

JULIUSZ LEMKE

Tabele do szacowania ciężaru igliwia i uiglonych gałązek sosny zwyczajnej

Таблицы для расчета веса хвои и ветвей с хвоей сосны обыкновенной

Tables for estimation of the weight of needles and twigs with needles
of the Scotch pine

WSTĘP

Bezpośredni pomiar aparatu asymilacyjnego możliwy jest jedynie na drzewach ściętych i wymaga bardzo dużego nakładu pracy i środków. W doświadczalnictwie leśnym, w praktyce gospodarczej wielkość aparatu asymilacyjnego drzew na pniu można by określać na podstawie danych empirycznych, zestawionych w odpowiednie tabele. Tabelę taką umożliwiającą szacowanie ciężaru świeżego igliwia sosny zwyczajnej, zestawiał Burger (1) na podstawie 210 drzew pochodzących z 58 drzewostanów. Materiał zebrany przez Burgera był bardzo silnie zróżnicowany pod względem wieku, proveniencji, warunków siedliskowych i położenia (400 do 1950 m n.p.m.), co w dużym stopniu ograniczało praktyczną przydatność tabeli. Lemke (3, 4, 5), korzystając z wyników pomiaru 275 drzew pozyskanych z 11 drzewostanów sosnowych, wyrosłych na siedliskach boru mieszanego świeżego, opracował tabele przeznaczone do szacowania ciężaru świeżego igliwia i uiglonych gałązek zarówno w podklasach wieku jak i w szerszych interwałach wiekowych. Woźniak (8), na podstawie 125 drzew z 5 drzewostanów sosnowych, pochodzących z siedlisk boru świeżego, zestawiał tabele umożliwiające szacowanie ciężaru świeżego igliwia i świeżych uiglonych gałązek w kolejnych klasach wieku — z równoczesnym uwzględnieniem wieku igieł. Lemke (7) porównując powyższe materiały stwierdził, że w odpowiadających sobie wiekiem drzewostanach sosnowych ciężary świeżego igliwia i świeżych uiglonych gałązek koron drzew na siedlisku boru świeżego są przeciętnie mniejsze niż na siedlisku boru mieszanego świeżego. Średnie wspomnianych cech aparatu asymilacyjnego, obliczone dla poszczególnych, równowiekowych par drzewostanów, nie wykazują jednakże istotnych różnic i to nawet na poziomie istotności 0,05. Mając powyższe na uwadze, podjęto w niniejszej pracy próbę zestawienia tabel, wspólnych dla obu tych najważniejszych dla sosny siedliskowych typów lasu, przeznaczonych do szacowania ciężaru igliwia i ulistnionych gałązek drzew na pniu.

MATERIAŁ BADAWCZY

W pracy posłużono się materiałem obejmującym wyniki pomiaru 421 drzew próbnych pochodzących z 23 drzewostanów sosnowych, wyrosłych na siedliskach boru mieszanego świeżego i boru świeżego w Nadleśnictwie Doświadczalnym Zielonka Akademii Rolniczej w Poznaniu. Materiał pomiarowy pozyskany z siedlisk boru mieszanego świeżego pochodził z 18 drzewostanów w wieku 15—114 lat (w zasadzie w 10-letnim odstopniowaniu) i obejmował 296 drzew próbnych. W 11 drzewostanach ścięto po 25 drzew o średniej wielkości koronach, wybranych według metody Draudta, w 7 natomiast — po 3 drzewa, wybrane według metody Uricha II. Przekiętna pierśnica tych drzewostanów mieściła się w granicach 4,6—38,0 cm, przekiętna wysokość 5,7—28,7 m, bonitacja Ia—II, czynnik zadrzewienia 1,1—0,8. Z siedlisk boru świeżego pozyskano łącznie 125 drzew, pochodzących z 5 drzewostanów w wieku 23—102 lata (w 20-letnim odstopniowaniu). W drzewostanach tych ścięto po 25 drzew próbnych, wybranych według metody Draudta. Przekiętna pierśnica wspomnianych drzewostanów wynosiła 8,4—29,6 cm, przekiętna wysokość — 10,7—26,3 cm, bonitacja I-II, czynnik zadrzewienia 0,9.

Na drzewach próbnych pomierzono m. in. pierśnice z korą — z zaokrągleniem do 0,1 cm, wysokości i długości koron — dokładnością do 1 cm. Wielkość aparatu asymilacyjnego scharakteryzowano ciężarem świeżych ulistnionych gałązek i ciężarem świeżego igliwia. Z każdego drzewa próbnego pozyskano wszystkie pokryte igłami gałązki, ważąc je z zaokrągleniem do 0,01 kg. Z taką samą dokładnością ustalono ciężar igliwia. Cechę tą określono na podstawie losowych prób wynoszących 10 do 20% ciężaru świeżych uiglonych gałązek korony, zależnie od wieku drzew próbnych. Jako minimum przyjęto próbę o ciężarze 2 kg. Ustalono również niektóre inne ilościowe cechy igliwia, nie wykorzystane w niniejszej pracy (liczbę igieł, ciężar 1000 świeżych igieł, a u części drzew próbnych — również i długość igieł).

Szczegółowe informacje dotyczące metodyki zebrania i opracowania powyższych materiałów pomiarowych oraz dokładną charakterystykę drzewostanów będących przedmiotem badań znaleźć można we wcześniejszych publikacjach (3, 5, 6 i 8).

ZASADY KONSTRUKCJI TABEL

Zgodnie z wynikami wcześniejszych badań autora (2, 4), w rozważaniach nad konstrukcją tabel przeznaczonych do szacowania aparatu asymilacyjnego drzew na pniu uwzględniono dwie podstawowe cechy mierzone zazwyczaj na drzewach stojących — pierśnice w korze ($d_{1,3}$) i wysokość (H), a ponadto — jako cechę dodatkową — długość korony (l_k). W tab. 1 zestawiono współczynniki korelacji zupełnej i wielokrotnej, charakteryzujące moc zależności między powyższymi cechami i kombinacjami tych cech a ciężarem świeżego igliwia (i_c) i ciężarem świeżych uiglonych gałązek (u_{g_c}). Współczynniki te, obliczone na podstawie całego materiału obejmującego 421 drzew, są większe od odpowiednich wartości tablicowych dla $\alpha=0,05$ i $\alpha=0,01$ — wskazują więc na istotne zależności zachodzące między rozpatrywanymi cechami i zestawami cech.

**Zależności między ciężarem świeżego igliwia (i_c),
świeżych uiglonych gałązek (ug_c) a pierśnicą w korze ($d_{1,3}$),
wysokością (H) i długością korony (l_k)**

Zależności między	Współczynnik korelacji zupełnej — r			Współczynnik korelacji wielokrotnej — R			
	$d_{1,3}$	H	l_k	$d_{1,3} \cdot H$	$d_{1,3} \cdot l_k$	$H \cdot l_k$	$d_{1,3} \cdot H \cdot l_k$
i_c	0,898	0,739	0,783	0,923	0,905	0,821	0,929
ug_c	0,893	0,731	0,782	0,920	0,900	0,817	0,926

Mając na uwadze zarówno wielkość współczynników korelacji (tab. 1), jak i nakład prac związanych z pomiarem poszczególnych cech, należy stwierdzić, że do budowy tabel przeznaczonych do szacowania ciężaru igliwia i ciężaru uiglonych gałązek drzew na pniu najbardziej przydatna jest pierśnica w korze ($r=0,898$ i $0,893$), a w przypadku stosowania większej liczby zmiennych — pierśnica w korze i wysokość ($R=0,923$ i $0,920$). Uwzględnienie w tym zestawie trzeciej cechy — długości korony — jest niecelowe. Kosztem dodatkowego nakładu pracy uzyskuje się bowiem minimalny wzrost współczynników korelacji wielokrotnej ($R=0,929$ i $0,926$).

Dalsza z kolei cecha, która powinna być uwzględniona przy budowie tabel, to wiek drzew. Z przeprowadzonej analizy wariancji wynika, że średnie ciężary świeżego igliwia i świeżych uiglonych gałązek w grupach drzew próbnych Ib do VI klasy wieku wykazują istotne różnice — wartości F obliczone dla wspomnianych cech aparatu asymilacyjnego są znacznie większe od wartości tablicowych — dla poziomów istotności 0,05 i 0,01. Zgodnie z wynikami badań wcześniejszych (4) utworzono trzy przedziały wiekowe: pierwszy obejmuje klasy wieku Ib i II, drugi — III i IV, a trzeci V i VI.

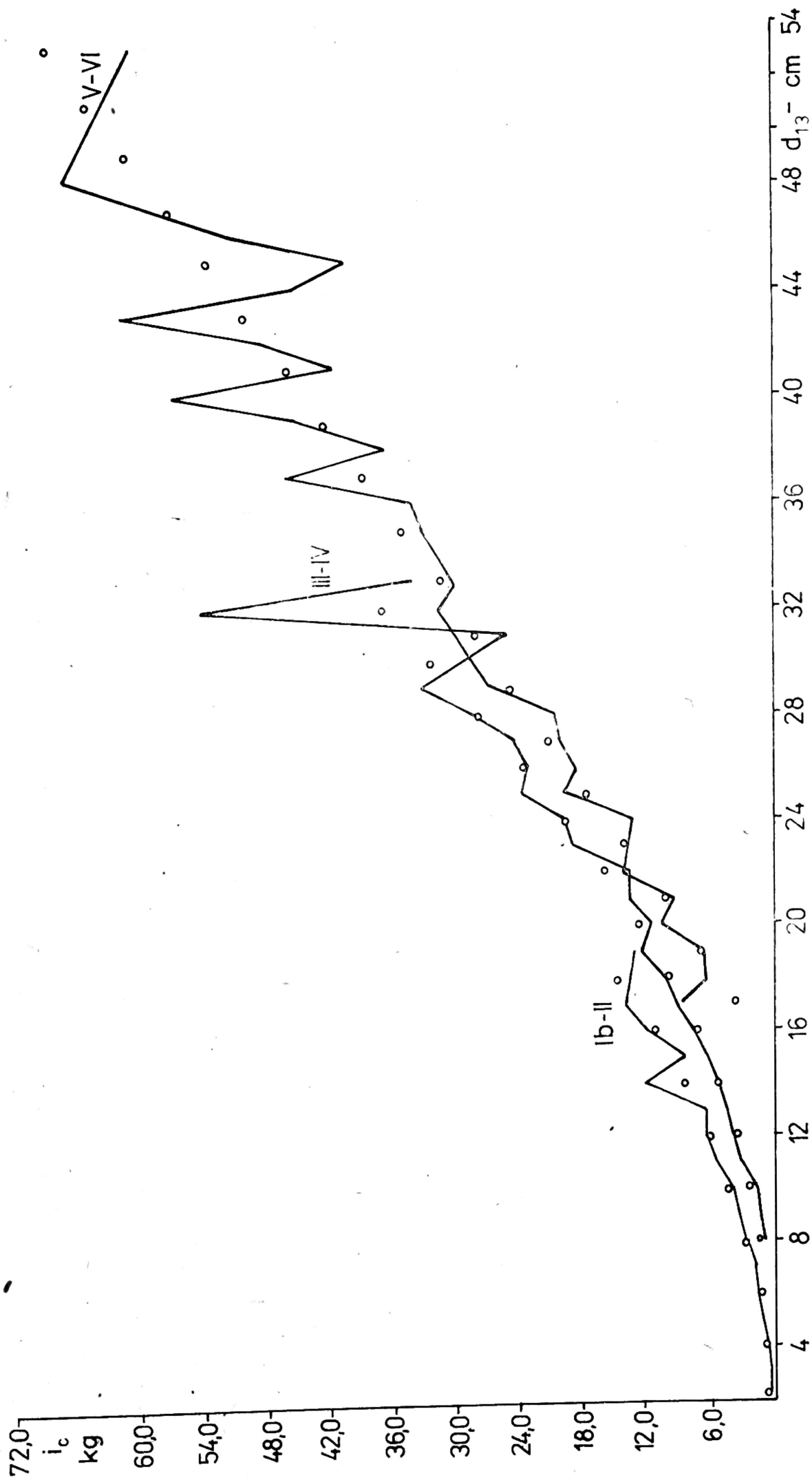
Tabela 2

**Ocena istotności różnic między średnimi cech aparatu
asymilacyjnego, obliczonymi dla przedziałów wieku**

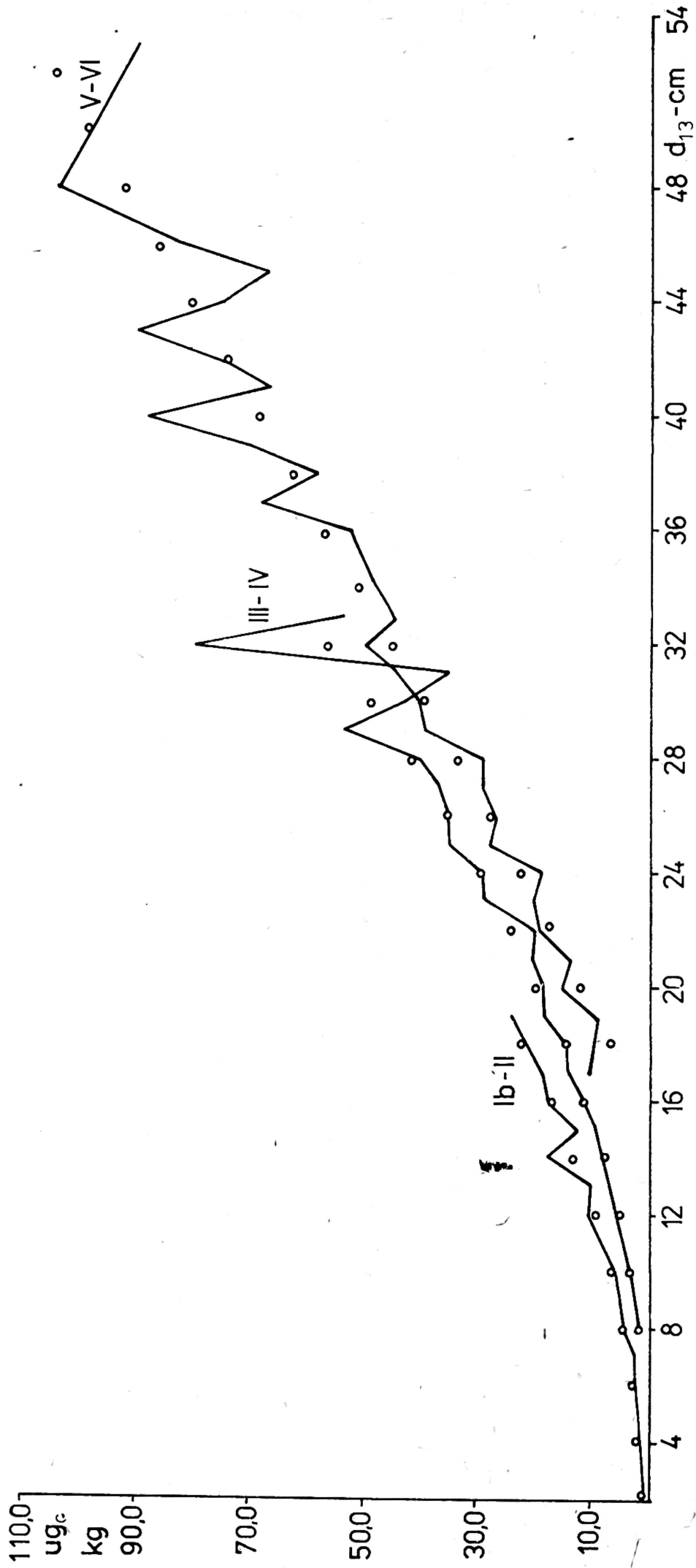
Świeże igliwie — i_c				Świeże ulistnione gałązki — ug_c			
różnice średnich	różnice graniczne			różnice średnich	różnice graniczne		
	$t_{0,05SD}$	$t_{0,01SD}$	$t_{0,05SD}$		$t_{0,01SD}$		
$\bar{i}_1 - \bar{i}_2$	8,80	2,53	3,33	$\bar{ug}_1 - \bar{ug}_2$	13,11	3,96	5,21
$\bar{i}_2 - \bar{i}_3$	14,47	2,29	3,02	$\bar{ug}_2 - \bar{ug}_3$	22,22	3,61	4,75
$\bar{i}_1 - \bar{i}_3$	23,27	2,68	3,84	$\bar{ug}_1 - \bar{ug}_3$	35,33	4,18	5,44

Zależności między niektórymi cechami aparatu asymilacyjnego a piersnicą w korze

Klasy wieku	Liczba drzew	Igliwie (i_c —kg) — piersnica ($d_{1,3}$ —cm)		Uigłone gałązki (u_{gc} —kg) — piersnica ($d_{1,3}$ —cm)			
		r	$y = a + bx + cx^2$ $y = a + bx$	błąd średni kg	r	$y = a + bx + cx^2$ $y = a + bx$	błąd średni kg
Ib-II	109	0,902	$i_c = 0,274 - 0,0737d_{1,3} + 0,04803d_{1,3}^2$	0,75	0,906	$u_{gc} = 0,569 - 0,1640d_{1,3} + 0,07585d_{1,3}^2$	1,13
			$i_c = -2,999 + 0,798d_{1,3}$	1,06		$u_{gc} = -4,564 + 1,208d_{1,3}$	1,63
III-IV	159	0,876	$i_c = 1,725 - 0,3746d_{1,3} + 0,04626d_{1,3}^2$	1,20	0,869	$u_{gc} = 1,268 - 0,4788d_{1,3} + 0,06856d_{1,3}^2$	2,99
			$i_c = -14,627 + 1,437d_{1,3}$	2,57		$u_{gc} = -22,968 + 2,206d_{1,3}$	3,84
V-VI	153	0,845	$i_c = -25,057 + 1,6447d_{1,3} + 0,00206d_{1,3}^2$	3,28	0,853	$u_{gc} = -39,514 + 2,4598d_{1,3} + 0,00577d_{1,3}^2$	4,93
			$i_c = -27,118 + 1,778d_{1,3}$	3,28		$u_{gc} = -45,285 + 2,834d_{1,3}$	4,94



Ryc. 1. Średni ciężar świeżego igliwia w stopniach igliwia w stopniach pierśnic drzewostanów klas wieku: Ib-II, III-IV oraz V-VI



Ryc. 2. Średni ciężar świeżych uiglonych gałązek w stopniach pierśnic drzewostanów klas wieku: Ib-II, III-IV oraz V-VI

Ciężar świeżego igliwia w stopniach pierśnic

Pierśnica cm	Świeże igliwie — kg			Pierśnica cm	Świeże igliwie — kg	
	klasy wieku				klasy wieku	
	Ib-II	III-IV	V-VI		III-IV	V-VI
2	0,32			30	32,12	26,14
3	0,49			31	34,57	27,91
4	0,75			32	37,11	29,68
5	1,11			33	39,74	31,46
6	1,56			34	42,47	33,24
7	2,11	1,37		35	45,28	35,03
8	2,76	1,69		36		36,82
9	3,50	2,10		37		38,62
10	4,34	2,61		38		40,42
11	5,27	3,20		39		42,22
12	6,31	3,89		40		44,03
13	7,43	4,67		41		45,84
14	8,66	5,55		42		47,65
15	9,98	6,51		43		49,47
16	11,39	7,57	1,79	44		51,30
17	12,90	8,73	3,50	45		53,13
18	14,51	9,97	5,21	46		54,96
19	16,21	11,31	6,94	47		56,79
20	18,01	12,74	8,66	48		58,63
21	19,91	14,26	10,39	49		60,48
22	21,90	15,87	12,12	50		62,33
23		17,58	13,86	51		64,18
24		19,38	15,60	52		66,04
25		21,27	17,35	53		67,90
26		23,26	19,10	54		69,76
27		25,33	20,85	55		71,63
28		27,50	22,61	56		73,51
29		29,77	24,37			

Z danych zawartych w tab. 2 wynika, że aparat asymilacyjny drzew zaliczonych do wspomnianych przedziałów wieku wykazuje istotne różnicowanie — różnice średnich ciężarów świeżego igliwia i świeżych uiglonych gałązek w rozpatrywanych interwałach wieku są większe co do wartości bezwzględnej od odpowiadających im różnic granicznych, wyrażonych wzorem ts_D , gdzie t — wartości odczytane z tablic dla $\alpha=0,05$ i $\alpha=0,01$, s_D — standardowy błąd różnicy (indeksy przy symbolach oznaczających wartości średnie cech aparatu asymilacyjnego podają numer przedziału wieku).

Zgodnie z wynikami powyższych badań przyjęto w pracy trzy przedziały obejmujące klasy wieku Ib—II, III—IV oraz V—VI. Z uwagi na niezbyt dużą liczbę drzew próbnych, przypadających na poszczególne interwały wieku, zaniechano dalszej stratyfikacji materiału pomiarowego, ograniczając się przy konstrukcji tabel tylko do jednej zmiennej niezależnej — pierśnicy w korze. Cecha ta, możliwa do bezpośredniego pomiaru na drzewach stojących, wykazuje w poszczególnych przedziałach wieku silne powiązanie z aparatem asymilacyjnym korony (tab. 3). Współczynniki korelacji charakteryzujące moc powyższych zależności są istotne i wynoszą 0,902 do 0,845 (dla ciężaru igliwia) i 0,906 do 0,853 (dla ciężaru ulistnionych gałązek).

Zależności między rozpatrywanymi cechami scharakteryzowano również przy użyciu równań prostej i równań paraboli drugiego stopnia. W celu ustalenia dokładności, a więc i przydatności obu tych równań do określania związków między ciężarem świeżego igliwia, ciężarem świeżych uiglonych gałązek a pierśnicą w korze, obliczono dla każdego z nich sumę kwadratów odchyłeń poszczególnych spostrzeżeń od linii regresji oraz błąd średni. Charakterystyki te, ustalone dla wszystkich trzech przedziałów wieku, zestawiono w tab. 3.

Z uzyskanych danych wynika (tab. 3), że w drzewostanach młodszych i średnich klas wieku dokładniejsze wyniki zapewniają równania paraboli, w starszych natomiast — dokładność obu równań jest zbliżona. Tendencję tę potwierdza również kształt linii charakteryzujących przebieg wartości średnich oraz wartości wyrównanych obu cech aparatu asymilacyjnego w stopniach pierśnic grup drzew próbnych, zaliczonych do poszczególnych przedziałów wieku (ryc. 1 i 2).

SZACOWANIE CIĘŻARU IGLIWIA, UIGLONYCH GAŁĄZEK DRZEW NA PNIU

W celu ujednoczenia zasad konstrukcji tabel, zależności zachodzące między ciężarem świeżego igliwia, ciężarem świeżych ulistnionych gałązek a pierśnicą w korze we wszystkich trzech interwałach wieku scharakteryzowano przy użyciu równań paraboli drugiego stopnia. Wielkości powyższych cech aparatu asymilacyjnego, przewidywane dla 1-centymetrowych stopni grubości, zestawiono w tab. 5 i 6 — w granicach zmienności pierśnic drzewostanów zaliczonych do poszczególnych przedziałów wieku. Tabele te mogą być przydatne do szacowania ciężaru igliwia i uiglonych gałązek drzew na pniu w drzewostanach sosnowych zbliżonych pod względem wieku, struktury i siedliska do drzewostanów będących przedmiotem niniejszych badań. Taką samą rolę spełnić mogą również równania regresji zestawione w tab. 3.

Ciężar świeżych uiglonych gałązek w stopniach pierśnic

Pierśnica cm	Świeże uigłone gałązki — kg			Pierśnica cm	Świeże uigłone gałązki — kg	
	klasy wieku				klasy wieku	
	Ib-II	III-IV	V-VI		III-IV	V-VI
2	0,54			30	48,61	39,47
3	0,76			31	52,31	42,28
4	1,13			32	56,15	45,11
5	1,64			33	60,13	47,94
6	2,32			34	64,24	50,79
7	3,14	1,28		35	68,50	53,65
8	4,11	1,83		36		56,52
9	5,24	2,52		37		59,40
10	6,51	3,34		38		62,29
11	7,94	4,30		39		65,19
12	9,52	5,40		40		68,11
13	11,26	6,63		41		71,04
14	13,14	8,00		42		73,98
15	15,18	9,51		43		76,93
16	17,36	11,16	1,32	44		79,89
17	19,70	12,94	3,97	45		82,86
18	22,19	14,86	6,63	46		85,85
19	24,83	16,92	9,30	47		88,84
20	27,63	19,12	11,99	48		91,85
21	30,57	21,45	14,69	49		94,87
22	33,67	23,92	17,39	50		97,90
23		26,52	20,11	51		100,94
24		29,27	22,84	52		104,00
25		32,15	15,59	53		107,06
26		35,17	28,34	54		110,14
27		38,32	31,11	55		113,23
28		41,62	33,88	56		116,33
29		45,04	36,67			

LITERATURA

1. Burger H.: Die Föhre. Mitt. Schw. Anst. Forstl. Versuchsw. 1948 Bd. 25 H. 2.
2. Lemke J.: Szacowanie miąższości ulistnionych gałązek w drzewostanach sosnowych. Pr. Komis. Nauk Leś. Pozn. TPN 1973 T. 36.
3. Lemke J.: Charakterystyka ilościowa igliwia i ulistnionych gałązek w młodszych drzewostanach sosnowych. Fol. For. Pol., Ser. A 1973 z. 21.
4. Lemke J.: Szacowanie ciężaru świeżego igliwia sosny zwyczajnej. Sylwan 1975 R. 119 nr 6.

5. Lemke J.: Charakterystyka ilościowa igliwia i ulistnionych gałązek w starszych drzewostanach sosnowych. Fol. For. Pol. Ser. A 1978 z. 23.
6. Lemke J.: Zmienność ciężaru igieł w okółkach koron sosen różnych klas wieku. Sylwan 1978 R. 122 nr 2.
7. Lemke J.: Żyzność siedliska a wielkość niektórych cech aparatu asymilacyjnego sosny zwyczajnej. Pr. Komis. Nauk Leś. Pozn. TPN 1980 T. 50.
8. Woźniak A.: Ilość igliwia, ulistnionych gałązek a przyrost drzew w drzewostanach sosnowych na siedlisku boru świeżego. Inst. Org. Gosp. Leś. AR w Poznaniu 1976 (maszynopis rozprawy doktorskiej).

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 22 sierpnia 1980 r.

Краткое содержание

Исследовательский материал охватывал результаты измерений 421 деревьев-образцов Ib-VI классов возраста, происходящих из 23 сосновых насаждений. Этот материал послужил для разработки таблиц предназначенных для расчета веса свежей хвои (табл. 4) и веса свежих ветвей с хвоей (табл. 5) деревьев на пне — на основании измерений диаметра на высоте груди в коре. Подобную роль могут выполнить уравнения регрессии составленные в табл. 3.

Summary

The paper contains results of measurements of 421 experimental trees from 23 pine stands (age classes Ib-VI). This material served for elaboration of tables for estimation of the weight of fresh needles (table 4) and of the weight of fresh twigs with needles (table 5) in growing trees, on the base of measurement of the breast height diameter with bark. Also regression equation given in table 3 can play similar role.