

OCENA ZAPASU LEŻĄCEGO MARTWEGO DREWNA

Jacek Wolski

1. WPROWADZENIE

W sprawozdaniu z I etapu badań przedstawiono przebieg prac polowych i problematykę klasyfikacji martwego drewna oraz przybliżono aktualny stan wiedzy w Polsce i na świecie. W sprawozdaniu z II etapu omówiono teoretyczne założenia metody linii siecznych i najważniejsze zmiany w metodyce prac polowych oraz przedstawiono pierwsze wyniki pomiarów terenowych i wstępne obliczenia miąższości martwego drewna zalegającego na dnie lasu.

Tegoroczne sprawozdanie zawiera:

- a. skrócony opis metodyki prac obliczeniowych (ze szczególnym uwzględnieniem obliczeń biomasy),
- b. wyniki pomiarów terenowych i wykonanych na ich podstawie obliczeń zapasu leżaniny: miąższości (m^3/ha), biomasy (t/ha), powierzchni (m^2/ha) i średniej długości kawałków (m) w podziale na poszczególne klasy wielkości,
- c. dyskusję wyników i zaobserwowanych zależności (głównie z wiekiem drzewostanu),
- d. omówienie najważniejszych przyczyn zróżnicowania ilości martwego drewna w różnych ekosystemach leśnych,
- e. omówienie wybranych problemów związanych z porównywaniem danych dotyczących zapasu leżaniny.

2. METODYKA PRAC OBLICZENIOWYCH

Wszystkie obliczenia wykonano na podstawie wzorów prezentowanych przez autora w poprzednich sprawozdaniach i szczegółowo omówionych w literaturze (Van Wagner 1982; Marshall et al. 2000; Wolski 2002). Odpowiednio są to:

- ✓ miąższość leżącego martwego drewna (m^3/ha)

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

- ✓ średnia długość kawałka leżaniny (m)

$$y_i = \frac{m_i}{\sum_{j=1}^{m_i} l_{ij}}$$

- ✓ powierzchnia dna lasu zajęta przez leżące martwe drewno (m^2/ha)

$$y_i = \frac{50 \times \pi}{L} \times \sum_{j=1}^{m_i} d_{ij}$$

- ✓ średnia miąższość z próby

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

- ✓ odchylenie standardowe z populacji

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

- ✓ średnia z populacji przy założonym poziomie ufności 95% dla testu dwustronnego

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

gdzie: L — długość linii siecznej i , l_{ij} — długość kawałka leżaniny j na linii siecznej i , d_{ij} — średnica kawałka leżaniny j w miejscu przecięcia przez linię sieczną i , m_i — liczba wszystkich fragmentów martwego drewna leżących na linii siecznej i , n — liczba wszystkich linii siecznych i na danej powierzchni pomiarowej. Wartość $t_{n-1, \alpha/2}$ odczytana z tablicy wartości krytycznych dla rozkładu t Studenta przy 19 stopniach swobody ($n = 20$) wynosi 2,093 (Bruchwald 1997).

Dla materiału o średnicy przekroju poprzecznego mieszczącej się w przedziale 0,0–0,6 cm wybrano wartość środkową przedziału, czyli 0,3 cm; frakcji tej nie brano pod uwagę w obliczeniach powierzchni (m^2/ha) i średniej długości (m). Przeprowadzono osobne wyliczenia dla poszczególnych klas wielkości uwzględniające różną długość pomiarowych linii siecznych: $L = 1,8$ m dla 0,0–0,6 cm i 0,6–2,5 cm, 3 m dla 2,5–7,6 cm i 10,5 m dla powyżej 7,6 cm.

Do przeliczenia miąższości martwego drewna (m^3/ha) na masę (t/ha) niezbędna jest znajomość gęstości materiału (kg/m^3), będącej funkcją ciężaru właściwego i wilgotności (Simpson 1993; Forest Products Laboratory 1999). Pomiary tej właściwości fizycznej drewna powinno przeprowadzać się zgodnie z Polską Normą (PN-77/D-04101 Drewno. Oznaczanie gęstości). W praktyce jednak wykonuje się je różnymi metodami, m.in. hydrostatyczną (za pomocą cylindra miarowego), stereometryczną czy radiometryczną (Mańkowski i in. 1998).

Ponieważ w ramach tego projektu nie prowadzono laboratoryjnych pomiarów właściwości fizycznych drewna, postanowiono obliczyć masę leżaniny wykorzystując średnie

gęstości odpowiednio dla drewna świeżo ściętego, powietrznie suchego o 12–15% wilgotności bezwzględnej i całkowicie suchego. Uwzględniając znacznie malejącą gęstość martwej grubizny wraz ze zwiększającym się stopniem rozkładu (Hale, Pastor 1998; Harmon, Sexton 1996; Adams, Owens 2001) oraz fakt wieloletniego zalegania drobnicy na świeżym powietrzu (dotyczy to zwłaszcza niezagłębionego w runo ani w głebę materiału o średnicy 2,5–7,6 cm) przypuszcza się, że najbliższe rzeczywistości będą wartości z przedziału drewno powietrznie suche (jako maksimum) i niższe o 30–50% (jako minimum).

Ze względu na dominację *Pinus sylvestris* na wszystkich stanowiskach obliczeń dokonano tylko dla tego gatunku. Na podstawie bazy danych Instytutu Technologii Drewna pt. "Użytkowe gatunki drewna — vademecum" (www.itd.poznan.pl) oraz literatury (Simpson 1993; Mańkowski i in. 1998; Forest Products Laboratory 1999), postanowiono przyjąć następujące wartości gęstości (kg/m^3): dla drewna świeżo ściętego — 820, powietrznie suchego o 12–15% wilgotności bezwzględnej — 510 i całkowicie suchego — 490.

3. WYNIKI POMIARÓW TERENOWYCH I OBLICZEŃ ZAPASU LEŻĄCEGO MARTWEGO DREWNA

W roku 2002 założono trzy nowe stanowiska zlokalizowane w LKP Puszcza Białowieska (oddziały 493Ag, 520Bh, 521Aa). Na każdym z nich, podobnie jak w roku ubiegłym, wykonano pomiary martwego drewna wzdłuż 20 linii siecznych o długościach jednostkowych 10,5 m ($20 \times 10,5 \text{ m} = 210 \text{ m}$). Metodyka prac polowych była zgodna z założeniami prezentowanymi w sprawozdaniach z lat 2000–2001.

W tabelach 1–6 zamieszczono szczegółowe wyniki pomiarów terenowych wykonanych w latach 2000–2002. Numery linii siecznych zapisane kursywą oznaczają dane uzyskane w pierwszym roku badań, kiedy nie brano pod uwagę długości poszczególnych kawałków leżącego martwego drewna. W praktyce oznacza to, że średnią długość kawałków obliczono dla mniejszej próby (Bory Lubuskie – 14 linii siecznych, Bory Tucholskie i Puszcza Bukowa – 10 linii siecznych).

W tabelach 7–15 zaprezentowano dane liczbowe dotyczące zapasu leżącego martwego drewna. Wszystkie obliczenia wykonano według wzorów i wytycznych przedstawionych w punkcie "Metodyka prac obliczeniowych". Odpowiednio są to dla poszczególnych stanowisk:

- liczebność kawałków leżaniny w poszczególnych klasach wielkości z uwzględnieniem stopnia rozkładu materiału o średnicy przekroju poprzecznego pow. 7,6 cm – tabela 7,
- miąższość leżaniny (m^3/ha) wzdłuż poszczególnych linii siecznych w podziale na klasy wielkości — tabele 8–13,

- sumaryczna miąższość (m^3/ha) i masa (t/ha) martwego drewna wraz z odchyleniem standardowym i średnią z populacji w podziale na klasy wielkości — tabela 14,
- średnia powierzchnia dna lasu zajęta przez martwe drewno (m^2/ha) i średnia długość pojedynczego kawałka (m) wraz z odchyleniami standardowymi w podziale na klasy wielkości (bez drobnicy o średnicy przekroju poprzecznego $<0,6$ cm) — tabela 15.

4. Dyskusja wyników

Dystrybucja udziału leżaniny w poszczególnych klasach wielkości jest bardzo wyraźna i spodziewana — liczba kawałków maleje wraz ze wzrostem średnicy przekroju poprzecznego, przy czym rozrzut wyników między poszczególnymi stanowiskami jest bardzo duży (tab. 7). Żadnego spośród 49 kawałków o średnicy pow. 7,6 cm nie zakwalifikowano jako świeżego; zdecydowanie dominuje leżanina o największym stopniu rozkładu, stanowiąc prawie połowę całego stanu w tej klasie wielkości.

Na stanowiskach, gdzie najgrubszy materiał nie występuje lub jest go relatywnie niewiele (Bory Tucholskie, Puszcza Białowieska 742, 521), odnotowano znaczący udział procentowy materiału najdrobniejszego (poniżej 2,5 cm) w łącznej miąższości (ryc. 1). Wydaje się to istotne, bowiem drobnica jest zazwyczaj pomijana w pomiarach lub zaliczana do materii organicznej dna lasu (często wcale nie jako drewno).

Jak widać na rycinie 2, zdecydowanie największą powierzchnię dna lasu zajmuje martwe drewno na stanowisku z najmłodszym drzewostanem (prawie $1200 \text{ m}^2/\text{ha}$), a niemal dwukrotnie mniejszą w lesie 70-letnim ($626 \text{ m}^2/\text{ha}$); na stanowiskach z drzewostanem ponad 90-letnim wartości te oscylują w granicach $300 \text{ m}^2/\text{ha}$, mimo że miąższość leżaniny wynosi tam od $5,11 \text{ m}^3/\text{ha}$ do $30,48 \text{ m}^3/\text{ha}$. Także w tym przypadku drobnica (0,6–2,5 cm) dominuje, przy jednocześnie znikomym udziale powierzchniowym najgrubszych frakcji — wyjątkiem jest stanowisko Puszcza Białowieska (493), na którym proporcje zostały odwrócone (ryc. 3).

Podobne zależności istnieją także między wiekiem drzewostanu a liczbą kawałków w poszczególnych klasach wielkości (ryc. 4). Bardzo duża ilość materiału najdrobniejszego na stanowisku Puszcza Białowieska (493) nie zmienia istniejącej tendencji.

Badania amerykańskie dowodzą, że zarówno w lasach naturalnych, jak i zagospodarowanych miąższość martwej grubizny jest ściśle związana z wiekiem drzewostanu (Spies, Cline 1988; McCarthy, Bailey 1994; Harmon, Sexton 1996; Lofroth 1998). Na wykresie zaprezentowanym przez Speticha, Shifleya i Parkera (1999) zależność ta przybiera postać hiperboli z minimum w przedziale wiekowym 80–100 lat. Porównanie miąższości martwego drewna z wiekiem drzewostanów w przedziale 37–154 lata wykazało identyczną

zależność dla badanych 6 stanowisk (ryc. 5). Kształt krzywej sumarycznej jest bardzo podobny do przebiegu krzywej dla grubizny ($> 7,6$ cm) — jednoznacznie widać, że właśnie ta frakcja jest odpowiedzialna za opisywaną zależność.

Ilość drobnicy znacznie słabiej jest związana z wiekiem drzewostanu i zależność ta wyraźnie maleje wraz z klasą wielkości (ryc. 6). Mimo to zarówno minima, jak i generalny trend (zwłaszcza w młodych drzewostanach) jest podobny. W tym przypadku trudno jednak szukać porównań w literaturze, bowiem jak napisano wcześniej tak szczegółowe pomiary drobnicy na świecie prowadzi się niezwykle rzadko, a w Polsce — w ogóle.

Powyższe rozważania dowodzą, że istnieje wyraźny związek między wielkością, rozkładem przestrzennym i miąższością leżącego martwego drewna a wiekiem drzewostanu. Wydaje się, że fundamentalną rolę mogą odgrywać fazy rozwojowe, składające się na cykl życiowy drzewostanu.

1. **Okres młodociany.** W starszych młodnikach (żerdziowiny, drągowiny) ma miejsce silne oczyszczanie się strzał z gałęzi i intensywne wydzielanie się słabych drzewek; ponadto na dnie lasu mogą zalegać jeszcze drzewka wydzielone we wczesnej fazie młodnika. W lasach zagospodarowanych dodatkowym źródłem leżaniny są pozostałości po czyszczeniach późnych i trzebieży wczesnej. Taki przebieg naturalnych procesów i gospodarczej działalności tłumaczy bardzo dużą liczbę kawałków leżaniny wszelkich sortymentów, zajęcie znacznej powierzchni dna lasu (zwłaszcza przez drobnicę) i w efekcie bardzo wysoką miąższość (Puszcza Białowieska 520, 521).
2. **Okres dojrzałości.** W drzewostanie dojrzewającym wydzielanie się drzew jest bardzo wolne, naturalne oczyszczanie się strzał zanika; leżanina z okresu młodocianego uległa całkowitemu lub bardzo dużemu rozkładowi. Ponadto podczas trzebieży późnej usuwa się tzw. drzewa szkodliwe, czyli potencjalne przyszłe martwe drewno. W efekcie brak na dnie lasu dojrzałego grubizny, bardzo mało jest "grubszej" drobnicy (2,5–7,6 cm) i niezbyt wiele najcieńszych gałązek, które w sumie zajmują małą powierzchnię, a całkowita miąższość leżaniny osiąga wartość minimalną (Puszcza Białowieska 742, Bory Tucholskie). Pod względem ilości martwego drewna jest to **najbardziej krytyczny** okres w skali całego cyklu życiowego drzewostanu.
3. **Okres starzenia się.** W tej fazie część drzew osiąga naturalny kres życia — gwałtownie wzrasta udział martwej grubizny, zauważalnie, chociaż znacznie słabiej, drobnicy (głównie są to gałęzie umierających drzew). Takie proporcje powodują, że wielkość powierzchni dna lasu zajętej przez leżaninę prawie nie ulega zmianom, liczba kawałków (zwłaszcza

"grubszej" drobnicy i grubizny) nieznacznie może się zwiększyć, a miąższość całkowita zdecydowanie rośnie (Bory Luskie, Puszcza Białowieska 493).

Powyższy model — zgodny z przebiegiem procesów naturalnych i zabiegów gospodarczych, w dużym stopniu tłumaczy otrzymane wyniki. Z pewnością wymaga jednak przetestowania na dużo większej liczbie powierzchni w różnych typach drzewostanu.

5. ZAPAS LEŻĄCEGO MARTWEGO DREWNA W RÓŻNYCH EKOSYSTEMACH LEŚNYCH W POLSCE I NA ŚWIECIE

Ilość zalegającego na dnie lasu martwego drewna, a w dalszej kolejności jego rozkład (dekompozycja) zależy od bardzo wielu czynników. Przede wszystkim należą do nich:

1. zmienność komponentów środowiska geograficznego, zwłaszcza klimatu, ukształtowania terenu i gleb,
2. występowanie zjawisk zaburzających naturalny rozwój drzewostanu (często o charakterze katastrofalnym), zwłaszcza pożarów, powodzi, silnych wiatrów i gradacji szkodników,
3. współczesna i historyczna gospodarka leśna,
4. charakterystyka drzewostanu (m.in. skład gatunkowy, wiek, faza rozwoju, produktywność lasu), typ siedliskowy i jego zgodność z roślinnością rzeczywistą.

Ad. 1. Oprócz ziemskich stref klimatycznych i klimatu lokalnego, duże znaczenie ma mikroklimat dna lasu. Związany jest on m.in. ze stopniem zacienienia (zwarcie koron, skład gatunkowy drzewostanu, ekspozycja), "przewiewnością" (zwarcie i skład gatunkowy podszytu i podrostu) czy wilgotnością podłoża (intercepcja opadu atmosferycznego, poziom wód gruntowych, przepuszczalność podłoża). W niektórych strefach klimatycznych obserwuje się, że w podobnych siedliskowo i drzewostanowo lasach znacznie mniej gromadzi się leżaniny na stanowiskach suchszych i zimnych (*dry cold*), niż wilgotnych i chłodnych (*moist cool*). Przykładowo w strefie subborealnej w Kanadzie w zależności od wilgotności (wpływ klimatu lokalnego, zróżnicowanie mikroklimatu dna lasu) wartości te wahają się od 44,1 m³/ha do 159,2 m³/ha (drzewostany świerkowe) oraz od 36,2 m³/ha do 268,4 m³/ha dla drzewostanów sosnowych (Lofroth 1998).

Wpływ na śmiertelność drzew silnie nachylonych stoków, zboczy dolin i związanych często z nimi gleb o płytkim profilu jest powszechnie znany. Czasem jednak występowanie określonego poziomu genetycznego w profilu glebowym (np. bardzo twardego poziomu orsztynowego) może być niekorzystny dla drzew o słabym lub płytkim systemie korzeniowym (Mroz i in. 2001).

Ad. 2. Ważnym czynnikiem jest kondycja ekologiczna drzewostanów związana m.in. z częstotliwością występowania zjawisk zaburzających naturalny rozwój lasu. Lofroth (1998) podaje, że różnice w miąższości leżaniny związane z częstotliwością owych zjawisk mogą sięgać od 60 m³/ha (świerk czarny i kanadyjski) do 390 m³/ha (choina zachodnia). Dużą rolę odgrywa także charakter zaburzenia — badania w pn-zach. Rosji wykazały, że na świeżych powierzchniach zrębów zachowało się średnio 24 m³/ha martwego drewna, podczas gdy w miejscach „naturalnych” zaburzeń nawet do 145 m³/ha (Krankina et al. 2001).

Ad. 3. Częstotliwość cięć pielęgnacyjnych może mieć większy wpływ na zasób leżaniny niż intensywność i skala samych prac (Aber et al. 1978, za Caza 1993). Ważny jest także sposób wykonywania tych zabiegów — Hess i Zimmerman (2001) wykazali, jak duże są różnice w ilości pozostawionego drewna na powierzchniach intensywnie wykorzystywanych gospodarczo w zależności od typu pracujących tam urządzeń.

Ad. 4. Zasób leżaniny (zwłaszcza udział frakcji grubych) i tempo jej rozkładu są silnie związane z wiekiem drzewostanu, fazami rozwoju, a także, chociaż słabiej, ze średnią wysokością drzewostanu (Sollins 1982; Harmon et al. 1986; Franklin et al. 1987; Harmon, Sexton 1996; Spetich et al. 1999). Ponadto tempo rozkładu zależy od mikroklimatu dna lasu, wielkości kawałków i gatunku drzew — w tym ostatnim przypadku może się różnić nawet dziesięciokrotnie (Harmon et al. 1987; Mattson et al. 1987, za Lofroth 1998).

Wielu badaczy odnotowuje większą ilość martwego drewna pojawiającą się w skali roku w drzewostanach iglastych. Przykładowo w lasach liściastych Changbai Mountain Biosphere Reserve w Chinach rocznie przybywa 0,15–0,66 t/ha martwego drewna, zaś w starodrzewiu iglastym H.J. Andrews Experimental Forest w Oregonie — 2,38 t/ha (Harmon, Hua 1991). Generalnie w lasach iglastych w Stanach Zjednoczonych przybywa rocznie od 0,17 do 30 t/ha leżaniny, przy czym na większości stanowisk wartości te są niższe od 5 t/ha (Harmon et al. 1986). Ze względu na zróżnicowanie czynników odpowiedzialnych za rozkład materii drzewnej często nie jest to jednak skorelowane z ogólnym zasobem nadziemnego detrytusy na dnie lasu.

W Polsce problematyka martwego drewna wydaje się prawie nie istnieć. Brakuje kompleksowych studiów prowadzonych w różnych typach drzewostanów, a także prac metodycznych o sposobach pomiarów. Oznacza to, że możliwości porównania ilości leżaniny w różnych typach siedliskowych polskich lasów są znikome.

Do wyjątków należą badania prowadzone w Białowieskiej Stacji Geobotanicznej Uniwersytetu Warszawskiego (Faliński 1978; Masalska 1997), nieliczne prace w czasopiśmie leśnych i ekologicznych (Piotrowski, Wołk 1975; Zielonka, Niklasson 2001; Bobiec 2002;

Wolski 2002) oraz pojedyncze publikacje o charakterze popularno-naukowym (Zielony 1994; Kawecka 1995; Orczewska, Szwedo 1996; Borusiewicz 1997; Gutowski i in. 2002).

Na szczególną uwagę zasługują badania prowadzone od kilku lat w Puszczy Białowieskiej przez J. Gutowskiego oraz realizowany w latach 1997–2001 polsko-amerykański program pt. „Modele akumulacji i zanikania martwego drewna na dnie starych lasów chronionych i zagospodarowanych w Białowieży i w Hiawatha National Forest (Michigan) – badania porównawcze” (por. Skłodowska-Curie M. II Fundusz, Raport 2001).

W niepublikowanym sprawozdaniu pt. „Chrząszcze saproksyliczne jako wskaźnik odkształceń ekosystemów leśnych borów świeżych” zamieszczono wyniki pomiarów zapasu martwego drewna z pięciu różnych stanowisk (Gutowski i in. 2000, materiały otrzymane dzięki uprzejmości kierownika projektu). Odpowiednio wynoszą one (tylko część nadziemna, m³/pow. pomiarowa): w Puszczy Białowieskiej 2,0–9,9, w Biebrzańskim Parku Narodowym 0,3–0,8, w Borach Tucholskich 0,1–0,3, w Puszczy Kozienickiej 0,3–2,5, w Nadleśnictwie Świerklaniec 0,5 (por. tab. 17). Należy zaznaczyć, że pomiarom poddano tylko materiał o średnicy przekroju poprzecznego większej niż 7 cm, w tym także pniaki i posusz stojący, a wielkość powierzchni pomiarowej wynosiła 50×50 m.

W ramach wspomnianego programu polsko-amerykańskiego wykonano badania porównawcze akumulacji martwego drewna w naturalnych i zagospodarowanych lasach liściastych i iglastych w Puszczy Białowieskiej i w Hiawatha National Forest (Mroz i in. 2001, Raport Programu (materiały niepublikowane) „Badania porównawcze akumulacji martwego drewna w naturalnych i zagospodarowanych lasach liściastych i iglastych”, finansowanego z II Funduszu M. Curie-Skłodowskiej). Autorzy stosowali metodę linii siecznych Browna; materiał najdrobniejszy (poniżej 0,6 cm) włączono do ciężaru materii organicznej dna lasu.

Zupełnie inaczej sytuacja wygląda na świecie (zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie i krajach skandynawskich), gdzie badania dotyczące zasobów leżącego martwego drewna oraz jego wpływu na funkcjonowanie ekosystemu leśnego prowadzone są bardzo intensywnie od kilkudziesięciu lat (Caza 1993; por. rozdział "Ekologiczna rola martwego drewna" J. Solona w tym sprawozdaniu).

W tabeli 17 przedstawiono wybrane przykłady z literatury, w tym także dane z Polski. Ten subiektywny wybór był uzależniony głównie od dokładności charakterystyk powierzchni badawczych podawanych przez autorów. Należy pamiętać, że stosowano różne metody pomiarowe, co utrudnia porównywanie "wprost" otrzymanych wyników (szerzej o tym problemie w punkcie 6).

6. PORÓWNYWANIE WYNIKÓW — PROBLEMY METODYCZNE

W wielu publikacjach nie zwraca się uwagi na bardzo istotny aspekt, dotyczący porównywalności danych. Nawet jeśli wybierze się maksymalnie podobne do siebie powierzchnie leśne, to analiza wyników pomiarów wykonywanych przez różnych autorów jest – w najlepszym razie — obciążona dużym błędem. Postanowiono przedstawić w dużym skrócie te zagadnienia, które mają największy wpływ na ostateczne wyniki pomiarów i obliczeń kameralnych. Część z nich ma charakter ogólny i dotyczy wszelkich stosowanych metod.

1. Klasyfikacja martwego drewna

Liczne dyskusje wzbudza klasyfikacja stojącego posuszu (*snags*). Część opracowań uwzględnia stojące martwe drzewa i karpiny, podczas gdy inne je wyłączają (por. Wolski 2002). Wydaje się, że specyfika mikrosiedlisk, inny charakter obiegu składników odżywczych i warunków świetlno-wilgotnościowych, zróżnicowanie tempa rozkładu czy kolejności zasiedlania przez organizmy zwierzęce i roślinne, wskazują wyraźnie na potrzebę wydzielenia dwóch osobnych kategorii. Autor proponuje przyjęcie następującej definicji leżącego martwego drewna: **są to wszelkie kawałki obumarłej (w wyniku braku kontaktu korzeni z siedliskiem lub przerwania ciągłości miazgi) i nie przemieszczonej celowo materii drzewnej różnych sortymentów, zalegającej z powodów naturalnych lub antropogenicznych na dnie lasu, stanowiącej środowisko życiowe dla roślin i zwierząt oraz źródło składników pokarmowych biorących czynny udział w rozwoju gleby.**

Duże rozbieżności dotyczą także granicy (w kontekście pomiarów, a nie podziału na sortymenty) między materiałem grubym i drobnicą. Przykładowo, jako materiał gruby (*CWD* — *coarse woody debris*) autorzy przyjmują kawałki o średnicy od powyżej 0,6 cm aż do powyżej 40 cm (por. Wolski 2002). W wielu opracowaniach drobniejszy materiał (*fine fuel*, *fine woody detritus*) nie jest w ogóle uwzględniany lub jego rola jest silnie deprecjonowana.

Jednym z ważniejszych problemów podczas pomiarów terenowych jest także określenie stopnia rozkładu leżącego martwego drewna. W ostatnich kilkudziesięciu latach powstało kilka klasyfikacji znacznie różniących się poziomem złożoności i zastosowań. Obecnie najczęściej wykorzystywaną w badaniach naukowych jest skala pięciostopniowa, szczegółowo opisana w ubiegłorocznym sprawozdaniu. Dobrze oddaje ona rzeczywiste zróżnicowanie rozkładającej się leżaniny i jest jednocześnie łatwa do zastosowania podczas badań terenowych. Dodawanie kolejnych indykatorów biologicznych (pokrycie mchami, porostami, grzybami, występowanie bezkręgowców lub białej i brunatnej zgnilizny oraz stopnie degradacji bieli i rozkładu twardzieli) wydaje się niecelowe.

Bardzo rzadko zwraca się także uwagę na problem fragmentacji grubszych kawałków drewna (np. w miejscach występowania dzików). Oderwane kawałki często są pomijane podczas pomiarów, co może mieć znaczący wpływ na ostateczny wynik, bowiem ich udział w ogólnej miąższości nadziemnego detrytusu może przekraczać nawet 50% (Harmon, Hua 1991).

2. Autorskie modyfikacje metody linii siecznych

a. Pomiary terenowe

W praktyce wyróżnia się kilka (kilkanaście?) „odmian” metody linii siecznych — wszystkie bazują na tym samym fundamencie teoretycznym, różnią się natomiast założeniami dotyczącymi rozkładu, długości i liczby linii siecznych na powierzchni. Rozbieżności są znaczne: jeden trójkąt równoboczny lub trzy niezależne linie (3×30 m) na 1 ha (Parminter 1998a), jeden trójkąt równoboczny (3×30 m) na 20 ha (McRae et al. 1979), 304 m na 20 ha (Brown, See 1981), 960 m na 20 ha (Vegetation Resources Inventory 2000). Ponadto stosuje się różne „osnowy pomiarowe”, m.in. w kształcie litery L (Caza 1993; Field Manual for Describing Terrestrial Ecosystems 1998), trójkąta równobocznego (Delisle et al. 1988) czy promienisty z trzema liniami tworzącymi między sobą kąty 120° (Davis 1998).

W opinii Marshalla, Davisa i LeMaya (2000) największe znaczenie ma całkowita długość linii, a nie ich długości jednostkowe. Brown (1974), de Vries (1973) oraz Pickford i Hazard (1978) proponują pewną elastyczność w podejmowaniu decyzji i uzależnienie jej od sytuacji w terenie oraz założonych celów badań. Jak istotne jest to zagadnienie mogą świadczyć badania porównawcze, w których zastosowano sześć różnych rozkładów linii siecznych o różnych długościach jednostkowych – rozrzut wyników na tych samych powierzchniach przekracza w niektórych przypadkach 100% (Nemec, Davis 2002).

b. Prace kameralne

Pierwotne koncepcje metody linii siecznych przedstawiały uproszczony model rzeczywistości — zakładały m.in. że wszystkie kawałki martwego drewna leżą poziomo na ziemi, a nachylenie terenu wynosi 0°. Współczynniki korygujące te założenia dotyczą: (a) kąta nachylenia osi morfologicznej leżaniny do płaszczyzny poziomej, (b) rzeczywistej (zredukowanej) długości linii siecznej, czyli jej rzutu na płaszczyznę poziomą (Brown 1974). W praktyce stosowanie tych współczynników jest umowne i często niewłaściwe, mimo że jednoznacznie określono, w jakich sytuacjach jest to uzasadnione (McRae et al. 1979; Parminter 1998b).

Znaczące różnice mogą powstać także przy obliczaniu masy leżaniny, do czego niezbędne są dane dotyczące gęstości drewna. Część autorów korzysta z gotowych już wartości publikowanych w literaturze (różne dane źródłowe), inni prowadzą badania

laboratoryjne (różne metody). Do tego dochodzi jeszcze uwzględnianie stopnia rozkładu czy udziału poszczególnych gatunków drzew.

To tylko najważniejsze problemy, wynikające z braku ścisłego standardu prac pomiarowych i obliczeniowych. Nie znaczy oczywiście, że porównań należy się wystrzegać — są one niezbędne, ale muszą być prowadzone z pełną świadomością istniejących rozbieżności.

7. PODSUMOWANIE

Obecnie wielu naukowców, w tym także leśników przyznaje, że utożsamiana z martwym drewnem działalność szkodników wtórnych czy niebezpieczeństwo rozprzestrzeniania się ognia nie stanowią takiego zagrożenia dla zróżnicowanych i zdrowych drzewostanów, jak uważano przez ostatnie dziesięciolecie. Dbanie o stan sanitarny lasu nie musi być równoznaczne z deprecjonowaniem pozytywnego wpływu martwego drewna na szeroko pojmowany ekosystem leśny. Potwierdzeniem tego jest zainteresowanie tą problematyką w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, Niemczech, krajach skandynawskich, a ostatnio w Rosji.

W Polsce, szczególnie w świetle coraz powszechniej uznawanej „ekologizacji leśnictwa”, istnieje bardzo duża potrzeba nie tylko inwentaryzacji i rozwoju metod pomiarowych, ale także tworzenia interdyscyplinarnych projektów poświęconych roli leżaniny w licznych procesach ekologicznych. Wydaje się, że Leśne Kompleksy Promocyjne mogą być bardzo dobrymi poligonami badawczymi, a w przyszłości osiągnąć status obszarów modelowych pod względem prawidłowego gospodarowania zasobami martwego drewna.

LITERATURA

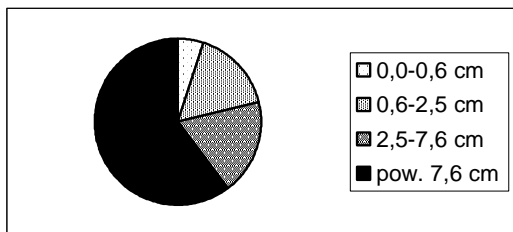
- Aber J.D., Botkin D.B., Melillo J.M. 1978, *Predicting the effects of different harvesting regimes on forest floor dynamics in northern hardwoods*, Canadian Journal of Forest Research, 8, s. 306–315.
- Adams M.B., Owens D.R. 2001, *Specific gravity of coarse woody debris for some central Appalachian hardwood forest species*, Research Paper NE-716, USDA Forest Service, Northeastern Research Station.
- Agee J.K., Huff M. 1987, *Fuel succession in a western hemlock/Douglas-fir forest*, Canadian Journal of Forest Research, 17, s. 697–704.
- Bensen R.E., Schlieter J.A. 1980, *Woody material in northern Rocky Mountain forests: volume, characteristics, and changes with harvesting* [in:] *Environmental consequences of timber harvesting in Rocky Mountain coniferous forests*, Symp. Proc. September 11–13, 1979, Missoula, Mont., Gen. Tech. Rep. INT-90, USDA Forest Service, Ogden, Utah, s. 27–36.
- Bingham B.B., Sawyer J.O., Jr. 1988, *Volume and mass of decaying logs in an upland old-growth redwood forest*, Canadian Journal of Forest Research, 18, s. 1649–1651.

- Bobiec A. 2002, *Living stands and dead wood in the Białowieża Forest: suggestions for restoration management*, Forest Ecology and Management, 165 (1–3), s. 125–140.
- Borusiewicz B. 1997, *Stare drzewa i ich ochrona*, Las Pol., 6, s. 14–15.
- Brown J.K. 1974. *Handbook for inventorying downed woody material*, Gen. Tech. Rep. INT-16, USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Utah.
- Brown J.K., See T.E. 1981, *Downed dead woody fuel and biomass in the Northern Rocky Mountains*, Gen. Tech. Rep. INT-117, USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Utah.
- Bruchwald A. 1997, *Statystyka matematyczna dla leśników*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Caza C.L. 1993, *Woody debris in the forests of British Columbia: a review of the literature and current research*, B.C. Ministry of Forests Land Management Report No. 78., Victoria, B.C.
- Davis R.J. 1998, *Inventory Results on Coarse Woody Debris (Preliminary Findings)*, Little River Adaptive Management Area, U.S. Fish and Wildlife Service/Bureau of Land Management/U.S. Forest Service
- de Vries P.G. 1973, *A general theory on line intersect sampling with application to logging residue inventory*, Med. Landbouw Hogeschool, 73–11.
- Delisle G.P., Woodard P.M., Titus S.J., Johnson A.F. 1988, *Sample size and variability of fuel weight estimates in natural stands of lodgepole pine*, Canadian Journal of Forest Research, 18, s. 649–652.
- Faliński J.B., 1978, *Uprooted trees, their distribution and influence in the primeval forest biotope*, Vegetation, 38, 3, s. 175–183.
- 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.
- Forest Products Laboratory 1999, *Wood handbook — Wood as an engineering material*, Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison.
- Franklin J.F., Shugart H.H., Harmon M.E. 1987, *Tree death as an ecological process: the causes, consequences, and variability of tree mortality*, BioScience, 37(8), s. 550–556.
- Gutowski J.M., Buchholz L., Kubisz D., Ossowska M. 2000, *Chrząszcze saproksyliczne jako wskaźnik odkształceń ekosystemów leśnych borów świeżych*, Białowieża (niepublikowane sprawozdanie)
- Gutowski J.M., Bobiec A., Pawlaczyk P., Zub K. 2002, *Po co nam martwe drzewa?* Wydawnictwo Lubuskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- Hale C.M., Pastor J. 1998, *Nitrogen content, decay rates, and decompositional dynamics of hollow versus solid hardwood logs in hardwood forests of Minnesota*, USA Canadian Journal of Forest Research, 28, s. 1276–1285.
- Harmon M.E., Hua C. 1991, *Coarse woody debris dynamics in two oldgrowth ecosystems*, BioScience, 41(9), s. 604–610.
- Harmon, M.E., Sexton J. 1996, *Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems*, U.S. LTER Publication, 20, College of Forest Resources, University of Washington, Seattle, Washington.
- Harmon M.E., Franklin J.F., Swanson F.J., Sollins P., Gregory S.V., Lattin J.D., Anderson N.H., Cline S.P., Aumen N.G., Sedell J.R., Lienkaemper G.W., Cromack K., Jr., Cummins K.W. 1986, *Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems*, *Advances in Ecological Research*, 15, s. 133–302.
- Harmon M.E., Cromack K. Jr., Smith B.G. 1987, *Coarse woody debris in mixed-conifer forests*, Sequoia National Park, California, Canadian Journal of Forest Research, 17, s. 1265–1272.

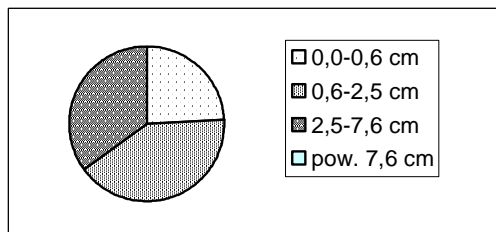
- Harvey A.E., Jurgensen M.F., Larsen M.J. 1981, *Rate of woody residue incorporation into northern Rocky Mountain forest soils*, Research Paper INT-282, USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Utah.
- Hess G.R., Zimmerman D. 2001, *Woody debris volume on clearcuts with and without satellite chip mills*, South. J. Appl. For., 25(4), s. 173–177.
- Karjalainen L., Kuuluvainen T. 2000, *CWD within a pine-dominated boreal forest landscape in Vienansalo wilderness area, north-western Russia* [in:] Karjalainen L., Kuuluvainen T., (eds.) *Restoration and management of biodiversity*, Kuhmo, Finland.
- Kawecka A. 1995, *Martwe drzewa żyją!* Echa Leś., 9, s. 2–4.
- Krankina O.N., Treyfeld R.F., Harmon M.E., Spycher G., Povarov E.D. 2001, *Coarse woody debris in the forests of the St. Petersburg region, Russia*, Ecol. Bull., 49, s. 93–104.
- Lofroth E. 1998, *The dead wood cycle* [in:] J. Voller, S. Harrison (eds.) *Conservation biology principles for forested landscapes*, UBC Press, Vancouver, B.C., s. 185–214.
- Mańkowski P., Gierlik E., Krzosek S., Dzbeński W. 1998, *Testowanie metody próbek bliźniaczych w określaniu gęstości drewna*, 12 Konf. Naukowa WTD SGGW, Warszawa, s. 159–163.
- Marshall P.L., Davis G., LeMay V.M. 2000, *Using line intersect sampling for coarse woody debris*, Forest Research Technical Report TR-003, Vancouver Forest Region, Ministry of Forests, Nanaimo.
- 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, manuskrypt
- Mattson K.G., Swank W.T., Waide J.B. 1987, *Decomposition of woody debris in a regenerating, clear-cut forest in the Southern Appalachians*, Canadian Journal of Forest Research, 17, s. 712–721.
- McCarthy B.C., Bailey R.R. 1994, *Distribution and abundance of coarse woody debris in a managed forest landscape of the central Appalachians*, Canadian Journal of Forest Research, 24, s. 1317–1329.
- McMinn J.W., Crossley D.A., (eds.), 1996, *Biodiversity and coarse woody debris in southern forests, Proceedings of the Workshop on Coarse Woody Debris in Southern Forests: Effects on Biodiversity*, Athens, GA - October 18–20, 1993, Gen. Tech. Rep. SE-94, USDA Forest Service, Southern Research Station.
- McRae D.J., Alexander M.E., Stocks B.J. 1979, *Measurement and description of fuels and fire behaviour on prescribed burns: a handbook*, Canadian Forestry Service Report O-X-287, Great Lakes Forest Research Centre, Sault St. Marie, Ontario.
- Mroz G.D., Gale M., Jorgensen M., Reed D. 2001, *Badania porównawcze akumulacji martwego drewna w naturalnych i zagospodarowanych lasach liściastych i iglastych* (w:) Skłodowska-Curie M. II Fundusz, Raport 2001, z Programu pt. "Modele akumulacji i znikania martwego drewna na dnie starych lasów chronionych i zagospodarowanych w Białowieży i w Hiawatha National Forest (Michigan) – badania porównawcze". Manuskrypt w Zakładzie Geologii IGiPZ PAN.
- Muller R.N., Liu Y. 1991, *Coarse woody debris in an old-growth deciduous forest on the Cumberland Plateau, southeastern Kentucky*, Canadian Journal of Forest Research, 21, s. 1567–1572.
- Nemec A.F.L., Davis G. 2002, *Efficiency of six line intersect sampling designs for estimating volume and density of coarse woody debris*, B.C. Tech. Rep. TR-021, Res. Sec., Van. For. Reg., B.C. Min. For., Nanaimo.
- Orczewska A., Szvedo J. 1996, *Biocenotyczne funkcje martwych drzew w środowiskach leśnych*, Aura, 11.

- Parminter J., 1998a, *Coarse woody debris sampling intensity considerations*, Research Branch, British Columbia Ministry of Forests, Victoria (<http://www.for.gov.bc.ca/research/deadwood/dtmes.htm>)
- Parminter J., 1998b, *Correction factors for coarse woody debris sampling*, Research Branch, British Columbia Ministry of Forests, Victoria (<http://www.for.gov.bc.ca/research/deadwood/dtmes.htm>)
- Pickford S.G., Hazard J.W. 1978, *Simulation studies on line intersect sampling of forest residue*, Forest Science, 24, s. 469–483.
- Piotrowski W., Wołk K. 1975, *O biocenotycznej roli martwych drzew w ekosystemach leśnych*, Sylwan, 8, s. 31–35.
- Siitonen J., Martikainen P.; Punttila P.; Rauh J., 2000, *Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland*, Forest Ecology and Management, 128(3), s. 211–225
- Siitonen, J., Penttilä R., Kotiranta H. 2001, *Coarse woody debris, polyporous fungi and saproxylic insects in an old-growth spruce forest in Vodlozero National Park, Russian Karelia*, Ecol. Bull., 49, s. 231–242.
- Simpson W. 1993, *Specific gravity, moisture content, and density relationship for wood*, Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-76, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison.
- Sollins P. 1982, *Input and decay of coarse woody debris in coniferous stands in western Oregon and Washington*, Canadian Journal of Forest Research, 12, s. 18–28.
- Spetich M.A., Shifley S.R., Parker G.R. 1999, *Regional distribution and dynamics of coarse woody debris in midwestern old-growth forests*, Forest Science, 45(2), s. 302–313.
- Spies T.A., Cline S.P. 1988, *Coarse debris in forests and plantations of coastal Oregon* [in:] C. Maser, R.F. Tarrant, J.M. Trappe, and J.F. Franklin (eds.) *From the forest to the sea: a story of fallen trees*, Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-229, USDA Forest Service, Portland, Oregon.
- Tarasov M.E., Alexeyev V.A., Ryabinin B.N., Shorohov A.A. 2000, *Modeling dynamics of coarse woody debris and litter in managed and old-growth spruce forests in Leningrad oblast* [in:] Karjalainen L., Kuuluvainen T. (eds.) *Restoration and management of biodiversity*, Kuhmo, Finland.
- Van Wagner C.E. 1982, *Practical aspects of the line intersect method*, Canadian Forestry Service Information Report PI-X-12, Petawawa National Forestry Institute, Chalk River, Ontario.
- Vegetation Resources Inventory. Ground Sampling Procedures 2000*, British Columbia Ministry of Forests, Resources Inventory Committee, Province of British Columbia, Victoria.
- Wolski J., 2002, *Metoda pomiarów leżącego martwego drewna w lesie – założenia teoretyczne i przebieg prac terenowych*, Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria A, 2(932), s. 27–45.
- Yrjö N. 2000, *Natural stand structure and dynamics as a basis for diversity-oriented silviculture in old Norway spruce stands in northern Finland* [in:] Karjalainen L., Kuuluvainen T. (eds.) *Restoration and management of biodiversity*, Kuhmo, Finland.
- Zielonka T., Niklasson M. 2001, *Dynamics of dead wood and regeneration pattern in natural spruce forest in the Tatra Mountains, Poland*, Ecol. Bull., 49, s. 159–163.
- Zielony R. 1994, *Las pierwotny — las zagospodarowany, czyli drzewa martwe w rezerwacie przyrody*, Parki Nar., 3

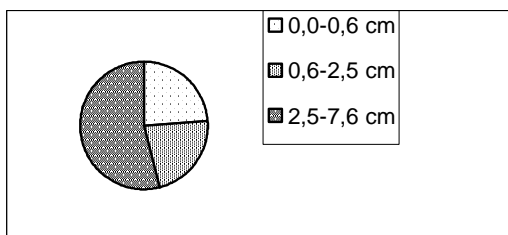
Bory Lubuskie



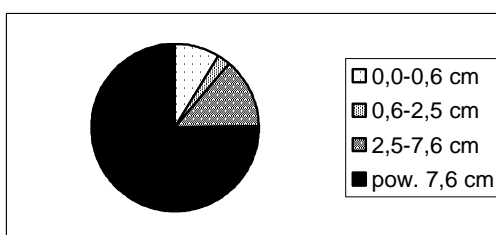
Bory Tucholskie



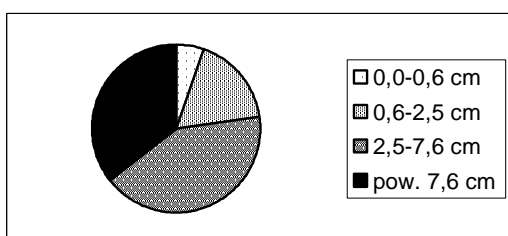
Puszcza Białowieska (742)



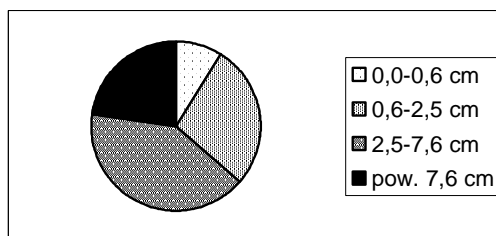
Puszcza Białowieska (493)



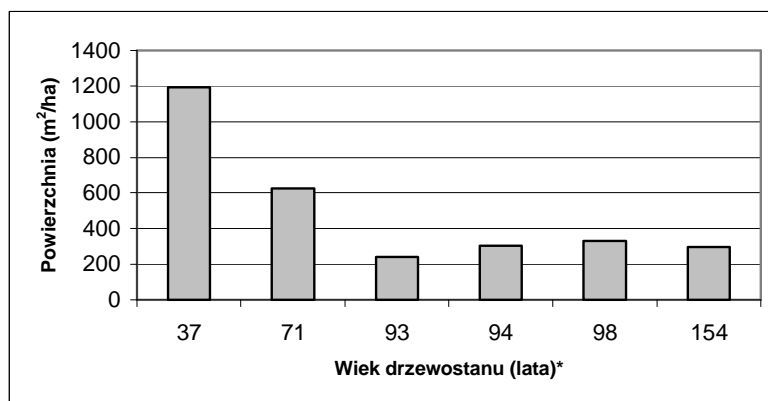
Puszcza Białowieska (520)



Puszcza Białowieska (521)



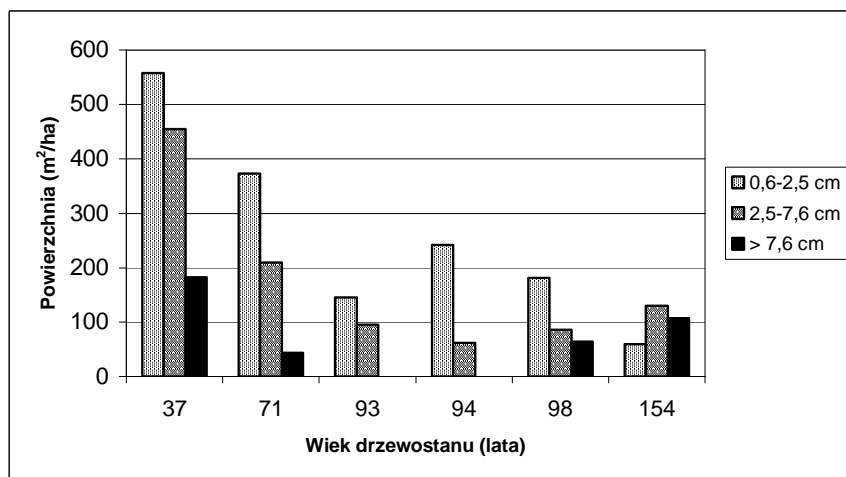
Rycina 1. Udział poszczególnych klas wielkości w całkowitej miąższości martwego drewna



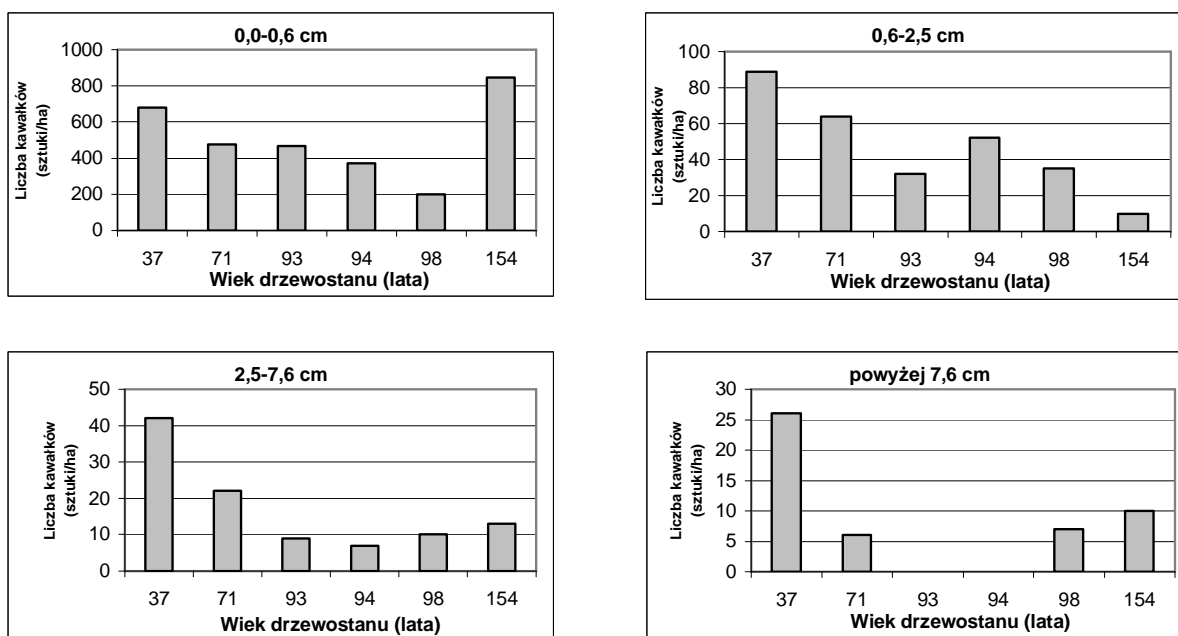
Rycina 2. Sumaryczna powierzchnia dna lasu zajęta przez martwe drewno (m²/ha)

*Legenda dla rycin 2-6 (opis oznaczeń na osi x)

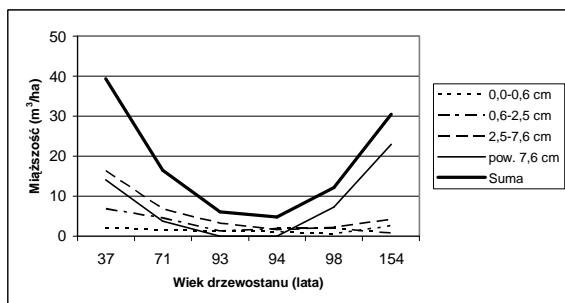
Nazwa stanowiska	Wiek drzewostanu (lata)
Puszcza Białowieska (520)	37
Puszcza Białowieska (521)	71
Puszcza Białowieska (742)	93
Bory Tucholskie	94
Bory Lubuskie	98
Puszcza Białowieska (493)	154



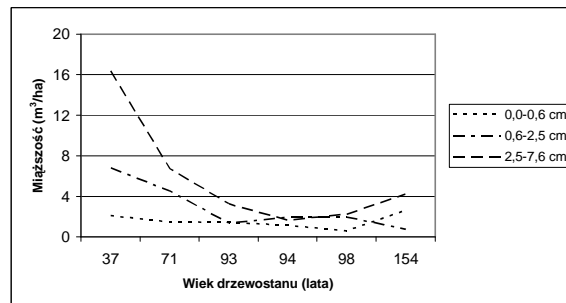
Rycina 3. Powierzchnia dna lasu zajęta przez martwe drewno (w podziale na klasy wielkości)



Rycina 4. Liczba kawałków martwego drewna w poszczególnych klasach wiekowych drzewostanu



Rycina 5. Zależność mięższości martwego drewna od wieku drzewostanu



Rycina 6. Zależność mięższości martwego drewna od wieku drzewostanu dla wybranych klas wielkości

Nazwa stanowiska: Bory Lubuskie		Nadleśnictwo: Lubsko			Leśnictwo: Ciemny Las			Odział: 223a							
Klasy przekrojów (cm):		0-2,5			2,5-7,6			>7,6							
Długość linii próbkowania (m):		1,8			3			10,5							
GPS N: 51°44'43,28"		GPS E: 14°45'19,44"			Średnica (cm)/długość (cm)			> 7,6 cm: średnica (cm)/długość (cm)							
Nr punktu	Kąt linii (°)	0,6-2,5 cm			2,5-7,6 cm			I	II	III	IV	V			
		Srednica (cm)/długość (cm)			Srednica (cm)/długość (cm)										
1	150	12	2,2	16	1,1	14									
2	60	10	1,0	9	0,9	12									
3	150	9					3,0	40							
4	60	12	2,0	5	0,7	33					24,0	440			
5	90	12	1,0	50							10,3	630			
6	30	18									8,5	735			
7	120	8	1,8	3	1,3	10									
8	120	16	0,9	13	0,7	15									
9	150	5	1,8	60											
10	60	14	0,8	5								10,0	130		
11	90	7	0,9	5									16,0	380	
12	90	10											7,6	170	
13	0	1											9,0	1000	
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			1,1						
17	90	3	0,6		1,2										
18	60	14													
19	120	8													
20	30	7													
Gatunki dominujące:											Zbiorowisko: bór świeży				
1. <i>Pinus sylvestris</i>											100				
2.											Gleby: bielocowa o profilu O -				
3.											AEes - Ees - Bhte - C				

Tabela 1. Wyniki pomiarów terenowych na stanowisku Bory Lubuskie

Nazwa stanowiska: 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"				
Długość linii próbkowania (m):										1,8		3		10,5 GPS E: 17°53'29,88"						
Nr punktu	Kąt linii (°)	sztuk	Średnica (cm)/długość (cm)										> 7,6 cm: średnica (cm)/długość (cm)							
			0,6-2,5 cm					2,5-7,6 cm					I	II	III	IV	V			
1	90	28	0,7	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																
4	90	13	0,8	40	0,7	31	1,0	30				3,5	237							
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	0,6	0,8												
17	150	22	0,8	0,9	0,7							3,7								
18	30	28	1									2,6	4,1							
19	120	15	0,6	1,1	0,6	0,8														
20	150	14	0,7	1	1,9	0,9														
Gatunki dominujące:										Procenty:										Zbiorowisko: bór świeży
1. <i>Pinus sylvestris</i>										100										Gleby: różawa właściwa o
2.																				profilu O – AE – BfeBv – Bv
3.																				C

Tabela 2. Wyniki pomiarów terenowych na stanowisku Bory Tucholskie

Nazwa stanowiska: Puszcza Białowieńska (493)		Nadlesnictwo: Białowieża			Leśnictwo: Suche			Oddział: 493Ag							
Klasy przekrojów (cm):		0-2,5	2,5-7,6	>7,6	GPS N:										
Długość linii próbkowania (m):		1,8	3	10,5	GPS E:										
Nr punktu	Kąt linii (°)	Średnica (cm)/długość (cm)			> 7,6 cm: średnica (cm)/długość (cm)			I	II	III	IV	V			
		0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm											
1	0														
2	150	24	1,3	50											
3	60	59													
4	150	31	0,9	57	1,6	137									
5	30	69	0,9	50											
6	30	44													
7	150	53													
8	0	61	0,8	60											
9	60	58			3,5	57	2,7	35				7,6	530		
10	0	68													
11	60	16			3,8	140			8,1	780					
12	60	63													
13	120	40													
14	90	40	1,9	38	5,3	530	4,8	530					8,5	120	
15	90	31	2,1	117	4,9	110	5,0	80	5,5	80			10,5	38	
16	30	50	1,1	38	2,3	40	2,6	38	2,5	150			23,0	105	
17	0	20			3,5	77					53,0	2500		8,5	390
18	60	25													
19	30	59			2,8	45									
20	60	26	0,9	16											
Gatunki dominujące:															
1. <i>Pinus sylvestris</i>		Procenty: Zbiorowisko: bór mieszany													
2.		100 świeży													
3.		Gleby: AEes-Bfe-Bv/C-C													

Tabela 4. Wyniki pomiarów terenowych na stanowisku Puszcza Białowieńska (493)

Nazwa LKP	0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm					Łącznie
				I	II	III	IV	V	
Bory Lubuskie	198	35	10	0	0	0	6	1	250
Bory Tucholskie	373	52	7	0	0	0	0	0	432
Puszcza Białowieska (742)	466	32	9	0	0	0	0	0	507
Puszcza Białowieska (493)	847	10	13	0	2	2	1	5	880
Puszcza Białowieska (520)	681	89	42	0	8	4	2	12	838
Puszcza Białowieska (521)	476	64	22	0	1	0	0	5	568
Łącznie	3041	282	103	0	11	6	9	23	3475

Tabela 7. Liczebność kawałków leżaniny w podziale na klasy wielkości i stopień rozkładu

Tabela 8. Bory Lubuskie

Linie sieczne	Miaższność leżaniny (m ³ /ha)			
	0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm
y ₁	0,74	4,14	15,47	0,00
y ₂	0,62	1,24	0,00	0,00
y ₃	0,55	0,00	3,69	0,00
y ₄	0,74	3,07	7,66	88,48
y ₅	0,74	0,68	3,22	0,00
y ₆	1,11	0,00	0,00	0,00
y ₇	0,49	8,33	0,00	0,00
y ₈	0,99	2,67	0,00	0,00
y ₉	0,31	2,22	0,00	0,00
y ₁₀	0,86	0,44	0,00	11,73
y ₁₁	0,43	0,55	10,35	30,02
y ₁₂	0,62	0,00	0,00	16,27
y ₁₃	0,06	0,00	0,00	0,00
y ₁₄	1,42	6,80	4,74	0,00
y ₁₅	0,25	0,44	0,00	0,00
y ₁₆	0,31	7,77	0,00	0,00
y ₁₇	0,18	0,55	0,00	0,00
y ₁₈	0,86	0,00	0,00	0,00
y ₁₉	0,49	0,00	0,00	0,00
y ₂₀	0,43	0,00	0,00	0,00
Srednia	0,61	1,95	2,25	7,32
Suma	12,12			

Tabela 9. Bory Tucholskie

Linie sieczne	Miaższność leżaniny (m ³ /ha)			
	0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm
y ₁	1,73	4,18	0,00	0,00
y ₂	1,42	1,23	5,32	0,00
y ₃	1,29	0,00	0,00	0,00
y ₄	0,80	3,08	5,03	0,00
y ₅	0,68	0,68	0,00	0,00
y ₆	1,36	0,00	0,00	0,00
y ₇	0,31	8,35	0,00	0,00
y ₈	0,80	2,67	0,00	0,00
y ₉	1,66	2,19	0,00	0,00
y ₁₀	0,18	0,41	0,00	0,00
y ₁₁	1,11	0,55	3,45	0,00
y ₁₂	1,79	0,00	0,00	0,00
y ₁₃	0,86	0,00	0,00	0,00
y ₁₄	0,92	6,78	0,00	0,00
y ₁₅	1,36	0,41	4,20	0,00
y ₁₆	1,85	7,81	0,00	0,00
y ₁₇	1,36	0,55	5,62	0,00
y ₁₈	1,73	0,00	9,68	0,00
y ₁₉	0,92	0,00	0,00	0,00
y ₂₀	0,86	0,00	0,00	0,00
Srednia	1,15	1,94	1,66	0,00
Suma	5,11			

Tabela 10. Puszcza Białowieska (742)

Linie sieczne	Miaższość leżaniny (m ³ /ha)			
	0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm
y ₁	0,80	0,00	4,21	0,00
y ₂	0,92	3,43	0,00	0,00
y ₃	1,60	2,25	2,99	0,00
y ₄	1,48	2,12	0,00	0,00
y ₅	0,86	0,25	0,00	0,00
y ₆	1,73	0,89	17,35	0,00
y ₇	1,36	0,00	0,00	0,00
y ₈	4,07	1,43	9,07	0,00
y ₉	1,42	2,21	0,00	0,00
y ₁₀	1,42	1,37	8,73	0,00
y ₁₁	2,53	1,34	4,74	0,00
y ₁₂	0,86	0,00	4,74	0,00
y ₁₃	1,17	0,00	0,00	0,00
y ₁₄	1,73	0,68	13,15	0,00
y ₁₅	1,48	0,00	0,00	0,00
y ₁₆	0,49	0,00	0,00	0,00
y ₁₇	1,60	0,00	0,00	0,00
y ₁₈	0,80	4,20	0,00	0,00
y ₁₉	1,73	2,09	0,00	0,00
y ₂₀	0,68	4,44	0,00	0,00
Średnia	1,44	1,33	3,25	0,00
Suma	6,02			

Tabela 11. Puszcza Białowieska (493)

Linie sieczne	Miaższość leżaniny (m ³ /ha)			
	0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm
y ₁	1,48	1,16	0,00	0,00
y ₂	3,64	0,00	0,00	0,00
y ₃	1,91	2,31	2,99	0,00
y ₄	4,25	0,55	0,00	0,00
y ₅	2,71	0,00	0,00	22,23
y ₆	3,27	0,00	0,00	0,00
y ₇	0,62	0,00	0,00	0,00
y ₈	3,76	0,72	8,03	6,78
y ₉	3,57	0,00	0,00	0,00
y ₁₀	4,19	0,00	0,00	7,70
y ₁₁	0,99	0,00	5,93	0,00
y ₁₂	3,88	0,00	0,00	21,41
y ₁₃	2,46	0,00	21,00	62,05
y ₁₄	2,46	2,47	32,56	337,97
y ₁₅	1,91	3,02	5,34	0,00
y ₁₆	3,08	4,45	5,03	0,00
y ₁₇	1,23	0,00	0,00	0,00
y ₁₈	1,54	0,00	3,22	0,00
y ₁₉	3,64	0,00	0,00	0,00
y ₂₀	1,60	0,55	0,00	0,00
Średnia	2,61	0,76	4,21	22,91
Suma	30,48			

Tabela 12. Puszcza Białowieska (520)

Linie sieczne	Miaższość leżaniny (m ³ /ha)			
	0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm
y ₁	0,80	5,64	42,83	35,70
y ₂	4,38	14,76	25,10	8,28
y ₃	2,83	2,88	12,99	8,47
y ₄	0,55	4,56	7,95	0,00
y ₅	0,62	0,00	2,78	0,00
y ₆	3,08	6,63	8,69	20,97
y ₇	2,22	6,66	8,25	9,08
y ₈	1,91	7,80	0,00	8,68
y ₉	6,66	10,18	71,48	0,00
y ₁₀	1,85	6,11	25,75	7,14
y ₁₁	4,81	13,60	9,01	32,00
y ₁₂	0,86	12,86	6,92	50,82
y ₁₃	0,92	11,90	8,69	18,40
y ₁₄	0,80	3,76	11,17	9,50
y ₁₅	0,31	0,00	3,45	9,50
y ₁₆	0,37	2,20	15,79	0,00
y ₁₇	5,55	16,59	14,02	53,81
y ₁₈	1,91	3,41	10,36	8,47
y ₁₉	0,68	2,74	29,94	0,00
y ₂₀	0,86	4,33	12,35	0,00
Srednia	2,10	6,83	16,38	14,04
Suma	39,35			

Tabela 13. Puszcza Białowieska (521)

Linie sieczne	Miaższość leżaniny (m ³ /ha)			
	0-0,6 cm	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	> 7,6 cm
y ₁	3,20	7,66	11,54	0,00
y ₂	0,80	7,33	8,77	0,00
y ₃	0,92	0,99	0,00	17,32
y ₄	1,11	3,41	2,78	9,50
y ₅	1,85	2,41	0,00	7,51
y ₆	0,49	1,02	0,00	0,00
y ₇	2,40	3,75	3,70	0,00
y ₈	1,17	4,50	19,00	33,90
y ₉	1,29	9,27	4,21	0,00
y ₁₀	1,60	5,83	0,00	0,00
y ₁₁	1,48	5,80	6,91	0,00
y ₁₂	1,23	3,02	14,79	0,00
y ₁₃	1,42	1,54	0,00	0,00
y ₁₄	0,68	1,24	13,40	0,00
y ₁₅	3,64	26,94	5,56	6,78
y ₁₆	1,48	4,92	8,84	0,00
y ₁₇	2,22	0,00	23,93	0,00
y ₁₈	1,48	1,34	11,10	0,00
y ₁₉	0,25	0,00	0,00	0,00
y ₂₀	0,62	0,00	0,00	0,00
Srednia	1,47	4,55	6,73	3,75
Suma	16,49			

Tabele 8-13. Miaższość leżaniny (m³/ha) wzdłuż poszczególnych linii siecznych w podziale na klasy wielkości

Nazwa stanowiska	Klasa wielkości	Suma cząstkowa (m ³ /ha)	Odchylenie stand. z populacji	Przedział (średnia z populacji)	Suma (m ³ /ha)	Drewno całkiem suche		Drewno powietrznie suche		Drewno świeżo ścięte	
						Suma cząstkowa (t/ha)	Suma (t/ha)	Suma cząstkowa (t/ha)	Suma (t/ha)	Suma cząstkowa (t/ha)	Suma (t/ha)
Bory Lubuskie	0,0-0,6 cm	0,61	0,07	0,45; 0,77		0,30		0,31		0,50	
	0,6-2,5 cm	1,95	0,61	0,67; 3,23	12,12	0,95	5,94	0,99	6,18	1,60	9,94
	2,5-7,6 cm	2,25	0,96	0,24; 4,26		1,10		1,15		1,85	
	pow. 7,6 cm	7,32	4,61	-2,32; 16,96		3,59		3,73		6,00	
Bory Tucholskie	0,0-0,6 cm	1,15	0,11	0,92; 1,37		0,56		0,59		0,94	
	0,6-2,5 cm	1,94	0,61	0,66; 3,23	5,11	0,95	2,33	0,99	2,42	1,59	3,90
	2,5-7,6 cm	1,66	0,63	0,33; 2,99		0,81		0,85		1,36	
	pow. 7,6 cm	0,00	0,00	n.d.		0,00		0,00		0,00	
Puszcza Białowieska (742)	0,0-0,6 cm	1,44	0,18	1,07; 1,80		0,70		0,73		1,18	
	0,6-2,5 cm	1,33	0,32	0,66; 2,01	6,02	0,65	2,95	0,68	3,07	1,09	4,94
	2,5-7,6 cm	3,25	1,14	0,87; 5,63		1,59		1,66		2,67	
	pow. 7,6 cm	0,00	0,00	n.d.		0,00		0,00		0,00	
Puszcza Białowieska (493)	0,0-0,6 cm	2,61	0,26	2,08; 3,14		1,28		1,33		2,14	
	0,6-2,5 cm	0,76	0,29	0,16; 1,36	30,48	0,37	14,94	0,39	15,55	0,62	25,00
	2,5-7,6 cm	4,21	1,86	0,30; 8,11		2,06		2,14		3,45	
	pow. 7,6 cm	22,91	16,91	-12,48; 58,30		11,22		11,68		18,78	
Puszcza Białowieska (520)	0,0-0,6 cm	2,10	0,42	1,22; 2,98		1,03		1,07		1,72	
	0,6-2,5 cm	6,83	1,10	4,53; 9,13	39,35	3,35	19,28	3,48	20,07	5,60	32,26
	2,5-7,6 cm	16,38	3,70	8,63; 24,12		8,02		8,35		13,43	
	pow. 7,6 cm	14,04	3,70	6,29; 21,79		6,88		7,16		11,51	
Puszcza Białowieska (521)	0,0-0,6 cm	1,47	0,19	1,06; 1,87		0,72		0,75		1,20	
	0,6-2,5 cm	4,55	1,33	1,77; 7,33	16,49	2,23	8,08	2,32	8,41	3,73	13,52
	2,5-7,6 cm	6,73	1,59	3,41; 10,05		3,30		3,43		5,51	
	pow. 7,6 cm	3,75	1,89	-0,21; 7,71		1,84		1,91		3,08	

Tabela 14. Miąższość (m³/ha) i masa (t/ha) martwego drewna wraz z odchyleniem standardowym i średnią z populacji przy założonym poziomie ufności 95% dla testu dwustronnego (w podziale na klasy wielkości)

Nazwa stanowiska	Klasa wielkości	Średnia pow. (m ² /ha)	Odchylenie standardowe	Średnia dł. (m)	Odchylenie standardowe
Bory Lubuskie	0,6-2,5 cm	181,38	54,06	0,14	0,04
	2,5-7,6 cm	85,77	35,02	0,20	0,06
	pow. 7,6 cm	63,84	35,13	0,98	0,36
Bory Tucholskie	0,6-2,5 cm	241,98	42,30	0,39	0,06
	2,5-7,6 cm	61,71	23,17	0,29	0,12
	pow. 7,6 cm	0,00	0,00	0,00	0,00
Puszcza Białowieska (742)	0,6-2,5 cm	145,19	30,67	0,16	0,04
	2,5-7,6 cm	95,45	29,82	0,65	0,26
	pow. 7,6 cm	0,00	0,00	0,00	0,00
Puszcza Białowieska (493)	0,6-2,5 cm	60,17	20,13	0,23	0,08
	2,5-7,6 cm	129,70	48,18	0,58	0,27
	pow. 7,6 cm	106,89	50,52	1,46	0,64
Puszcza Białowieska (520)	0,6-2,5 cm	557,21	86,47	0,48	0,08
	2,5-7,6 cm	454,23	84,04	3,05	0,54
	pow. 7,6 cm	181,79	44,33	3,47	0,64
Puszcza Białowieska (521)	0,6-2,5 cm	373,22	98,04	0,25	0,04
	2,5-7,6 cm	208,94	42,43	0,81	0,23
	pow. 7,6 cm	43,88	18,97	0,38	0,17

Tabela 15. Średnia powierzchnia leżaniny (m²/ha) i średnia długość pojedynczego kawałka (m) wraz z odchyleniami standardowymi w podziale na klasy wielkości (tylko powyżej 0,6 cm)

Typ lasu	Klasy wielkości				Dominujący gatunek
	0,6-2,5 cm	2,5-7,6 cm	pow. 7,6 cm	Razem	
Naturalny starodrzew sosnowo-świerkowy	1,4	3,1	10,4	14,9	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea excelsa</i>
Zagospodarowany las sosnowo-świerkowy	1	2,1	6,4	9,5	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Picea excelsa</i>
Naturalny starodrzew lasów liściastych	0,9	2,8	17,1	20,8	<i>Quercus robur</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>Picea excelsa</i>
Zagospodarowany las liściasty	1	1,9	1,6	4,5	<i>Picea excelsa</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Tilia cordata</i>

Tabela 16. Biomasa drewna leżącego (t/ha) i skład gatunkowy drzewostanu na powierzchniach badawczych w Puszczy Białowieskiej (wg Mroz i inni 2001)

Tabela 17. Zapas martwego drewna w różnych ekosystemach leśnych - wybrane przykłady

Dominujące gatunki/drzewostan	Wiek	Zapasy (m ³ /ha)	Region	Państwo	Literatura
<i>Pseudotsuga, Tsuga</i>	515	1421	Oregon	USA	Agee, Huff 1987
<i>Riparian S. giganteum</i>	starodrzew	1104,5	Kalifornia	USA	Harmon et al. 1987
<i>Pseudotsuga, Tsuga</i>	19	981	Oregon	USA	Agee, Huff 1987
<i>Sequoia sempervirens, Pseudotsuga menziesii</i>	starodrzew	957	Kalifornia	USA	Bingham, Sawyer 1988
<i>Pseudotsuga, Tsuga</i>	3	673	Oregon	USA	Agee, Huff 1987
<i>Abies grandis</i>	x	560	x	Kanada	Bensen, Schlieter 1979, za Lofroth 1998
<i>Abies lasiocarpa, Pseudotsuga menziesii</i>	dojrzały	430,3	Waszyngton	USA	Brown, See 1981
<i>Pseudotsuga, Tsuga</i>	450	396	Waszyngton	USA	Sollins 1982
<i>Tsuga heterophylla</i>	dojrzały	390	x	Kanada	Lofroth 1998
<i>Pseudotsuga, Tsuga</i>	110	389	Oregon	USA	Agee, Huff 1987
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	starodrzew	340	Kalifornia	USA	Harmon et al. 1987
<i>Pinus jeffreyi</i>	starodrzew	340	Kalifornia	USA	Harmon et al. 1987
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	404	313	Waszyngton	USA	Spies et al. 1988
<i>Pinus</i>	dojrzały	268,4	x	Kanada	Lofroth 1998
<i>Tsuga heterophylla, Larix occidentalis</i>	dojrzały	254,2	x	USA	Bensen, Schlieter 1980
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	65	248	Oregon	USA	Spies et al. 1988
<i>Riparian P. lambertiana, Abies concolor</i>	starodrzew	242,9	Kalifornia	USA	Harmon et al. 1987
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	x	210	x	Kanada	Benson, Schlieter 1979, za Lofroth 1998
<i>Abies grandis</i>	dojrzały	174,7	Montana	USA	Bensen, Schlieter 1980
<i>Picea engelmannii, Abies lasiocarpa</i>	300-500	79,8-255,5	Montana	USA	Brown, See 1981
<i>Picea</i>	x	159,2	x	Kanada	Lofroth 1998
<i>Pseudotsuga menziesii, Larix occidentalis</i>	dojrzały	154,6	Montana	USA	Harvey et al. 1981
<i>Abies concolor, Abies magnifica</i>	starodrzew	151	Kalifornia	USA	Harmon et al. 1987
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	121	148	Waszyngton	USA	Spies et al. 1988
<i>Quercus sessilis</i>	200	132	Tennessee	USA	Harmon et al. 1986
<i>Larix occidentalis</i>	dojrzały	82,6-163,8	Montana	USA	Brown, See 1981
<i>Picea, Abies</i>	129-198	111	x	Finlandia	Siitonen, Martikainen, Puntila, Rauh 2000
las mieszany z dębem	<5	102	Północna Karolina	USA	McMinn, Hardt 1996
las mieszany z dębem	>120	102	Północna Karolina	USA	McMinn, Hardt 1996
<i>Pinus contorta</i>	dojrzały	69,3-127,4	Montana	USA	Brown, See 1981
las mieszany z dębem	200	94	Tennessee	USA	Harmon et al. 1986
<i>Lilodendron tulipifera</i>	30	91,55	Północna Karolina	USA	McMinn, Hardt 1996
<i>Picea</i>	starodrzew	52-128	Vodlozero NP., Karelia	Rosja	Siitonen, Penttilä, Kotiranta 2001
<i>Acer saccharum</i>	200	86,17	Północna Karolina	USA	McMinn, Hardt 1996
las mieszany z dębem	70	83,32	Północna Karolina	USA	McMinn, Hardt 1996
<i>Fagus, Betula</i>	200	82	Tennessee	USA	Harmon et al. 1986
<i>Picea, Abies</i>	200	80	x	Finlandia	Yrjö 2000
<i>Acer rubrum</i>	200	78,9	Kentucky	USA	Muller, Liu 1991
<i>Pinus contorta</i>	dojrzały	77,7	Montana	USA	Bensen, Schlieter 1980
<i>Pinus sylvestris</i>	x	69,5	Vienansalo, Karelia	Rosja	Karjalainen, Kuuluvainen 2000
<i>Pinus strobus, Quercus alba</i>	200	65,64	Południowa Karolina	USA	McMinn, Hardt 1996
<i>Acer saccharum</i>	200	63,8	Kentucky	USA	Muller, Liu 1991
las mieszany z dębem	5-39	63	Północna Karolina	USA	McMinn, Hardt 1996
<i>Picea</i>	dojrzały	60	x	Kanada	Lofroth 1998
<i>Picea, Abies</i>	x	60	Tatry	Polska	Zielonka, Niklasson 2001
<i>Fagus, Betula</i>	200	54,8	Kentucky	USA	Muller, Liu 1991
<i>Lilodendron tulipifera</i>	40	51	Tennessee	USA	Harmon et al. 1986
<i>Picea</i>	x	44,1	x	Kanada	Lofroth 1998
<i>Pinus sylvestris</i>	71	39,4	Puszcza Białowieska (521)	Polska	Wolski - sprawozdanie 2002 r.
<i>Pinus</i>	dojrzały	36,2	x	Kanada	Lofroth 1998
<i>Picea, Abies</i>	140	36	Leningrad oblast	Rosja	Tarasov et al. 2000
<i>Picea, Abies</i>	180	33	Leningrad oblast	Rosja	Tarasov et al. 2000
<i>Pinus sylvestris</i>	154	30,5	Puszcza Białowieska (493)	Polska	Wolski - sprawozdanie 2002 r.
<i>Pinus</i>	50	30	Tennessee	USA	Harmon et al. 1986
bór świeży	x	8,0-39,6	Puszcza Białowieska	Polska	Gutowski i inni 2000
<i>Lilodendron tulipifera</i>	30	22,4	Północna Karolina	USA	McMinn, Hardt 1996
<i>Picea, Abies</i>	124-145	22	x	Finlandia	Siitonen, Martikainen, Puntila, Rauh 2000
<i>Picea, Abies</i>	100	18	Leningrad oblast	Rosja	Tarasov et al. 2000
<i>Pinus sylvestris</i>	27	16,5	Puszcza Białowieska (520)	Polska	Wolski - sprawozdanie 2002 r.
<i>Picea, Abies</i>	95-118	14	x	Finlandia	Siitonen, Martikainen, Puntila, Rauh 2000
<i>Pinus sylvestris</i>	98	12,1	Bory Lubuskie	Polska	Wolski - sprawozdanie 2002 r.
<i>Picea, Abies</i>	40	12	Leningrad oblast	Rosja	Tarasov et al. 2000
<i>Pinus sylvestris</i>	93	6	Puszcza Białowieska (742)	Polska	Wolski - sprawozdanie 2002 r.
bór świeży	x	1,2-10,0	Puszcza Kozienicka	Polska	Gutowski i inni 2000
<i>Pinus sylvestris</i>	94	5,1	Bory Tucholskie	Polska	Wolski - sprawozdanie 2002 r.
bór świeży	x	1,2-3,2	Biebrzański PN	Polska	Gutowski i inni 2000
bór świeży	x	2	Nadl. Świerkianiec	Polska	Gutowski i inni 2000
bór świeży	x	0,4-1,2	Bory Tucholskie	Polska	Gutowski i inni 2000