

**MAŁGORZATA DUDZIŃSKA**

## Procent miąższości kory w drzewostanach buka karpackiego

Percent bark volume in Carpathian beech stands

### ABSTRACT

The paper provides results from the study on calculating the percent bark volume for two beech stands from Stuposiany and from Dynów and Sucha-Beskidzka Forest Districts. The percent bark volume can be best determined using a percent bark thickness method. The percent bark volume of stands from Dynów and Sucha-Beskidzka can be also determined on the basis of their mean dbh, height, age or volume while  $P_{V_k}$  of stands in Stuposiany can be determined only on the basis of percent bark thickness, the remaining characteristics do not ensure the desired accuracy.

### KEY WORDS

beech, percent bark volume, empirical equations

### Wstęp

Jednym ze sposobów określania miąższości drzewostanu bez kory jest zastosowanie przy jej wyznaczaniu procentu miąższości kory. Dla celów praktyki procent miąższości kory odczytuje się z tablic lub specjalnie opracowanych tabel albo określa z wzorów empirycznych. W Polsce opracowano tabele dla sosny [Płoński 1937; Radwański 1955; Trampler 1954; Rymer-Dudzińska 1976], świerka [Radwański 1956], jodły [Radwański 1956] i olszy [Radwański 1956], a także wzory empiryczne dla dębu [Meixner 1979], sosny [Rymer-Dudzińska 1997, 2000] i świerka [Rymer-Dudzińska 1981]. Brak jest opracowań dla innych gatunków drzew.

Celem niniejszej pracy jest zaproponowanie odpowiednich wzorów empirycznych służących do określania procentu miąższości kory dla buka karpackiego.

### Materiał badawczy

Materiał wzięty do badań pochodził z 56 powierzchni założonych w drzewostanach bukowych położonych w południowej części Polski, w nadleśnictwach: Stuposiany (36 pow.), Dynów (10 pow.) i Sucha-Beskidzka (10 pow.).

Na powierzchniach badawczych zmierzono pierśnice wszystkich drzew oraz wysokości 25 drzew. Z obrzeży powierzchni wybrano i ścięto po 10 drzew próbnych, na których określono wiek oraz przeprowadzono pomiary w celu wyznaczenia miąższości w korze i bez kory.

Na podstawie wykonanych pomiarów określono dla każdego drzewostanu przeciętną

#### MAŁGORZATA DUDZIŃSKA

Zakład Urządzania i Monitoringu Lasu  
Instytut Badawczy Leśnictwa  
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3  
00-973 Warszawa  
M.Dudzinska@ibles.waw.pl

pierśnicę, wysokość, wiek, miąższość w korze oraz przeciętną wartość procentu miąższości kory i procentu grubości kory na pierśnicy. Procent miąższości kory drzewostanu obliczony został jako iloraz sumy miąższości kory drzew próbnych do sumy miąższości strzał

#### 4 Małgorzata Dudzińska

w korze i pomnożony przez 100. Procent grubości kory jako iloraz sumy grubości kory na pierśnicy do sumy pierśnic w korze, pomnożony przez 100.

Wiek badanych drzewostanów wynosił od 36 do 134 lat. Przeciętna pierśnica kształtowała się od 11,5 do 42,1 cm, a wysokość od 11,3 do 31, 5 m.

#### Wyniki badań

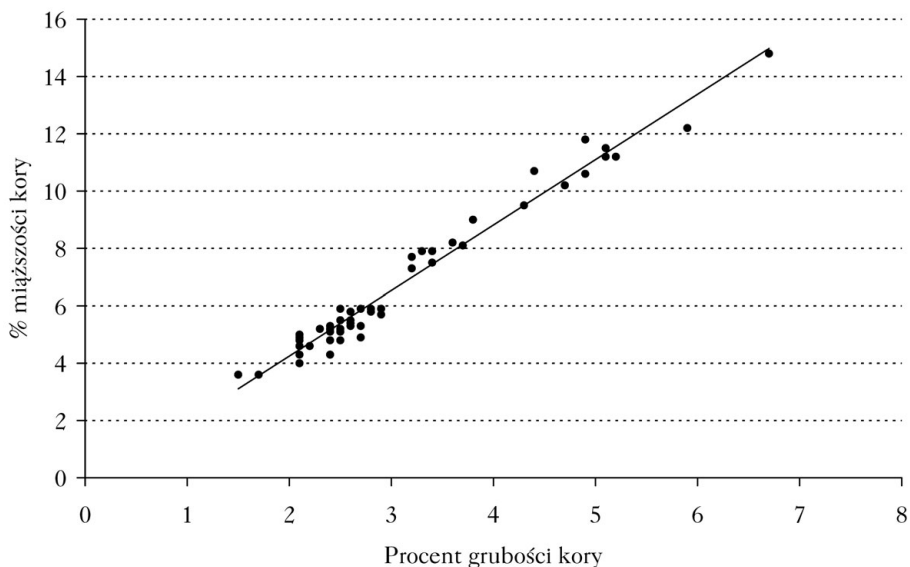
W badanych drzewostanach bukowych procent miąższości kory przyjmował wartości od 3,6 do 14,8%, średnio 6,8%. Współczynnik zmienności tej cechy był duży i wynosił 37,8%. Dla porównania współczynnik zmienności przeciętnej pierśnicy wynosił 28%, wysokości – 19,7%, wieku – 29,6%, miąższości w korze – 60,7% i procentu grubości kory – 35,6%.

Opracowanie równań służących do wyznaczania procentu miąższości kory drzewostanu ( $P_{vk}$ ) sprowadza się do opracowania funkcji przedstawiających zależności procentu miąższości kory od różnych cech drzewostanu i poznania siły tych związków. Cechy drzewostanu uwzględnione w badaniach obejmowały: przeciętną pierśnicę ( $D$ ), wysokość ( $H$ ), wiek drzewostanu ( $W$ ), średnią miąższość drzew drzewostanu w korze ( $V_k$ ) i średni procent grubości kory na pierśnicy ( $P_{dk}$ ).

Przeprowadzone badania wykazały, że cechą najsilniej związaną z procentem miąższości kory był procent grubości kory na pierśnicy. Siła tego związku opisana współczynnikiem korelacji wyniosła 0,986. Wraz ze wzrostem procentu grubości kory, procent miąższości kory również rośnie (ryc. 1). Jest to zależność prostoliniowa, którą opisuje równanie:

$$P_{vk} = -0,3175 + 2,2829 \cdot P_{dk} \quad [1]$$

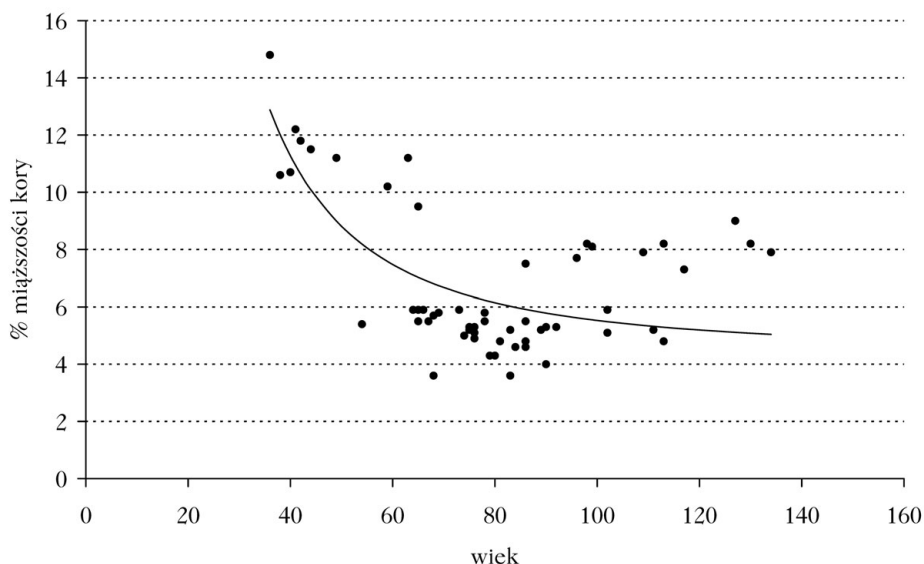
Pozostałe zależności miały charakter krzywoliniowy. Spośród nich najsilniej związany z  $P_{vk}$  był wiek drzewostanu  $R=0,700$ . Z wiekiem procent miąższości kory przyjmuje coraz mniejsze wartości (ryc. 2). Im drzewa są starsze tym miąższość kory ma mniejszy udział w miąższości



Ryc. 1.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{vk}$  za pomocą linii regresji opisanej wzorem [1]

Levelling of  $P_{vk}$  real values using regression lines described in the formula [1]



Ryc. 2.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{Vk}$  za pomocą linii regresji opisanej wzorem [2]  
 Levelling of  $P_{Vk}$  real values using regression lines described in the formula [2]

strzał w korze. Równanie przedstawiające zależność  $P_{Vk} - W$  przyjęło postać:

$$P_{Vk} = 4,4353 + \frac{10941,8384}{W^2} \quad [2]$$

Niewiele słabszą korelacją odznaczał się związek  $P_{Vk}$  z miąższością drzew drzewostanu. Wraz ze wzrostem tej cechy procent miąższości kory maleje (ryc. 3). Współczynnik korelacji wyniósł  $R=0,670$ . Otrzymane równanie empiryczne prezentuje się następująco:

$$P_{Vk} = 5,3291 + \frac{0,5822}{V_k} \quad [3]$$

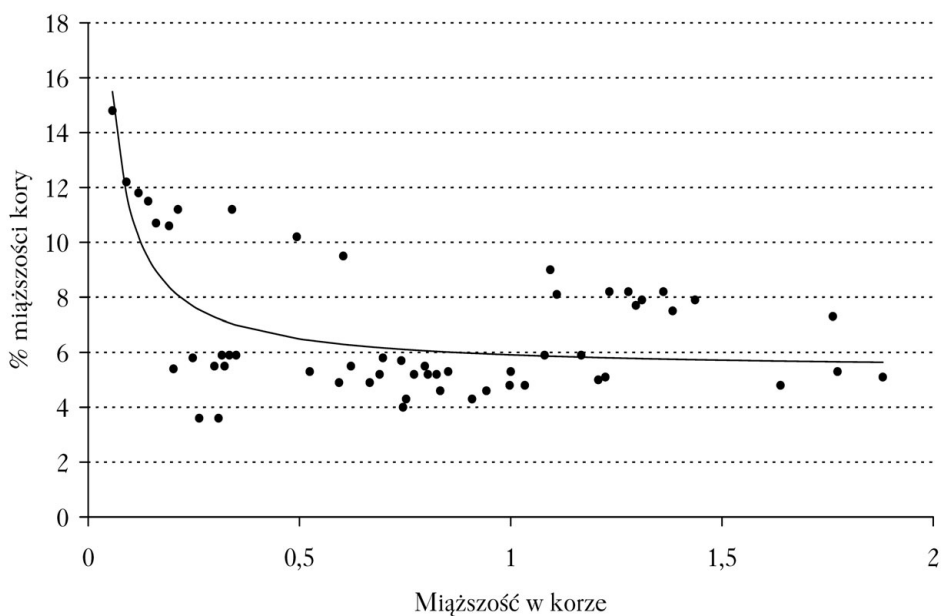
Wartości  $P_{Vk}$  maleją również wraz ze wzrostem przeciętnej pierśnicy drzewostanu (ryc. 4). Oznacza to, iż drzewostany o dużych wartościach  $D$  charakteryzują się mniejszym udziałem miąższości kory. Współczynnik korelacji opisujący badaną zależność wyniósł  $R=0,666$ . Równanie na podstawie, którego można wyznaczyć  $P_{Vk}$  przyjęło postać:

$$P_{Vk} = 4,6762 + \frac{1184,7427}{D^2} \quad [4]$$

Podobnie na procent miąższości kory wpływa przeciętna wysokość drzewostanu. W drzewostanach wyższych stwierdzono mniejszy udział kory w miąższości drzew (ryc. 5). Siła badanego związku określona współczynnikiem korelacji była najniższa spośród analizowanych zależności ( $R=0,546$ ). Równanie na podstawie, którego można określić przeciętny procent miąższości kory znając przeciętną wysokość drzewostanu przedstawiono poniżej.

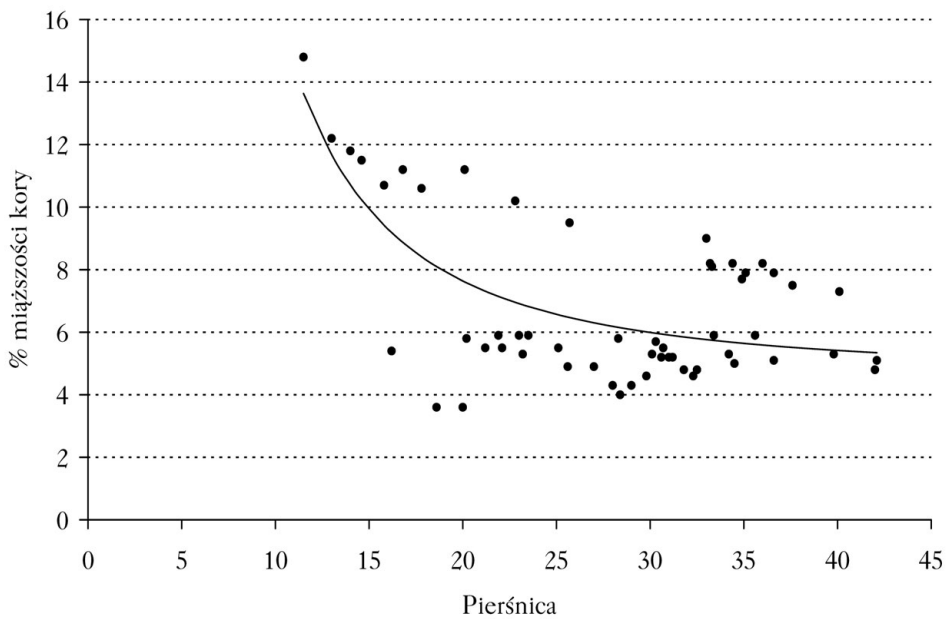
$$P_{Vk} = 4,3486 + \frac{1201,9595}{H^2} \quad [5]$$

## 6 Małgorzata Dudzińska



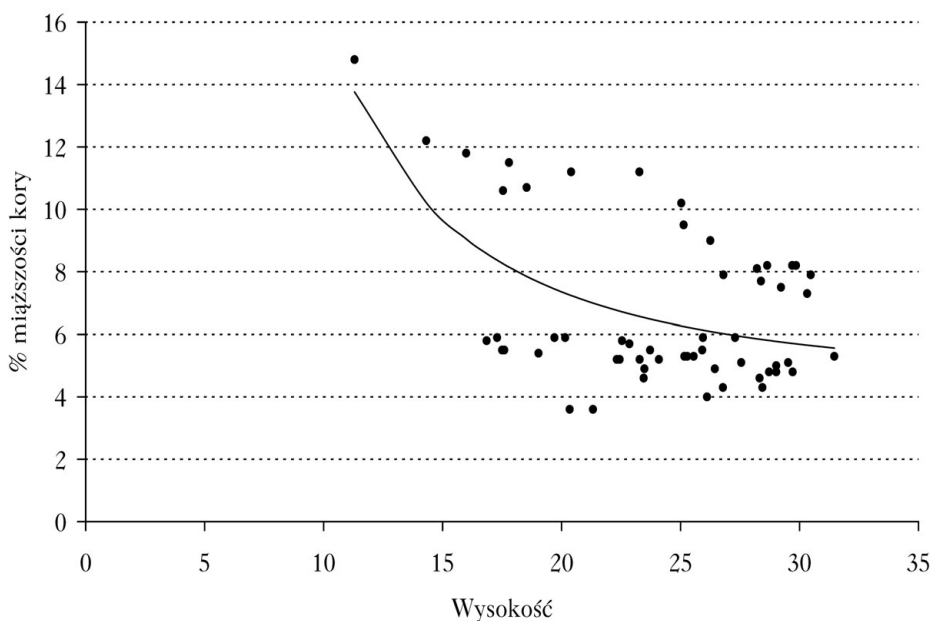
Ryc. 3.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{V_k}$  za pomocą linii regresji opisanej wzorem [3]  
 Levelling of  $P_{V_k}$  real values using regression lines described in the formula [3]



Ryc. 4.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{V_k}$  za pomocą linii regresji opisanej wzorem [4]  
 Levelling of  $P_{V_k}$  real values using regression lines described in the formula [4]



Ryc. 5.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{V_k}$  za pomocą linii regresji opisanej wzorem [5]  
 Levelling of  $P_{V_k}$  real values using regression lines described in the formula [5]

We wszystkich przypadkach współczynniki korelacji istotnie różnią się od zera przy  $\alpha=0,05$  i  $0,01$ .

Błędy średnie zaprezentowanych wzorów są bardzo duże i wynoszą dla wzoru [2]  $\pm 28,7\%$ , dla wzoru [3]  $\pm 30,7\%$ , dla wzoru [4]  $\pm 32,8\%$  i dla wzoru [5]  $\pm 32,5\%$ . Jedynie wzór [1] opisujący zależność procentu miąższości kory od procentu grubości kory na pierśnicy charakteryzuje się stosunkowo małym błędem wynoszącym  $\pm 6,9\%$ .

Przyglądając się przedstawionym w pracy rycinom obrazującym współzależności badanych cech, można zauważyć, że wartości procentu miąższości kory drzewostanu tworzą dwie, wyraźnie oddzielające się od siebie grupy punktów o różnym przebiegu, układające się dokładnie nad i pod liniami wyrównującymi (ryc. 2, 3, 4, 5). Dokładniejsza analiza wykazała, że wartości  $P_{V_k}$  znajdujące się pod linią pochodzą z powierzchni położonych w nadleśnictwie Stuposiany, natomiast wartości  $P_{V_k}$  układające się nad linią, z nadl. Dynów i Sucha-Beskidzka. Takie rozmieszczenie oznacza, że powierzchnie z nadl. Stuposiany charakteryzują się o wiele mniejszymi wartościami procentu miąższości kory niż powierzchnie z Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej. Sugeruje to występowanie lokalnych zmian procentu miąższości kory u buka karpackiego.

Zdecydowano się przeanalizować obie grupy powierzchni oddzielnie. Ich charakterystyki podano w tabeli.

Średnie wartości procentu miąższości kory u buka z Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej są prawie dwa razy większe niż u buka ze Stuposian. Również zmienność  $P_{V_k}$  jest dwukrotnie większa dla buka „dynowskiego”. W porównaniu ze współczynnikiem zmienności  $P_{V_k}$  całego materiału, współczynniki buka pochodzącego zarówno z jednego jak i z drugiego rejonu są o wiele mniejsze.

## 8 Małgorzata Dudzińska

Tabela.

Charakterystyka powierzchni  
Plots characteristic

	Stuposiany				Dynów, Sucha-Beskidzka			
	Śr.	Min.	Max.	Wsp. zmienności	Śr.	Min.	Max.	Wsp. zmienności
$D$	28,9	16,2	42,1	22,0%	26,3	11,5	40,1	37,8%
$H$	24,3	16,9	34,5	16,3%	23,9	11,3	30,5	25,3%
$W$	78,4	54	113	17,3%	79,3	36	134	44,2%
$V_k$	0,789	0,202	1,881	52,8%	0,784	0,057	1,763	74,7%
$P_{dk}$	2,4	1,5	2,9	12,8%	4,3	3,2	6,7	22,9%
$P_{Vk}$	5,1	3,6	5,9	12,0%	9,7	7,3	14,8	20,8%

W dalszym toku prac zbadano kształtowanie się zależności procentu miąższości kory od zaproponowanych wcześniej cech dla obu regionów. Analiza dowiodła, że buk bieszczadzki wykazuje bardzo słaby związek z przeciętną pierśnicą ( $R=0,055$ ), wysokością ( $R=0,320$ ), wiekiem ( $R=0,325$ ) i miąższością drzewostanu ( $R=0,065$ ). We wszystkich przypadkach  $R$  nie różni się istotnie od zera przy  $\alpha=0,05$ . Jedynie zależność procentu miąższości kory od procentu grubości kory na pierśnicy jest istotna i można ją zaliczyć do silnych ( $R=0,861$ ).

Wszystkie związki, oprócz  $P_{Vk} - P_{dk}$ , są krzywoliniowe. Opisujące je równania przybrały postać:

$$P_{Vk} = 5,1936 - \frac{47,0874}{D^2} \quad [6]$$

$$P_{Vk} = 4,5978 + \frac{286,4862}{H^2} \quad [7]$$

$$P_{Vk} = 4,5105 + \frac{3498,8217}{W^2} \quad [8]$$

$$P_{Vk} = 5,0648 + \frac{0,0361}{V_k} \quad [9]$$

$$P_{Vk} = 0,9745 + 1,7088 \cdot P_{dk} \quad [10]$$

Błędy średnie oszacowania procentu miąższości kory drzewostanu dla buka ze Stuposian zaprezentowanymi wzorami wynoszą odpowiednio  $\pm 13,8\%$ ,  $\pm 13,7\%$ ,  $\pm 13,4\%$ ,  $\pm 14,1\%$  i  $\pm 6,4\%$ .

Buk pochodzący z Dynowa i Suche-Beskidzkiej charakteryzuje się bardzo silną współzależnością badanych cech. Współczynniki korelacji oceniające moc związków wynoszą  $R=0,965$  dla zależności  $P_{Vk} - D$ ,  $R=0,947$  dla  $P_{Vk} - H$ ,  $R=0,892$  dla  $P_{Vk} - W$ ,  $R=0,964$  dla  $P_{Vk} - V_k$ , i  $R=0,981$  dla  $P_{Vk} - P_{dk}$ . We wszystkich przypadkach korelacja okazała się istotna przy  $\alpha = 0,05$  i  $0,01$ .

Otrzymane równania prezentują się następująco:

$$P_{Vk} = 5,2990 + \frac{97,6168}{D} \quad [11]$$

$$P_{Vk} = 17,2422 - 0,3168 \cdot H \quad [12]$$

$$P_{Vk} = 5,8290 + \frac{248,3083}{W} \quad [13]$$

$$P_{Vk} = 8,4251 \cdot V_k^{-0,1722} \quad [14]$$

$$P_{Vk} = 1,0406 + 2,0103 \cdot P_{dk} \quad [15]$$

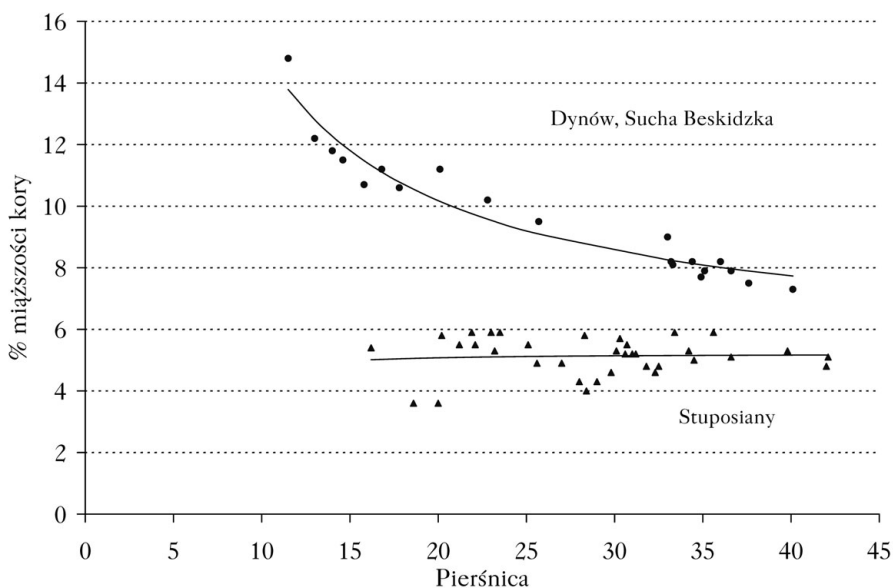
Błąd standardowy oszacowania procentu miąższości kory wzorem [11] uwzględniającym przeciętną pierśnicę drzewostanu wynosi  $\pm 4,9\%$ , a średnia arytmetyczna błędów  $+0,3\%$ .

Błąd wzoru [12] wynosi  $\pm 6,2\%$  (średnia arytm.  $+0,4\%$ ), wzoru [13]  $\pm 8,6\%$  (średnia arytm.  $+0,7\%$ ), wzoru [14]  $\pm 4,9\%$  (średnia arytm.  $+0,1\%$ ) i wzoru [15]  $\pm 3,7\%$  (średnia arytm.  $+0,1\%$ ).

Na rycinach 6-10 przedstawiono oddzielnie przebieg funkcji wyrównujących procent miąższości kory, dla dwóch grup buka – ze Stuposian i z Dynowa wraz z Suchą-Beskidzką.

Wartości procentu miąższości kory buka bieszczadzkiego (Stuposiany) układają się na wykresach poniżej wartości dla Dynowa i Suchej-Beskidzkiej i niemal równoległe do osi rzędnych. Tak więc linie wyrównujące wartości procentu miąższości kory, dla dwóch omawianych rejonów, mają zupełnie różne położenie i przebieg. Jedynie linia opisująca zależność  $P_{Vk} - P_{dk}$  dla obu grup jest niemal jednakowa i można uznać, że linia dla Dynowa jest przedłużeniem linii dla Stuposian (ryc. 9). W tym jednym przypadku do wyznaczania procentu miąższości kory można pokusić się o opracowanie wspólnego równania [1], choć oczywiście dokładniejsze będą równania opracowane dla każdej grupy osobno [10, 15].

Przeprowadzone badania wskazują, że nie powinno się łączyć materiałów pochodzących z dwóch omawianych rejonów i opracowywać wspólnych dla nich równań. Prowadzić to może do

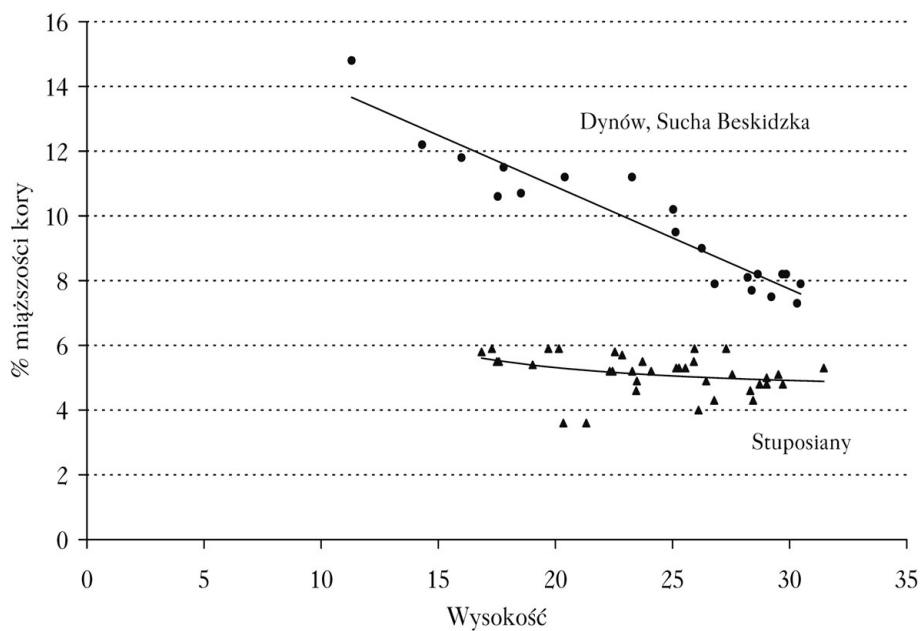


Ryc. 6.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{Vk}$  od przeciętnej pierśnicy dla Stuposian oraz Dynowa i Suchej-Beskidzkiej

Levelling of  $P_{Vk}$  real values to the mean dbh for Stuposiany and Dynów and Sucha-Beskidzka

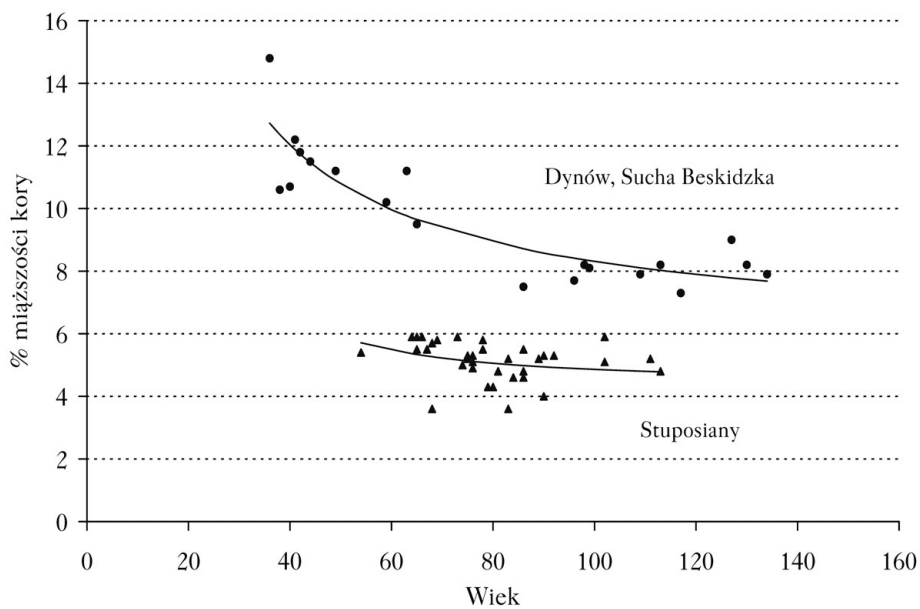
## 10 Małgorzata Dudzińska



Ryc. 7.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{V_k}$  od średniej wysokości dla Stuposian oraz Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej

Levelling of  $P_{V_k}$  real values to the height for Stuposiany and Dynów and Sucha-Beskidzka

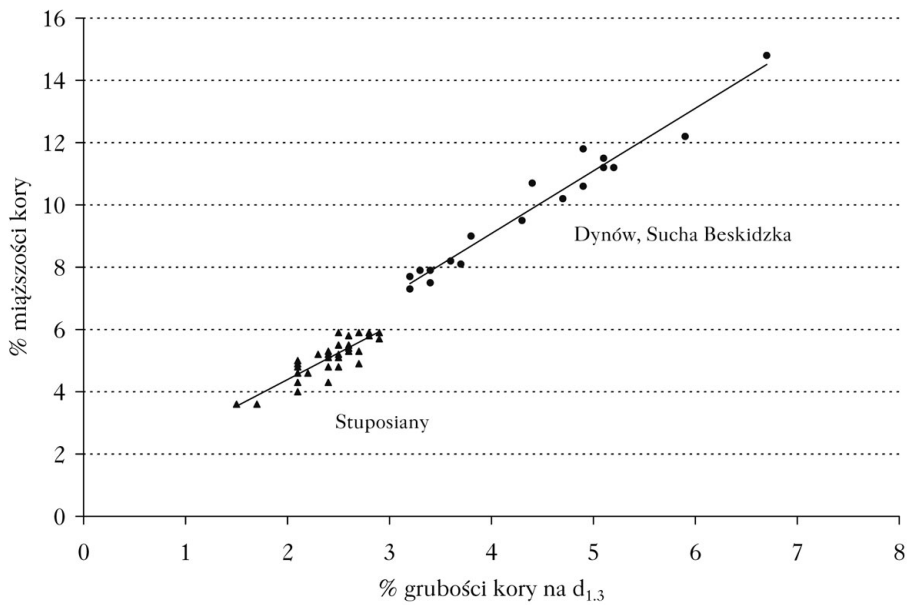


Ryc. 8.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{V_k}$  od wieku dla Stuposian oraz Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej

Levelling of  $P_{V_k}$  real values to the age for Stuposiany and Dynów and Sucha-Beskidzka

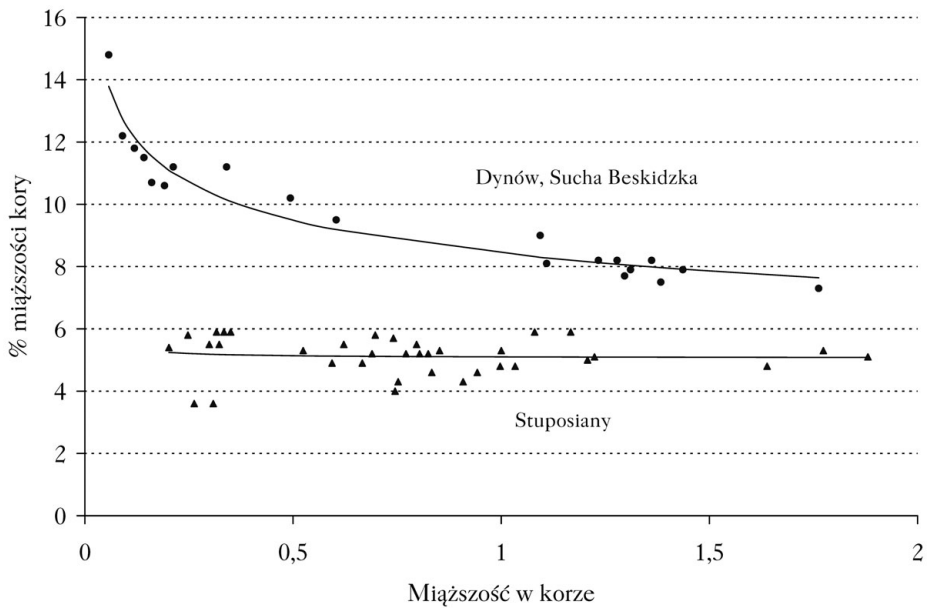




Ryc. 9.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{Vk}$  od procentu grubości kory dla Stuposian oraz Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej

Levelling of  $P_{Vk}$  real values to the percent bark thickness for Stuposiany and Dynów and Sucha-Beskidzka



Ryc. 10.

Wyrównanie wartości rzeczywistych  $P_{Vk}$  od miąższości w korze dla Stuposian oraz Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej

Levelling of  $P_{Vk}$  real values to the volume for Stuposiany and Dynów and Sucha-Beskidzka

## 12 Małgorzata Dudzińska

powstania błędów systematycznych, w opisanym przypadku dodatnich dla Stuposian i ujemnych dla Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej.

W Dynowie i Sucheja-Beskidzkiej można wyznaczać procent miąższości kory na podstawie przeciętnej pierśnicy, wysokości, wieku, miąższości drzew drzewostanu w korze i procentu grubości kory. Najdokładniejszym sposobem jest określanie procentu miąższości kory przy pomocy procentu grubości kory.

W Stuposianach  $P_{V_k}$  można wyznaczyć jedynie na podstawie procentu grubości kory. Pozostałe cechy są słabo powiązane z procentem miąższości kory i nie gwarantują pożądanej dokładności.

### Podsumowanie i wnioski

✚ Zbadano zależność procentu miąższości kory drzewostanu od przeciętnej pierśnicy, wysokości, wieku, miąższości w korze i procentu grubości kory na pierśnicy. Badania wykonano dla buka karpackiego.

Wykazano, że procent miąższości kory najmocniej zależy od procentu grubości kory na pierśnicy ( $r=0,972$ ), a najsłabiej od przeciętnej wysokości ( $r=0,525$ ). Błędy opracowanych równań okazały się wysokie - dla wzoru [2]  $\pm 28,7\%$ , dla wzoru [3]  $\pm 30,7\%$ , dla wzoru [4]  $\pm 32,8\%$  i dla wzoru [5]  $\pm 32,5\%$ . Jedynie wzór [1] opisujący zależność procentu miąższości kory od procentu grubości kory na pierśnicy charakteryzuje się stosunkowo małym błędem wynoszącym  $\pm 6,9\%$ .

✚ Sugerując się układem wartości procentu miąższości kory na rycinach przeanalizowano materiał oddzielnie dla buka pochodzącego ze Stuposian oraz Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej. Wykazano dużą różnicę w położeniu oraz przebiegu linii regresji wyrównujących wartości procentu miąższości kory dla obu grup, co może świadczyć o lokalnym zróżnicowaniu miąższości kory u buka karpackiego.

✚ Procent miąższości kory drzewostanów ze Stuposian charakteryzuje się o wiele niższymi wartościami od procentu miąższości kory drzewostanów z Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej. Wykazuje również bardzo słabą zależność od badanych cech. Wyjątek stanowi jedynie związek z procentem grubości kory, dla którego współczynnik korelacji wyniósł  $R=0,861$ .

✚ W drugiej grupie drzewostanów pochodzących z Dynowa i Sucheja-Beskidzkiej związku pomiędzy badanymi cechami są bardzo silne. Procent miąższości kory w największym stopniu zależy od przeciętnej procentu grubości kory na pierśnicy ( $R=0,981$ ), następnie przeciętnej pierśnicy ( $R=0,965$ ), przeciętnej miąższości drzew drzewostanu w korze ( $R=0,964$ ), przeciętnej wysokości ( $R=0,947$ ), a najmniej od wieku drzewostanu ( $R=0,892$ ).

### Literatura

- Mieixner J. 1979. Udział kory w miąższości drzewostanu dębowego. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CXIII. 47-54.
- Trampler T. 1954. Obliczanie miąższości drzewostanów sosnowych dla potrzeb zarządzania lasu. Roczniki Nauk Leśnych. t. VI.
- Płoński W. 1937. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. Sosna. IBLP, Warszawa.
- Radwański B. 1955. Tablice miąższości i zbieżności dłużyc, kłód i wyrzynków dla strzały sosny. Roczniki Nauk Leśnych. t. X.
- Radwański B. 1956. Tablice miąższości i zbieżności dłużyc, kłód i wyrzynków strzały dla świerka. Roczniki Nauk Leśnych. t. 16.
- Radwański B. 1956. Tablice miąższości i zbieżności dłużyc, kłód i wyrzynków strzały dla jodły. Roczniki Nauk Leśnych. t. 16.
- Radwański B. 1956. Tablice miąższości i zbieżności dłużyc, kłód i wyrzynków strzały dla olszy. Roczniki Nauk Leśnych. t. 16.

- Rymer-Dudzińska T. 1976. Udział kory w miąższości drzewostanów sosnowych. Folia Forestalia Polonica. Ser. A. 22: 223-236.
- Rymer-Dudzińska T. 1981. Udział kory w miąższości świerka w drzewostanach świerkowo-sosnowych i sosnowo-świerkowych. Sylwan 7, 8, 9:87-92.
- Rymer-Dudzińska T. 1997. Wzory empiryczne do określenia procentu miąższości kory sosny. Sylwan 6: 17-20.
- Rymer-Dudzińska T. 2000. Geograficzna zmienność procentu miąższości kory w drzewostanach sosnowych. „Przestrzenne zróżnicowanie wzrostu sosny”. Fundacja SGGW. 65-76.

## SUMMARY

### Percent bark volume in Carpathian beech stands

The material was collected from 56 beech study sites located in southern Poland in the forest districts of Stuposiany (36 sites), Dynów (10 sites) and Sucha-Beskidzka (10 sites).

The age of the stands was 36 to 134. The mean dbh ranged from 11.5 to 42.1 cm and height – from 11.3 to 31.5 m.

The empirical equations for the percent bark volume were based on the analysis of the relationship between the percent bark volume and selected stand characteristics: mean dbh ( $D$ ), height ( $H$ ), age ( $W$ ), volume ( $V_k$ ) and mean percent bark thickness on dbh ( $P_{dk}$ ). The analysis of the entire material and regression equations indicated that the values of the percent bark volume of stands from the study sites in Stuposiany were noticeably lower than those from the study sites in Dynów and Sucha-Beskidzka. This may account for a local differentiation in bark volume of the Carpathian beech.

The both groups of the study sites were analysed separately. The analysis revealed that the materials from the two discussed regions should not be studied jointly, and the equations should be developed separately for each group to avoid systemic errors - positive for Stuposiany and negative for Dynów and Sucha-Beskidzka.

The percent bark volume of stands in Dynów and Sucha-Beskidzka can be determined on the basis of their mean dbh, height, age, volume under bark and percent bark thickness. The percent bark thickness is the best method to determine the percent bark volume.

$P_{V_k}$  of stands in Stuposiany can be determined only on the basis of the percent bark thickness, while other characteristics do not ensure the desired accuracy.