

BOLESŁAW RUTKOWSKI

## Przydatność tabel zasobności Schwappacha dla oceny niektórych cech taksacyjnych drzewostanów sosnowych

Пригодность таблиц хода роста по Шваппаху для оценки некоторых таксационных свойств сосновых древостоев

Usefulness of Schwappach's Volume Tables for Estimation of Certain Valuation Properties of Pine Stands

1. Dane są dwa zbiory rzeczywistych drzewostanów sosnowych litych, na których przykładzie rozważać będziemy następujące zagadnienia:

a) w jakim stopniu klasyfikacja drzewostanów reprezentowanych przez te zbiory jest właściwa przy użyciu tabel zasobności Schwappacha (Szymkiewicz, 1952);

b) w jakim stopniu czynnik zadrzewienia (stosunek miąższosci drzewostanu rzeczywistego do miąższosci drzewostanu tabelarycznego) spełnia te funkcje, które przypisuje mu praktyka urzędzeniowa, a w szczególności: czy czynnik zadrzewienia stanowi dostatecznie wierną ocenę stanu rozwojowego drzewostanu i jego potrzeb hodowlanych oraz o ile czynnik zadrzewienia może podlegać optycznemu szacunkowi taksatora.

2. Dla każdego z drzewostanów rzeczywistych obu zbiorów oznaczone zostały: wiek, przeciętna wysokość, przeciętna pierśnica, miąższość na 1 ha oraz klasa bonitacji. Są to wyniki pomiaru:

a) 80 drzewostanów sosnowych litych różnego wieku i bonitacji z dwóch sąsiadujących nadleśnictw OZLP w Żarach (40 drzewostanów w nadl. Radzików i 40 drzewostanów w nadl. Kunowice),

b) 50 drzewostanów sosnowych litych różnego wieku i bonitacji z nadleśnictwa Chojnów OZLP w Siedlcach.

Dane pomiarowe uzyskano podczas prac inwentaryzacyjnych (nadm. Radzików i Kunowice w r. 1952/53, nadm. Chojnów w r. 1955), w trybie obowiązującym powszechnie w leśnej praktyce urzędzeniowej (poверхніе пробне в дрэвостанах прадрэбных, całkowity pomiar drzewostanów rębnych, obliczanie miąższosci przy użyciu tabel miąższosci dla drzew stojących Grundnera-Schwappacha, lub tabel Lera); klasa bonitacji została określona na podstawie porównania przeciętnej wysokości drzewostanu rzeczywistego z przeciętną wysokością drzewostanu tabelarycznego tego samego wieku w tabelach zasobności Schwappacha (por. par. 84 „Instrukcji Urządzania La-

su” Warszawa 1957). Zadrzewienie zostało określone na podstawie stosunku rzeczywistej masy grubizny drzewostanu na 1 ha do całkowitej masy grubizny tabelarycznej o tej samej klasie bonitacji drzewostanu i w tym samym wieku według tabel zasobności S c h w a p p a c h a jako łączna masa grubizny drzewostanu głównego i podrzędnego (por. par. 81 „Instrukcji Urządzania Lasu”).

Rozkład badanych drzewostanów w klasach wieku i w klasach bonitacji przedstawiają tabele 1 i 2.

Tabela 1

Klasa wieku	Nadleśnictwa			
	Radzików, Kunowice		Chojnów	
	liczba drzewostanów	%	liczba drzewostanów	%
21— 40 l	8	10,0	22	44,0
41— 60 l	18	22,5	11	22,0
61— 80 l	25	31,2	10	20,0
81—100 l	17	21,3	7	14,0
101 i wyż.	12	15,0	—	—
Razem	80	100,0	50	100,0

Tabela 2

Klasa bonitacji	Nadleśnictwa			
	Radzików, Kunowice		Chojnów	
	liczba drzewostanów	%	liczba drzewostanów	%
Ia	—	—	3	6,0
Ia/I	—	—	4	8,0
I	5	6,2	12	24,0
I/II	—	—	7	14,0
II	18	22,5	16	32,0
II/III	7	8,8	4	8,0
III	18	22,5	2	4,0
III/IV	5	6,2	2	4,0
IV	13	16,3	—	—
IV/V	8	10,0	—	—
V	6	7,5	—	—
Razem	80	100,0	50	100,0

3. Miąższość drzewostanu rzeczywistego (i) można określić wzorem:

$$V_i = N_i \cdot \frac{d_i^2 \cdot H_i}{4} \cdot F_i \quad (1)$$

w którym:

- $V_i$  — miąższość na 1 ha,
- $N_i$  — liczba drzew na 1 ha,
- $d_i$  — przeciętna pierśnica,
- $H_i$  — przeciętna wysokość,
- $F_i$  — drzewostanowa liczba kształtu;

natomiast miąższość drzewostanu tabelarycznego tej samej klasy bonitacyjnej i tego samego wieku analogicznie:

$$V_T = N_T \cdot \frac{d_T^2 \cdot H_T}{4} \cdot F_T \quad (2)$$

Dzieląc równanie (1) przez równanie (2) i zastępując ilorazy:

$$\frac{V_i}{V_T}, \frac{N_i}{N_T}, \frac{d_i}{d_T}, \frac{H_i}{H_T}, \frac{F_i}{F_T} \text{ odpowiednio przez wielkości:}$$

$C_V, C_N, C_d, C_H, C_F$  otrzymamy:

$$C_V = C_N \cdot C_d^2 \cdot C_H \cdot C_F \quad (3)$$

4. Zauważmy, że charakterystyka drzewostanów rzeczywistych przy pomocy czynników  $C_V, C_N, C_d, C_H, C_F$  pozwala na jednolitą liczbową ocenę drzewostanów zbioru bez względu na wiek i klasę bonitacji każdego z poszczególnych drzewostanów. Załóżmy dalej, że czynnik liczby kształtu  $C_F$  każdego z naszych drzewostanów rzeczywistych jest równy jedności i obliczmy wartości czynników pozostałych, tj.  $C_V, C_N, C_d, C_H$ . A ponadto:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_H = 0,982 \text{ dla drzewostanów nadl. Radzików i Kunowice,}$$

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_H = 1.004 \text{ dla drzewostanów nadl. Chojnow.}$$

Oznacza to, że średnie wartości pozostałych czynników  $C_V, C_N, C_d$  nie są obciążone istotnym błędem powstałym skutek zaokrąglenia bonitacji (2).

Zakładamy, że średnie wartości czynników:  $C_V, C_N, C_d, C_H, C_F$  dla drzewostanów, na podstawie których Schwappach zestawił swoje tabele zasobności, nazwijmy je umownie drzewostanami Schwappach, są wszystkie równe jedności. (Założenie to jest jedynie możliwe, ponieważ każde inne podważyłoby prawidłowość zestawienia tych tabel). Z rozważań naszych wyeliminujemy czynniki  $C_H, C_F$ , co do któ-

rych stwierdziliśmy lub założyliśmy w drzewostanach badanych wartości średnie również bliskie lub równe jedności, i obliczymy średnie wartości pozostałych czynników:

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_V, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_N, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_d,$$

oraz odchylenia standardowe tych wartości:  $S_{CV}$ ,  $S_{CN}$ ,  $S_{Cd}$  dla obu zbiorów naszych drzewostanów rzeczywistych. Obliczone parametry porównajmy z odpowiednimi wielkościami drzewostanów Schwappacha (tab. 3, ryc. 1).

Tabela 3

Parametry	Drzewostany		
	nadl. Radzików i Kunowice	nadl. Chojnów	Schwappacha
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_V$	80	50	—
$S_{CV}$	0,72	0,85	1,00
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_N$	0,1912	0,1929	—
$S_{CN}$	0,56	0,58	1,00
$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_d$	0,1870	0,1738	—
$S_{Cd}$	1,15	1,23	1,00
	0,1261	0,1300	—

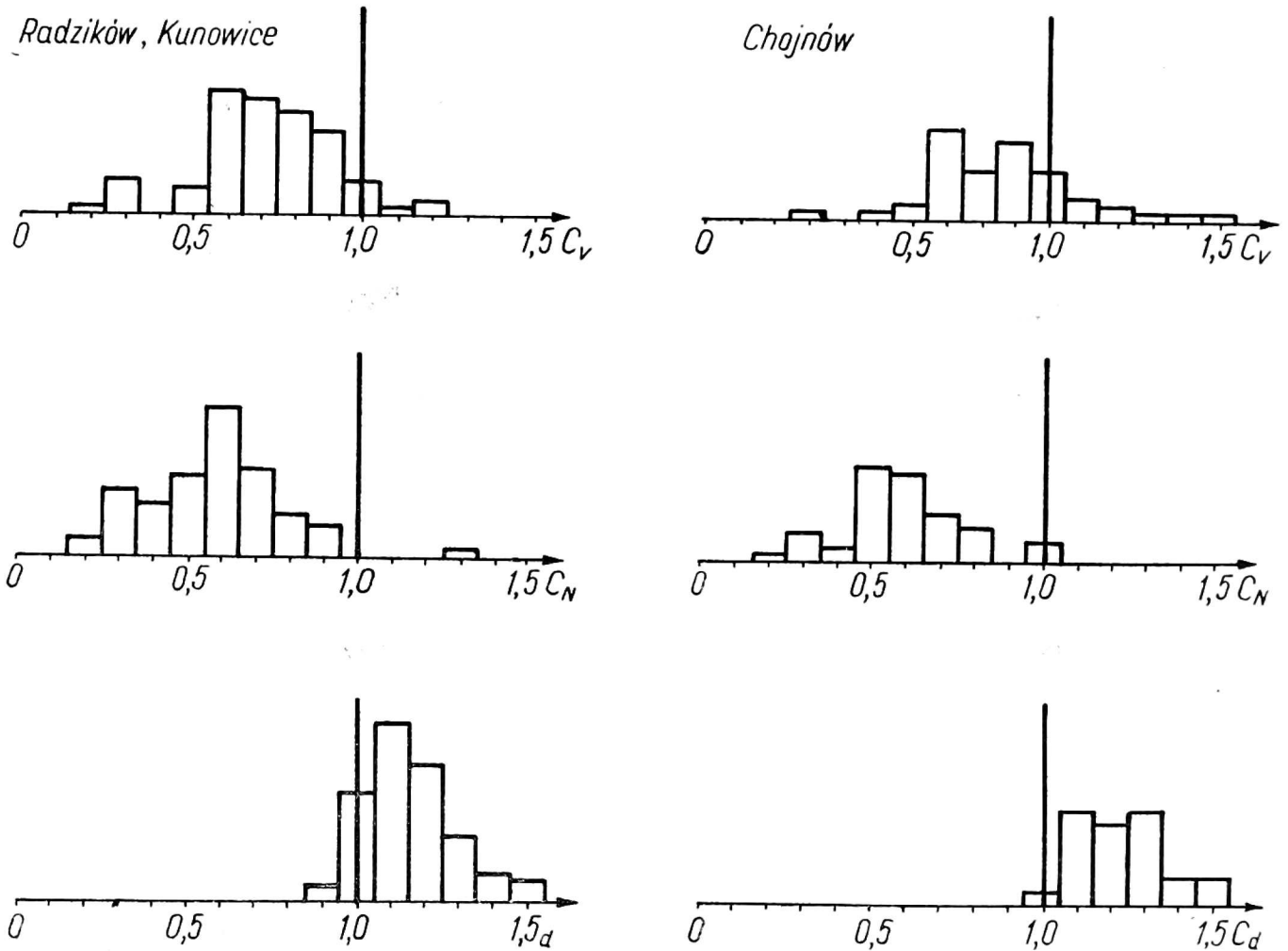
Sprawdźmy hipotezę, że wartości średnie czynników:  $C_V$ ,  $C_N$ ,  $C_d$  obu naszych populacji próbnych są równe 1 w populacji generalnej, co do której zakładamy, że reprezentują ją tabele zasobności Schwappacha. Przy poziomie istotności  $\alpha = 0,0001$ , porównajmy z tablicami statystycznymi (6), przy założeniu rozkładu normalnego naszych czynników, kształtowanie się wartości zmiennej u określonej wyrażeniem:<sup>1</sup>

$$u = \frac{\bar{x} - 1}{s} n$$

w którym  $\bar{x}$  — każdorazowa średnia wartość odpowiedniego czynnika w populacji próbnej,  $s$  — odchylenie standardowe,  $n$  — ilość drzewostanów w populacji próbnej, 1 — średnia wartość naszych czynni-

<sup>1</sup> Jest to stosowana w statystyce matematycznej metoda sprawdzania hipotezy dotyczącej wartości średniej, równej w naszym przypadku 1.

ków dla drzewostanów Schwappacha. Ponieważ w każdym z sześciu przypadków wartość  $u$  zawarta jest w przedziale krytycznym, odpowiadającym prawdopodobieństwu  $P < 0,0001$ , różnice pomiędzy średnimi wartościami czynników  $C_V$ ,  $C_N$ ,  $C_d$ , a wartością 1 dla obu zbiorów



Ryc. 1. Rozkład wartości  $C_V$ ,  $C_N$  i  $C_d$  i porównanie z wartością 1,0

rów drzewostanów rzeczywistych uznajemy za bardzo istotne, a postawioną hipotezę odrzucamy.

Przy sposobności rozpatrzmy również różnice pomiędzy średnimi wartościami badanych czynników obu zbiorów drzewostanów rzeczywistych za pomocą wyrażenia:

$$u = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s_1^2 n_2 + s_2^2 n_1}} \sqrt{n_1 \cdot n_2}$$

w którym  $\bar{x}_1$ ,  $s_1$ ,  $n_1$  — średnie wartości i średnie odchylenia standardowe każdego z czynników  $C_V$ ,  $C_N$ ,  $C_d$ , oraz ilość drzewostanów dla zbioru drzewostanów z nadl. Radzików, Kunowice,  $\bar{x}_2$ ,  $s_2$ ,  $n_2$  — odpowiednie wielkości dla zbioru drzewostanów z nadl. Chojnów. Przyjmijmy również, poziom istotności  $\alpha = 0,0001$ . Różnice okazują się nieistotne.

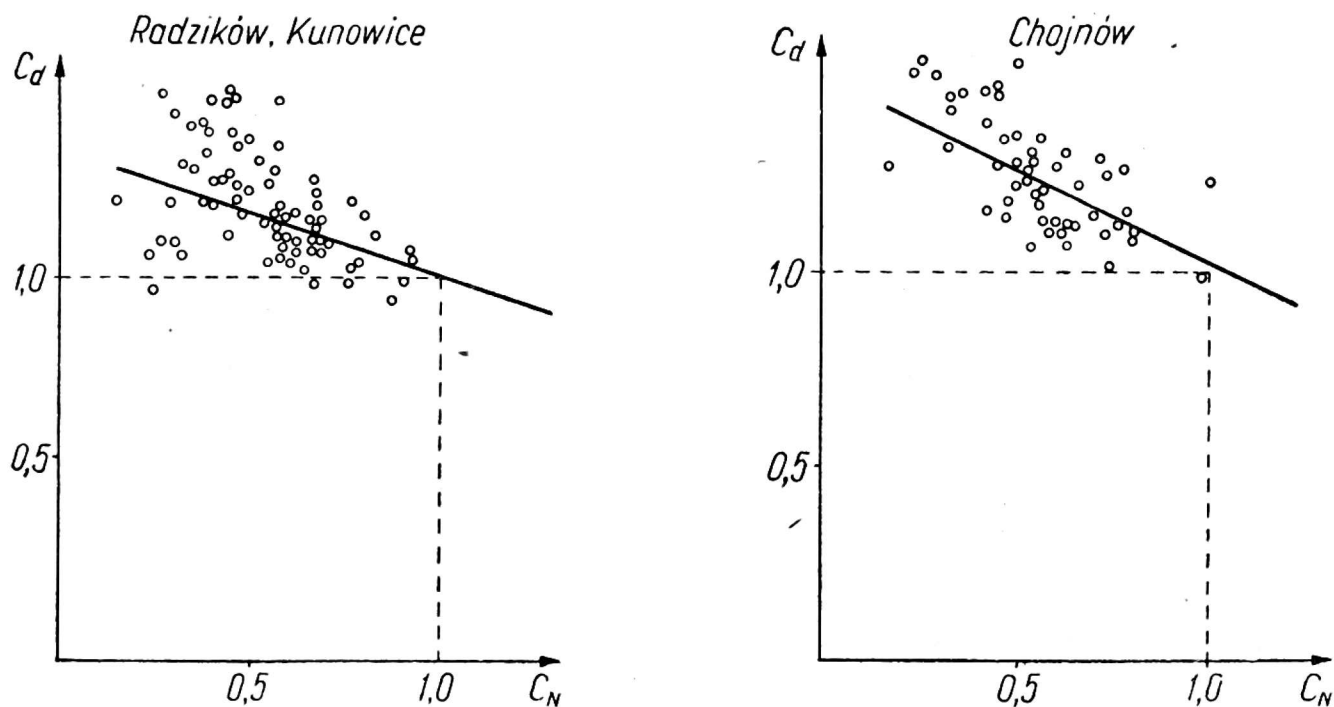
**Wnioski:** Stwierdziliśmy w jednakowym stopniu istotne różnice pomiędzy czynnikami  $C_V$ ,  $C_N$ ,  $C_d$  obu grup badanych drzewostanów a odpowiednimi czynnikami dla drzewostanów Schwappacha. Oznacza to, że miąższość na 1 ha, ilość drzew na 1 ha i przeciętna pierśnica różnią się również w sposób istotny od tychże wielkości zestawio-

nych w tabelach zasobności Schwappacha. Nasze drzewostany rzeczywiste są znacznie mniej zasobne, charakteryzują je znacznie mniejsze liczby drzew na 1 ha oraz znacznie wyższe przeciętne pierśnice. Są to więc drzewostany o zasadniczo odmiennej strukturze, co więcej — typ tej struktury (mało „drzew grubych”) wskazuje na większą dojrzałość biologiczną badanych drzewostanów w porównaniu z drzewostanami tabelarycznymi w tym samym wieku. W związku z tym, przebieg bieżącego przyrostu miąższości kształtuje się przypuszczalnie odmiennie niż w tabelach Schwappacha i jest nam bliżej nieznanym.

5. Rozważać będziemy z kolei korelację między czynnikiem zagęszczenia  $C_N$  a czynnikiem przeciętnej pierśnicy  $C_d$  oraz regresję  $C_d$  względem  $C_N$ . W tabeli 4 zestawione są równania regresji  $C_d = f(C_N)$  oraz współczynniki korelacji i odchylenia standardowe względem prostej regresji (ryc. 2).

Z typu korelacji, jaka zachodzi pomiędzy czynnikami  $C_N$  i  $C_d$  wynika, że w miarę zmniejszania się czynnika  $C_N$  rośnie czynnik  $C_d$ , którego wartości są jednak prawie zawsze wyższe od jedności.

Analiza regresji  $C_d$  względem  $C_N$  pozwala dalej na postawienie hipotezy, że gdybyśmy tylko drzewostany rzeczywiste prowadzili przy tej



Ryc. 2. Regresja  $C_d$  względem  $C_N$

liczbie drzew na 1 ha, jaka wynika z tabel zasobności Schwappacha (tzn. gdybyśmy drzewostany rzeczywiste prowadzili przy  $C_N = 1$ ), to moglibyśmy wówczas liczyć na uzyskanie w drzewostanach rzeczywistych przeciętnej pierśnicy o wartości tabelarycznej (tj. moglibyśmy oczekiwać  $C_d = 1$  z odchyleniem standardowym  $\pm 0,10$  lub  $\pm 0,11$ , ponieważ takie są wartości funkcji  $C_d = f(C_N)$  z tabeli 4). Mielibyśmy w tym przypadku drzewostany rzeczywiste zgodne z tabelami zasobności Schwappacha i zagospodarowane według schematu przedstawionego w tych tabelach. Natomiast prowadząc drzewostan trwale przy mniejszej ilości drzew niż tabelaryczna (tzn. przy  $C_N < 1$ ), musi-

my się liczyć, zgodnie z równaniami regresji z tabeli 4, ze zwiększonym przyrostem przeciętnej pierśnicy i w konsekwencji z wartością czynnika  $C_d > 1$ . Oznacza to, że stosowanie tabel zasobności Sch w a p p a c h a ma tylko o tyle sens, o ile sposób zagospodarowania (w rozumieniu metody trzebieży) drzewostanów rzeczywistych jest taki, jaki przyjęty został w tabelach (4), z tym, że każdorazowo zgodność drzewo-

Tabela 4

Treść	Nadl. Radzików, Kunowice	Nadl. Chojnow
Równanie regresji	$C_d = 1,34 - 0,34 C_N$	$C_d = 1,50 - 0,47 C_N$
Współczynnik korelacji	-0,51	-0,62
Odchylenie standardowe	0,1081	0,1020

stanu rzeczywistego z tabelami jest do sprawdzenia przez obliczenie czynników  $C_V$ ,  $C_N$ ,  $C_d$ . W każdym innym przypadku tabele Sch w a p p a c h a oraz każde inne tabele tego typu nie odpowiadają drzewostanom rzeczywistym. Ten fakt stwierdziliśmy w odniesieniu do badanych dwu zbiorów drzewostanów rzeczywistych.

6. Prowadząc dalej rozważania w tym kierunku, stwierdzmy, że bez względu na sposób zagospodarowania, tylko równoczesna analiza czynników  $C_N$  i  $C_d$  informuje nas dostatecznie ściśle o stanie rozwojowym drzewostanu i o jego potrzebach hodowlanych w porównaniu z danymi tabelarycznymi; w szczególności czynnik  $C_N$  informuje nas o tym, czy drzewostan rzeczywisty jest dostatecznie zagęszczony czy przerzedzony w stosunku do wartości tabelarycznych.

Właściwości tych nie posiada czynnik zadrzewienia. Zauważmy bowiem, że drzewostany rzeczywiste o jednakowym czynniku zadrzewienia reprezentować mogą różne, często bardzo skrajne, zestawienia par czynników  $C_N$  i  $C_d$ . W tabeli 5 zestawione są średnie wartości czynników  $C_N$  i  $C_d$  oraz rozstęp i wartości skrajne przedziału rozstępu tych czynników w klasach czynnika zadrzewienia dla obu zbiorów naszych drzewostanów rzeczywistych.

Przy analizie treści tabeli 5, zwróćmy ponadto uwagę na fakt, że dopiero konfrontacja czynników  $C_N$  i  $C_d$  pozwolić nam może na powzięcie decyzji co do pilności i rodzaju trzebieży: dolnej z wyjęciem wielu drzew cienkich (gdy duża wartość  $C_N$  i stosunkowo niska wartość  $C_d$ ), i górnej z wyjęciem niewielu drzew grubych (gdy mniejsza wartość  $C_N$  i wysoka wartość  $C_d$ ). Stąd wniosek, że prawidłowa i wnikliwa klasyfikacja drzewostanów powinna koniecznie uwzględnić charakterystykę zagęszczenia i grubości drzewostanu.

7. W leśnej praktyce urzędzeniowej stosuje się optyczne szacowanie drzewostanu. W świetle powyższych rozważań staje się jasne, że taki szacunek prowadzić może do bardzo poważnych błędów i to nie tylko losowych. Taksator szacuje wzrokowo i podświadomie to, co wywiera większy wpływ na wrażenie optyczne, a więc czynnik zagęszczenia  $C_N$ , a nie czynnik zadrzewienia  $C_V$ . Czynnik zagęszczenia znacznie

## Drzewostany

kl. C <sub>v</sub>	nadm. Radzików i Kunowice				nadm. Chojnów					
	n	śr. C <sub>N</sub>	rozstęp. przedz. rozst.	śr. C <sub>d</sub>	rozstęp. przedz. rozst.	n	śr. C <sub>N</sub>	rozstęp. przedz. rozst.	śr. C <sub>d</sub>	rozstęp. przedz. rozst.
0,20	1	0,150	—	1,200	—	—	—	—	—	—
0,30	5	0,280	0,08 0,24 ÷ 0,32	1,036	0,12 0,96 ÷ 1,08	1	0,170	—	1,260	—
0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,50	4	0,330	0,24 0,23 ÷ 0,47	1,177	0,22 1,06 ÷ 1,28	1	0,430	—	1,150	—
0,60	18	0,536	0,29 0,38 ÷ 0,67	1,141	0,30 0,96 ÷ 1,26	2	0,280	0,10 0,23 ÷ 0,33	1,420	0,20 1,31 ÷ 1,51
0,70	17	0,575	0,56 0,30 ÷ 0,86	1,144	0,48 0,94 ÷ 1,42	12	0,500	0,49 0,25 ÷ 0,74	1,213	0,54 1,01 ÷ 1,55
0,80	15	0,616	0,37 0,45 ÷ 0,82	1,138	0,46 1,00 ÷ 1,46	8	0,619	0,48 0,50 ÷ 0,98	1,151	0,28 0,99 ÷ 1,27
0,90	12	0,645	0,89 0,39 ÷ 1,28	1,186	0,56 0,89 ÷ 1,45	12	0,591	0,47 0,33 ÷ 0,80	1,230	0,30 1,10 ÷ 1,40
1,00	5	0,754	0,26 0,65 ÷ 0,91	1,146	0,24 1,04 ÷ 1,26	6	0,617	0,20 0,54 ÷ 0,74	1,260	0,08 1,21 ÷ 1,29
1,10	1	0,620	—	1,120	—	3	0,728	0,39 0,56 ÷ 0,95	1,253	0,38 1,06 ÷ 1,44
1,20	2	0,470	0,40 0,27 ÷ 0,67	1,300	0,34 1,13 ÷ 1,47	2	0,600	0,22 0,49 ÷ 0,71	1,410	0,26 1,28 ÷ 1,54
1,30	—	—	—	—	—	1	0,780	—	1,150	—
1,40	—	—	—	—	—	1	1,000	—	1,240	—
1,50	—	—	—	—	—	1	0,800	—	1,070	—



silniej rzuca się w oczy, podczas gdy na czynnik zadrzewienia olbrzymi wpływ ma również czynnik  $C_d$ , praktycznie niezwykle trudny do optycznego szacunku, zmienny i zależny od  $C_N$ .

Założmy, że taksator oszacował wzrokowo bezbłędnie czynnik zagęszczenia  $C_N$  i jego wartość przypisał czynnikowi zadrzewienia  $C_V$ , co oznacza, że taksator przyjął  $C_d = 1$ . Oceniał więc czynnik  $C_d$  z pewnym błędem systematycznym ujemnym (zależnym od wartości  $C_N$  zgodnie z równaniami regresji z tabeli 4), oraz z błędem losowym równym  $\pm 0,1081$  lub  $\pm 0,1020$ . Przypuśćmy, że jest to drzewostan o czynniku  $C_N$  równym wartości średniej tego czynnika dla drzewostanów nadl. Radzików i Kunowice, tj.  $C_N = 0,56$ , a wartości  $C_H$  i  $C_F$  są obie równe jedności. Wówczas zgodnie z relacją (3):

$$C_V = C_N \cdot C_d^2 \quad (4)$$

a błąd systematyczny czynnika  $C_d$ :  $m'_{C_d} = -0,15$ , oraz średni błąd losowy  $\div m''_{C_d} = \mp 0,11$ . Odpowiednie błędy funkcji (4) są:  
błąd systematyczny

$$m'_{C_V} = 2 C_N \cdot C_d \cdot m'_{C_d} = 2 \cdot 0,56 \cdot 1,00 (-0,15) = -0,17$$

średni błąd losowy

$$m''_{C_V} = 2 C_N \cdot C_d \cdot m''_{C_d} = 2 \cdot 0,56 \cdot 1,00 (\pm 0,11) = \pm 0,13.$$

Analogiczne błędy funkcji (4) dla drzewostanów nadl. Chojnów są:

błąd systematyczny  $m'_{C_V} = -0,27$

średni błąd losowy  $m''_{C_V} = \pm 0,14$ .

8. Jest charakterystyczne, że dla obu zbiorów drzewostanów rzeczywistych, pochodzących z dwu różnych, odległych od siebie dzielnic naszego kraju, uzyskaliśmy jednakowe wyniki. Przy założeniu, że badane drzewostany dostatecznie wiernie obrazują stan większych obszarów leśnych, wyprowadzone wnioski co do zgodności drzewostanów rzeczywistych z tabelami zasobności Sch w a p p a c h a uznać można za słuszne w ogólniejszym zakresie, a w każdym razie zagadnienie warte jest zastanowienia. Ujawniliśmy jednak ponadto szereg zasadniczych wad tabel zasobności w ich tradycyjnym ujęciu. Stąd wniosek, że istnieje pilna potrzeba opracowania nowej klasyfikacji drzewostanów, klasyfikacji rozwiązującej właściwie cały splot zagadnień poruszonych w niniejszej pracy.

Wydaje się, że droga, jaką obrali Perkal i Batték (1), otwiera w sprawie obiektywnej oceny drzewostanów nowe i szerokie perspektywy oraz zapewnić może prawidłowe rozwiązanie poruszonych w niniejszej pracy zagadnień.

#### LITERATURA

1. Perkal J. i Batték J. — Próba oceny rozwoju drzewostanów. „Sylwan“. 1955 r., zesz. 1, str. 12–31.
2. Rutkowski B. — Wpływ błędu zaokrąglenia bonitacji na wartość czynnika zadrzewienia. W rękopisie.

3. Szymkiewicz B. — Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. PWRiL, Warszawa 1952.
4. Szymkiewicz B. — Niektóre zagadnienia dotyczące tablic zasobności drzewostanów sosnowych. Warszawa, 1948 r.
5. Trampler T. — Zadania urzędzenia lasu przy opracowywaniu planu perspektywnego rozwoju gospodarstwa leśnego. „Sylwan“, 1954 r., zesz. 1, str. 13–23.
6. Tablice statystyczne. PWN. Warszawa 1957.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 29 stycznia 1960 r.