

## Pomiary zasobów leżącego martwego drewna w lasach czterech wybranych Leśnych Kompleksów Promocyjnych

W sprawozdaniu z I etapu badań dosyć szczegółowo przedstawiono przebieg prac polowych i problematykę klasyfikacji martwego drewna. Tegoroczne sprawozdanie zawiera:

1. uzupełniającą dyskusję teoretycznych założeń metody linii siecznych Browna,
2. najważniejsze zmiany w metodyce badań polowych,
3. wyniki pomiarów terenowych,
4. obliczenia zasobów objętościowych martwego drewna.

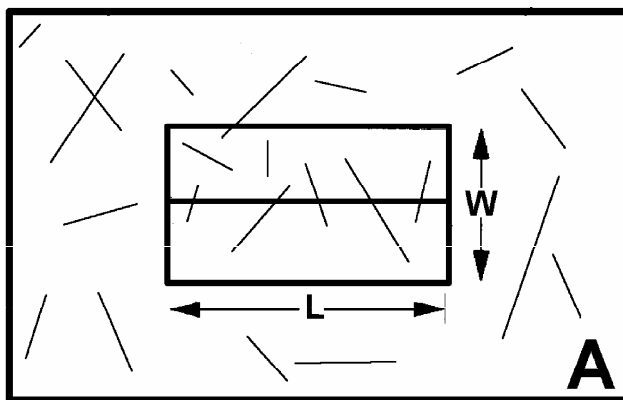
### 1. Uzupełniająca dyskusja teoretycznych założeń metody linii siecznych Browna

Metoda linii siecznych Browna (1974) jest bardzo rzadko opisywana w polskiej literaturze. W praktyce można spotkać kilka jej odmian różniących się założeniami dotyczącymi rozkładu, długości i liczby pomiarowych linii siecznych na powierzchni. Ze względu na te modyfikacje uznano za niezbędne przedstawienie wspólnych założeń teoretycznych.

Założenia teoretyczne metody bazują na stosunku zmiennej ( $y_{ij}$ ) opisującej kawałek leżaniny  $j$  do prawdopodobieństwa ( $P_{ij}$ ) jego przecięcia przez linię sieczną  $i$ :

$$y_i = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{y_{ij}}{P_{ij}} \quad (1)$$

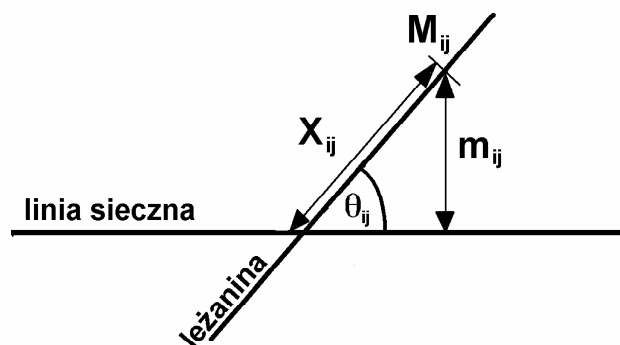
Aby określić prawdopodobieństwo przecięcia kawałka martwego drewna o długości  $l_{ij}$  przez linię  $i$  należy wyznaczyć hipotetyczną powierzchnię badawczą  $A$  wraz z zawartym w niej prostokątem o bokach  $L$  i  $W$ , gdzie  $L$  jest zarazem maksymalną długością linii siecznej  $i$  (oś symetrii prostokąta  $LW$ ), a  $W$  ma wartość większą od najdłuższego kawałka leżaniny (ryc. 1).



Rycina 1. Hipotetyczny obraz populacji (powierzchnia  $A$ ) i próby (prostokąt  $LW$ ) (według Marshall *et al.* 2000, zmodyfikowane).

Prawdopodobieństwo owego przecięcia w punkcie  $M_{ij}$  jest iloczynem dwóch zdarzeń: (a) punkt  $M_{ij}$  musi znajdować się w prostokącie  $LW$  oraz (b) fakt przecięcia zapewnia o istnieniu tego punktu w prostokącie  $LW$  (Marshall *et al.* 2000).

Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia (a) opisuje stosunek wielkości „próby” do wielkości „populacji” ( $LW/A$ ). Zdarzenie (b) zależy natomiast od kąta nachylenia ( $\theta_{ij}$ ) osi morfologicznej kawałka do powierzchni terenu (od 0 do 90°, czyli 0– $\pi/2$  radianów) oraz od długości odcinka ( $m_{ij}$ ) łączącego punkt  $M_{ij}$  z linią sieczną pod kątem prostym (ryc. 2).



Rycina 2. Zmienne opisujące położenie kawałka leżaniny nad linią sieczną (według Marshall *et al.* 2000, zmodyfikowane).

Aby został spełniony podstawowy warunek dotyczący lokalizacji  $M_{ij}$ , to  $0 < m_{ij} < W/2$ . Założenia te opisuje mianownik, będący iloczynem maksymalnych wartości powyższych przedziałów:

$$\frac{?}{\frac{W}{2} \times \frac{\pi}{2}} \quad (2)$$

W sytuacji, gdy  $\theta_{ij} = \pi/2$ , to  $0 < m_{ij} \leq l_{ij}/2$ . Taki sam warunek musi spełniać odległość  $X_{ij}$  między punktem  $M_{ij}$  a powierzchnią ziemi, liczona wzdłuż osi morfologicznej kawałka leżaniny —  $0 < X_{ij} \leq l_{ij}/2$ . Jeśli któryś z powyższych warunków nie zostałby spełniony ( $m_{ij} > W/2$ ,  $m_{ij} > l_{ij}/2$ ,  $X_{ij} > l_{ij}/2$ ), to w przypadku zmiany położenia kawałka wzniesionego nad linią sieczną, punkt  $M_{ij}$  może znaleźć się poza granicami prostokąta  $LW$ . Po podstawieniu wartości  $X_{ij}$  wyliczonej ze związku na długość przyprostokątnej ( $m_{ij} = X_{ij} \times \sin \theta_{ij}$ ) otrzymujemy:

$$m_{ij} \leq \frac{l_{ij}}{2} \times \sin \theta_{ij} \quad (3)$$

Powierzchnia pod krzywą (3), gdzie  $0 < \theta_{ij} < \pi/2$ , wynosi w rzeczywistości  $l_{ij}/2$ , co zostało matematycznie dowiedzione przez Marshalla, Davisa i LeMaya (2000). Tak więc ostatecznie prawdopodobieństwo  $P_{ij}$  jednoczesnego wystąpienia zdarzeń (a) i (b) wynosi:

$$P_{ij} = \frac{L \times W}{A} \times \frac{\frac{l_{ij}}{2}}{\frac{W}{2} \times \frac{\pi}{2}} = \frac{2 \times L \times l_{ij}}{A \times \pi} \quad (4)$$

Dotychczasowe rozważania nie dają jeszcze odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób należy liczyć rzeczywiste zasoby leżaniny. Kluczem do dalszych dociekań jest wzór (1), który przybiera postać

$$y_i = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{v_{ij}}{P_{ij}} \quad (5)$$

gdzie wartość zmiennej  $v_{ij}$  jest objętością (w m<sup>3</sup>) kawałka martwego drewna  $j$  przeciętego przez linię  $i$ . Obliczenia objętości (miąższości) bazują na wzorze środkowego przekroju Hubera (Harmon, Sexton 1996, Bruchwald 1999), będącym iloczynem długości kawałka leżaniny  $l_{ij}$  (w metrach) i powierzchni jego przekroju poprzecznego  $g_{ij/2}$  (w cm<sup>2</sup>), wyliczonej na podstawie średnicy  $d_{ij/2}$  (w centymetrach). Oryginalna formuła Hubera nakazuje wykonanie pomiaru tej średnicy w połowie długości kawałka leżaniny, jednakże specyfika omawianej metody wymusiła pewną modyfikację — pod uwagę bierze się miejsce rzeczywistego przecięcia materiału przez linię sieczną ( $d_{ij/2} = d_{ij}$ ). Wzór przybiera postać:

$$v_{ij} = g_{ij/2} \times l_{ij} = \frac{\pi}{10000} \times \left( \frac{d_{ij/2}}{2} \right)^2 \times l_{ij} = \frac{\pi}{40000} \times d_{ij/2}^2 \times l_{ij} = \frac{\pi \times d_{ij}^2 \times l_{ij}}{40000} \quad (6)$$

gdzie współczynnik 10 000 służy zamianie jednostek z cm<sup>2</sup> na m<sup>2</sup>. Całkowity zasób leżącego martwego drewna  $y_i$  (w m<sup>3</sup>/ha) na powierzchni  $A$  można wyliczyć podstawiając znane już wartości do wzoru (5). Przy założeniu, że powierzchnia  $A$  wynosi 1 ha (10 000 m<sup>2</sup>), otrzymujemy ostatecznie:

$$y_i = \frac{\pi^2}{8 \times L} \times \sum_{j=1}^{m_i} d_{ij}^2 \quad (7)$$

W przypadku najdrobniejszego materiału, który klasyfikuje się do odpowiedniej klasy wielkości (0,0-0,6 cm) jedynie za pomocą średnicomierza sortującego, należy przyjąć, że

$$\sum_{j=1}^{m_i} d_{ij}^2 = m \times d_{sr}^2 \quad (8)$$

gdzie:  $m$  — liczba kawałków leżaniny,  $d_{sr}$  — średnica reprezentatywna dla danej klasy wielkości. Aby określić tę reprezentatywną średnicę należy podzielić klasę na mniejsze przedziały, a następnie w terenie oszacować częstość wystąpienia w nich mierzonych średnic (Van Wagner 1982). Gorszym, ale znacznie prostszym rozwiązaniem, jest wybranie wartości środkowej opisywanego przedziału. Tak wyliczona średnia różni się od tej obliczonej według wartości szczegółowych, co wynika z różnic między wartościami środkowymi klas, a średnimi jednostek.

Powyższe rozważania dotyczyły obliczeń prowadzonych na próbie. Znając wyniki z próby można podjąć się wnioskowania o wartościach parametrów zmiennej losowej w populacji generalnej. Podstawowym problemem jest wybór takiej statystyki określonej na podstawie próby, która da najlepsze oszacowanie parametru populacji. Jednymi z najczęściej wykorzystywanych estymatorów jest średnia arytmetyczna z próby i odchylenie standardowe (Zasępa 1972, Bruchwald 1997).

Do obliczenia odchylenia standardowego stosuje się sumę kwadratów odchyleń średniej, której częścią składową jest średnia arytmetyczna określona wzorem:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (9)$$

Z sumą kwadratów związana jest wartość  $k = n-1$  zwana stopniami swobody ( $n$  liczb może zmieniać się wokół swojej średniej na  $n-1$  sposobów). W ten sposób otrzymujemy nieobciążony i najefektywniejszy estymator odchylenia standardowego populacji:

$$S_y^- = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}}{n \times (n-1)}} \quad (10)$$

Oprócz opisanej powyżej estymacji punktowej często wykorzystuje się także estymację przedziałową, w której szacowany parametr populacji powinien mieścić się w granicznych wartościach przedziału ufności z przyjętym poziomem ufności równym  $1-\alpha$ . Oto przedział ufności dla średniej z populacji  $\mu_y$ , której estymatorem jest średnia arytmetyczna z próby:

$$\mu_y \in \left\langle \bar{y} - t_{n-1, \alpha/2} \times S_y^-; \bar{y} + t_{n-1, \alpha/2} \times S_y^- \right\rangle \text{ z } P = 1 - \alpha \quad (11)$$

gdzie  $t_{n-1, \alpha/2}$  jest wartością krytyczną przy rozkładzie  $t$  Studenta z liczbą stopni swobody  $k = n-1$ , a średnia z próby ma rozkład normalny. Jest to przedział losowy o końcach zależnych od danych z próby, czyli zmienną losową jest długość przedziału oraz jego granice, natomiast parametr z populacji jest wielkością stałą.

## 2. Najważniejsze zmiany w metodyce badań polowych

Prowadzone w roku 2001 studia literaturowe i analiza wcześniejszych pomiarów doprowadziły do wprowadzenia kilku zmian w metodyce badań polowych.

- a) Wykonano pomiary długości wszystkich kawałków leżaniny o przekrojach poprzecznych powyżej 0,6 cm (0,6-2,5; 2,5-7,6; pow. 7,6 cm). Są to pomiary znacznie dokładniejsze od proponowanych przez Browna, który zaleca uwzględnianie długości jedynie kawałków grubszych niż 7,6 cm.
- b) Zmieniono klasyfikację rozkładu martwego drewna. Brown (1974) zaprezentował bardzo uproszczony — zgodny z potrzebami amerykańskich służb ochrony przeciwpożarowej — podział na drewno świeże oraz zbutwiałe. W tym roku postanowiono zastosować znacznie dokładniejszą skalę pięciostopniową (tab. 1) — jedną z najczęściej wykorzystywanych w badaniach naukowych na świecie (Harmon, Sexton 1996).

Tabela 1. Klasy rozkładu leżącego martwego drewna

Charakterystyka kłody	Klasa 1	Klasa 2	Klasa 3	Klasa 4	Klasa 5
Struktura drewna	nienaruszona, zwięzła	naruszona, częściowo miękka	duże, twarde fragmenty drewna	małe, bryłowate i miękkie fragmenty	drobne, miękkie kawałki
Kora	nienaruszona	brakujące fragmenty	pozostałości	brak	brak
Gałęzie < 3 cm	obecne	brak	brak	brak	brak
Kształt	okrągły	okrągły	okrągły	okrągło/owalny	owalny
Porcja drewna na ziemi	kłoda wsparta nad ziemią	kłoda uniesiona, osiadająca	kłoda osiadająca, tuż nad ziemią	cała kłoda na ziemi	kłoda na ziemi lub zagłębiona
Kolor drewna	naturalny	naturalny, wyblakły	naturalny do brązowego lub żółtego	wyblakły do żółtego lub szarego	wybielały
Korzenie inwazyjne	brak	brak	w bieli podkorowej	w twardzieli	w twardzieli

- c) Zrezygnowano z pomiarów wysokości najwyżej nad ziemią położonych kawałków leżaniny (charakterystyka pionowej struktury zalegania) oraz miąższości podpoziomu organicznego butwinowego (fermentacyjnego). Pomiary te są wprawdzie zalecane przez Browna (1974), jednakże nie mają związku z wyliczeniem zasobów martwego drewna.
- d) Poziome ukształtowanie terenu i sposób zalegania martwego drewna na dnie lasu nie wymagały przeprowadzenia, sugerowanych przez Browna (1974), pomiarów spadku terenu i nachylenia osi morfologicznej kawałków leżaniny do płaszczyzny poziomej. Współczynnik korygujący nachylenie terenu, stosowany w celu obliczenia rzeczywistej (zredukowanej) długości linii siecznej, czyli jej rzutu na płaszczyznę poziomą, należy

uwzględniać tylko wtedy, kiedy jego wartość przekroczy 10%, co następuje przy nachyleniu powyżej 20° (McRae *et al.* 1979, Parminter 1998). Wartość współczynnika korygującego kąt nachylenia osi morfologicznej leżaniny do płaszczyzny poziomej wynosi zaledwie 1,01 przy nachyleniu 10°, a dopiero przy 25° osiąga wartość 1,1. Także wielkość błędu pomiarowego przy małych nachyleniach wskazuje na to, że często takie korekty nie są potrzebne, bowiem dopiero powyżej 25° błąd przekracza 10%.

Pozostałe zasady pomiarowe nie uległy zmianom i są zgodne z oficjalnymi wytycznymi dotyczącymi inwentaryzacji lasu, których podstawy przedstawił już J. Wolski w sprawozdaniu z I etapu (Warren, Olsen 1964, Van Wagner 1968, Brown 1974, *Planar...* 1992, *Field Manual...* 1998, *Vegetation...* 2000, Wolski 2000).

### 3. Wyniki pomiarów terenowych

Podczas badań terenowych w roku 2001 zwiększono do dwudziestu liczbę centralnych punktów pomiarowych na każdej powierzchni. Oznacza to, że w każdym LKP wykonano pomiary zasobów martwego drewna wzdłuż linii o łącznej długości 210 m (20 x 10,5 m). Ponadto przeprowadzono pomiary na nowej powierzchni zlokalizowanej w LKP Puszcza Białowieska.

Tabela 2. Liczba kawałków martwego drewna w podziale na klasy wielkości i stopień rozkładu (I-V)

Nazwa LKP	0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm				
				I	II	III	IV	V
Bory Lubuskie	198	35	10	0	0	0	6	1
Puszcza Bukowa	290	102	31	0	2	12	6	2
Bory Tucholskie	373	52	7	0	0	0	0	0
Puszcza Białowieska	466	32	9	0	0	0	0	0

Zamieszczone poniżej tabele prezentują szczegółowe wyniki pomiarów terenowych. Nie uwzględniają one, pochodzących jedynie z 2000 r., danych dotyczących maksymalnej wysokości zalegania martwego drewna oraz miąższości podpoziomu organicznego butwinowego. Numery linii siecznych zapisane kursywą oznaczają wyniki pomiarów prowadzonych w roku 2000.

Tabela 3. Wyniki pomiarów terenowych na powierzchni badawczej nr 1 w LKP Bory Lubuskie

nazwa LKP: Bory Lubuskie		Nadleśnictwo: Lubusko		Leśnictwo: Ciemny Las		Oddział: 223a															
klasy przekrojów (cm):		0-2,5		2,5-7,6		>7,6															
GPS N: 51°44'43,28"		GPS E: 14°45'19,44"		GPS N: 51°44'43,28"		GPS E: 14°45'19,44"															
długość linii próbkowania (m):		1,8		3		10,5															
nr punktu	kąt linii (°)	średnica (cm)/długość (cm)												I	II	III	IV	V			
		0,6-2,5 cm						2,5-7,6 cm											> 7,6 cm: średnica (cm)/długość (cm)		
sztuk		12		16		1,1		14		2,2		7		4,4		94		3,4		40	
1	150	2,2	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
2	60	1,0	1,0	0,9	0,9	1,2															
3	150	2,0	5	0,7	3,3																
4	60	12																			
5	90	12	1,0	5,0																	
6	30	18																			
7	120	8	1,8	3	1,3	10	2	1,8	7												
8	120	16	0,9	13	0,7	15	1,4	5	0,8	7											
9	150	5	1,8	6,0																	
10	60	14	0,8	5																	
11	90	7	0,9	5																	
12	90	10																			
13	0	1																			
14	150	23	1,6	110	1,0	140	1,2	45	0,6	13	0,6	11	1,5	124							
15	120	4	0,8																		
16	60	5	0,6	1,3	1,8	1,6	1,1	0,7													
17	90	3	0,9																		
18	60	14																			
19	120	8																			
20	30	7																			
gatunki dominujące:												procenty:		zbiorowisko: bor świeży							
1. <i>Pinus sylvestris</i>												100									
2.																gleby: bielcowa o profilu O -					
3.																AEes - Ees - Bhfe - C					





Tabela 5. Wyniki pomiarów terenowych na powierzchni badawczej nr 3 w LKP Bory Tucholskie

nazwa LKP: Bory Tucholskie		Nadleśnictwo: Tuchola			Leśnictwo: Swit			Oddział: 66i									
klasy przekrojów (cm):		0-2,5	2,5-7,6	>7,6	GPS N: 53°33'08,33"			GPS E: 17°53'29,88"									
długość linii próbkowania (m):		1,8	3	10,5													
nr punktu	kształt	średnica (cm)/długość (cm)															
		0,6-2,5 cm						2,5-7,6 cm									
kat linii (°)	0-0,6 cm	9	0,7	14	1,3	47	1,5	9	0,7	24	0,8	65	I	II	III	IV	V
1	90	28	0,7	14	1,3	47	1,5	9	0,7	24	0,8	65					
2	60	23	1,5	150	0,8	65	2,0	35					3,6	55			
3	60	21	1,7	78									3,5	237			
4	90	13	0,8	40	0,7	31	1,0	30									
5	120	11	0,8	52	1,6	94											
6	90	22	0,7	60	1,1	7											
7	120	5	0,9	64													
8	120	13	1,0	15													
9	150	27	0,9	25	0,8	70	0,8	15	1,0	7							
10	30	3	0,7	50	2,0	16											
11	30	18	1,3		1,8		0,6		0,7				2,9				
12	0	29															
13	60	14															
14	150	15	0,8		0,8		0,7										
15	60	22	1,2		1,8		2	1,4					3,2				
16	30	30	1,1		1,7		0,8	0,6	0,8								
17	150	22	0,8		0,9		0,7										
18	30	28	1										3,7				
19	120	15	0,6		1,1		0,6	0,8					2,6	4,1			
20	150	14	0,7		1		1,9	0,9									
gatunki dominujące:												procenty:		zbiorowisko: bór świeży			
1. <i>Pinus sylvestris</i>												100					
2.														gleby: rdzawa właściwa o profilu O			
3.														- AE - BfeBv - Bv - C			



#### 4. Zasoby objętościowe martwego drewna

Obliczenia wykonano na podstawie wzorów prezentowanych w rozdziale 1. Odpowiednio:

- ✓ miąższość leżącego martwego drewna w poszczególnych klasach wielkości (dla kolejnych linii siecznych) – wzór (7),
- ✓ średnia miąższość z próby – wzór (9),
- ✓ odchylenie standardowe z populacji – wzór (10),
- ✓ średnia z populacji przy założonym poziomie ufności 95% dla testu dwustronnego – formuła (11).

Wartość  $t_{n-1, \alpha/2}$  odczytana z tablicy wartości krytycznych dla rozkładu  $t$  Studenta przy 19 stopniach swobody ( $n = 20$ ) wynosi 2,093 (Norcliffe 1986, Bruchwald 1997).

W przypadku materiału o średnicy przekroju poprzecznego mieszczącej się w przedziale 0,0-0,6 cm, wybrano wartość środkową przedziału, czyli 0,3 cm. Sumy kwadratów średnic wyliczono na podstawie wzoru (8).

Przeprowadzono osobne wyliczenia miąższości dla poszczególnych klas wielkości uwzględniające różną długość pomiarowych linii siecznych:  $L = 1,8$  m dla 0,0-2,5 cm (łącznie dwie klasy), 3 m dla 2,5-7,6 cm i 10,5 m dla powyżej 7,6 cm.

Wykonane pomiary terenowe umożliwiają także wyliczenie innych zmiennych charakteryzujących zasoby martwego drewna, m.in. liczby kawałków leżaniny (sztuki/ha), średniej długości kawałków (metry/ha) czy powierzchni zajętej przez leżące martwe drewno ( $m^2/ha$ ). Ponadto badania laboratoryjne pobranych w terenie próbek drewna ze wszystkich klas wielkości i różnych stopni rozkładu, uzupełnione o dane tabelaryczne ciężaru właściwego, pozwolą na wyliczenie zasobów w jednostkach wagowych (biomasy). Wszystkie powyższe wyniki przedstawione zostaną w sprawozdaniu z III etapu.

Tabela 7. Wartości estymacji punktowej i przedziałowej w poszczególnych klasach wielkości oraz sumarycznej miąższości martwego drewna.

Nazwa LKP	Klasa wielkości	$\bar{y}$ ( $m^3/ha$ )	$S_y$	$\mu \in \langle \dots; \dots \rangle = 0,95$	$\sum \bar{y}$ ( $m^3/ha$ )
Bory Lubuskie	0,0-2,5 cm	2,55	0,63	1,23; 3,87	<b>12,12</b>
	2,5-7,6 cm	2,25	0,96	0,24; 4,26	
	pow. 7,6 cm	7,32	4,61	-2,32; 16,96	
Puszcza Bukowa	0,0-2,5 cm	6,68	0,90	4,80; 8,56	<b>86,29</b>
	2,5-7,6 cm	12,88	3,25	6,08; 19,68	
	pow. 7,6 cm	66,73	29,01	6,01; 127,45	
Bory Tucholskie	0,0-2,5 cm	3,45	0,48	2,44; 4,46	<b>5,11</b>
	2,5-7,6 cm	1,66	0,63	0,33; 2,99	
	pow. 7,6 cm	0,00	0,00	n.d.	
Puszcza Białowieska	0,0-2,5 cm	2,77	0,36	2,02; 3,52	<b>6,02</b>
	2,5-7,6 cm	3,25	1,14	0,87; 5,63	
	pow. 7,6 cm	0,00	0,00	n.d.	

Tabela 8. Miąższość leżaniny w podziale na klasy wielkości dla poszczególnych linii siecznych (m<sup>3</sup>/ha)

<b>LKP Bory Lubuskie</b>				<b>LKP Lasy Puszczy Bukowej</b>			
Linie sieczne	Miąższość leżaniny			Linie sieczne	Miąższość leżaniny		
	0-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm		0-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm
Y <sub>1</sub>	4,88	15,47	0	Y <sub>1</sub>	3,05	31,67	0
Y <sub>2</sub>	1,85	0	0	Y <sub>2</sub>	8,37	42,56	39,28
Y <sub>3</sub>	0,55	3,69	0	Y <sub>3</sub>	0,37	34,61	381,11
Y <sub>4</sub>	3,81	7,66	88,48	Y <sub>4</sub>	14,41	18,48	293,25
Y <sub>5</sub>	1,42	3,22	0	Y <sub>5</sub>	2,44	0	0
Y <sub>6</sub>	1,11	0	0	Y <sub>6</sub>	8,43	3,69	7,5
Y <sub>7</sub>	8,82	0	0	Y <sub>7</sub>	6,14	0	0
Y <sub>8</sub>	3,65	0	0	Y <sub>8</sub>	9,20	5,62	0
Y <sub>9</sub>	2,52	0	0	Y <sub>9</sub>	2,87	7,95	0
Y <sub>10</sub>	1,30	0	11,73	Y <sub>10</sub>	12,03	0	0
Y <sub>11</sub>	0,98	10,35	30,02	Y <sub>11</sub>	8,24	0	0
Y <sub>12</sub>	0,62	0	16,27	Y <sub>12</sub>	11,76	40,23	71,93
Y <sub>13</sub>	0,06	0	0	Y <sub>13</sub>	0,55	7,17	32,17
Y <sub>14</sub>	8,21	4,74	0	Y <sub>14</sub>	10,23	0	11,73
Y <sub>15</sub>	0,68	0	0	Y <sub>15</sub>	2,41	4,74	0
Y <sub>16</sub>	8,07	0	0	Y <sub>16</sub>	6,01	8,4	42,34
Y <sub>17</sub>	0,74	0	0	Y <sub>17</sub>	6,20	14,78	408,32
Y <sub>18</sub>	0,86	0	0	Y <sub>18</sub>	3,57	9,47	16,94
Y <sub>19</sub>	0,49	0	0	Y <sub>19</sub>	10,46	0	0
Y <sub>20</sub>	0,43	0	0	Y <sub>20</sub>	6,89	28,15	30,02
<b>Y śr.</b>	<b>2,55</b>	<b>2,25</b>	<b>7,32</b>	<b>Y śr.</b>	<b>6,68</b>	<b>12,88</b>	<b>66,73</b>
<b>LKP Bory Tucholskie</b>				<b>LKP Puszcza Białowieńska</b>			
Linie sieczne	Miąższość leżaniny			Linie sieczne	Miąższość leżaniny		
	0-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm		0-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm
Y <sub>1</sub>	5,53	0	0	Y <sub>1</sub>	0,80	4,21	0
Y <sub>2</sub>	6,13	5,32	0	Y <sub>2</sub>	4,35	0	0
Y <sub>3</sub>	3,27	0	0	Y <sub>3</sub>	3,84	2,99	0
Y <sub>4</sub>	2,26	5,03	0	Y <sub>4</sub>	3,59	0	0
Y <sub>5</sub>	2,87	0	0	Y <sub>5</sub>	1,11	0	0
Y <sub>6</sub>	2,52	0	0	Y <sub>6</sub>	2,61	17,35	0
Y <sub>7</sub>	0,86	0	0	Y <sub>7</sub>	1,35	0	0
Y <sub>8</sub>	1,48	0	0	Y <sub>8</sub>	5,49	9,07	0
Y <sub>9</sub>	3,78	0	0	Y <sub>9</sub>	3,63	0	0
Y <sub>10</sub>	3,26	0	0	Y <sub>10</sub>	2,78	8,73	0
Y <sub>11</sub>	5,06	3,45	0	Y <sub>11</sub>	3,86	4,74	0
Y <sub>12</sub>	1,79	0	0	Y <sub>12</sub>	0,86	4,74	0
Y <sub>13</sub>	0,86	0	0	Y <sub>13</sub>	1,17	0	0
Y <sub>14</sub>	2,13	0	0	Y <sub>14</sub>	2,41	13,15	0
Y <sub>15</sub>	8,63	4,2	0	Y <sub>15</sub>	1,48	0	0
Y <sub>16</sub>	7,35	0	0	Y <sub>16</sub>	0,49	0	0
Y <sub>17</sub>	1,35	5,62	0	Y <sub>17</sub>	1,60	0	0
Y <sub>18</sub>	2,41	9,68	0	Y <sub>18</sub>	5,00	0	0
Y <sub>19</sub>	2,68	0	0	Y <sub>19</sub>	3,81	0	0
Y <sub>20</sub>	4,90	0	0	Y <sub>20</sub>	5,11	0	0
<b>Y śr.</b>	<b>3,45</b>	<b>1,66</b>	<b>0</b>	<b>Y śr.</b>	<b>2,77</b>	<b>3,25</b>	<b>0</b>

## LITERATURA

- Brown J.K.** 1974, *Handbook for inventorying downed woody material*, Gen. Tech. Rep. INT-16. Ogden: USDA For. Serv., Intermountain For. Range Exp. Stn.; ss. 24.
- Bruchwald A.** 1997, *Statystyka matematyczna dla leśników*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa; ss. 255.
- Bruchwald A.** 1999, *Dendrometria*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa; ss. 271.
- Field Manual for Describing Terrestrial Ecosystems* 1998. Land Manage. Handb., 25.
- Harmon M.E., Sexton J.** 1996, *Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems*, US LTER Publication, 20: 1–73.
- Marshall P.L., Davis G., Lemay V.M.** 2000, *Using Line Intersect Sampling for Coarse Woody Debris*, For. Res. Tech. Rep., Vancouver Forest Region; ss.38.
- Mcrae D.J., Alexander M.E., Stocks B.J.** 1979, *Measurement and description of fuels and fire behavior on prescribed burns: a handbook*, Information Rep. O-X-287. Great Lakes For. Res. Centre., Can. For. Serv.; ss. 56.
- Norcliffe G.B.** 1986, *Statystyka dla geografów*, PWN, Warszawa; ss. 258.
- Parminter J.** 1998, *Correction factors for coarse woody debris sampling*, Research Branch, B.C. Ministry of Forests, Victoria; ss.3.
- Planar Intercept Fuel Inventory Field Guide* 1992. USDA For. Serv., Pacific Northwest Res. Stn., Portland; ss. 28.
- Van Wagner C.E.** 1968, *The line intercept method in forest fuel sampling*, For. Sci., 14: 20–26.
- Van Wagner C.E.** 1982, *Practical aspects of the line intersect method*, Inf. Rep. PI-X-12. Petawawa Nat. For. Inst., Can. For. Serv.; ss. 11.
- Vegetation Resources Inventory. Ground Sampling Procedures* 2000. B.C. Ministry of Forests, Resources Inventory Committee, Victoria.
- Warren W.G., Olsen P.F.** 1964, *A line transect technique for assessing logging waste*, For. Sci., 10: 267–276.
- Zasępa R.** 1972, *Metoda reprezentacyjna*, PWE, Warszawa; ss. 368.
- Wolski J.** 2000, *Ocena zapasu martwego drewna metodą Browna [w:] Podstawy trwałego i zrównoważonego zagospodarowania lasów w Leśnych Kompleksach Promocyjnych. Aneks C, Sękocin Las (maszynopis).*