

MAŁGORZATA DUDZIŃSKA

Model wzrostu wysokości odnowień podokapowych buka

Height growth model for shelterwood regeneration of beech

ABSTRACT

Dudzińska M. 2012. Model wzrostu wysokości odnowień podokapowych buka. Sylwan 156 (12): 895-901.

The studies were based on the empirical material collected in 23 stands located in the territory of the Miłomłyn, Stare Jabłonki and Kudypy forest districts. Height growth model for beech was developed on the basis of measurements of 115 trees growing in the regeneration layer in pine stands. The developed function can be useful, inter alia, for building a 'network of site indices' for shelterwood regeneration. The studies on the height growth rate allow estimating the age at which undergrowth reaches the lower layer of a stand.

KEY WORDS

height growth, beech, undergrowth, 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

Wprowadzanie do drzewostanów iglastych liściastych gatunków cienoznośnych, takich jak buk, wpływa korzystnie na głębię i jakość siedliska [Bertog 1921; Chodzicki 1934; Milewski 1970; Tuszyński 1977] oraz zwiększa produktywność drzewostanów [Bonnemann 1939; Assmann 1961; Dittmar 1964; Bernadzki, Mierzejewski 1979; Bernadzki, Andrzejczyk 1983; Dittmar i in. 1986].

Ważnym elementem prowadzenia drzewostanów mieszanych jest inicjacja i późniejsza ocena hodowlana odnowień. Ocena ta jest bardzo przydatna przy planowaniu i przeprowadzaniu zabiegów hodowlanych zarówno w drzewostanie osłaniającym, jak i w warstwie odnowień. Na jej podstawie możemy prognozować jakość przyszłego drzewostanu [Bruchwald, Żybura 1982]. Jedną z cech uwzględnianych w ocenie wartości hodowlanej odnowień jest tempo wzrostu wysokości. Szczegółowe zdefiniowanie tempa wzrostu i zbadanie, jak zmienia się ono z wiekiem, umożliwia także oszacowanie momentu, w którym młode pokolenie wejdzie do warstwy drzewostanu. W Polsce prowadzono badania nad wzrostem odnowień podokapowych sosny [Borowski, Grochowski 1969; Andrzejczyk, Żybura 1981; Bernadzki 1981; Barzdajn i in. 1996; Bruchwald 1999; Andrzejczyk 2007], świerka [Żybura 1977, 1979, 1982], jodły [Jaworski 1979; Magnuski i in. 1993, 2001; Skrzyszewski, Szczygieł 2002], dębu [Magnuski i in. 1997, 1999] i buka [Magnuski, Małyś 1998, 2000; Magnuski i in. 2003, 2004, 2005].

Materiał i metody

Materiał empiryczny, na podstawie którego przeprowadzono badania, pochodził z 23 drzewostanów sosnowych z podrostem bukowym położonych na terenie nadleśnictwa Miłomłyn, Stare Jabłonki i Kudypy. Wiek tych drzewostanów wahał się od 45 do 150 lat, przeciętna pierśnica

wynosiła od 19,1 do 49,2 cm, a wysokość kształtowała się w granicach od 17,6 do 36,9 m. Wiek podrostu bukowego wahał się od 15 do 32 lat, a jego średnia wysokość od 4,0 do 8,7 m.

Na każdej powierzchni ścięto po 5 młodych buków z warstwy odnowienia (ogółem 115 drzew). Na drzewach tych pomierzono roczne przyrosty wysokości, co pozwoliło na przeprowadzenie analizy wzrostu wysokości młodych buków. Dla każdej powierzchni obliczono średnią wysokość w kolejnych latach życia drzew (ryc. 1).

Równanie wzrostu wysokości można przedstawić za pomocą ogólnego wzoru [Bruchwald 1977, 1979, 1988]:

$$h = A \cdot B \quad [1]$$

gdzie:

A – standaryzowana funkcja wzrostu wysokości,

B – wskaźnik tempa wzrostu wysokości.

Funkcja A ma kształt wydłużonej litery S, jest stale rosnąca, wychodzi z początku układu współrzędnych i przybiera wartość 1 dla wieku 20 lat. Wyrażenie B mówi o tym, jaka będzie lub była wysokość drzew w założonym wieku 20 lat.

Do dalszych badań i wstępnego opracowania modelu wzrostu wysokości wybrano powierzchnię nr 9, na której młode pokolenie buka charakteryzowało się szybkim wzrostem (ryc. 1). Równanie wzrostu wysokości (funkcję przebiegu wysokości z wiekiem) opracowano przy pomocy aproksymacji krzywej z powierzchni nr 9 wybranymi funkcjami. Ostatecznie przyjęło ono postać:

$$h = \left(\frac{w}{6,3758 - 0,1159 \cdot w} \right)^{1,1} \quad [2]$$

gdzie:

h – wysokość [m],

w – wiek [lata].

Na podstawie opracowanej funkcji [2] ustalono, iż odnowienia w wieku 20 lat osiągną lub osiągnęły wysokość 5,7811 m. W celu utworzenia siatki bonitacyjnej, czyli opracowania równań dla odnowień osiągających inne wysokości w wieku 20 lat, pomnożono równanie [2] przez

$\frac{B}{5,7811}$ i otrzymano wzór:

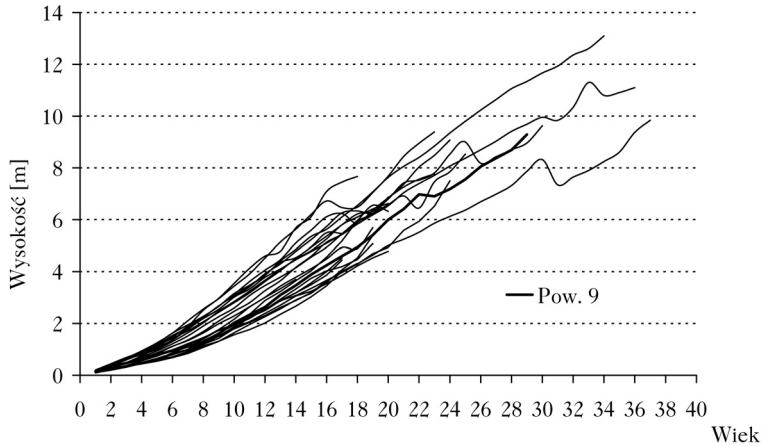
$$h = \left(\frac{w}{31,424725 - 0,571242 \cdot w} \right)^{1,1} \cdot B \quad [3]$$

Przyjmując za B odpowiednie wartości (1, 2, 3, 4 itd.) otrzymuje się przebieg wzrostu wysokości podrostów bukowych dla szeregów rozwojowych o numerach odpowiednio 1, 2, 3, 4 itd. (ryc. 2). Aby zaliczyć odnowienie do odpowiedniego szeregu rozwojowego, należy znaleźć linię wzrostu wysokości, dla której uzyskuje się w danym wieku najmniejszą różnicę między wysokością podrostu i wysokością opracowanego schematu. W tym celu należy posłużyć się przekształconym wzorem [3]:

$$B = h \cdot \left(\frac{31,424725 - 0,571242 \cdot w}{w} \right)^{1,1} \quad [4]$$

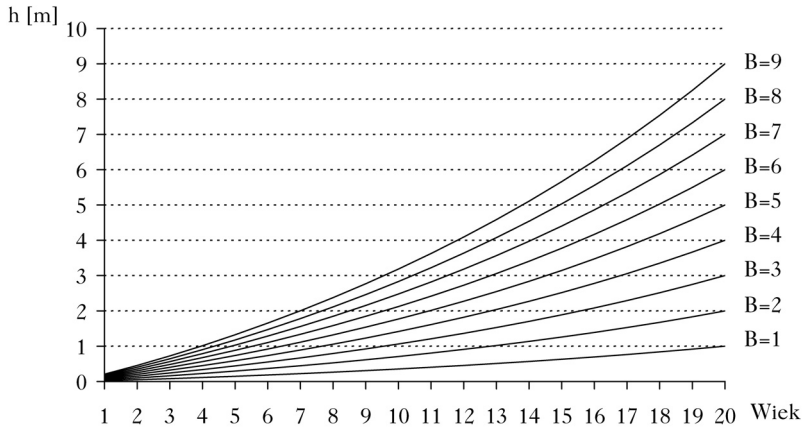
Wyniki

W celu sprawdzenia, czy opracowany model dobrze charakteryzuje wzrost wysokości podrostów bukowych, przeprowadzono analizę przebiegu funkcji wzrostu wysokości. Dla każdego drzewostanu, na podstawie średnich wartości wysokości w kolejnych latach życia drzew, obliczono



Ryc. 1.

Przebieg wzrostu wysokości odnowień bukowych na powierzchniach
Height growth pattern for the beech trees on the study plots

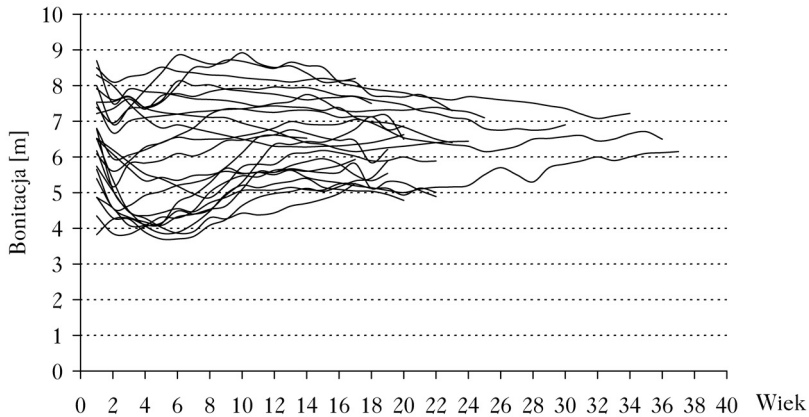


Ryc. 2.

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

tempo wzrostu wysokości (B) i przedstawiono je na wykresie (ryc. 3). Równoległy do osi wieku przebieg tempa wzrostu wysokości oznacza, że opracowana funkcja jest prawidłowa. W większości badanych drzewostanów tempo wzrostu spada do wieku około 3 lat, a następnie nieznacznie rośnie do wieku 10 lat. Po osiągnięciu przez drzewa tego wieku tempo wzrostu stabilizuje się i można uznać, że dalszy wzrost jest zgodny z modelem.

Wzrost wysokości buków w młodym wieku jest bardzo zróżnicowany i zależy od czynników biotycznych i abiotycznych. Czynniki te mogą oddziaływać na drzewa w sposób ciągły lub okresowy, powodując odpowiednio stały spadek lub wzrost tempa lub jego roczne wahania. W przypadku podrostów rosnących pod okapem drzewostanu na przebiegu wzrostu wysokości mają również wpływ warunki świetlne, które mogą się zmienić na skutek przerzedzenia drzewostanu głównego. W rezultacie równoległy do osi wieku przebieg tempa wzrostu wysokości nie jest zjawiskiem częstym, szczególnie w przypadku tak młodych drzew.



Ryc. 3.

Zmiany tempa wzrostu wysokości drzew rosnących zgodnie z modelem
Changes in the height growth rate for trees in comparison with the growth model

Na podstawie opracowanego modelu wzrostu wysokości, obliczono dla drzewostanu tempo wzrostu wysokości młodych buków i zbadano jego powiązanie z wiekiem, bonitacją, przeciętną pierśnicą, średnią pierśnicą 100 najgrubszych drzew na hektarze, wysokością Loreya, wysokością górną i stopniem zagęszczenia piętra sosnowego. Stwierdzono istotną zależność jedynie pomiędzy tempem wzrostu buka a stopniem zagęszczenia drzewostanu osłaniającego (współczynnik korelacji równy $-0,269$). Wraz ze wzrostem zagęszczenia tempo wzrostu młodych buków maleje. W pozostałych przypadkach związek tempa wzrostu wysokości buków z cechami piętra sosnowego jest nieistotny (współczynniki korelacji od $-0,1803$ do $-0,0263$). Jedną z przyczyn słabej reakcji podrostów bukowych na cechy drzewostanu sosnowego może być młody wiek buka. Badania przeprowadzone w starszych drzewostanach sosnowo-bukowych [Bernadzki, Żybura 1990] wykazały, iż tempo wzrostu wysokości buka w dolnym piętrze można regulować zabiegami pielęgnacyjnymi w piętrze górnym.

Przekształcony wzór [3] daje nam możliwość wyznaczenia wieku, w którym drzewo o danym tempie wzrostu uzyska daną wysokość:

$$w = \frac{31,424725 \cdot h^{\frac{1}{1,1}}}{B^{\frac{1}{1,1}} + 0,571242 \cdot h^{\frac{1}{1,1}}} \quad [5]$$

W przypadku buków za wysokość graniczną, po przekroczeniu której drzewa wkraczają do warstwy drzewostanu, uznano 7 m. Z tabeli wynika, iż podrost rosnący np. zgodnie z bonitacją równą 10 m, wysokość 7 m uzyska w wieku 16 lat.

Wnioski

- ✦ Opracowano funkcję wzrostu wysokości podrostów bukowych rosnących pod okapem drzewostanu sosnowego. Na jej podstawie można wyznaczyć tempo wzrostu wysokości buków, stanowiące jedną z cech służących do oceny wartości hodowlanej odnowień podokapowych.
- ✦ Znajomość tempa wzrostu wysokości pozwala oszacować wiek przejścia podrostu do warstwy dolnej drzewostanu.

Tabela.

Wiek uzyskania przez podrost bukowy określonej wysokości (h) przy danym tempie wzrostu (B)
Age at which beech undergrowth reached a given height (h) at a given height growth rate (B)

h/B [m]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	13	10	8	6	6	5	4	4	4
2	28	20	16	13	11	10	9	8	7	6
3	33	25	20	17	15	13	12	10	10	9
4	37	28	23	20	17	16	14	13	12	11
5	39	31	26	23	20	18	16	15	14	13
6	41	33	28	25	22	20	18	17	16	15
7	42	35	30	27	24	22	20	18	17	16
8	44	37	32	28	26	23	22	20	19	17
9	44	38	33	30	27	25	23	21	20	19
10	45	39	35	31	28	26	24	23	21	20
11	46	40	36	32	30	27	25	24	22	21
12	47	41	37	33	31	28	27	25	23	22
13	47	42	38	34	32	29	28	26	24	23
14	47	42	38	35	33	30	28	27	25	24
15	48	43	39	36	33	31	29	28	26	25
16	48	44	40	37	34	32	30	28	27	26
17	49	44	40	37	35	33	31	29	28	26
18	49	44	41	38	36	33	32	30	28	27
19	49	45	41	39	36	34	32	31	29	28
20	49	45	42	39	37	35	33	31	30	28

♣ Stwierdzono wpływ zagęszczenia drzewostanu osłaniającego na tempo wzrostu wysokości podrostów bukowych. W miarę wzrostu zagęszczenia drzew tempo wzrostu podrostów bukowych maleje.

Literatura

- Andrzejczyk T. 2007. Wpływ osłony drzewostanu górnego i cięć odsłaniających na wzrost i przyrost wysokości podrostów podokapowych sosny w Lasach Piłskich. Sylwan 151 (3): 43-51.
- Andrzejczyk T., Żybura H. 1981. Celowość wykorzystania starszych podrostów sosnowych. Las Polski 11: 8-9.
- Assmann E. 1961. Waldertragskunde. BLV Verlag, Munchen, Bonn, Wien.
- Barzdajn W., Drogożewski B., Zientarski J. 1996. Charakterystyka drzewostanu sosnowego (*Pinus sylvestris* L.) wyrosłego pod okapem drzew macecznych. PTPN, Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. 82: 15-25.
- Bernadzki E. 1981. Naturalne odnawianie drzewostanów sosnowych. Las Polski 55 (1): 9-11.
- Bernadzki E., Andrzejczyk T. 1983. Wzrost i zasobność dwupiętrowych drzewostanów bukowo-sosnowych w lasach taborskich. Sylwan 127 (1): 1-11.
- Bernadzki E., Mierzejewski W. 1979. Badania nad powstawaniem dwupiętrowych drzewostanów bukowo-sosnowych. Sylwan 123 (3): 11-21.
- Bernadzki E., Żybura H. 1990. Wpływ drzewostanu sosnowego na tempo wzrostu wysokości buka w dolnym piętrze. Sylwan 134 (2): 1-6.
- Bertog H. 1921. Die Buche im nordostdeutschen Kiefernwalde. Verlag von J. Neumann: Reudamm.
- Bonnemann A. 1939. Der gleichaltrige Mischbestand von Kiefer und Buche. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 10: 1-45.
- Borowski M., Grochowski J. 1969. Wyniki analizy pni drzewostanu sosnowego lasów Rogowa. Folia For. Pol. Ser. A. 15: 9-55.
- Bruchwald A. 1977. Change in top height of pine forests stands with age. Bull. Acad. Pol. Sci. ser. Sci. Biol. 5: 335-342.
- Bruchwald A. 1979. Zmiana z wiekiem wysokości górnej w drzewostanach sosnowych. Sylwan 123 (2): 1-9.
- Bruchwald A. 1988. Introductory program of the MDI-1 growth model for Scots pine. Ann. Warsaw Agricult. Univ. SGGW-AR, For. and Wood Technol. 36: 3-9.
- Bruchwald A. 1999. Height growth of trees in unevenaged Scots pine stands. Ann. Warsaw Agricult. Univ. SGGW, For. and Wood Technol. 49: 31-40

- Bruchwald A., Żybura H. 1982. Problemy oceny wartości hodowlanej odnowień. Sylwan 124 (1-3): 1-5.
- Chodziecki E. 1934. Domieszka buka w sośninach jako czynnik edaficzny na piaszczystych popiołoziemach i buroziemach dyluwialnych. Warszawa.
- Dittmar O. 1964. Der Buchenunterbau in ertragskundlicher Sicht. Soz. Forstwirtschaft. 14: 12.
- Dittmar O., Knapp E., Zehler H. 1986. Die langfristige Versuchsfläche Tornau im StFB Dübener Heide, ein Beispiel für den Weg vom Kiefernreinbestand zum Buchen-naturverjüngungsbetrieb. Soz. Forstw. 36: 344-348.
- Jaworski A. 1979. Wzrost i żywotność podrostów jodły (*Abies alba* Mill.) w drzewostanach o różnej strukturze na przykładzie wybranych powierzchni w Karpatach i Sudetach. Acta Agr. Silv. ser. Silv. 18: 81-102.
- Magnuski K., Małys L. 1998. Thickness, height and biological structure of european beech undercrop (*Fagus sylvatica* L.) in a reconstructed Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand. Scientific Papers of Agricultural University of Poznań. Forestry 1: 55-61.
- Magnuski K., Małys L. 2000. Struktura niektórych cech wzrostu podrostu buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w przebudowywanym drzewostanie sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Sylwan 144 (11): 75-81.
- Magnuski K., Małys L., Świtoni M. 1993. Struktura młodego pokolenia jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) wzrastającej w warunkach rębni zupełnej częściowej i gniazdowej. Sylwan 137 (9): 69-75.
- Magnuski K., Jaszczak R., Małys L. 2001. Struktura cech, biometrycznych jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) pochodzącej z podsadzenia w przebudowywanym drzewostanie świerkowym (*Picea abies* (L.) Karst.) o różnym stopniu przerzedzenia. Sylwan 145 (3): 5-13.
- Magnuski K., Jaszczak R., Małys L. 2003. Parametry wzrostu buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) i jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) wprowadzonych po poszerzeniu gniazd z kępami dębu w ramach zastosowanej do przebudowy starodrzewu sosnowego rębni zupełnej gniazdowej. Sylwan 147 (12): 3-8.
- Magnuski K., Jaszczak R., Małys L. 2004. Zróżnicowanie parametrów wzrostu podrostu bukowego (*Fagus sylvatica* L.) w przebudowywanym drzewostanie sosnowym (*Pinus sylvestris* L.). Roczn. AR Pozn. 364: 91-99.
- Magnuski K., Jaszczak R., Małys L. 2005. Struktura cech biometrycznych podrostu bukowego (*Fagus sylvatica* L.) w przebudowywanym drzewostanie sosnowym (*Pinus sylvestris* L.). Sylwan 149 (11): 37-41.
- Magnuski K., Małys L., Gałęcki I. 1999. Charakterystyka niektórych cech wzrostu dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) rosnącego w kępach po rębni zupełnej, częściowej i zupełnej gniazdowej. Roczn. AR Pozn. 311, Leśn. 37: 117-125.
- Magnuski K., Małys L., Gołojuch P. 1997. Struktura dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) rosnącego w kępach po rębni gniazdowej zastosowanej do przebudowy starodrzewia sosnowego. Sylwan 141 (7): 23-30.
- Milewski J. 1970. Podszycie w litych drzewostanach sosnowych. Sylwan 114 (6): 63-72.
- Skrzyszewski J., Szczygieł P. 2002. Przyrost i wzrost nadziemnej i podziemnej części podrostów jodłowych. Sylwan 146 (6): 41-49.
- Tuszyński M. 1977. Wpływ podszyców na niektóre elementy siedliska w borach suchych i świeżych. Pr. IBL. 541.
- Żybura H. 1977. Zależność wysokości drzew od pierśnicy podrostów świerkowych w drzewostanach świerkowo-sosnowych Puszczy Knyszyńskiej. Zesz. Nauk SGGW-AR Leś. 25.
- Żybura H. 1979. Zależność wysokości drzew od pierśnicy podrostów świerkowych w drzewostanach północno-wschodniej Polski. Zesz. Nauk SGGW-AR Leś. 27.
- Żybura H. 1982. Tempo wzrostu odnowień podokapowych świerka w północno-wschodniej części Polski. Sylwan 126 (1-3): 7-16.

SUMMARY

Height growth model for shelterwood regeneration of beech

The height growth rate is one of the most important characteristics on the basis of which silvicultural value of regeneration can be evaluated. Such an assessment is very useful in planning and carrying out silvicultural operations, both in the shelter stand and regeneration layer. The study was based on the empirical material collected from 23 stands located in the territory of the Miłomłyn Stare Jabłonki and Kudypy forest districts. 115 beech trees were selected from the regeneration layer and the number of growth rings was determined which allowed an analysis of the height growth of young beeches. The mean heights of trees in the successive years of their lifetimes were calculated on each plot (fig. 1).

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

$$h = \left(\frac{w}{31,424725 - 0,571242 \cdot w} \right)^{1,1} \cdot B$$

where:

h – height [m],

w – age [years],

B – site index [m].

After transformation of this equation, it allows to determine the age (w) at which trees at a given height growth rate (B) reach a given height (h):

$$w = \frac{31,424725 \cdot h^{\frac{1}{1,1}}}{B^{\frac{1}{1,1}} + 0,571242 \cdot h^{\frac{1}{1,1}}}$$