
Characteristics of study plots

Leśnictwo	Oddział	Typ siedliskowy	Piętro	Wiek	Dg	Hl
Nadleśnictwo Miłomłyn						
Tabórz	78d	LMśw	Ip So	124	48,0	39,4
			IIp Bk	83	31,0	32,4
Tabórz	79c	LMśw	Ip So	119	46,9	36,7
			IIp Bk	87	31,0	29,0
Tabórz	95c	LMśw	Ip So	83	35,1	32,2
			IIp Bk	88	17,8	23,4
Tarda	119ax	LMśw	Ip So	81	34,4	28,2
			IIp Bk	83	27,6	24,7
Tarda	120g	LMśw	Ip So	111	50,3	32,5
			IIp Bk	90	36,6	29,6
Tarda	139b	LMśw	Ip So	81	36,7	30,7
			IIp Bk	79	28,8	26,7
Nadleśnictwo Stare Jabłonki						
Śmieszny Kąt	28a	LMśw	Ip So	93	32,4	30,8
			IIp Bk	85	30,3	27,4
Śmieszny Kąt	34f	LMśw	Ip So	73	33,7	31,5
			IIp Bk	79	28,7	30,0
Śmieszny Kąt	35a	LMśw	Ip So	127	42,2	34,2
			IIp Bk	92	31,1	31,3
Perkunicha	102c	LMśw	Ip So	111	40,3	34,0
			IIp Bk	82	24,6	28,2
Perkunicha	131j	LMśw	Ip So	124	44,3	33,3
			IIp Bk	92	26,2	30,8
Perkunicha	145a	LMśw	Ip So	115	36,5	31,4
			IIp Bk	82	17,4	23,8



Ryc. 1.

Przebieg wzrostu wysokości buka na powierzchniach badawczych
Height growth pattern for the beech trees on study plots

charakteryzującej wzrost buka na wszystkich powierzchniach i jednocześnie odznaczającej się wysokim tempem wzrostu wysokości i krótką fazą wczesnego wzrostu. Do dalszych badań i opracowania modelu wzrostu wysokości wybrano krzywą z powierzchni nr 10 (leśnictwo Perkunicha oddział 102c). Równanie wzrostu wysokości najlepiej wyrównujące zależność wysokości od wieku ma postać (wzór [1]):

$$h = \left(\frac{w}{5,6763 + 0,1274 \cdot w} \right)^2 \quad [1]$$

gdzie:

h – wysokość [m],
 w – wiek [lata].

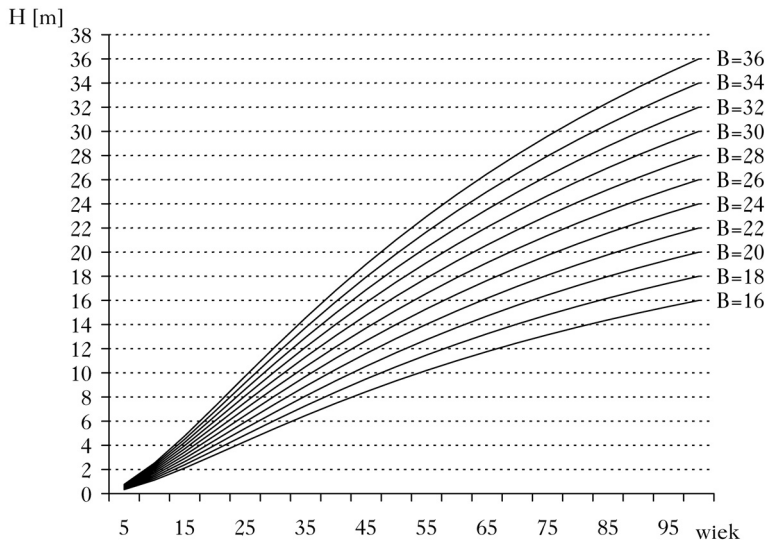
Na podstawie opracowanej funkcji ustalono, iż wysokość drzew w wieku 100 lat wynosi 29,4846 m. W celu utworzenia siatki bonitacyjnej, czyli opracowania równań dla drzew osiągniętych inne wysokości w wieku lat 100, pomnożono wzór [1] przez $\frac{B}{29,4846}$ otrzymując równanie:

$$h = \left(\frac{w}{30,822152 + 0,691778 \cdot w} \right)^2 \cdot B \quad [2]$$

Przyjmując pierwszy składnik iloczynu określonego wzorem [2] za A , wzrost wysokości drzew można przedstawić ogólnym równaniem:

$$h = A \cdot B \quad [3]$$

Wyrażenie A jest zestandaryzowaną funkcją wzrostu wysokości. Funkcja ta ma kształt wydłużonej litery S, jest stale rosnąca, wychodzi z początku układu współrzędnych i przybiera wartość 1 dla wieku 100 lat. Wyrażenie B nosi nazwę tempa wzrostu wysokości i mówi nam o tym, jaka będzie lub była wysokość drzewa w wieku 100 lat. Przyjmując za B odpowiednio wartości 16, 18, 20, 22 itd. otrzymujemy przebieg wzrostu wysokości drzew dla szeregów rozwojowych o numerach odpowiednio 16, 18, 20, 22 itd. (ryc. 2).



Ryc. 2.

Krzywe wzrostu wysokości buków dla różnych bonitacji (B)
Height growth curves for the beech trees at different site indices (B)

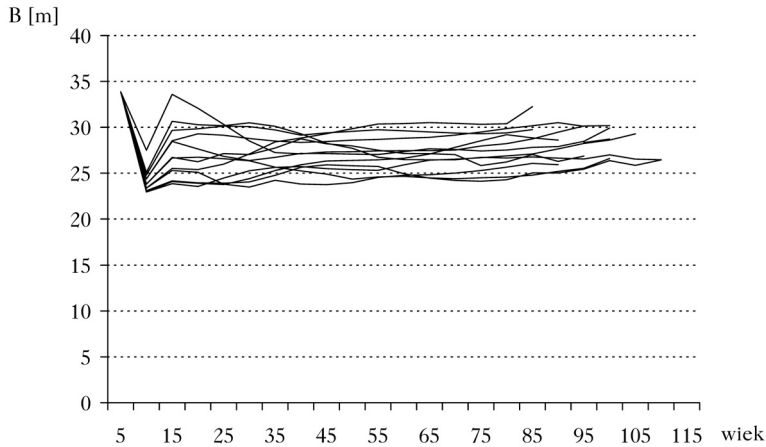
W celu przyporządkowania wzrostu dowolnego drzewa do odpowiedniego szeregu rozwojowego należy znaleźć linię wzrostu wysokości, dla której różnica między wysokością drzewa w określonym wieku i wysokością opracowanego schematu jest najmniejsza. Ustalić to można przy zastosowaniu wzoru [2] przekształconego do postaci:

$$B = h \cdot \left(\frac{30,822152 + 0,691778 \cdot w}{w} \right)^2 \quad [4]$$

W celu sprawdzenia, czy opracowany model dobrze charakteryzuje wzrost wysokości buków drugiego piętra, przeprowadzono analizę przebiegu funkcji wzrostu wysokości. Dla każdego drzewostanu, na podstawie średnich wartości wysokości w kolejnych latach życia drzew, obliczono tempo wzrostu wysokości B i przedstawiono je na wykresie (ryc. 3). Równoległy do osi wieku przebieg tempa wzrostu wysokości, nieulegający systematycznym zmianom wraz z wiekiem, oznacza, że opracowana funkcja jest prawidłowa. Na podstawie ryciny 3 można zauważyć, iż w młodym wieku tempo wzrostu wysokości maleje, by następnie wzrosnąć. W wieku 15 lat drzewa uzyskują swoje potencjalne tempo wzrostu, co oznacza, że dalszy przebieg tej cechy jest równoległy do osi wieku, a więc zgodny z modelem.

Opracowaną funkcję wzrostu wysokości można wykorzystać do charakteryzowania przebiegu z wiekiem wysokości górnej drzewostanu bukowego. Jako wysokość górną przyjęto średnią wysokość 100 najgrubszych drzew rosnących na powierzchni hektara [Assmann 1968]. Podstawiając do funkcji [4] w miejsce wysokości drzewa, wysokość górną (H_{100}) i przyjmując wiek drzewa za wiek drzewostanu (ściślej wiek drzew, których wysokość jest równa wysokości górnej), dochodzi się do funkcji, z której można zbudować „siatkę bonitacyjną” dla drzewostanu (ryc. 2). Bonitację B_o drzewostanu w wieku w określa się ze wzoru:

$$B_o = H_{100} \cdot \left(\frac{30,822152 + 0,691778 \cdot w}{w} \right)^2 \quad [5]$$



Ryc. 3.

Zmiana z wiekiem tempa wzrostu wysokości buków

Changes in the height growth rate for trees in comparison with the growth model

Wnioski

- ✦ Opracowano funkcję wzrostu wysokości buków rosnących w drugim piętrze drzewostanów bukowo-sosnowych, którą można wykorzystać do charakteryzowania przebiegu z wiekiem wysokości górnej oraz do zbudowania siatki bonitacyjnej drzewostanu i badań nad tempem wzrostu wysokości.
- ✦ Przeprowadzone badania stanowią podstawę do opracowania modelu wzrostu dla mieszanych drzewostanów bukowo-sosnowych.

Literatura

- Assmann E. 1968. Nauka o produktywności lasu. PWRiL, Warszawa.
- Bernadzki E., Żybura H. 1989. Tempo wzrostu wysokości buka w dolnym piętrze drzewostanów sosnowych. Sylwan 133 (5): 33-39.
- Bernadzki E., Żybura H. 1990. Wpływ drzewostanu sosnowego na tempo wzrostu wysokości buka w dolnym piętrze. Sylwan 134 (2): 1-6.
- Bruchwald A. 1979. Zmiana z wiekiem wysokości górnej w drzewostanach sosnowych. Sylwan 123 (2): 1-10.
- Bruchwald A. 1986. Simulation growth model MDI-1 for Scots pine. Ann. Warsaw Agricult. Univ.- SGGW-AR, For. and Wood Technol. 34: 47-52.
- Bruchwald A. 1999. Height growth of trees in unevenaged Scots pine stands. Ann. Warsaw Agricult. Univ.- SGGW-AR, For. and Wood Technol. 49: 31-40.
- Bruchwald A. 2002. Wzrost wysokości brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.). Sylwan 146 (6): 5-11.
- Bruchwald A., Dudzińska M., Wirowski M. 1995. Model wzrostu dębu. Dokumentacja naukowa IBL.
- Bruchwald A., Dudzińska M., Wirowski M. 1996. Model wzrostu dla drzewostanów dębu szypułkowego. Sylwan 140 (10): 35-44.
- Bruchwald A., Dudzińska M., Wirowski M. 1998. Model wzrostu buka. Dokumentacja naukowa IBL.
- Bruchwald A., Dudzińska T., Dudek A., Michalak K., Wróblewski L., Siekierski K., Bosiak P., Zasada M., Łukasik J., Matosek U. 1994. Model wzrostu dla świerka. Maszynopis w Katedrze Produkcyjności Lasu.
- Bruchwald A., Michalak K., Wróblewski L., Zasada M. 2000. Wzrost wysokości sosny w różnych regionach Polski. W: Przesztytne różnicowanie wzrostu sosny. Fundacja Rozwój SGGW. Warszawa.
- Dudzińska M., Wirowski M. 2002. Budowa modelu wzrostu dla drzewostanów olszowych. Dokumentacja naukowa IBL.
- Rymer-Dudzińska T. 1991. Pattern of the height growth rate changes in pine stands growing under the influence of industrial emissions. Ann. Warsaw Agricult. Univ.- SGGW-AR, For. and Wood Technol. 41: 37-41.
- Siekierski K. 1989. Stochastyczny model wzrostu drzewostanów świerkowo-sosnowych północno-wschodniej Polski. Maszynopis Zakład Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu, SGGW. Warszawa.

- Zakrzewski W. 1986a. Evolution of the rate of spruce height increase in spruce-pine stands in north-eastern Poland, depending on selected habitat and environment factors. *Ann. Warsaw Agricult. Univ.- SGGW-AR, For. and Wood Technol.* 34: 33-37
- Zakrzewski W. 1986b. Empiric model of height increase of spruce in spruce-pine stands in north-eastern Poland. *Ann. Warsaw Agricult. Univ.- SGGW-AR, For. and Wood Technol.* 34: 39-46.
- Zasada M. 1995. Empiryczny model wzrostu wysokości jodły. *Sylvan* 139 (5): 71-77.
- Żybura H. 1982. Tempo wzrostu odnowień podokapowych świerka w północno-wschodniej części Polski. *Sylvan* 126 (1-3): 7-16.

SUMMARY

Height growth model for beech growing in the lower storey of beech-pine stands

The recognition of height formation of trees in two-storied stands is essential for their establishment and tending. The age at which shade-tolerant species are underplanted is especially important in managing multi-storied stands, as they may play the role of a shelter and a productive role without entering the upper storey of a stand. Such detailed information can be obtained by applying a height growth model for the simulation of tree growth, both in the past and in the future [Bruchwald 1979].

The study was based on the empirical material collected from 12 sample plots located in the territory of the Miłomłyn (6 plots) and Stare Jabłonki (6 plots) Forest Districts (tab.). The plots were established in beech-pine stands growing in the fresh mixed forest habitat. Five beech trees were selected from the lower storey in each plot, and felled. In total, the study material comprised 60 trees. After felling, wood discs were taken from the trees and the number of growth rings was determined. On this basis, the height of each tree aged 5, 10, 15 years, etc. was calculated in order to carry out a height growth analysis.

The tests involving the fitting of different functions to the empirical data have resulted in the development of the following tree height growth functions:

$$h = \left(\frac{w}{30,822152 + 0,691778 \cdot w} \right)^2 \cdot B \quad [2]$$

where:

- h – height [m],
 w – age [years].

The developed height growth function can be useful for estimating the top height growth of a stand with age. The average height of 100 thickest trees growing on a 1-hectare plot was adopted as a top height [Assmann 1968].

Substituting into the function [2] the top height (H_{100}) in place of tree height and assuming the age of a tree as the age of a stand (more precisely the age of the trees whose height is equal to the top height) we arrive at the function which can be used for building a 'network of site indices' for a stand (fig. 2). Stand productivity (B_o) is estimated after transforming the top height growth function from the following formula:

$$B_o = H_{100} \cdot \left(\frac{30,822152 + 0,691778 \cdot w}{w} \right)^2 \quad [5]$$

where w is stand age.