

JOANNA MIELCZARCZYK, STANISŁAW MIŚCICKI, ARKADIUSZ LEPA

Dynamika zasobów martwych drzew w ścisłym rezerwacie przyrody Świnia Góra

Dynamics of the dead wood resources in the Świnia Góra strict nature reserve

ABSTRACT

Mielczarczyk J., Miścicki S., Lepa A. 2018. Dynamika zasobów martwych drzew w ścisłym rezerwacie przyrody Świnia Góra. Sylwan 162 (4): 295-304.

The aim of the study was to characterize the state and dynamics of dead wood resources in the stands of the Świnia Góra strict forest reserve, which was excluded from use for a longer period of time (from 1938/1953), and to compare the results with the state and dynamics of living trees resources. The reserve covers 51 hectares of an upland forest in the Świętokrzyska Forest (central Poland). Data was collected in 2000, 2007 and 2014 on 95 systematically distributed 500 m² sample plots. The location and dimensions of living trees, standing dead trees (snags, including stumps) and downed trees (logs) on each sample plot were determined and measured. The decay stages of dead wood were estimated using a four-point scale classification. The average volume of dead wood was 198 ±32 m³/ha (43 ±8% of living trees) in 2000 and 138 ±17 m³/ha (24 ±3%) in 2014 (fig. 1). The ratio of the volume of snags to logs decreased from 30 ±5% in 2000 to 24 ±6% in 2014. Silver fir was the dominant species among both living and dead trees (fig. 2). The share of dead wood volume in decay stages 1 and 2 was the highest among snags, while in stages 2 and 3 – among logs. The number of highly decomposed wood increased in the period 2000-2014 (fig. 3). The decay rate of wood calculated over a 7-year period was more rapid for logs (fig. 4). In the period of 14 years, 119 ±23 m³/ha of dead wood underwent a complete decomposition. Volume of trees that died within that period was 59 ±10 m³/ha (fig. 5). The complete decomposition of snags amounted to 64 ±10% and logs to 58 ±5% of the initial dead wood volume. The dead wood resources in the investigated period were not balanced: the amount of decayed wood was larger than the amount of wood replenishing the resources. The lack of this balance was due to the lack of the balance of living trees – dead wood resources were insufficiently replenished by trees that had died during analysed 14 years. The dead wood resources at a level of approximately 200-230 m³/ha might be balanced via their continuous replenishment by newly died trees in the amount close to the current volume increment.

KEY WORDS

decay stage, decomposition, log, replenishment, silver fir, snag, stump

ADDRESSES

Joanna Mielczarczyk ⁽¹⁾ – e-mail: joanna.mielczarczyk@wl.sggw.pl

Stanisław Miścicki ⁽¹⁾ – e-mail: stanislaw_miscicki@sggw.pl

Arkadiusz Lepa ⁽²⁾ – e-mail: arkadiusz.lepa@radom.lasy.gov.pl

⁽¹⁾ Katedra Urządzania Lasu i Ekonomiki Leśnictwa, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

⁽²⁾ Nadleśnictwo Kozienice; ul. Partyzantów 62, 26-670 Pionki

Wstęp

Martwe drzewa stanowią jeden z najważniejszych elementów kształtujących różnorodność biologiczną w ekosystemach leśnych. Są siedliskiem licznych grup organizmów i modyfikują obieg pierwiastków w ekosystemie oraz przepływ wody w strumieniach [Harmon i in. 1986]. Funkcje te są zróżnicowane w zależności od formy, w jakiej występują, ich ilości oraz rozmieszczenia. Wielu autorów wyróżnia trzy główne formy martwych drzew [Essen i in. 1992]: leżące, stojące i pniaki (ang. logs, snags, stumps).

Pomiar zasobów martwych drzew był związany z badaniami drzewostanów naturalnych [Leibundgut 1982; Jaworski i in. 2007]. Jako część inwentaryzacji lasu takie pomiary pojawiły się stosunkowo niedawno, wraz ze zwiększeniem zainteresowania rolą martwych drzew i pojawieniem się tendencji do pozostawiania ich w lasach gospodarczych. Ilustracją może być sytuacja rezerwatów leśnych w Dolnej Saksonii, w których pierwsze pomiary zasobów martwych drzew wykonano w roku 1988 [Meyer, Schmidt 2011].

W Polsce inwentaryzację zasobów martwych drzew we wszystkich lasach rozpoczęto w 2005 roku [Wielkoobszarowa... 2015]. Pojawiły się też wtedy opracowania zawierające dane dotyczące zasobów martwych drzew w lasach objętych ochroną. Najczęściej były to pomiary wykonane z użyciem czasowych powierzchni próbnych w takich obiektach jak: rezerwat przyrody Polesie Konstantynowskie [Pawicka, Woziwoda 2011], Uroczysko Wapienny Las [Bujoczek, Bujoczek 2016], rezerwaty Sieget i Las Murckowski [Maślak, Orczewska 2010], Białowiecki Park Narodowy [Brzeziecki i in. 2010] czy rezerwaty w lasach miejskich Warszawy [Skwarek, Bijak 2015]. Badania zasobów martwych drzew prowadzono za granicą wielokrotnie w różnej skali i typach lasu, m.in. w rezerwach przyrody północno-wschodnich Niemiec [Meyer, Schmidt 2011], rezerwach i zagospodarowanych lasach Francji [Paillet i in. 2015] oraz borealnych lasach Kanady [Pedlar i in. 2002].

Zainteresowanie pomiarami zasobów martwych drzew spowodowało podjęcie badań nad zagadnieniami metodycznymi, takimi jak pomiar miąższości drzew leżących metodą linii siecznych [Wolski 2003] lub z użyciem kołowych powierzchni próbnych [Bujoczek 2015], czy zastosowanie warstw gatunkowo-wiekowych do określenia zasobów martwych drzew [Bujoczek i in. 2017]. W drzewostanach gospodarczych analizowano związek miąższości martwych drzew ze sposobem zagospodarowania oraz funkcją lasu [Banaś i in. 2014]. Najrzadziej zajmowano się dynamiką zasobów i tempa rozkładu drewna martwych drzew poszczególnych gatunków. Wiązało się to z faktem, że obserwacje takie są trudne do wykonania ze względu na identyfikację drzew (zwłaszcza leżących) przy powtórnych pomiarach, a także długi czas rozkładu drewna, uzależniony od kilku czynników, m.in. wymiarów, gatunku czy siedliska. Aby skrócić czas obserwacji, zaczęto stosować metody pośrednie, takie jak klasyfikowanie według stopni rozkładu drewna i określanie okresu pozostawiania fragmentu drzewa w danym stopniu.

Celem pracy było scharakteryzowanie stanu i dynamiki zasobów martwych drzew w drzewostanach ścisłego rezerwatu leśnego od dłuższego czasu wyłączanego z użytkowania oraz odniesienie tych wyników do stanu i dynamiki zasobów żywych drzew.

Obiekt badań

Obiektem badań były drzewostany rezerwatu przyrody Świnia Góra (51°03'24" N, 20°42'21" E), położonego w Nadleśnictwie Suchedniów, w VI Krainie Małopolskiej, w mezoregionie Puszczy Świętokrzyskiej [Zielony, Kliczkowska 2012]. Pierwszy rezerwat, o powierzchni 32,18 ha, powołano w 1938 roku. Podczas II wojny światowej niemieckie okupacyjne władze leśne

zamierzały wyciąć drzewostany. Udało się je uchronić dzięki zabiegom nadleśniczego Władysława Okonia oraz wsparciu niektórych leśników niemieckich doceniających wartości przyrodnicze i urodę tego miejsca [Okon 1990]. W 1953 roku utworzono ścisły rezerwat obejmujący, według nowych pomiarów, 50,57 ha lasu wyżynnego położonego na wysokości 325-354 m n.p.m. Teren ten był w przeszłości przekształcony przez wykopanie płytkich szybów do eksploatacji rudy żelaza. Większość drzewostanów powstała spontanicznie w miejscu prawdopodobnie objętym pożarem około 1854 roku [Adamczyk i in. 2015]. Wzrastając na żyznych i w większości wilgotnych glebach, wzbogaconych urobkiem z kopalni, były zróżnicowane gatunkowo i strukturalnie. W latach 1960-1995 ulegały zniekształcaniu na skutek tzw. zamierania jodły. Znacząca część drzew została zniszczona przez huragan w roku 1985. Jego skutkiem było też zwiększone w ciągu kolejnych lat tempo zamierania drzew osłabionych lub uszkodzonych.

Materiał i metody

W 2000 roku na terenie rezerwatu założono i zmierzono 95 stałych powierzchni próbnych, których środki rozmieszczono w sieci prostokątnej o bokach 62,5×80 m. Kolejne pomiary wykonywano w latach 2007 i 2014. W kwadracie 50×50 m wokół środka danej powierzchni próbnej określono fazę rozwojową drzewostanu naturalnego [Miścicki 1994]. Wielkość kołowych powierzchni próbnych wynosiła 500 m². Mierzono wszystkie drzewa żywe o pierśnicy co najmniej 7,0 cm, a także drzewa martwe stojące. Minimalna grubość leżących kłód uwzględnianych w próbie wynosiła 7,0 cm w korze w cieńszym końcu, a długość 1 m. Zakres pomiarów był następujący:

- drzewa żywe: azymut (lewej krawędzi), odległość od środka powierzchni, pierśnica, wysokość (trzech osobników gatunku głównego na danej powierzchni próbnej i po jednym każdego gatunku domieszkowego);
- drzewa martwe stojące: azymut, odległość od środka powierzchni próbnej, pierśnica, obecność kory w miejscu przyłożenia średnicomierza, wysokość do wierzchołka lub miejsca złamania, grubość złamania (określana przy użyciu Spiegel-relaskopu), stopień rozkładu drewna; w przypadku drzew o wysokości poniżej 1,3 m (pniaków) zamiast pierśnicy mierzono ich grubość w połowie wysokości;
- drzewa martwe leżące: azymut i odległość od środka powierzchni próbnej do obu końców kłody (lub do miejsca przecięcia granicy powierzchni próbnej z kłodą, lub do miejsca, w którym grubość w korze cieńszego końca kłody wynosiła 7,0 cm, lub – w przypadku braku kory – odpowiednio mniej); średnica w połowie długości, obecność kory w miejscu przyłożenia średnicomierza, długość, stopień rozkładu drewna.

Rozkład drewna oceniano w skali pięciostopniowej [Pyle, Brown 1998]. W znacznym uproszczeniu wygląda ona następująco:

- 1 – drewno bez śladów rozkładu, z zachowaną korą,
- 2 – początek rozkładu, utrata drobnych gałęzi, często utrata części lub całości kory,
- 3 – zaawansowany rozkład drewna, brak gałęzi oraz kory, drewno zmienia barwę,
- 4 – drewno miękkie o zmienionej barwie, silnie rozłożone,
- 5 – drewno bardzo miękkie, tak bardzo rozłożone, że ustalenie pierwotnych wymiarów pnia lub kłody staje się niemożliwe.

Miąższość pojedynczych drzew żywych obliczono za pomocą wzorów zestawionych przez Bruchwalda i in. [2000]. Miąższość bez kory fragmentów drzew martwych leżących oraz pniaków obliczono przy użyciu wzoru środkowego przekroju Hubera. Do określenia miąższości bez kory drzew martwych stojących wykorzystano opracowany przez Bruchwalda, niepublikowany wzór

15 sekcji, zaimplementowany w programie ACER. Umożliwił on obliczenie miąższości złamanych pni na podstawie pierśnicy oraz wysokości i grubości pnia w miejscu złamania.

Dane dotyczące miąższości drzew oraz ich statusu w kolejnych terminach pomiarów umożliwiły obliczenie:

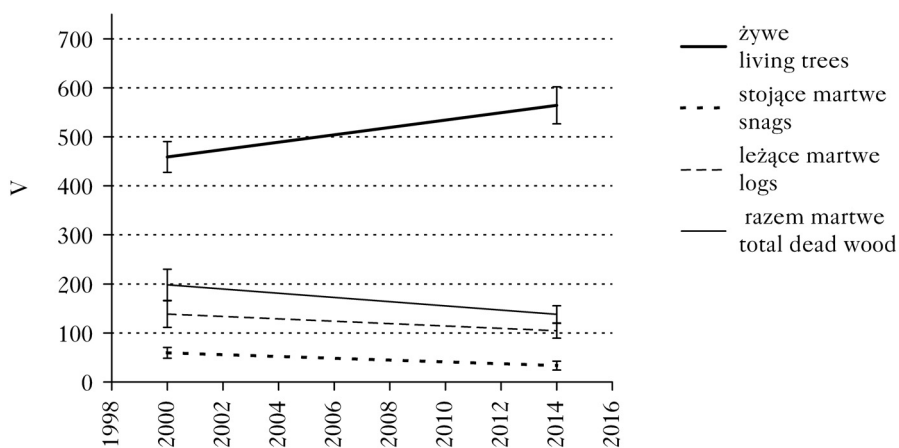
- miąższości (na 1 ha) drzew żywych, martwych stojących i leżących,
- dynamiki (na 1 ha i 1 rok) drzew żywych, tj. przyrostu, ubytków i dorostów,
- dynamiki (na 1 ha i 1 rok) drzew martwych, tj. uzupełniania zasobów przez drzewa zmarłe, zmniejszania zasobów w następstwie całkowitego rozkładu drewna, utrzymywania zasobów przez grupę drzew z drewnem nierozłożonym.

W celu porównania wartości średnich pomiędzy terminami pomiarów zastosowano analizę wariancji dla prób zależnych. Istotność różnic wartości średnich pomiędzy poszczególnymi terminami oceniono na podstawie testu *post-hoc* Tukeya (przy $p \leq 0,05$).

Podobieństwo struktury gatunkowej pomiędzy grupą drzew żywych, martwych stojących i martwych leżących określono za pomocą współczynnika Morisita ($1 = \text{pełne podobieństwo}$, $0 = \text{całkowity brak podobieństwa}$) w modyfikacji Horna [1966].

Wyniki

Zasoby drzew żywych – stanowiące potencjalną bazę dla zasobów drzew martwych – w okresie 2000-2014 nie były zrównoważone. Ubytki miąższości drzew, wynoszące średnio $3,3 \pm 0,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$, były ponad trzykrotnie mniejsze niż łącznie bieżący przyrost miąższości ($10,7 \pm 0,7 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$) i dorost ($0,11 \pm 0,02 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$). W rezultacie miąższość drzew żywych zwiększyła się w ciągu czternastu lat ($p=0,005$) (ryc. 1). Miało to związek ze strukturą lasu. W roku 2014 połowę powierzchni drzewostanów zaliczono do faz rozwojowych optymalnych: wczesnej ($33 \pm 10\%$) i późnej ($17 \pm 8\%$), w których zasoby drzew żywych zwiększają się w danym okresie. Mniejszą część pokrywały drzewostany w fazach odznaczających się stabilnymi zasobami (terminalna wczesna $16 \pm 8\%$ i regeneracyjna $11 \pm 7\%$), a najmniejszą drzewostany ze zmniejszającymi się zasobami (terminalna późna $22 \pm 9\%$ i destrukcyjna $1 \pm 3\%$).



Ryc. 1.

Miąższość (V [m^3/ha]) drzew żywych oraz martwych (stojących łącznie z pniakami i leżących) w okresie 2000-2014

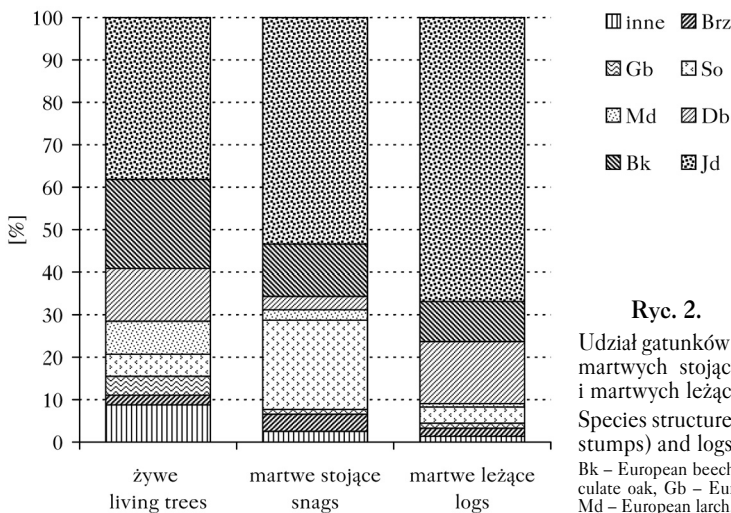
Volume (V [m^3/ha]) of living trees and dead wood (snags including stumps and logs) in the period 2000-2014
wartości błędów (wąsy) przy $p=0,05$; error values (whiskers) at $p=0,05$

W latach 2000-2014 miąższość martwych drzew zmniejszyła się ($p=0,005$) (ryc. 1). Na początku tego okresu stanowiła $43 \pm 8\%$ miąższości drzew żywych, ale w roku 2014 już tylko $24 \pm 3\%$. W każdym terminie pomiarów znacznie mniejsza była miąższość drzew martwych stojących niż leżących. Początkowo martwe drzewa stojące stanowiły $30 \pm 5\%$ całego zasobu martwych drzew, a w 2014 roku mniej, bo $24 \pm 6\%$.

Skład gatunkowy zasobów drzew żywych, martwych stojących i leżących różnił się między tymi grupami. Wskaźnik podobieństwa Morisita pomiędzy strukturą gatunkową zasobów drzew żywych a martwych stojących wyniósł 0,88, drzew żywych a martwych leżących 0,85, zaś drzew martwych stojących a leżących 0,92. Udział według miąższości w grupie drzew żywych, martwych stojących i martwych leżących był specyficzny w przypadku każdego z najliczniejszych gatunków (ryc. 2). Udział jodeł żywych był mniejszy niż udział jodeł martwych stojących, a jeszcze mniejszy niż martwych leżących. Odwrotnie było w przypadku buka i modrzewia. Udział martwych dębów stojących był mniejszy niż żywych, a także mniejszy niż martwych leżących. Udział martwych stojących sosen był znacznie większy niż udział sosen żywych i martwych leżących. Podobna relacja – choć mniej wyraźna – wystąpiła w przypadku brzozy. Udział grabów martwych stojących i leżących był mniejszy niż udział grabów żywych.

Udział według miąższości poszczególnych stopni rozkładu drewna drzew martwych stojących i leżących różnił się (ryc. 3). W każdym terminie pomiarów w zasobach drzew martwych stojących było więcej – w stosunku do zasobów drzew martwych leżących – drewna w 1 i 2 stopniu rozkładu, a mniej w 3 i 4 (wskaźnik podobieństwa struktury obu zasobów w roku 2014 wyniósł 0,90). W przypadku drzew martwych stojących w okresie 2000-2014 zmniejszył się udział drzew z drewnem w 1 i 2 stopniu rozkładu, a zwiększył w 3 i 4 ($M_{2000_2014}=0,89$). Podobnie było w przypadku drzew martwych leżących ($M_{2000_2014}=0,92$).

Zasoby martwych drzew stojących różniły się od zasobów drzew martwych leżących pod względem tempa rozkładu drewna (ryc. 4). W przypadku drzew leżących było ono szybsze niż drzew stojących. W zasobach drzew stojących, jak i leżących w każdym stopniu rozkładu drewna po upływie 7 lat były drzewa, których drewno pozostało w tym samym stopniu rozkładu. Jednak w takim okresie większa część drewna ulegała rozkładowi przebiegającemu w różnym tempie i zaliczano je do dalszych stopni rozkładu. W przypadku części drzew następował całkowity rozkład drewna – czyli przejście do 5 stopnia rozkładu.

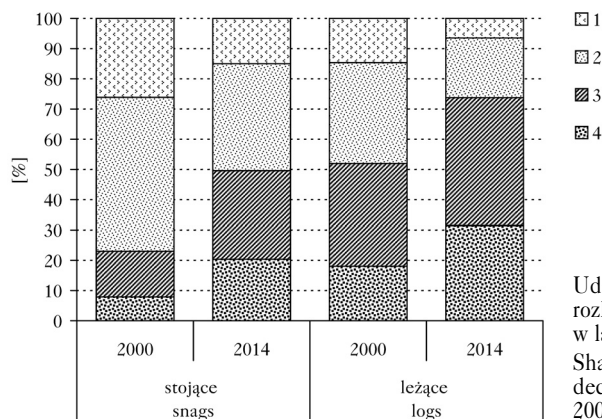


Ryc. 2.

Udział gatunków w zasobach drzew żywych, martwych stojących (łącznie z pniakami) i martwych leżących w roku 2014

Species structure of living trees, snags (with stumps) and logs in 2014

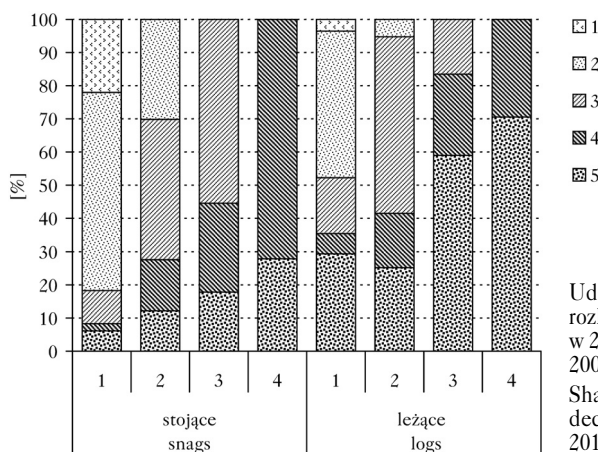
Bk – European beech, Brz – silver birch, Db – pedunculate oak, Gb – European hornbeam, Jd – silver fir, Md – European larch, So – Scots pine, inne – other



Ryc. 3.

Udział (według miąższości bez kory) stopni rozkładu drewna drzew stojących i leżących w latach 2000 i 2014

Share (by volume without bark) of wood decay stages for snags and logs in the years 2000 and 2014

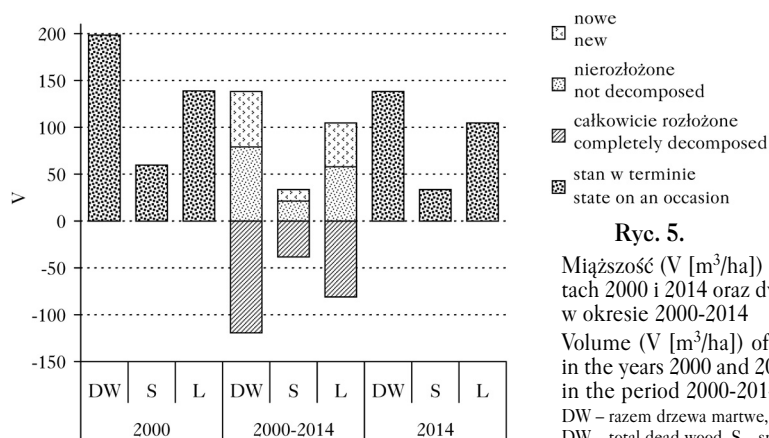


Ryc. 4.

Udział (według miąższości bez kory) stopni rozkładu drewna drzew stojących i leżących w 2014 roku według stopnia rozkładu w roku 2000

Share (by volume without bark) of wood decay stages for snags and logs in the year 2014 according to the stage noted in 2000

W okresie 2000-2014 tempo uzupełniania zasobów martwych drzew (miąższości bez kory) przez drzewa stojące (całe lub złamane) i leżące kłody wynosiło średnio $4,2 \pm 0,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$, tj. $59 \pm 10 \text{ m}^3/\text{ha}$ w całym okresie (ryc. 5). Ta wartość była nieco większa niż tempo określone przy użyciu danych o miąższości w korze drzew, które w tym okresie zamarły ($3,3 \pm 0,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$). Mniejsza część uzupełniania zasobów martwych drzew przypadła na drzewa stojące ($0,8 \pm 0,3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$), a znacznie większa na leżące ($3,3 \pm 0,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$). W przypadku tego wyniku należy wziąć pod uwagę, że pomiary były wykonywane w odstępie kilku lat, więc niektóre drzewa po zamarceniu mogły jakiś czas pozostawać jako stojące, ale do chwili pomiarów przewrócić się. W okresie 2000-2014 miąższość drzew (lub ich fragmentów), które uległy całkowitemu rozkładowi, wyniosła $119 \pm 23 \text{ m}^3/\text{ha}$ (co odpowiadało wartości $8,5 \pm 1,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$), czyli $60 \pm 5\%$ początkowego (w roku 2000) zasobu martwych drzew. Wśród drzew stojących miąższość drewna całkowicie rozłożonego wyniosła w tym okresie $38 \pm 8 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($2,7 \pm 0,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$). Stanowiło to $64 \pm 10\%$ początkowego zasobu, z czego $53 \pm 10\%$ stanowiła miąższość drzew rozłożonych w całości, a $11 \pm 5\%$ drzew, których tylko fragmenty uległy rozkładowi. Wśród drzew leżących miąższość kłód, których drewno w okresie 2000-2014 uległo całkowitemu rozkładowi, wyniosła $81 \pm 19 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($5,8 \pm 1,4 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$). Stanowiło to $58 \pm 5\%$ początkowego zasobu, a z tego tylko $1,1 \pm 0,8\%$ przypadło na drzewa, które nie w całości uległy rozkładowi.



Ryc. 5.

Miąższość (V [m^3/ha]) martwych drzew w latach 2000 i 2014 oraz dynamika tych zasobów w okresie 2000-2014

Volume (V [m^3/ha]) of dead wood resources in the years 2000 and 2014 and their dynamics in the period 2000-2014

DW – razem drzewa martwe, S – stojące L – leżące
DW – total dead wood, S – snags, L – logs

Dyskusja

Ze względu na fakt, że okres między objęciem drzewostanów rezerwatu Świnia Góra ochroną ścisłą a pierwszymi pomiarami wykonanymi w ramach niniejszej pracy wynosił około 50 lat, można było spodziewać się, że zasoby martwych drzew osiągnęły stan wysycenia. Ten stan należy rozumieć jako zachodzącą w danym okresie równowagę między ilością drewna drzew zmarłych a ilością całkowicie rozłożonego drewna martwych drzew. Stan równowagi powinien wiązać się z dużą miąższością martwych drzew, a także z przewagą ilości martwych drzew leżących nad ilością martwych stojących.

Te ostatnie warunki w rezerwacie Świnia Góra były spełnione. Miąższość martwych drzew w roku 2000 była większa, a w roku 2014 zbliżona do podanej przez Christensena i in. [2005] średniej wartości w nizinnych i wyżynnych „dawno założonych” rezerwach bukowych. Podobna była proporcja liczby drzew martwych stojących do leżących. W tym porównaniu należy wziąć pod uwagę, że na Świniej Górze buk był gatunkiem drugim pod względem miąższości. Ilość i struktura zasobów martwych drzew w tzw. Rezerwacie Ścisłym – najstarszej części Białowieckiego Parku Narodowego, objętej ochroną ścisłą od roku 1929 – choć znacznie różniły się pod względem składu gatunkowego, były podobne. Według danych projektu badawczego LIFE13 ENV/PL/000048 (niepubl.) w roku 2015 łączna miąższość martwych drzew wyniosła średnio $175 \text{ m}^3/\text{ha}$, a udział drzew stojących w stosunku do całego zasobu martwych drzew 29%. Zasoby martwych drzew w rezerwacie Świnia Góra były znacznie większe niż średnio w lasach polskich parków narodowych – wynoszące $37,4 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($17,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ martwych stojących i $19,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ martwych leżących) [Wielkoobszarowa... 2015].

W rezerwacie Świnia Góra nie był spełniony warunek równowagi ilości martwych drzew w pewnym okresie czasu. W latach 2000-2014 te zasoby zmniejszyły się o około $1/3$. Powodem był fakt, że miąższość drzew zamierających w całym okresie badań była stosunkowo mała – znacznie mniejsza niż bieżący przyrost miąższości. To zjawisko mogło być następstwem regeneracji drzewostanów po tzw. okresie zamierania jodły, który w Polsce trwał do połowy lat 90. XX wieku. Po nim nastąpiło zwiększenie przyrostu tego gatunku – znane z innych obiektów objętych ochroną [Gazda, Miścicki 2016a]. Objawem braku zrównoważenia zasobów martwych drzew było zwiększenie się udziału martwych drzew z drewnem silnie rozłożonym. Stan równowagi zarówno zasobów żywych, jak i martwych drzew trudno jest uzyskać w małych obiektach. Według Holeksy [1997]

minimalna powierzchnia rezerwatu jodłowo-świerkowo-bukowego o kołowym kształcie powinna wynosić około 50-63 ha, a według Bückinga [2003] ścisłego rezerwatu w lesie bukowo-jodłowym 50 ha. Według tego założenia powierzchnia rezerwatu Świnia Góra (51 ha) zaledwie przekroczyła tę granicę. W znacznie większym Rezerwacie Ścisłym Białowieskiego Parku Narodowego (powierzchnia drzewostanów 4584 ha) istniało zrównoważenie zasobów drzew żywych [Miścicki 2016], a prognozy rozwoju jego drzewostanów [Gazda, Miścicki 2016b] także wskazały na utrzymanie tej równowagi.

Brak zrównoważenia między miąższością drzew zamarłych w danym okresie a miąższością całkowicie rozłożonego drewna martwych drzew spowodował, że w zasobach martwych drzew zwiększył się udział drzew leżących. Porównanie składu gatunkowego zasobów martwych drzew leżących i stojących wskazało, że drzewa niektórych gatunków jeszcze długo po zamarceniu stoją. Takim gatunkiem była sosna, co jest znane z innych badań [Krankina, Harmon 1995]. Drewno dębu – nawet po przewróceniu się – rozkłada się wolno. Oznacza to, że proporcje ilości martwych drzew leżących do martwych stojących mogą być specyficzne dla danego lasu. Mogą także wiązać się z okresową, większą lub mniejszą od przeciętnej, śmiertelnością niektórych gatunków drzew.

Przy próbie powiązania dynamiki zasobów drzew żywych z dynamiką zasobów drzew martwych należy wziąć pod uwagę pewne problemy metodyki pomiaru. Miąższość martwych drzew była określana „bez kory”. Wiązało się to z faktem, że większa część tych drzew nie miała kory lub była ona zachowana fragmentarycznie. Z kolei miąższość drzew żywych była określana „w korze”. W przyszłości uzasadnione będzie obliczanie tej miąższości „bez kory”, ale raczej jako wielkości przeznaczonej do porównań z zasobami drzew martwych. Rezygnacja z określania miąższości w korze utrudniałaby np. porównanie zasobów drzew żywych między obiektami leśnymi.

Uwzględnienie powyższego kontekstu jest ważne przy porównaniu miąższości drzew martwych, których drewno w okresie badań uległo rozkładowi, z bieżącym przyrostem miąższości. Przyjmując, że ze względu na przeciętne wymiary drzew oraz główne gatunki drzew w rezerwacie Świnia Góra (jodła, buk, dąb, modrzew, sosna) miąższość kory stanowi (w przybliżeniu) 15% miąższości drzew, przyrost miąższości „bez kory” w okresie badań wyniósł 9,1 m³/ha/rok. Było to niewiele więcej niż miąższość drewna martwych drzew całkowicie rozłożonych w tym samym okresie (8,5 m³/ha/rok). Skłania to do interpretacji, że liczba nagromadzonych martwych drzew był taka, że tempo rozkładu ich drewna w przybliżeniu równało się przyrostowi drzew żywych.

Inny problem metodyki pomiarów uwidocznił się przy porównaniu miąższości drzew zamierających w okresie 2000-2014 z miąższością drzew zaliczonych w tym czasie do zasobów drzew martwych (odpowiednio 3,3 oraz 4,2 m³/ha/rok). Ta różnica mogła wynikać ze znacznej zmienności miąższości drzew ubywających w obrębie powierzchni próbnych. Jednak zapewne ważniejszą przyczyną była różnica między zaliczaniem do próby drzew żywych (a po zamarceniu także ich całej miąższości jako tych, które wydzieliły się) i drzew martwych. W tym ostatnim przypadku do próby zaliczane były fragmenty kłód pochodzące z drzew rosnących poza daną powierzchnią próbną, które w wyniku upadku znalazły się w obrębie powierzchni próbnej. Możliwe były odwrotne sytuacje, gdy w następstwie odpadania fragmentów pnia lub jego przewrócenia się w całości kłody sytuowały się poza granicami powierzchni próbnej. Inny sposób pomiaru – polegający na zaliczaniu do próby kawałków kłód leżących poza granicami powierzchni, ale pochodzących z drzewa, które rośło w obrębie powierzchni próbnej, lub wykluczanie kawałków kłody leżących w obrębie powierzchni próbnej, ale pochodzących z drzewa, które rośło poza powierzchnią próbną – trudno jest rekomendować. Rozpoznanie, z którego drzewa pochodzą poszczególne kawałki kłody, jest trudne nawet w sytuacji, gdy obserwuje się drzewa niedawno

zamarłe. W przypadku drzew z drewnem silnie rozłożonym takie rozpoznanie jest bardzo trudne, a stosowanie takiego pomiaru zapewne prowadziłyby do znacznych błędów.

Dane dotyczące udziału drewna martwych drzew całkowicie rozłożonego w ciągu 14 lat pozwoliły oszacować, że średni okres takiego rozkładu (bez względu na wymiary drzewa i gatunek) wynosił 23,3 lat. Uwzględniając bieżący przyrost miąższości drzew bez kory (9,1 m³/ha/rok), można oszacować, że zrównoważony zasób martwych drzew w rezerwacie Świnia Góra powinien wynosić 212 m³/ha. Byłoby to znacznie więcej niż średnia wartość w nizinnych i wyżynnych „dawno założonych” rezerwach bukowych (132 m³/ha), ale mniej niż w obiektach z największą miąższością drewna martwych drzew [Christensen i in. 2005].

Wnioski

- ✦ W okresie 2000-2014 w drzewostanach Świniej Góry zasoby drzew martwych nie były zrównoważone. Oznaką tego było zmniejszanie się miąższości drzew martwych i zwiększenie udziału drzew z drewnem silnie rozłożonym. Brak zrównoważenia zasobów drzew martwych wynikał z braku zrównoważenia zasobów drzew żywych – zbyt małe było uzupełnianie zasobów drzew martwych przez drzewa zamierające.
- ✦ Miąższość drewna martwych drzew rozłożonego w okresie 2000-2014 była zbliżona do bieżącego okresowego przyrostu miąższości drzew żywych. Oznacza to, że zasoby martwych drzew na poziomie około 200-230 m³/ha mogłyby być zrównoważone – czyli znajdować się cały czas na zbliżonym poziomie. Warunkiem zrównoważenia jest ciągłe uzupełnianie tych zasobów przez zamierające drzewa w ilości zbliżonej do bieżącego okresowego przyrostu miąższości.

Podziękowania

Dziękujemy wszystkim osobom, które w okresie 2000-2014 pomagały w zbieraniu danych terenowych. Byli to: Adam Krawczyk, Mateusz Lepa, Krzysztof Mróz, Maria Nowak, Edyta Nowicka, Marcin Puzio, Waldemar Raduj, Agnieszka Wierzbicka, Emilia Wysocka-Fijorek i Robert Zawadka.

Literatura

- Adamczyk A., Staškowiak A., Szczygieł K., Ptak K., Rzuchowski P. 2015. Rezerwat Przyrody Świnia Góra im. dr. inż. Stanisława Barańskiego. Gmina Bliżyn.
- Banaś J., Bujoczek L., Zięba S., Drozd M. 2014. The effects of different types of management, functions, and characteristics of stands in Polish forests on the amount of coarse woody debris. *European Journal of Forest Research* 133 (3): 1095-1107.
- Bruchwald A., Rymer-Dudzińska T., Dudek A., Michalak K., Wróblewski L., Zasada M. 2000. Wzory empiryczne do określania wysokości i pierścicowej liczby kształtu grubizny drzewa. *Sylwan* 144 (10): 5-13.
- Brzeziecki B., Keczyński A., Zajączkowski J., Drozdowski S., Gawron L., Buraczyk W., Bielak K., Szeligowski H., Dzwonkowski M., Ostrowski J., Widawska Z. 2010. Operat dynamiki ekosystemów leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. Maszynopis. Katedra Hodowli Lasu SGGW, Warszawa.
- Bücking W. 2003. Are there threshold numbers for protected forests? *Journal of Environmental Management* 67 (1): 37-45.
- Bujoczek L. 2015. Problematyka pomiarów oraz określania miąższości martwego drewna na kołowych powierzchniach próbnych. *Sylwan* 159 (10): 795-803.
- Bujoczek L., Bujoczek M. 2016. Zasoby oraz zróżnicowanie martwego drewna w uroczysku Wapienny Las w Nadleśnictwie Polanów. *Sylwan* 160 (6): 482-491.
- Bujoczek L., Bujoczek M., Banaś J., Zięba S. 2017. Inwentaryzacja martwego drewna statystyczną metodą reprezentacyjną z zastosowaniem warstw gatunkowo-wiekowych. *Sylwan* 161 (2): 114-123.
- Christensen M., Hahn K., Mountford E. P., Ódor P., Standovár T., Rozenbergar 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: 267-282.
- Essen P. A., Ehnström B., Ericson L., Sjöberg K. 1992. Boreal forests – the focal habitats of Fennoscandia. W: Hansson I. [red.]. *Ecological principles of nature conservation. Application in temperate and boreal environments*. Conservation Ecology Series, Springer. 252-352.

- Gazda A., Miścicki S. 2016a. Prognoza rozwoju drzewostanów lasu naturalnego z wykorzystaniem modelu według klas wymiarów. *Sylwan* 160 (3): 207-218.
- Gazda A., Miścicki S. 2016b. Prognoza zmian składu gatunkowego drzewostanów Białowieckiego Parku Narodowego. *Sylwan* 160 (4): 309-319.
- 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., Lienkamper G. W., Cromack K., Cummins K. W. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* 15: 133-302.
- Holeksa J. 1997. Wielkość rezerwatów a możliwość ochrony naturalnych ekosystemów leśnych. *Ochrona Przyrody* 54: 3-13.
- Horn H. 1966. Measurement of 'overlap' in comparative ecological studies. *The American Naturalist* 100: 419-424.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Łapka M. 2007. Mortality, recruitment, and increment of trees in the *Fagus-Abies-Picea* stands of a primeval character in the lower mountain zone. *Dendrobiology* 58: 15-26.
- Krankina O. N., Harmon M. E. 1995. Dynamics of dead wood carbon pool in northwestern Russian boreal forests. *Water, Air, & Soil Pollution* 82: 227-238.
- Leibundgut H. 1982. *Europäische Urwälder der Bergstufe*. Haupt, Bern-Stuttgart.
- Maślak M., Orezewska A. 2010. Zasoby martwego drewna w zbiorowisku kwaśnej buczyny niżowej leśnych obszarów chronionych Górnego Śląska. *Studia i Materiały CEPL* 25: 368-376.
- Meyer P., Schmidt M. 2011. Accumulation of dead wood in abandoned beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in north-western Germany. *Forest Ecology and Management* 261: 342-352.
- Miścicki S. 1994. Naturalne fazy rozwojowe drzewostanów – podstawa taksacji leśnych rezerwatów przyrody. *Sylwan* 138 (4): 29-39.
- Miścicki S. 2016. Zmiany drzewostanów Białowieckiego Parku Narodowego w okresie 2000-2015. *Leś. Pr. Bad.* 77 (4): 371-379.
- Okoń W. 1990. *Mój dwudziesty wiek*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław – Warszawa – Kraków.
- Paillet Y., Pernot C., Boulanger V., Debaive N., Fuhr M., Gilg O., Gosselin F. 2015. Quantifying the recovery of old-growth attributes in forest reserves: A first reference for France. *Forest Ecology and Management* 346: 51-64.
- Pawicka K., Woznioda B. 2011. Bilans martwego drewna w rezerwacie „Polesie Konstantynowskie”. *Sylwan* 155 (12): 851-858.
- Pedlar J. H., Pearce J. L., Venier L. A., McKenney D. W. 2002. Coarse woody debris in relation to disturbance and forest type in boreal Canada. *Forest Ecology and Management* 158: 189-194.
- Pyle C., Brown M. M. 1988. A rapid system of decay classification for hardwood logs of the eastern deciduous forest floor. *The Journal of the Torrey Botanical Society* 125 (3): 237-245.
- Skwarek K., Bijak S. 2015. Zasoby martwego drewna w lasach miejskich Warszawy. *Leś. Pr. Bad.* 76 (4): 322-330.
- Wielkoobszarowa Inwentaryzacja Stanu Lasów. 2015. Wyniki II cyklu (2010-2014). Biuro Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej. Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, Sękocin Stary.
- Wolski J. 2003. Martwe drewno w lesie: Ocena zapasu i propozycje postępowania. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa A* 2 (953): 23-45.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. CILP, Warszawa.