

ARKADIUSZ BRUCHWALD, TERESA RYMER-DUDZIŃSKA

Zastosowanie funkcji Näslunda do budowy stałych krzywych wysokości dla świerka

Применение функции Неслунда для построения постоянных кривых высоты для ели

Application of Näslund's function in the construction of constant height curves for spruce

WSTĘP I CEL PRACY

Śród wielu funkcji stosowanych do wyrównywania zależności między wysokością i pierśnicą drzew w obrębie drzewostanu interesującą dość często stosowaną (5, 10) jest funkcja Näslunda (3):

$$h = \left(\frac{d}{\alpha + \beta d} \right)^2 + 1,3 \quad (1)$$

gdzie

h — wysokość drzewa w m,
d — pierśnica drzewa w cm,
 α i β — współczynniki równania.

Ważną zaletą funkcji (1) jest możliwość ekstrapolacji wyników poza zakres pierśnic drzew drzewostanu. Przy pierśnicy drzewa równej zero funkcja daje wysokość równą 1,3 m. Ze wzrostem pierśnicy drzewa rośnie ciągle wysokość, przy czym dla drzew grubszych wzrost ten jest coraz wolniejszy.

Właściwości funkcji Näslunda są bardzo korzystne szczególnie dla drzew pochodzenia naturalnego, w których występuje szeroki zakres pierśnic drzew. Dotyczy to na przykład świerka występującego w drzewostanach świerkowo-sosnowych i sosnowo-świerkowych północno-wschodniej Polski, a drzewostany takie są obiektem badań w niniejszej pracy.

Celem pracy jest opracowanie stałych krzywych wysokości (4, 6) dla świerka w formie empirycznych równań z wykorzystaniem funkcji Näslunda. Budowa stałych krzywych wysokości jest etapem badań zmierzających do opracowania empirycznych wzorów stałych linii miąższości, których po rozwinięciu otrzymuje się tablice miąższości (1, 2).

Materiał empiryczny został zebrany na 100 powierzchniach badawczych położonych w drzewostanach sosnowo-świerkowych i świerkowo-sosnowych północno-wschodniej części Polski. 30 powierzchni założono w Puszczy Knyszyńskiej, 35 w Puszczy Rominckiej i 35 w Puszczy Augustowskiej.

Na wszystkich powierzchniach została przeprowadzona ekspertyza fitosocjologiczna przez R. Zarębę (7, 8, 9) oraz glebowa przez T. Tuszyńskiego. W wyniku tych ekspertyz stwierdzono, że powierzchnie były położone w drzewostanach rosnących na siedliskach Bśw (10 pow.), BMśw (69 pow.), BMw (3 pow.), Lśw (4 pow.), LMśw (13 pow.), LMw (1 pow.).

Sosna w tych drzewostanach pochodziła z sadzenia, a świerk z odnowienia naturalnego. Na powierzchniach badawczych poddano pomiarom wszystkie sosny oraz świerki wchodzące w skład drzewostanu. Pierśnicę każdego drzewa zmierzono w jednym kierunku z zaokrągleniem do 1 mm. Wysokościomierzem Blumego-Leissa zmierzono wysokość każdego drzewa z zaokrągleniem do 0,5 m. W sumie pomierzono 10 709 świerków.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wyznaczono wysokość górną sosny i świerka jako średnią arytmetyczną wysokości 10 najgrubszych drzew danego gatunku. Za wysokość górną drzewostanu przyjęto wysokość większą. Świerki wchodzące w skład drzewostanu podzielono na dwie warstwy. Do warstwy górnej, nazwanej I piętrzem, zaliczono te drzewa, których wysokość była wyższa od $\frac{2}{3}$ wysokości górnej. Warstwą dolną, nazwaną II piętrzem, stanowiły drzewa o wysokości od 6 m do $\frac{2}{3}$ wysokości górnej.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Badania nad wyborem funkcji najlepiej charakteryzującej zależność wysokości od pierśnicy w drzewostanach sosnowych (5) wykazały, że jedną z najodpowiedniejszych do tego celu funkcji, obok hiperboli, jest wzór Näslunda (3). Badania przeprowadzone w drzewostanach świerkowo-sosnowych potwierdziły przydatność tej funkcji do charakteryzowania związku między wysokością a pierśnicą również w drzewostanach świerkowych.

W każdym drzewostanie wyrównano zależność wysokości od pierśnicy zgodnie ze wzorem (1). Obliczenia takie przeprowadzono dla całego drzewostanu oraz z rozbiciem na poszczególne warstwy. Dalej poddano analizie współczynniki β równania (1) stwierdzając ich powiązanie z przeciętną pierśnicą i średnią wysokością. Dla zależności tych opracowano następujące równania regresji:

I piętro

$$\beta = 0,203188 - 0,002626 H + 0,000750 D \quad (2)$$

II piętro

$$\beta = 0,263716 - 0,005005 H - 0,001840 D \quad (3)$$

drzewostan (I + II piętro)

$$\beta = 0,209351 - 0,004507 H + 0,001126 D \quad (4)$$

gdzie

D — przeciętna pierśnica odpowiadająca średniemu przekrojowi wyrażona w cm,

H — wysokość określona z krzywej wysokości dla przeciętnej pierśnicy wyrażona w m.

Procentowy błąd standardowy równania (2) wynosi $\pm 8,0\%$, równania (3) — $\pm 13,8\%$, a równania (4) — $\pm 16,3\%$.

Z opracowanych równań można na podstawie przeciętnej pierśnicy i średniej wysokości drzewostanu wyznaczyć współczynnik β równania regresji przedstawiającego związek między wysokością i pierśnicą drzew w obrębie drzewostanu.

Przejdźmy teraz do opracowania równań stałych krzywych wysokości. Znając współczynnik β można wyznaczyć współczynnik α zgodnie z ogólnym wzorem:

$$\alpha = \frac{D}{\sqrt{H - 1,3}} - \beta D \quad (5)$$

Podstawiając wzór (5) do wzoru (1) otrzymuje się ogólny wzór na równanie stałych krzywych wysokości:

$$h = \frac{d^2 (H - 1,3)}{[D - \beta (D - d) \sqrt{H - 1,3}]^2} + 1,3 \quad (6)$$

Empiryczne wzory równań dla poszczególnych warstw i dla całego drzewostanu przybiorą następującą postać:

dla I piętra

$$h = \frac{d^2 (H - 1,3)}{[D - (0,203188 - 0,002626 H + 0,000750 D) (D - d) \sqrt{H - 1,3}]^2 + 1,3} \quad (7)$$

dla II piętra

$$H = \frac{d^2 (H - 1,3)}{[D - (0,263716 - 0,005005 H - 0,001840 D) (D - d) \sqrt{H - 1,3}]^2 + 1,3} \quad (8)$$

dla całego drzewostanu

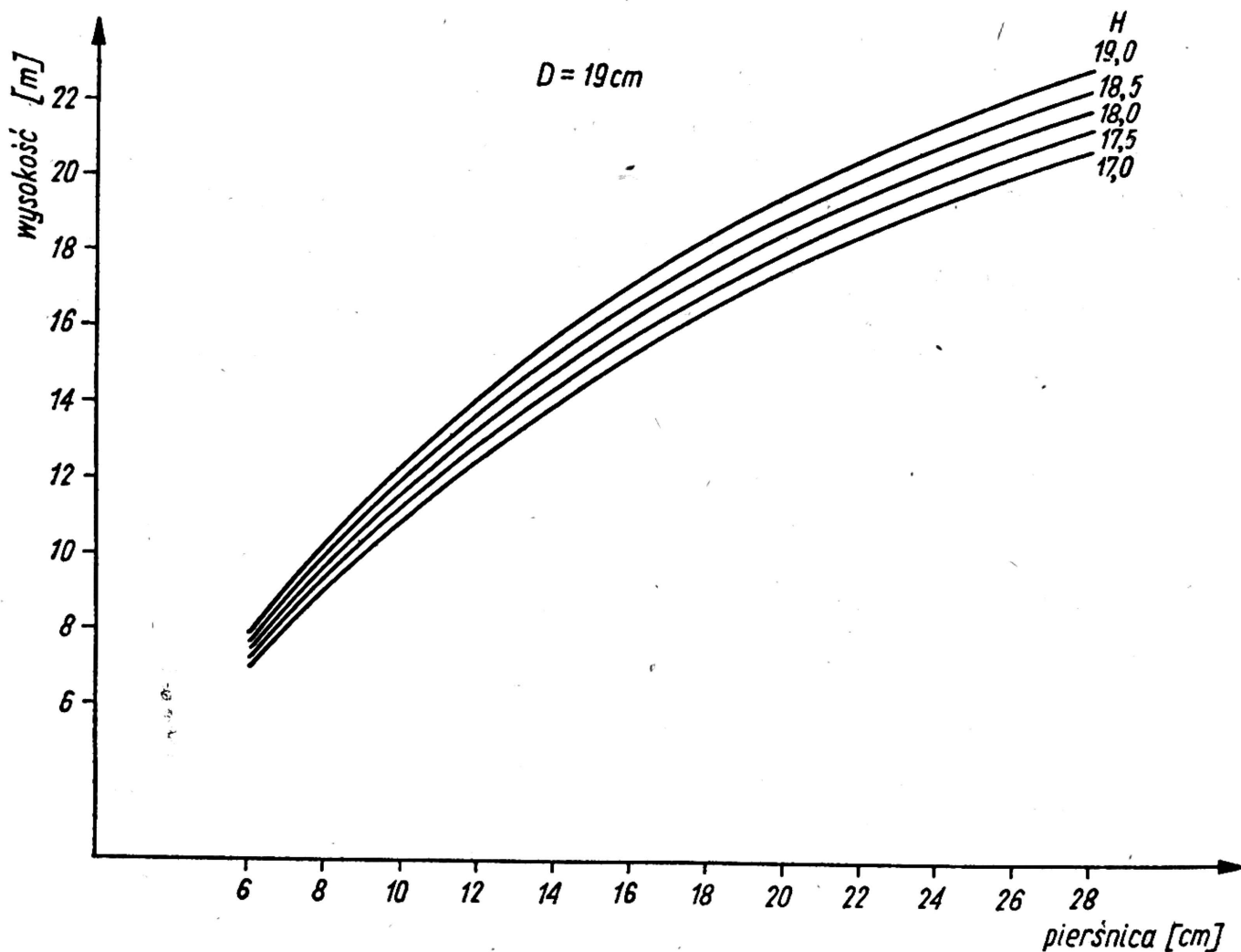
$$h = \frac{d^2 (H - 1,3)}{[D - 0,20935 - 0,004507 H + 0,001126 D) (D - d) \sqrt{H - 1,3}]^2 + 1,3} \quad (9)$$

Ponieważ równanie (4) a więc i (9) jest obarczone znacznie większym błędem niż równanie (2) i (3) oraz (7) i (8), dlatego w praktyce należałoby korzystać z równań stałych krzywych wysokości opracowanych oddzielnie dla poszczególnych warstw.

Z opracowanych równań można wyznaczyć wysokość h drzewa i przeciętnej wysokości H drzewostanu.

W celu uproszczenia obliczeń mogą być opracowane programy dla dowolnej maszyny elektronicznej, pozwalające szybko wyznaczyć wysokości odpowiadające dowolnym pierśnicom.

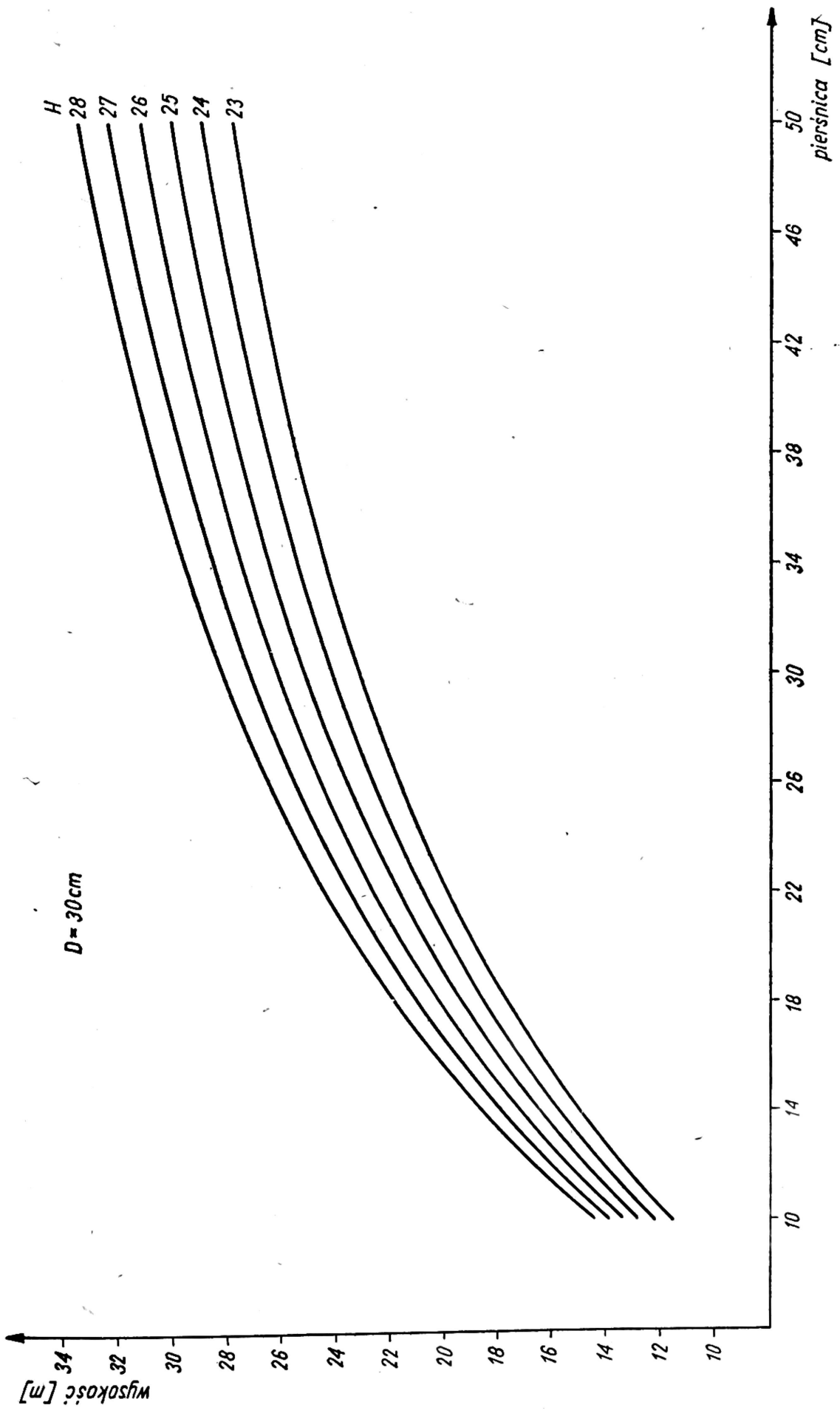
Z równania (7) i (8) obliczono wysokość dla poszczególnych stopni pierśnicy dla różnych wartości D i H (ryciny 1, 2, 3).



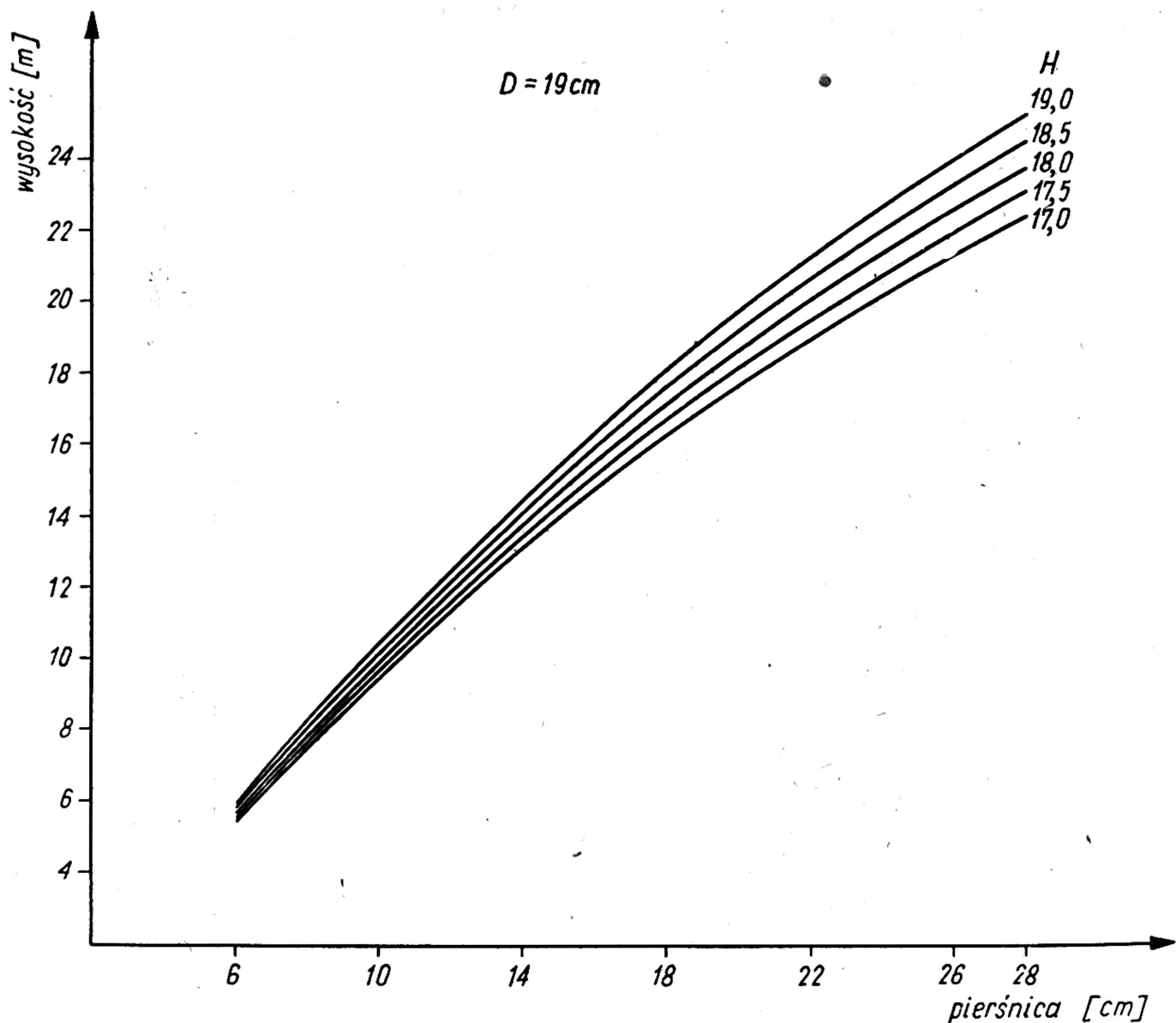
Ryc. 1. Stałe krzywe wysokości dla świerka występującego w I piętrze

Dla drzewostanów o tej samej wartości średniej grubości a różnych średnich wysokościach krzywe wysokości są tym wyżej położone, im większa jest średnia wysokości. Kąt nachylenia linii w stosunku do osi odciętych rośnie wraz ze wzrostem średniej wysokości. Na skutek tego różnice w wysokościach stopni grubości dla dwu krzywych rosną ze wzrostem pierśnicy.

Na wykresie (ryc. 4) porównano stałe krzywe wysokości wyznaczone z równania (7) dla drzewostanów o różnych parametrach D i H . Ze wzrostem przeciętnych wartości D i H dla drzewostanu nachylenie krzywych w stosunku do osi odciętych rośnie i linie dla drzewostanów o większych wartościach D i H mają bardziej stromy przebieg. Podobnie bardziej stromy przebieg mają krzywe dla niższej warstwy (równanie 8) niż dla wyższej warstwy (równanie 7) dla drzewostanów o tych



Ryc. 2. Stałe krzywe wysokości dla świerka występującego w I piętrze



Ryc. 3. Stałe krzywe wysokości dla świerka występującego w II piętrze

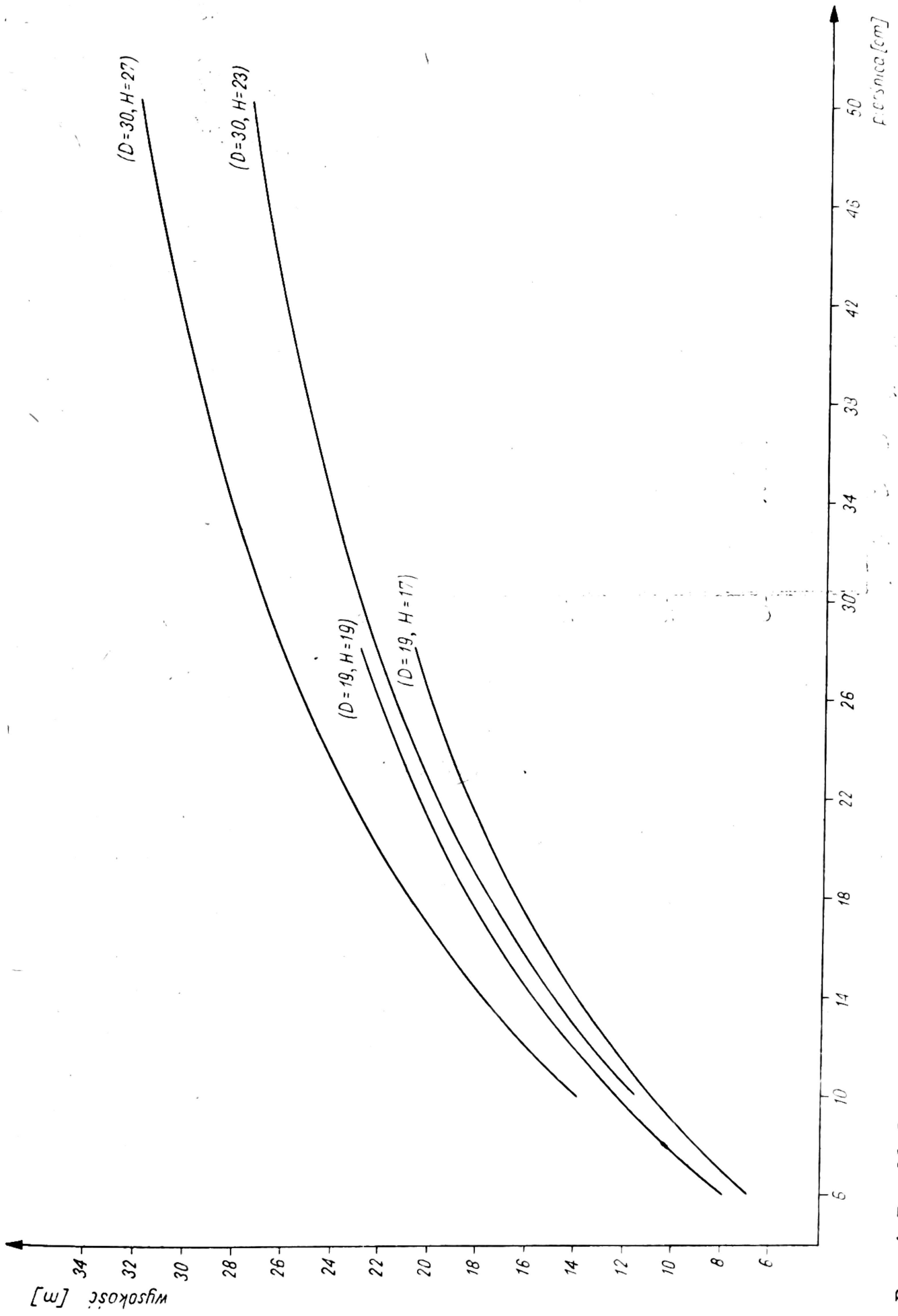
samych parametrach D i H . (ryc. 5). Opracowane w niniejszej pracy równania empiryczne stałych krzywych wysokości wymagają sprawdzenia i ewentualnej korekty na obszerniejszym materiale empirycznym.

WNIOSKI

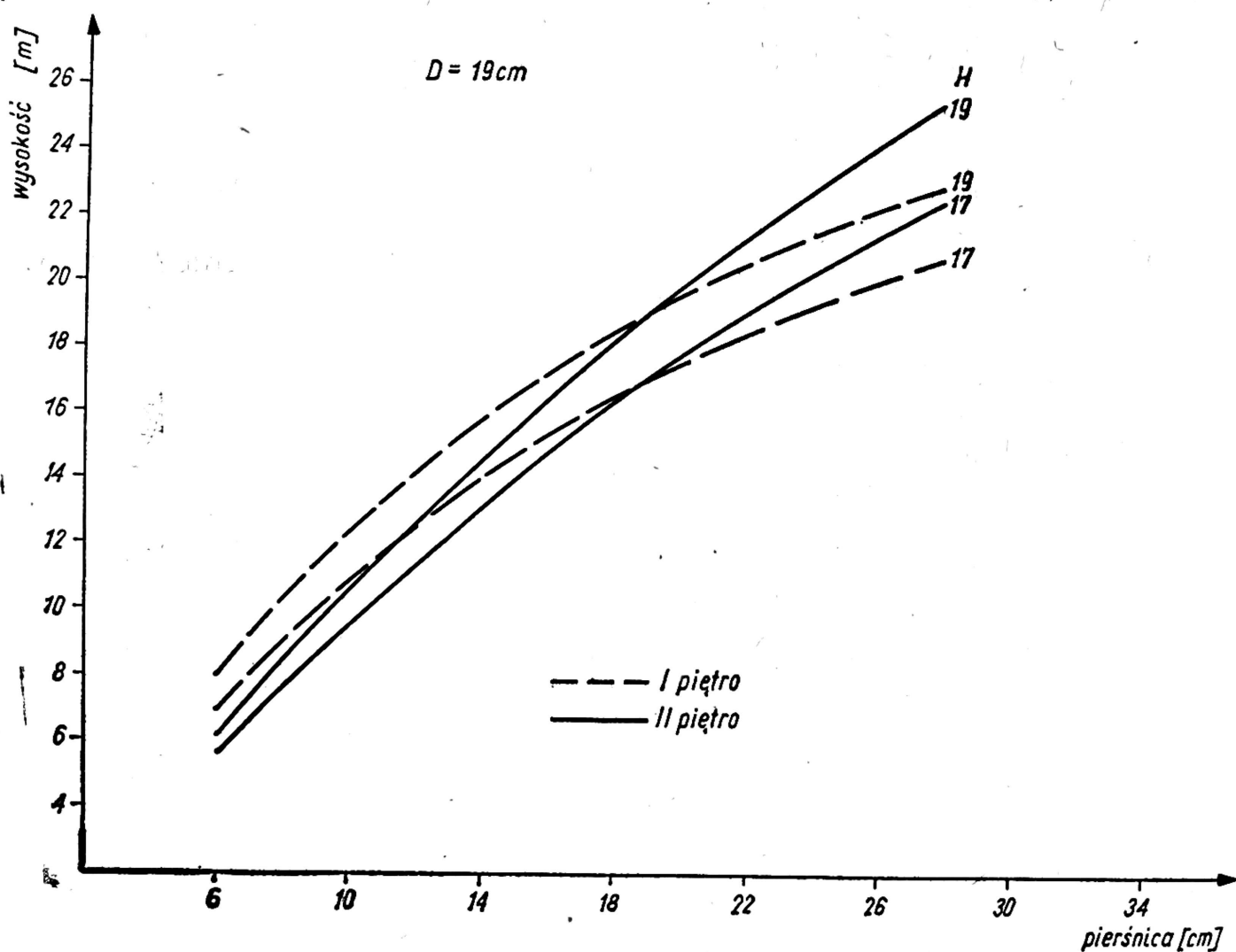
1. Funkcja Näslunda jest odpowiednia do charakteryzowania związku między wysokością a pierśnicą w poszczególnych drzewostanach i może służyć do opracowania stałych krzywych wysokości dla świerka z drzewostanów sosnowo-świerkowych i świerkowo-sosnowych pn.-wsch. część Polski

2. Dla świerka z drzewostanów mieszanych z udziałem sosny i świerka należy oddzielnie opracować stałe krzywe wysokości dla poszczególnych warstw. Gwarantuje to większą dokładność otrzymywania wyników.

3. Dokładność określania średniej wysokości dla stopni pierśnic będzie zależała od liczby krzywych wysokości. Element ten nie ma znaczenia przy bezpośrednim korzystaniu ze wzorów empirycznych, co w praktyce możliwe jest przez zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej.



Ryc. 4. Przykładowe krzywe wysokości dla I piętra drzewostanu



Ryc. 5. Porównanie krzywych wysokości dla świerka w I i II piętrze

LITERATURA

1. Bruchwald A., Rymer-Dudzińska T.: Tablice miąższości strzał w korze dla drzewostanów sosnowych. Zesz. Nauk. SGGW-AR Leś. 1978 z. 26.
2. Bruchwald A., Rymer-Dudzińska T.: — Tablice miąższości strzał bez kory dla drzewostanów sosnowych. Zesz. Nauk. SGGW-AR Leś. 1978 z. 26.
3. Näslund M.: — Antalet provträäd och hojdkurwans noggrannhet. Medd. Stat. Skogsförsök. 1929, H. 25.
4. Rymer-Dudzińska T.: Stałe krzywe wysokości dla drzewostanów sosnowych. Zesz. Nauk. SGGW-AR Ser. Rozpr. Nauk. 1978 z. 102.
5. Rymer-Dudzińska T.: Ocena równań regresji określających zależność wysokości od pierśnicy Zesz. Nauk. SGGW-AR Leś. 1978 z. 26.
6. Rymer-Dudzińska T.: Równania stałych krzywych wysokości dla drzewostanów sosnowych. Zesz. Nauk. SGGW-AR Leś. 1978 z. 26.
7. Zaręba R.: Zbiorowiska świerczyn Puszczy Knyszyńskiej. Zesz. Nauk SGGW-AR Leś. 1977, z. 25.
8. Zaręba R.: Świerczyny lasów gospodarczych Puszczy Rominckiej. Zesz. Nauk. SGGW-AR Leś. 1978 z. 26.
9. Zaręba R.: Świerczyny Puszczy Augustowskiej w obrębie Pomorza. Zesz. Nauk. SGGW-AR Leś. 1979 z. 27.

10. Żyбура Н.: Zależność wysokości drzew od pierśnicy podrostów świaжkowych w drzewostanach północно-wschodniej Polski. Zesz. Nauk. SGGW-AR Leś. 1979 z. 27.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 11 marca 1980 r

Краткое содержание

На основании эмпирического материала собранного в 100 смешанных насаждениях с разным участием сосны и ели, предприняты исследования зависимости между высотой и диаметром на высоте груди деревьев. Для выравнивания этой зависимости была применена функция Неслунда.

Анализ коэффициентов направлений этой функции дал возможность разработать зависимость этого коэффициента от средней диаметра на высоте груди и средней высоты насаждения. Таким образом можно было разработать эмпирические уравнения постоянных кривых высоты для ели. Такие уравнения были разработаны отдельно для каждого яруса (7) и (8), а также для всего насаждения (9).

Полученные результаты исследований являются этапом разработки эмпирических уравнений линии объема, а тем самым таблиц объема для ели, возобновляемой естественным образом в насаждениях северо-восточной Польши

Summary

Studies on the relationship between tree height and d.b.h. were undertaken on the basis of empirical material collected in 100 mixed forest stands with varying proportion of pine and spruce. Näslund's function was used for the equalization of this relationship.

Analysis of directional coefficients of this function allowed for the development of relationship between the coefficient on the one hand and the mean d.b.h. and mean height of a stand on the other. Thus one could develop empirical equations of constant height curves for a spruce. Such equations were developed separately for each storey (7) and (8), as well as for the entire stand (9).

Results obtained from these studies constitute a stage of the development of empirical equations of volume lines and, therefore, volume tables for spruce regenerating in a natural way in forest stands of the north-eastern Poland.