

# Martwe drewno rezerwatu Las Natoliński w Warszawie w latach 2005-2015

Mateusz Czech, Michał Małyśza, Katarzyna Szyć, Michał Orzechowski

**Abstrakt:** Badania na temat martwego drewna przeprowadzone zostały w rezerwacie Las Natoliński w Warszawie. Celem niniejszej pracy było określenie ilości oraz składu gatunkowego martwego drewna w drzewostanach rezerwatu w oparciu o dane z 21 kołowych powierzchni próbnych, na których martwe drewno inwentaryzowano w latach 2005 i 2015. W 2015 roku zinwentaryzowano prawie 5900 m<sup>3</sup> drewna martwego (56 m<sup>3</sup>/ha). Analiza porównawcza wyników otrzymanych w 2005 oraz 2015 roku pozwoliła na określenie dynamiki zmian zasobności martwego drewna na powierzchniach próbnych. Wykazano wzrost miąższości martwego drewna o 17 m<sup>3</sup> na powierzchniach próbnych i wzrost jego zasobności o 20 m<sup>3</sup>/ha w rezerwacie. Spośród 11 zainwentaryzowanych gatunków domino wało martwe drewno dębu, oraz jesionu. W 2015 roku w około 50% zasobów martwego drewna wykazywało 4. stopień rozkładu wg klasyfikacji Huntera.

**Słowa kluczowe:** martwe drewno, rezerwat Las Natoliński, stopień rozkładu drewna.

**Abstract. Deadwood of Las Natoliński nature reserve in Warsaw within years 2005-2015.** Research on dead wood was carried out in the Las Natoliński nature reserve in Warsaw. The aim of this work was to determine the amount and species composition of dead wood in the stands of the nature reserve based on data from 21 circular sample plots where dead wood was inventoried in 2005 and 2015. In 2015, almost 5900 m<sup>3</sup> of deadwood was inventoried (56 m<sup>3</sup>/ha). A comparative analysis of the results obtained in 2005 and 2015 examined the dynamics of changes in the volume of dead wood on the test plots. An increase in the thickness of dead wood by 17 m<sup>3</sup> on test plots was shown and an increase in its volume by 20 m<sup>3</sup>/ha in the reserve. Among the 11 inventoried species, dead oak and ash trees dominated. In 2015, about 50% of deadwood resources showed the fourth degree of decomposition according to the Hunter classification.

**Key words:** dead wood, nature reserve Las Natoliński, degree of wood decomposition

## Wstęp

Drewno drzew żywych składa się głównie z martwych komórek. Określenie „martwe drewno” jest zatem terminem niezbyt precyzyjnym, ale powszechnie przyjętym. Bardziej poprawnym terminem jest rozkładające się drewno martwych roślin lub ich części (Gutowski i in. 2004). Występowanie dużej ilości martwego drewna przyjmuje się jako cechę charakterystyczną lasów natu-

ralnych (Jaworski 1997). Obecność martwego drewna wpływa na różnorodność biologiczną ekosystemów leśnych oraz ma znaczenie w procesach akumulacji węgla i przepływu energii (Ratcliffe 1993). Rozkładające się drewno jest środowiskiem życia dla wielu gatunków flory i fauny. I chociaż niewiele gatunków roślin i zwierząt kręgowych jest obligatoryjnie związana z martwym drewnem, to znaczna ich liczba w martwym drewnie znajduje korzystne warunki bytowania. Martwe drewno stojące, w szczególności dziuplaste, stanowi niezbędny element dla zachowania populacji wielu gatunków ptaków i ssaków (Bunnell in. 1999). Martwe pnie to również środowisko życia owadów, w tym gatunków rzadkich i chronionych. Szacuje się, że niezależnie od typu lasu, co najmniej 30% gatunków chrząszczy w nim występujących jest związana z próchniejącymi stojącymi drzewami (Byk 2001) i martwym drewnem leżącym (Grzywacz 1997, Lofroth 1998). Od martwego drewna uzależniona jest też obecność wielu gatunków grzybów niezbędnych dla krążenia materii w lesie. W niektórych ekosystemach ponad 20% grzybów mikoryzowych, niezbędnych dla prawidłowego funkcjonowania drzew iglastych zasiedla martwe pnie (Franklin i in. 1981). Martwe drewno może być także magazynem wilgoci i węgla, a jako element krajobrazowy podnosi walory estetyczne i turystyczne danego terenu (Gutowski i in. 2004).

Według Orczewskiej i Szwedo (1996), Pancer-Kotejowej i Szwagrzyka (1997) oraz Gutowskiego i innych (2004) przez lata martwe drewno uznawane było jako mało wartościowy element ekosystemu leśnego oraz siedlisko szkodników, które należało usuwać. Z biegiem lat stosunek do martwego drewna i roli jaką pełni w lasach uległ zmianie. Zaczęto badać jego znaczenie dla ekosystemu (Piotrowski i Wołek 1975) oraz inwentaryzować jego ilość. Pierwszą uproszczoną metodą pomiaru martwego drewna opracowali Warren i Olsen (1964). Obecnie uważa się, że wiedza na temat ilości martwego drewna, tempie jego rozkładu powinna być uwzględniana przy planowaniu gospodarki leśnej i zabiegów ochronnych. Wskazanie jego odpowiedniej ilości, składu gatunkowego i rozmiarów jest zagadnieniem wciąż otwartym i skomplikowanym. Obserwacja procesów zachodzących w obiektach chronionych może pozwolić na sterowanie zasobnością martwego drewna w lasach gospodarczych.

Celem badań była ocena stanu i zmian ilości martwego drewna w latach 2005-2015 w rezerwacie pozbawionym antropogenicznych czynników ograniczających tę ilość (np. zabiegów pielęgnacyjnych, przenoszenia lub wywożenia drewna). Określono również stopień rozkładu poszczególnych fragmentów martwego drewna.

## Obiekt badań

Rezerwat przyrody Las Natoliński, stanowi kompleks leśno-pałacowo-parkowy z fragmentami cennego starodrzewu na podmokłych łągach i grądach, położonych głównie na III terasie pradoliny Wisły. Najstarsze pokolenie drzew rezerwatu jest pozostałością puszczy mazowieckiej. Rezerwat znajduje się w granicach Warszawy, dzielnicy Wilanów. Został utworzony na podstawie zarządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 9 października 1991 roku (M.P. nr 38 poz. 27). Obszar rezerwatu należy do większego terenu wpisanego do rejestru zabytków jako założenie parkowe. Rezerwat ten jest chroniony w ramach sieci Natura 2000, jako specjalny obszar siedlisk (dyrektywa siedliskowa). Powierzchnia rezerwatu wynosi 103,7 ha w tym powierzchnia drzewostanów 95,18 ha. Na terenie rezerwatu występują dwa rodzaje siedlisk: lasu świeżego oraz lasu wilgotnego (Projekt planu... 2007). Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej leży w IV krainie Mazowiecko-Podlaskiej (Zielony i Kliczkowaka 2012).

Roślinność rezerwatu obejmuje zbliżone do naturalnych zbiorowiska leśne z licznymi drzewami pomnikowymi. W wyniku prowadzonych prac melioracyjnych na terenie pradoliny Wisły oraz dawnego kształtowania przestrzeni parkowej, na jego terenie wytworzyły się zbiorowiska w różnym stopniu odkształcone względem pierwotnych, ulegające współcześnie renaturyzacji (Projekt planu ochrony 2007). Od kilkudziesięciu lat rezerwat jest ogrodzony i wyłączony z ingerencji człowieka. Martwe drewno w całości jest pozostawiane do naturalnego rozkładu. Bywa jedynie przemieszczane ze szlaków komunikacyjnych w ich bezpośrednie sąsiedztwo, w stanie możliwie nierozdrobnionym.

## Metodyka badań

Prace pomiarowe wykonano w oparciu o siatkę systematycznie rozmieszczonych powierzchni próbnych, wykorzystywanych w monitoringu stanu zasobów rezerwatu. W 2005 roku wybrano 21 powierzchni reprezentujących obecne w rezerwacie typy ekosystemów leśnych (ryc. 1).



**Ryc. 1.** Rozmieszczenie powierzchni próbnych w rezerwacie przyrody Las Natoliński. Powierzchnie próbne, na których dokonano pomiarów martwego drewna zaznaczono czerwonym kolorem (Projekt planu ochrony 2007)

*Fig. 1. Distribution of sample plots in the Las Natoliński nature reserve. Plots on which dead wood measurements were made are marked in red*

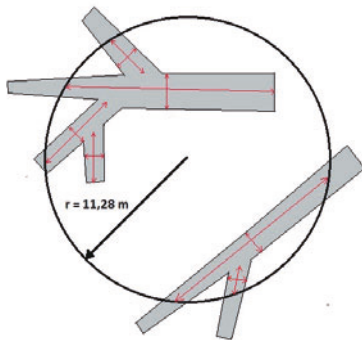
Środki powierzchni badawczych są oznaczone za pomocą szpilek geodezyjnych lub (w przypadku ich zaginięcia) domiarami (odległość i azymut) do dwóch najbliższych drzew. Do określenia promienia powierzchni próbnej (11,28 m) wykorzystano urządzenie Forestor. W badaniach mierzono tylko grubiznę, czyli fragmenty drewna o grubości co najmniej 7 cm w cieńszym końcu w korze. Na powierzchniach pomierzona została długość, średnica fragmentów martwego drewna w połowie długości, średnica i wysokość występujących pniaków oraz wysokość i pierśnica drzew stojących (ryc. 2).

Do martwego drewna pniaków zaliczono te, które nie przekroczyły 1,3 m wysokości. Jeżeli były wyższe uznano je za martwe drewno stojące. Do pomiarów użyto średnicomierza wyskalowanego w milimetrach, długość określano z dokładnością do 1 cm, a wysokość drzew do 0,5 metra. W badaniach uwzględniono spłaszczenie fragmentów pni. Wykonywano wtedy dwa pomiary i wyliczano wartość średnią.

W 2015 roku powtórzono pomiary z zachowaniem tej samej metodyki. Dodatkowo zapisywano także informację na temat gatunku oraz stopnia rozkładu martwego drewna według Klasyfikacji Huntera (1990) poprzez przyporządkowanie całego opisywanego fragmentu drewna do odpowiedniej klasy: klasa 1. – brak śladów rozkładu; klasa 2. – obecna kora, brak gałęzi o grubości < 3 cm, tekstura drewna nienaruszona, miejscami miękka; klasa 3. – obecne fragmenty kory, brak gałęzi < 3 cm, w teksturze drewna widoczne większe twarde fragmenty; klasa 4. – brak kory i gałęzi < 3 cm; w teksturze drewna widoczne małe, drobne kawałki, drewno przyjmuje kolor jasnobrązowy, wyblakły lub żółtawy; klasa 5. – drewno bardzo silnie rozłożone, brak kory i gałęzi < 3 cm; tekstura drewna sypka i miękka, drewno przyjmuje kolor wyblakły do jasnożółtego lub szarego.

Podczas prac inwentaryzacyjnych prowadzonych w 2005 roku stopień rozkładu określany był szacunkowo jako procentowe zaawansowanie procesu. Dla porównania z wynikami z 2015 roku, szacunki z 2005 roku przypisano do Klasyfikacji Huntera zgodnie z następującymi założeniami: klasie 2. przypisano do 10% rozkładu, drewnu w klasie 3. od 10 do 25%, w klasie 4. od 26 do 75%, natomiast drewnu w klasie 5 od 76 do 100% rozkładu.

Przeprowadzone badania są częścią monitoringu stanu zasobów przyrodniczych rezerwatu Las Natoliński.

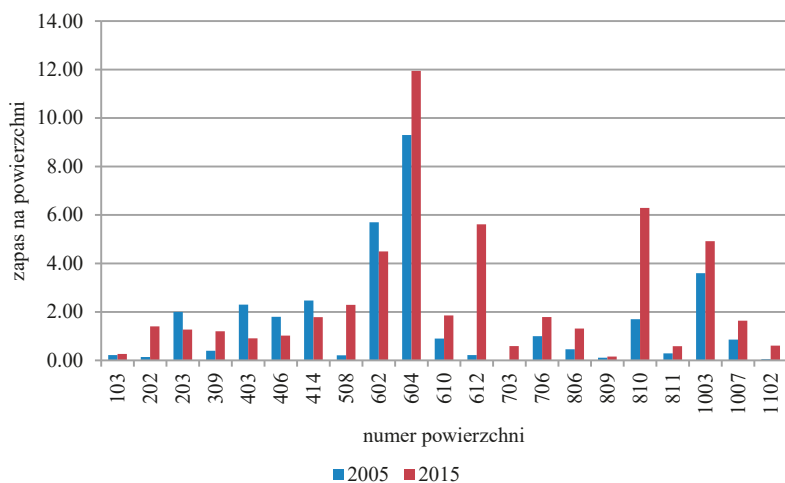


Ryc. 2. Sposób pomiaru martwego drewna na powierzchniach próbnych (oryg.)

Fig. 2. The method of measurement of dead wood on the sample plots (orig.)

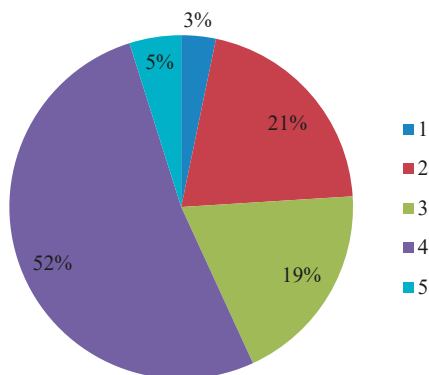
## Wyniki

Na powierzchniach próbnych zinventaryzowano 52 m<sup>3</sup> martwego drewna. Przyrost miąższości martwego drewna w analizowanym okresie 2005-2015 na wszystkich powierzchniach próbnych wyniósł 17 m<sup>3</sup> (ryc. 3). Po przeliczeniu, miąższość martwego drewna na terenie całego rezerwatu wyniosła 5888 m<sup>3</sup>, co stanowi o 2066 m<sup>3</sup> więcej niż stwierdzono w 2005 r. W przeliczeniu na hektar, zasobność martwego drewna wzrosła w ciągu 10 lat o 20 m<sup>3</sup>. W analizowanych zasobach martwego drewna wykazano 11 gatunków drzew. Gatunkami dominującymi w strukturze zainventaryzowanego drewna były: dąb i jesion. Ich udział miąższościowy stanowił odpowiednio w 2005 roku: 61% i 18%, oraz w 2015 roku: 63% i 25%. W aktualnych zasobach martwego drewna mniejszą rolę odgrywa obecnie sosna, której udział miąższościowy spadł z 7% do 3%. Martwe drzewa stojące wykazały zasobność 5,9 m<sup>3</sup>/ha. Miąższość pniaków określono na 1,2 m<sup>3</sup>/ha.



**Ryc. 3.** Miąższość martwego drewna na poszczególnych powierzchniach próbnych  
*Fig. 3.* Volume of dead wood on the sample plots

W składzie gatunkowym martwego drewna na powierzchniach próbnych, nie zaobserwowano zmian w przypadku 7 gatunków (dębu, leszczyny, osłsy, jesionu, świerka, sosny i lipy). W porównaniu ze strukturą gatunkową drzewostanów z 2005 roku, w 2015 roku na powierzchniach badawczych nie stwierdzono występowania gatunków takich jak: wiąz, klon i bez czarny, wykazano natomiast 4 nowe gatunki: szakłak, brzozę, grab i czeremchę. Pod względem stopnia rozkładu w liczbie fragmentów martwego drewna najliczniej reprezentowana była klasa 4. (52%), a więc drewno rozłożone w 26-75% (ryc. 4). Pod względem sumarycznej objętości drewna w każdej z klas rozkładu struktura zasobów martwego drewna prezentowała się podobnie: dominowała klasa 4. (56%) a udział pozostałych był zbliżony do struktury wyliczonej na podstawie liczebności fragmentów, kolejno: 1. (3%), 2. (16%), 3. (17%) i 5. (8%).



**Ryc. 4.** Udział procentowy klas rozkładu drewna według liczebności fragmentów

*Fig. 4. The percentage of classes of wood decomposition according to the number of fragments*

## Dyskusja

Wieloletnie badania nad martwym drewnem znajdują w Polsce bezpośrednie przełożenie nie tylko na wzrost świadomości o kluczowej roli martwego drewna w lesie, lecz przede wszystkim – na doskonalenie metod jego inwentaryzacji. Analizę zasobów martwego drewna na terenie Puszczy Białowieskiej przeprowadził Bobiec (2002). W swoich badaniach porównał on zasobność w martwe drewno lasów gospodarczych oraz lasów chronionych i wykazał dwukrotnie większą ilość martwego drewna na terenie Parku niż w lasach gospodarczych. Interesujące jest, jak aktualne pogradacyjne wydzielanie się świerka wpłynęło na tę prawidłowość. Las Natoliński wydaje się być ekosystemem mniej podatnym na gwałtowne zjawiska dostarczające zasobów martwego drewna. Niewielki udział wydzielającej się starej sosny, powolne zamieranie jesionów i wiązów oraz przede wszystkim odpadające konary i pnie dębów najstarszego pokolenia dostarczają fragmentów martwego drewna o największej objętości jednostkowej, które będą rozkładały się najdłużej. Badania nad wydzielaniem się martwego drewna przeprowadzone w rezerwacie Świnia Góra, wykazały 149 m<sup>3</sup> martwego drewna na jednym hektarze (Raduj 2001). W żyznych buczynach karpackich Gorczańskiego Parku Narodowego w wieku 160-260 lat stwierdzono od 132 m<sup>3</sup> do 191 m<sup>3</sup> martwego drewna (Jaworski i Skrzyszewski 1995). Zasobność martwego drewna w analizowanym obiekcie jest znacznie niższa (56 m<sup>3</sup>/ha). Należy przypuszczać, że będzie wzrastała, chociaż przy obecnym stanie wiedzy nie wiadomo do jakiej wartości. Według Christensena i in. (2005) ilość martwego drewna zależy od kilku czynników. Składają się na nie przede wszystkim lokalizacja i dostępność obiektu (wpływ antropogenicznych zmian zasobów), oraz czas trwania ochrony rezerwatowej. Więcej martwego drewna zainwentaryzowano w rezerwach górskich (niż nizinnych i podgórskich), w rezerwach o dłuższym okresie ochrony i rezerwach o większej zasobności drewna żywego. Badania, które przeprowadzono w 86 bukowych rezerwach przyrody wykazały, że odsetek martwego drewna był prawie dwu-

krotnie wyższy w górach niż w rezerwach leśnych nizinnych i podgórskich (45% w stosunku do 25%). Zasobność martwego drewna nizinnego rezerwatu Las Natoliński wpisuje się w tę prawidłowość – jest niższa niż w starych drzewostanach Gorców (Jaworski i Skrzyszewski 1995). Z kolei średnia zasobność martwego drewna w rezerwach o długim okresie ochrony (ponad 50 lat) była większa o 31 m<sup>3</sup> na hektarze niż w rezerwach o krótkim okresie ochrony.

Dynamikę stanu martwego drewna w 80-letnich lasach dębowych stanu Massachusetts badali Wilson i McComb (2005). Oszacowali oni tempo umieralności drzew, które wynosiło około 6 m<sup>3</sup> w przeciągu 10 lat. Odnotowali także, że najszybciej umierały drzewa przygłuszone (w przeciągu 10 lat 32% ubytku). W rezerwacie przyrody Las Natoliński po 10 latach miąższość martwego drewna w przeliczeniu na jeden hektar wzrosła o 20 m<sup>3</sup>. Miąższość martwego drewna stojącego wzrosła z 1,39 m<sup>3</sup> do 4,98 m<sup>3</sup>/ha. Zmiany te wynikają jednak z innej niż w powyższych badaniach struktury wiekowej i gatunkowej rezerwatu, zdominowanego przez stare dęby. Wystarczy zamarcie jednego drzewa rosnącego na powierzchni próbnej, by w stosunkowo niewielkim obiekcie (ok. 100 ha) uzyskać znaczącą zmianę. Poza tym na wielu powierzchniach w rezerwacie zachodzi proces zamierania drzew najmłodszych pokoleń, głównie jesionów, klonów, olszy i lip podlegających silnej konkurencji międzyosobniczej. Dostarczają one drobne fragmenty drewna, potencjalnie szybko rozkładalnego. Ilość martwego drewna w rezerwacie Las Natoliński kształtuje się na poziomie 12% ogólnej miąższości drzewostanów, wykazując tendencję wzrostową – określono, że wartość ta wzrosła o 4% na przestrzeni 10 lat.

W trakcie badań w rezerwacie Świnia Góra stwierdzono, że większość martwego drewna była słabo rozłożona. W Lesie Natolińskim w 2015 roku wykazano, że 52% fragmentów martwego drewna, stanowiących 56% objętości, znajduje się w 4 klasie rozkładu. Być może wynika to z zastosowanej 5-cio stopniowej skali klasyfikacji Huntera, stanowiącej obecnie podstawową i powszechnie stosowaną metodę. Według autorów klasyfikacja ta wydaje się bardziej adekwatna dla lasów iglastych. Przemawia za tym użycie kryterium obecności gałęzi o grubości do 3 cm. Niektórzy badacze (np. Caza 1993) określają stopień rozkładu na podstawie typu procesów biochemicznych. W biochemicznym rozkładzie najczęściej wyróżnia się trzy kategorie: drewno białe, brązowe i miękkie. W trakcie badań stwierdzono jednak, że występujące przebarwienia i niejednorodność drewna nie pozwalają na zastosowanie takiej skali. Pomimo przeliczenia wartości „procentu rozkładu” z 2005 roku, okazało się niemożliwe porównanie tempa rozkładu martwego drewna w rezerwacie na przestrzeni 10 lat. Byłoby to możliwe przy zastosowaniu dokładnej lokalizacji każdego fragmentu drewna na powierzchniach próbnych w obu okresach badań i porównywanie rozkładu tych samych fragmentów.

Według Gutowskiego i in. (2004) szczególnie ważne jest pozostawianie w ekosystemach leśnych martwego drewna o średnicy powyżej 40 cm, ze względu na ważną rolę, jaką pełni dla wielu gatunków zagrożonych wyginięciem. Rozkład takiego drewna trwa długo, oczywiście w zależności od gatunków drzew, z których pochodzi. Badania wykazały obecność w Lesie Natolińskim około 26 takich grubych fragmentów na hektarze. Stanowiły one zasobność około 28 m<sup>3</sup>/ha. W opisywanym rezerwacie nie można jednak mówić o celowym pozostawianiu konkretnych wymiarów fragmentów drewna. Pozostaje ono w całości a kłody podlegają defragmentacji jedynie w wypadku tarasowania szlaku komunikacyjnego. Znaczny przyrost martwego drewna w rezerwacie Las Natoliński na przestrzeni ostatnich 10 lat może również pośrednio stanowić następstwo silnych nawałnic, jakie miały miejsce w 2012 roku. Powalonych zostało wówczas kilka drzew o znacznych rozmiarach.

## Podsumowanie i wnioski

Na 21 powierzchniach kołowych o areale 400 m<sup>2</sup> każda, zinwentaryzowano 52 m<sup>3</sup> martwego drewna. W całym rezerwacie zinwentaryzowano łącznie prawie 5888 m<sup>3</sup> drewna martwego, co w przeliczeniu na 1 ha daje zasobność 56 m<sup>3</sup>/ha. W ciągu 10 lat wykazano wzrost miąższości martwego drewna o 17 m<sup>3</sup> na powierzchniach próbnych, co przekłada się na wzrost zasobności o 20 m<sup>3</sup>/ha. W 2015 roku stwierdzono obecność 11 gatunków drzew w zasobach martwego drewna, a więc o jeden więcej niż w 2005 roku. Obecnie najobficiej występującymi gatunkami są: dąb (około 63% miąższości) i jesion (około 25%). W opisanych zasobach dominuje, zarówno pod względem liczby fragmentów (52%), jak i objętości (56%) drewno rozłożone w 26-75%, czyli o strukturze miękkiej i bardzo miękkiej. Z przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski:

1. Objęcie ochroną rezerwatową i niedostępność terenu leśnego (ogrodzenie i zakaz wstępu) sprzyjają zwiększeniu zasobów martwego drewna.

2. Określenie rzeczywistego tempa rozkładu martwego drewna na powierzchniach próbnych wymaga dokładnej lokalizacji jego fragmentów (np. na mapach powierzchni próbnych). Zmiany zachodzące w depozycji i rozkładzie drewna, nie pozwalają po 10 latach na odnalezienie wcześniej zmierzonych fragmentów jedynie według ich dawnych wymiarów.

3. Istnieje potrzeba dostosowania klasyfikacji Huntera do oceny rozkładu drewna drzew liściastych.

## Literatura

- Bobiec A. 2002. Living stands and dead wood in the Biaowieża Forest: Suggestions for restoration management. *Forest Ecology and Management*, 165: 125-140.
- Bunnell F. L., Boyland M., Wind E. 1999. How should we distribute dying and dead wood in space? The ecology and management of dead wood in western forests. November 2-3, 1999, Reno, Nevada.
- Byk A. 2001. Próba waloryzacji drzewostanów starszych klas wieku Puszczy Białowieskiej na podstawie struktury zgrupowań chrząszczy (Coleoptera) związanych z rozkładającym się drewnem pni martwych drzew stojących i dziupli. W: Szujcecki A. (red.) Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. Wydawnictwo SGGW, Warszawa: 333-367.
- Caza C. L. 1993. Woody debris in the forests of British Columbia: a review of the literature and current research. *LMR 78*, Published by the Research Branch Ministry of Forests, 115.
- Christensen M., Hahn K., Mountford E. P., Ódor P., Standovár T., Rozenberger D., Diaci J., Wijdeven S., Meyer P., Winter S., Vrska T. 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management*, 210 (1-3): 267-282.
- Faliński J. B. 1978. Unrooted Trees their distribution and influence in the primeval forest, *Biotop vegetation*, 38: 175-183.
- Franklin J. F., Cromack Jr. K., Denison W., McKee A., Maser C., Sedeei J., Swanson F., Juday G. 1981. Ecological characteristics of old-growth Douglas-fir forests. *USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-118*, Pac. Northwest For. and Range Exp. Stn., Portland, Oreg., 48.
- Grzywacz A. 1997. Gatunkowa różnorodność biologiczna grzybów rozkładających drewno. Materiały IV Sympozjum „Ochrona obiektów budowlanych przed korozją biologiczną i ogniem”, Materiały konferencyjne: 69-77.
- Gutowski J.M., (red.), Bobiec A., Pawlaczyk P., Zub K. 2004. *Drugie życie drzewa*. WWF Polska, Warszawa-Hajnówka.
- Hunter M. L. Jr. 1990. *Wildlife, forests and forestry: principles of managing forests for biological diversity*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jaworski A. 1997. Karpackie lasy o charakterze pierwotnym i ich znaczenie w kształtowaniu



- proekologicznego modelu gospodarki leśnej w górach. Sylwan, 141 (4): 33-49.
- Jaworski A., Skrzyszewki J. 1995. Budowa, struktura i dynamika drzewostanów dolnoreglowych o charakterze pierwotnym w rezerwacie Łopuszna. Acta Agr. et Silv. ser. Silv., 33: 3-37.
- Lofroth E. 1998. The dead wood cycle. W: Voller J., Harrison S. (red.): Conservation biology principles for forested landscapes. UBC Press, Vancouver, B.C.: 185-214.
- Orczewska A., Szwedo J. 1996. Biocenotyczne funkcje martwych drzew w środowiskach leśnych. Aura, 11: 5-9.
- Pancer-Kotejowa E., Szwagrzyk J. 1997. Zachowanie różnorodności biologicznej a gospodarka leśna. Sylwan, 141 (3): 5-11.
- Piotrowski W., Wołk K. 1975. O biocenotycznej roli martwych drzew w ekosystemach leśnych. Sylwan, 119 (8): 31-35.
- Projekt planu ochrony rezerwatu przyrody Las Natoliński na okres 01.01.2006-31.12.2025. 2007. Maszynopis, Warszawa.
- Raduj R. 2001. Inwentaryzacja posuszu i leżaniny w rezerwacie Świnia Góra, Praca magisterska w Katedrze Urządzenia Lasu Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa SGGW, Warszawa.
- Ratcliffe P. R. 1993. Biodiversity in Britain's forests. The Forestry Authority, Edinburgh.
- Wilson B. F., McComb B. C. 2005. Dynamics of dead wood over 20 years in a New England oak forest, Can. J. For. Res., 35: 682-692.
- Warren W. G., Olsen P. F. 1964. A line transect technique for assessing logging waste. Forest Science, 10: 267-276.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. CILP, Warszawa.

**Mateusz Czech<sup>1</sup>, Michał Małysha<sup>1</sup>, Katarzyna Szyc<sup>2</sup>, Michał Orzechowski<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Koło Naukowe Leśników, Sekcja Urządzenia Lasu

<sup>2</sup> Katedra Urządzenia Lasu i Ekonomiki Leśnictwa

Wydział Leśny, SGGW w Warszawie

mateos121@wp.pl, morzechowski@wl.sggw.pl