

Ocena zapasu martwego drewna metodą Browna.

Jacek Wolski

Stan badań

Leżące martwe drewno, podobnie zresztą jak nie będące przedmiotem badań złomy i stojący posusz, pełni liczne funkcje ekologiczne w ekosystemach leśnych. Tworzy ono nisze ekologiczne o specyficznym mikroklimacie i dużej wilgotności, będące naturalnymi kryjówkami dla licznych owadów (chrząszcze, osy i trzmiele przechodzą tam okres hibernacji), niektórych bezkręgowców i drobnych kręgowców. Jest także środowiskiem życiowym i źródłem pożywienia dla licznych gatunków grzybów, mchów, porostów i bakterii (zwłaszcza azotowych). Rozkładająca się leżanina (procesy humifikacji i mineralizacji) dostarcza materii organicznej do gleby (rozwój środowiska glebowego, obieg substancji odżywczych) i bierze udział w długoterminowym obiegu węgla organicznego, będąc zarazem jednym z jego głównych źródeł. Leżące drewno różnego sortymentu pełni także funkcję tras komunikacyjnych dla małych przedstawicieli fauny, a kłody i grubizna są swoistymi stabilizatorami procesów stokowych.

Powyższe zależności, podobnie jak tempo rozkładu materii drzewnej czy rola ekologiczna martwego drewna zalegającego w korytach rzek i strumieni, są od wielu lat tematem badań i licznych interdyscyplinarnych studiów w Stanach Zjednoczonych (USDA Forest Service, Oregon State University) i Kanadzie (University of British Columbia, Pacific Forestry Centre). Na znacznie mniejszą skalę prowadzi się je także w Wielkiej Brytanii, Francji, Niemczech, krajach skandynawskich czy Australii (Caza 1993).

W Polsce jest bardzo niewiele prac o tej tematyce. Dotychczasowe badania dotyczyły przede wszystkim możliwości wykorzystania drobnicy gałęziowej i drewna pniakowego w przemyśle płytowym i celulozowo-papierniczym (m.in. produkcja celulozy i kalafonii ze świeżej karpiny sosnowej). Na podstawie dokładnych pomiarów obalonych drzew modelowych określano potencjalną wielkość rezerw tego surowca w stosunku do pozyskiwanej grubizny w stanie świeżym (Kubiak i inni 1985). Dostyc liczne opracowania analizują problem martwego drewna w kategoriach fitopatologii leśnej. Do nielicznych podejść ekologicznych należą badania naukowe prowadzone w Białowieskiej Stacji Geobotanicznej Uniwersytetu Warszawskiego (Faliński 1978, Masalska 1997), pojedyncze publikacje w czasopiśmie leśnych (Piotrowski, Wołk 1975) czy nieliczne artykuły o charakterze popularno-naukowym (Borusiewicz 1997, Kawecka 1995, Orczewska, Szewdo

1996, Zielony 1994). Brak jest natomiast kompleksowych studiów prowadzonych w drzewostanach naturalnych, półnaturalnych i lasach zagospodarowanych, a także prac metodycznych traktujących o sposobach pomiaru zasobów objętościowych i wagowych martwego drewna.

Klasyfikacja martwego drewna

Do leżącego martwego drewna zaliczono: powalone kłody, pniaki, gałęzie (od konarów po drobnicę), wierzchołki drzew, korzenie (w postaci karp i osobno) oraz fragmenty oderwane wskutek np. uderzenia pioruna. Brano pod uwagę zarówno materiał świeży (np. gałęzie z liśćmi), jak i prawie całkowicie zbutwiały — wyjątkiem były szczątki, które w wyniku dekompozycji uległy rozkładowi uniemożliwiającemu ich pomiarzenie i stały się częścią poziomą organiczną gleby. Nie miały znaczenia także czynniki, które doprowadziły do biologicznej śmierci. Pomiarom poddawano więc złomy, osobniki chore i osłabione, porażone piorunem, ścięte przez człowieka czy w końcu takie, które powaliła fizjologiczna starość. Nie zaliczano natomiast do leżącego martwego drewna leżących osobno fragmentów kory, szyszek, liści, nasion, traw, żadnych części roślin runa ani eksponowanych nad ziemią, ale w niej tkwiących, korzeni. Taki podział zgodny jest z powszechnie przyjętymi założeniami w tego typu badaniach (*Field Manual for Describing Terrestrial Ecosystems* 1998, *Vegetation Resources Inventory* 2000).

Najwięcej kontrowersji wzbudza klasyfikacja stojącego posuszu. Zdania w tej kwestii są bardzo podzielone (Caza 1993). Autorowi wydaje się jednak, że zaliczanie leżaniny oraz stojącego posuszu i tkwiących w ziemi pniaków do jednej kategorii nie jest podejściem właściwym. Nie stanowiło to jednak problemu, bowiem na żadnej z trzech powierzchni badawczych nie wystąpiły powyższe formy martwego drewna.

Rozwój liniowych metod pomiarów martwego drewna.

Do inwentaryzacji leżaniny najczęściej stosuje się metodę pomiarów liniowych (Caza 1993). Autorami pierwotnej koncepcji metody linii siecznych (*line intersect method*) byli Warren i Olsen (1964) oraz Van Wagner (1968). Utworzono ją głównie na potrzeby służby ochrony przeciwpożarowej i do celów inwentaryzacyjnych (np. na terenach pożarzysk), a dopiero w późniejszych latach znalazła szerokie zastosowanie w badaniach ekologicznych. Pierwotne koncepcje przedstawiały mocno uproszczony model rzeczywistości — zakładały m.in. że wszystkie kawałki martwego drewna mają cylindryczny przekrój, zalegają poziomo

na dnie lasu i prostopadle do wytyczonych transektów, a nachylenie terenu wynosi 0° . Wzór na objętość martwego drewna miał więc postać:

$$V = \frac{\pi^2}{8L} \times \sum d^2,$$

gdzie: V jest objętością materiału (m^3/ha), L — długością linii siecznej (m), d — średnicą w miejscu przecięcia (cm).

W praktyce taka modelowa sytuacja zdarza się bardzo rzadko, dlatego kolejne prace zmierzały do „urealnienia” metody badawczej (Van Wagner 1982). Bardziej szczegółowe zasady pomiarów polowych i dodatkowe współczynniki korygujące zostały opracowane przez Browna (1974), który zaproponował także zmianę nazwy metody na *planar intersect method*, bowiem linia była w rzeczywistości rodzajem płaszczyzny siecznej prostopadłej do powierzchni ziemi. Wzór przybrał postać

$$V = \frac{1,234 \times \sum d^2 \times a \times c}{Nl},$$

gdzie: n jest liczbą przecięć kawałków leżaniny przez linie sieczne, a — współczynnikiem korygującym położenie kawałków martwego drewna, c — współczynnikiem wyrównującym wielkość spadku rzeczywistego do teoretycznej bazy horyzontalnej, Nl — długością linii siecznych. Dokładniejsze informacje zawarte są w opracowaniach Browna (1974), Van Wagnera (1982) i wytycznych USDA Forest Service (1992).

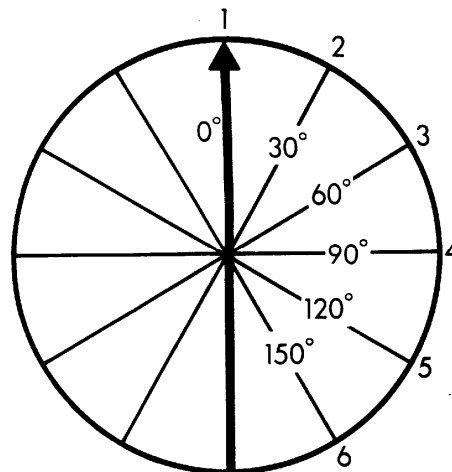
O słuszności tych założeń może świadczyć fakt, że mimo licznych modyfikacji podstawowe procedury pomiarów polowych nie zmieniły się znacząco od prawie 30 lat (USDA Forest Service 1992, Harmon, Sexton 1996, Marshall i inni 2000).

Metoda linii siecznych (transektów) według Browna – przebieg prac terenowych

Poniżej przedstawiono zastosowaną w terenie procedurę pomiarów według wytycznych Browna (1974).

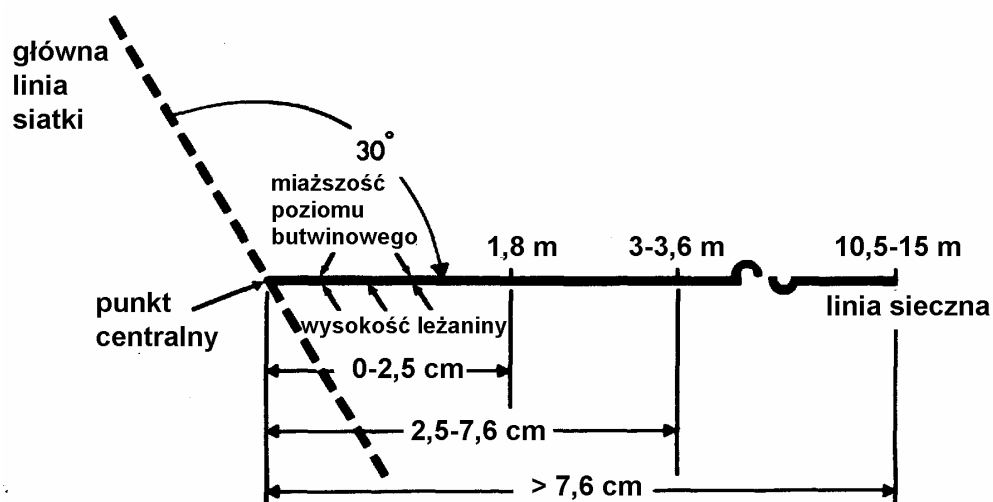
1. Wyznaczenie centralnych punktów pomiarowych: wytyczenie w terenie linii równoległych oddalonych od siebie o 5–10 jednostek (przyjęto 30 m), a następnie wzdłuż tych linii zlokalizowanie punktów centralnych w odległości 2–5 jednostek (przyjęto 10,5 m). Przy wybieraniu odległości kierowano się potrzebą wyeliminowania możliwości nałożenia się linii siecznych.
2. Wyznaczenie z pierwszego oznaczonego punktu centralnego kierunku linii siecznej (transektu): za pomocą kostki do gry należy wylosować jeden z sześciu kątów pomiędzy 0° (kierunek głównej linii, 1 oczko) a 150° (6 oczek) — ryc. 1.

Rycina 1.



3. Oznaczenie taśmą mierniczą przebiegu linii (o długości 10,5 m licząc od punktu centralnego) zgodnie z kierunkiem wylosowanym w pkt. 2.
4. Pomiar nachylenia terenu (zgodnie z przebiegiem transektu).
5. Inwentaryzacja wszystkich kawałków leżącego martwego drewna: o średnicy $> 7,5$ cm na całej długości transektu (dokładny pomiar średnicy), 2,5–7,5 cm na odcinku 0–3 m, 0–0,6 cm i 0,6–2,5 cm na odcinku 0–1,8 m (ryc. 2). Drobnicę gałęziową i chrust cienki ($< 7,5$ cm) zaliczano do odpowiednich klas wielkości. W miarę możliwości starano się zidentyfikować gatunki tworzące materię drzewną (w praktyce procent gatunków dominujących).

Rycina 2.



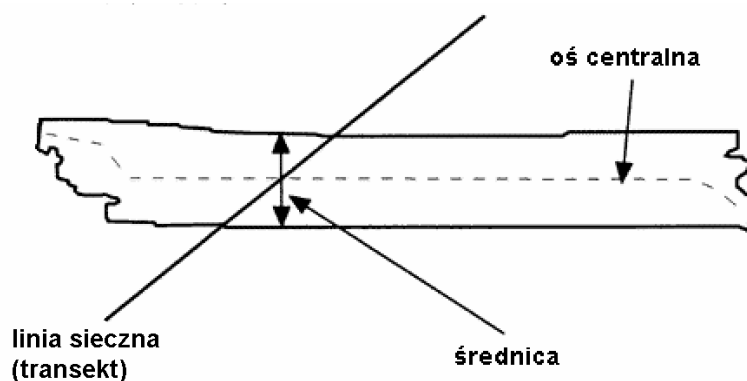
6. Sporządzenie dodatkowych opisów grubizny i kłód: pomiar długości i określenie stopnia rozkładu.
7. Wykonanie pomiarów miąższości poziomego butwinowego (dwa pomiary: w odległości 30 cm od punktu centralnego oraz 1,5 m od pierwszego pomiaru) i wysokości najwyżej nad ziemią położonych kawałków leżaniny (w obrębie trzech następujących po sobie odcinków 30-centymetrowych, licząc od punktu centralnego). Punkty pomiarowe leżały dokładnie na linii siecznej.

Ze względu na znikomą ilość grubizny i kłód oraz ich poziome zaleganie na dnie lasu, nie wykonano pomiarów kąta nachylenia centralnej osi kawałków leżaniny do teoretycznej bazy horyzontalnej. Powyższe kroki powtórzono na wszystkich wyznaczonych transektach.

Zasady pomiarów poszczególnych fragmentów materii drzewnej są szczegółowo opisane w oficjalnych wytycznych dotyczących inwentaryzacji lasu (USDA Forest Service 1992, *Field Manual for Describing Terrestrial Ecosystems* 1998, *Vegetation Resources Inventory* 2000), tak więc poniżej przedstawiono tylko najważniejsze.

1. Mierzona średnica jest odcinkiem prostopadłym do osi centralnej kawałka, a środek odcinka jest miejscem przecięcia osi z transektem (ryc. 3); przy pomiarach należy uważać na zjawisko paralaksy.
2. Uwzględnia się tylko materiał leżący na i w ściółce — fragmenty zagłębione w poziom organiczny gleby są pomijane.
3. Jeśli linia transektu przetnie dwa i więcej razy ten sam kawałek należy policzyć każde przecięcie jako osobną wartość.
4. Nie liczy się kawałków, których oś centralna pokrywa się dokładnie z transektem (bardzo rzadkie przypadki w praktyce).

Rycina 3.



Podczas pomiarów wykorzystywano stalowe i płócienne taśmy miernicze, metalowe szpilki, busołą z klizimetrem, łaskę glebową oraz średnicomierz sortujący (własnego pomysłu). Początki i końce głównych linii pomiarowych zostały trwale oznaczone w terenie. Wszystkie wyniki wpisywano do formularza (tab. 1).

Tabela 1. Formularz polowy

nazwa stanowiska:						obręb:			oddział:											
klasy średnic (cm):						0-2,5	2,5-7,6	>7,6	GPS N:											
długość linii siecznej (m):						1,8	3	10,5	GPS E:											
nr punktu	spadek terenu (°)	azymut (°)	średnice (sztuki)			butwina (cm)		średnice > 7,6 cm/długość (cm)				wysokość (cm)								
			0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	I	II	świeży	świeży	zbutwiały	zbutwiały	I	II	III						
gatunki dominujące:						procenty:		zbirowisko:												
1.																				
2.																				
3.														gleby:						

Na stanowisku „Bory Lubuskie” wyznaczono 6 punktów centralnych (łącznie długość transektów 64 m), a na stanowiskach „Bory Tucholskie” i „Lasy Puszczy Bukowej i Goleniowskiej” — po 10 punktów (łącznie długość transektów po 105 m). Pierwsze zestawienia liczbowe wskazują na znaczne różnice w ilości i wielkości martwego drewna zalegającego na dnie lasu (tab. 2).

Tabela 2. Liczba kawałków martwego drewna i jego maksymalna wysokość zalegania nad ziemią

Nazwa LKP	0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm		maks. wys. leżaniny (cm)		
				świeży	zbutwiały	I	II	III
<i>Puszcza Bukowa</i>	149	55	16	1	12	19	68	6
<i>Bory Tucholskie</i>	207	29	5	0	0	16	16	21
<i>Bory Lubuskie</i>	41	10	0	0	1	18	14	10

Podsumowanie

Przeprowadzona latem tego roku kwerenda po źródłach i wstępne szacunki wykazały, że liczba transektów nie jest wystarczająca. Podczas przyszłorocznych badań terenowych przeprowadzone zostaną dodatkowe pomiary w takiej liczbie, aby na każdym stanowisku było przynajmniej 20 transektów (każdy o długości minimum 10,5 m). Planuje się także

wykonanie niektórych obserwacji (np. klasyfikacja rozkładu drewna) w szerszym zakresie, niż proponuje Brown (1974). Wysoce wskazane byłoby również pobranie próbek drewna znajdującego się w różnych stadiach rozkładu i przeprowadzenie badań laboratoryjnych ciężaru właściwego i wilgotności.

Wcześniej, w sezonie jesiennie-zimowym 2000/2001, na podstawie wyników pomiarów terenowych wykonane zostaną wstępne obliczenia, mające na celu oszacowanie zasobów objętościowych i wagowych leżaniny.

Wybrana bibliografia

- Borusiewicz B., 1997, *Stare drzewa i ich ochrona*. Las Polski, 6.
- Brown J.K., 1974, *Handbook for inventoring downed woody material*. General Technical Report INT-16, USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden.
- Caza C.L., 1993, *Woody Debris in the Forests of British Columbia: A Review of the Literature and Current Research*. Land Management Report, 78, B.C. Ministry of Forests, Research Branch, Victoria.
- Falinski J.B., 1978, *Uprooted trees, their distribution and influence in the primeval forest biotope*, *Vegetation*, 38(3).
- Field Manual for Describing Terrestrial Ecosystems*, 1998. Land Management Handbook, 25, B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks, B.C. Ministry of Forests, Province of British Columbia, Victoria.
- Harmon M.E., Sexton J., 1996, *Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems*. US LTER Publication, 20, U.S. LTER Network Office, University of Washington, College of Forest Resources, Seattle.
- Kawecka A., 1995, *Martwe drzewa żyją!* Echa Leśne, 9.
- Kubiak M., Grodecki J., Różański H., 1985, *Próba ilościowej oceny biomasy w rębnych drzewostanach sosnowych zależnie od typu siedliskowego lasu*. *Sylvan*, 6.
- Marshall P.L., Davis G., LeMay V.M., 2000, *Using Line Intersect Sampling for Coarse Woody Debris*. Forest Research Technical Report, Vancouver Forest Region.
- Masalska A., 1997, *Zarastanie wykrotów świerkowych w zbiorowisku grądowym w Białowieskim Parku Narodowym*. Praca magisterska wykonana w Białowieskiej Stacji Geobotanicznej UW pod kierunkiem J.B. Falińskiego, Białowieża-Warszawa.
- Orczewska A., Szewdo J., 1996, *Biocenotyczne funkcje martwych drzew w środowiskach leśnych*. *Aura*, 11.
- Piotrowski W., Wołk K., 1975, *O biocenotycznej roli martwych drzew w ekosystemach leśnych*. *Sylvan*, 8.
- USDA Forest Service, 1992, *Planar Intercept Fuel Inventory Field Guide*. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland.
- Van Wagner C.E., 1968, *The line intercept method in forest fuel sampling*. *Forest Science*, 14.
- Van Wagner C.E., 1982, *Practical aspects of the line intersect method*. Information Report PI-X-12, Canadian Forestry Service, Petawawa National Forestry Institute, Ontario.
- Vegetation Resources Inventory. Ground Sampling Procedures*, 2000. B.C. Ministry of Forests, Resources Inventory Committee, Province of British Columbia, Victoria.
- Warren W.G., Olsen P.F., 1964, *A line transect technique for assessing logging waste*. *Forest Science*, 10.
- Zielony R., 1994, *Las pierwotny – las zagospodarowany, czyli drzewa martwe w rezerwacie przyrody*. *Parki Narodowe*, 3.