

TERESA RYMER-DUDZIŃSKA

Nowe wzory empiryczne krzywej wysokości dla sosny

New Constant Height Curves for Pine

Wstęp

W Polsce badania nad stałymi krzywymi wysokości trwają od przeszło dwudziestu lat. Pierwsze stałe linie dla wielu gatunków drzew opracował Trampler (11, 12). Ukazały się one w formie tabel. Następne stałe krzywe opracowywano już w postaci wzorów empirycznych. Mają one bardziej wszechstronne zastosowanie i są prostsze w użyciu, szczególnie przy wykorzystaniu techniki komputerowej. Do tej pory opracowano wzory empiryczne stałych krzywych wysokości dla sosny (Rymer-Dudzińska (10)), świerka (Bruchwald, Rymer-Dudzińska (14), Bruchwald, Wróblewski (7), jodły (Bruchwald (1, 2)), buka (Bruchwald, Witkowska (5)), grabu (Bruchwald, Wirowski (6)) i dębu (Bruchwald, Dudzińska, Wirowski (3)).

Równania stałych krzywych wysokości dla sosny zostały opracowane na podstawie funkcji hiperboli, a dla pozostałych gatunków na podstawie funkcji Näslunda. Funkcja ta pod niektórymi względami jest lepsza od funkcji hiperboli (Rymer-Dudzińska (9), Bruchwald, Rymer-Dudzińska (4)).

Dysponując obecnie znacznie większym materiałem empirycznym dla sosny zdecydowano się opracować równania stałych krzywych wysokości dla tego gatunku (po raz drugi) na nowo, tym razem na podstawie funkcji Näslunda.

Materiał

Badania przeprowadzono na podstawie materiału empirycznego zebranego w 1393 drzewostanach sosnowych położonych na terenie całej Polski. Wiek badanych drzewostanów wahał się od 16 do 174 lat. Przeciętna pierśnica zawarta w granicach od 3,4 do 57,4 cm, a przeciętna wysokość od 3,27 do 30,75 m. Pomiary wysokości wykonywano na drzewach stojących i ściętych. Liczba zmierzonych drzew w poszczególnych drzewostanach wahała się od 25 do 50.

Wyniki badań

W każdym drzewostanie wyrównano zależność wysokości od pierśnicy zgodnie z funkcją Näslunda (8)

$$h = \left(\frac{d}{a + b \cdot d} \right)^2 + 1,3 \quad (1)$$

gdzie:

- h — wysokość (m),
- d — pierśnica (cm),
- a i b — współczynniki równania

Dalsze badania zmierzały do opracowania prostego i możliwie jak najdokładniejszego sposobu określania dla drzewostanu przeciętnych wartości współczynników b i a równania (1). W tym celu poddano analizie współczynnik b równania regresji (1). Wielkość jego waha się w granicach od 0,1102 do 0,3926, przeciętnie wynosi 0,2082. Charakteryzuje się on dość dużą zmiennością. Współczynnik zmienności tej cechy wynosi 17,1%.

Stwierdzono dość dużą zależność współczynnika b od przeciętnej wysokości drzewostanu ($R = 0,918$), jak również od przeciętnej pierśnicy ($R = 0,876$). Ponieważ zależność współczynnika b od przeciętnej wysokości jest najsilniejsza, zdecydowano, że należy ją uwzględnić przy określaniu wartości współczynnika b dla drzewostanu. Równanie regresji współczynnika b od przeciętnej H ma postać

$$\beta = 0,744487 \cdot H^{-0,453097} \quad (2)$$

Błąd średni określania przeciętnej wartości współczynnika b dla drzewostanu na podstawie równania (2) wynosi 6,8%.

Współczynnik a równania stałych krzywych wysokości wyznaczono z przekształconego równania (1) na podstawie przeciętnej wartości wysokości (H), przeciętnej pierśnicy (D) oraz współczynnika b wyznaczonego z równania (2). Po podstawieniu do równania (1) tak określonej wartości współczynnika a oraz wartości współczynnika b z równania (2), otrzymano równanie empiryczne krzywych wysokości dla dowolnego drzewostanu. Równanie to ma postać

$$h = \frac{d^2 (H - 1,3)}{[D - 0,744487 \cdot H^{-0,453097} \cdot (D - d) \sqrt{H - 1,3}]^2} + 1,3 \quad (3)$$

gdzie:

- h — wysokość drzewa, stopnia grubości [m],
- d — pierśnica drzewa, wartość środkowa stopnia grubości [cm],
- D — przeciętna pierśnica drzewostanu [cm],
- H — przeciętna wysokość drzewostanu — wysokość drzew o średniej pierśnicy [m].

Z przedstawionego równania (3) stałych krzywych wysokości można wyznaczyć wysokość h drzewa o dowolnej pierśnicy d na podstawie przeciętnej pierśnicy D oraz przeciętnej wysokości H .

Podsumowanie

- Na podstawie bardzo obszernego materiału badawczego opracowano wzory empiryczne stałych krzywych wysokości (3).
- Opracowane stałe krzywe wysokości mogą znaleźć zastosowanie w różnych metodach określania miąższości i przyrostu miąższości drzewostanu, a także w modelu wzrostu dla sosny.

Literatura

1. **Bruchwald A.**: Wzory empiryczne do określania miąższości drzewostanów jodłowych. Sylwan, 1992, 7: 17–23.
2. **Bruchwald A.**: Uniform height curves for silver-fir stands. Ann. Warsaw Agric. Univ. — SGGW, For. and Wood Technol., 1993, 44: 3–5.
3. **Bruchwald A., Dudzińska M., Wirowski M.**: Uniform height curves for oak stands. Ann. Warsaw Agricult. Univ. — SGGW. For, and Wood Technol., 1994, 45:
4. **Bruchwald A., Rymer-Dudzińska T.**: Zastosowanie funkcji Näslunda do budowy stałych krzywych wysokości dla świerka. Sylwan, 1981, 6: 21–29.
5. **Bruchwald A., Witkowska J.**: Stałe krzywe wysokości dla drzewostanów bukowych. Sylwan, 1993, 4: 39–42.
6. **Bruchwald A., Wirowski M.**: Stałe krzywe wysokości dla grabu. Sylwan, 1993, 6: 45–47.
7. **Bruchwald A., Wróblewski L.**: Uniform Height Curves for Norway Spruce Stands. FFP, 1994, 36: 43–47.
8. **Näslund M.**: Antalet provträd och höjdkurvans noggrannhet. Meddelanden fran statens skogsforsöksanstalt, 1929, 25: 93.
9. **Rymer-Dudzińska T.**: Ocena równań regresji oceniających zależność wysokości od pierśnicy drzew w obrębie drzewostanu. Zesz. Nauk. SGGW-AR, Leś., 1978, 26: 21–35.
10. **Rymer-Dudzińska T.**: Stałe krzywe wysokości dla drzewostanów sosnowych. Zesz. Nauk. SGGW-AR, Rozprawy Naukowe, 1978, 102: 1–36.
11. **Trampler T.**: Drzewostanowe tablice miąższości w 4-cm stopniach grubości dla sosny, świerka, jodły, buka i dębu. PWRiL Warszawa, 1973.
12. **Trampler T.**: Drzewostanowe tablice miąższości dla sosny, świerka, jodły, buka i dębu. Prace IBL, 1974, 451.

Summary

Empirical formulae of constant height curves for pine were elaborated on the background of investigational materials collected from 1393 stands of pine. The "tree height — tree dbh" relationship was fit to the Näslund line (1) for each stand in the first stage of the research.

Methods identifying a and b coefficients for constant height curve equations were worked out in the second stage. It was proposed to determine b — coefficient from the regression equation (2) basing on the mean height of stand, while a — coefficient — from the transformed formula (1) basing on the average dbh (D) and average height (H) of stand and on b — coefficient from the formula (2).

The third stage was limited to a introduction of the identified a and b coefficients to the equation (1). An empirical equation of constant height curves (3) was thus obtained, basing on which one can determine the height (h) for dbh degrees (d) when knowing the average dbh (D) and average height (H) in a stand.