

Ilość obumarłych drzew w lasach gospodarczych w związku z wymaganiami ochrony przyrody na obszarach Natura 2000 – od statycznego do dynamicznego podejścia

Jan Holeksa, Magdalena Żywiec, Przemysław Kurek

Abstrakt. Zalecane ilości martwych pni na obszarach Natura 2000 mieszczą się w przedziale 10–50 m³/ha. Z punktu widzenia gospodarki leśnej ważniejsza jest jednak ilość drewna, którą należałoby w lasach pozostawić w związku z wymogami ochrony przyrody. W związku z powyższym celem opracowania było określenie ilości drewna, które należy pozostawić w lesie, aby osiągnąć zalecane poziomy. Zastosowano dwie metody dochodzenia do rekomendowanych ilości martwych pni w lesie zagospodarowanym: (1) wydzielenie fragmentów lasu bez pozyskania drewna i obliczenie ich koniecznego udziału powierzchniowego, aby średnia ilość drewna była zgodna z zalecaną; (2) obliczenie ilości drewna, jaką należałoby pozostawić dla uzyskania zalecanych poziomów przy uwzględnienie procesu dekompozycji drewna. Za pomocą pierwszej metody ustalono, że przy obecnym stanie drewna (18,8 m³/ha w górach i 4,2 m³/ha poza górami), osiągnięcie poziomu 50 m³/ha wiązałoby się z wyłączeniem z pozyskania 24% lasów na obszarach Natura 2000 usytuowanych w górach, a poza górami – 36%. Przy docelowej ilości 10 m³/ha, w górach nie trzeba byłoby wyłączać żadnego fragmentu lasu z pozyskania w obrębie obszarów Natura 2000, natomiast poza górami należałoby wyłączyć 5% lasów na obszarach Natura 2000. W oparciu o drugą metodę ustalono, że dla osiągnięcia poziomu 10 m³/ha należałoby każdego roku pozostawiać drewno w ilości 0,3 m³/ha, a dla osiągnięcia poziomu 50 m³/ha, ilość drewna pozostawiana każdego roku musiałaby wynosić 1,5 m³/ha.

Słowa kluczowe: Natura 2000, ochrona przyrody, gospodarka leśna, dekompozycja martwych pni.

Abstract. Amount of dead wood in managed forests in connection with demands of nature protection in Natura 2000 areas – from static to dynamic approach. Recommended amount of coarse woody debris (CWD) in Natura 2000 areas ranges from 10 to 50 m³/ha. For management purposes more important is the CWD amount that should be left in forest according to requirements of nature conservation. Thus, a question arises: how much CWD should be left in forests to achieve recommended amounts? To find the amount of CWD to be left in forests to achieve the required volume of dead wood two methods were applied: (1) calculation of the percentage of forest area without timber extraction, (2) calculation of the CWD volume that should be left in forest annually to meet the requirements including the process of wood decomposition. Using the first method we obtained that in mountains the level of 50 m³/ha can be achieved if 24% of forests in Natura 2000 areas are excluded from harvesting, while out of mountains this is 36%. If 10 m³/ha is taken as a target value, it is necessary to resign of timber harvesting in 5% of Natura 2000 areas out of mountains. With the second method, we estimated that the target 10 m³/ha requires 0.3 m³/ha of timber to be left each year, while to reach the level of 50 m³/ha as much as 1.5 m³/ha of timber should be left in forest annually.

Key words: Natura 2000, nature conservation, forest management, decomposition of CWD.

Wstęp

Funkcja martwych drzew w ekosystemie leśnym przez długie lata rozwoju ekologii lasu pozostawała poza głównymi nurtami jej zainteresowania. Jeszcze w latach 60. ubiegłego stulecia, kiedy realizowano Międzynarodowy Program Biologiczny, nie zwracano większej uwagi na ten element lasu. Dopiero w latach 70. zauważono, że stojący posusz i leżące na dnie lasu kłody mogą odgrywać znaczącą rolę w obiegu niektórych pierwiastków oraz w kształtowaniu bogactwa gatunkowego biocenoz leśnych. Od tamtego czasu wiedza na temat ilości, jakości i roli szczątków drzew powiększała się niepomernie i co roku w samych tylko czasopismach o zasięgu międzynarodowym publikowana jest około setka prac dotycząca różnych zagadnień związanych z rozkładającym się drewnem. Pierwsze monografie wykorzystujące głównie wyniki badań północnoamerykańskich pojawiły się już w latach 80. ubiegłego wieku (Maser i Trappe 1984, Harmon i in. 1986), a ostatnia została wydana przez autorów skandynawskich (Stokland i in. 2012). W Polsce ukazało się opracowanie Gutowskiego i in. (2004), którzy w znacznej mierze oparli się na wynikach badań realizowanych w polskich lasach. Na szczególną uwagę zasługują badania prowadzone w latach 90. w Puszczy Białowieskiej pod kierunkiem profesora Janusza B. Falińskiego. Ich rezultaty zostały opublikowane w kilku zeszytach czasopisma „Phytocoenosis” (Faliński i Mułenko 1992, 1995, 1996, 1997). W pracach tych wykazano duże znaczenie rozkładającego się drewna dla bogactwa gatunkowego grzybów, porostów i roślin zarodnikowych.

Od około dwudziestu lat coraz częściej dyskutowany jest problem obecności martwych drzew w lasach użytkowanych gospodarczo. Świadectwem zauważenia roli martwych drzew na terenach Lasów Państwowych było wydanie w 1995 r. specjalnego zarządzenia Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w sprawie prowadzenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych (Zarządzenie nr 11). Znalazły się w nim zapisy o przywracaniu utraconej różnorodności biologicznej biocenozom leśnym, między innymi poprzez pozostawianie części drzew do ich fizjologicznej śmierci oraz drzew obumarłych. Podobne zalecenie znalazło się w zarządzeniu z 1999 r. (Zarządzenie nr 11A Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych), w którym dodano jednak, że w „drzewostanach silnie osłabionych, chorych i zagrożonych pożarem należy dążyć do pełnej higieny lasu”. W ostatnich latach nastąpiło ożywienie dyskusji nad obecnością obumarłych drzew w lasach gospodarczych. Stało się to w związku z wdrażaniem zasad ochrony przyrody na obszarach ochrony siedlisk i ochrony ptaków wyznaczonych w ramach sieci Natura 2000. Ze względu na wymagania wielu grup gatunków określanych wspólnym mianem saproksylobiontycznych, formułowane są różne zalecenia dotyczące ilości martwych drzew, które powinny być obecne w lasach gospodarczych wchodzących w skład wspomnianych obszarów. Niektórzy autorzy zaleceń zwracają uwagę na minimalną liczbę martwych pni o pierśnicy przekraczającej pewną progową wartość, natomiast inni koncentrują się na minimalnej objętości drewna, przy czym wyznaczają tę objętość w metrach sześciennych na hektar lub w procentach w stosunku do przeciętnej zasobności drzewostanów w ogóle lub zasobności drzewostanów dojrzałych (Pawlaczyk i Mróz 2003, Gutowski i in. 2004, Czerepko 2008).

Istotne w całej dyskusji jest podejście do problematyki martwych drzew. Wspomniani autorzy zaleceń bez wyjątku koncentrują się na pożądanym stanie ilościowym tego elementu lasu. Można takie podejście nazwać statycznym, ponieważ nie uwzględnia całej złożoności procesów, które o tym stanie decydują. W lasach naturalnych stan drewna – liczba pni, ich objętość lub masa – jest wypadkową dwóch procesów: obumierania drzew i dekompozycji drewna. Im szybsze jest tempo obumierania drzew i im wolniej rozkładają się martwe pnie, tym więcej jest drewna w lesie naturalnym. Z kolei w lasach gospodarczych naturalna śmierć drzew

należy do rzadkości, a jeśli się już zdarzy, to zazwyczaj obumarłe drzewa są jak najszybciej pozyskiwane. W takich lasach stan drewna jest również wypadkową dwóch procesów. Jednym jest rezygnowanie z pozyskania obumarłych drzew i pozostawianie drzew do ich naturalnej śmierci. Drugim jest rozkład pozostawionego drewna. Takie podejście uwzględniające dynamikę martwych pni wydaje się ważniejsze dla gospodarki leśnej niż koncentrowanie się na ich stanie ilościowym. Z punktu widzenia gospodarstwa bardziej istotne niż sam docelowy stan drewna w lesie, jest określenie ilości drewna, z pozyskania którego należy zrezygnować, aby ten zalecany stan osiągnąć.

Celem pracy jest obliczenie ilości drewna, jaką należałoby pozostawiać w lesie, aby osiągnąć jego docelowy stan wyrażony w metrach sześciennych na jednostkę powierzchni. Rozważamy dwa odmienne rozwiązania. W pierwszym pozostawianie drewna jest nierównomierne i obok fragmentów lasu, gdzie pozostawiane są wszystkie drzewa do ich naturalnej śmierci, są też fragmenty, z których pozyskiwane są wszystkie drzewa bądź prawie wszystkie. Drugie rozwiązanie dotyczy sytuacji, w której na całym obszarze lasu pozostawiana jest taka sama ilość drewna na jednostkę powierzchni.

Nasze rozważania dotyczą w szczególności obszarów Natura 2000, które na terenie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe (PGL LP) zajmują łącznie 2,86 miliona hektarów, co stanowi 37,6% jego powierzchni (Dawidziuk 2011). Jest to udział tak duży, że wszelkie decyzje dotyczące gospodarowania drewnem, a w szczególności zalecające rezygnację z pozyskania części drewna, mogą mieć znaczące skutki ekonomiczne.

Zalecane ilości martwych pni w lasach gospodarczych na obszarach Natura 2000

Zagadnienie ilości martwych pni, które powinny być obecne w lasach gospodarczych, zostało najszerzej zaprezentowane przez Müllera i Bütlera (2010). Dokonali oni przeglądu 36 prac, głównie z terenu Europy Środkowej, w których uwzględnione były górskie i borealne lasy iglaste, mieszane lasy górskie i liściaste lasy nizinne. Autorzy prac wykorzystanych w tym przeglądowym opracowaniu proponowali różne ilości drewna, które powinno znajdować się w lesie gospodarczym, aby zaspokojone były wymagania pojedynczych gatunków albo zachowane zostało bogactwo gatunkowe określonych grup taksonomicznych lub ekologicznych. Najczęściej było to 20–30 m³/ha w lasach iglastych, 30–40 m³/ha w górskich lasach mieszanych i 30–50 m³/ha w lasach nizinnych, chociaż w niektórych pracach proponowano nawet ponad 100 m³/ha drewna (Müller i Bütler 2010). Na podstawie dokonanego przeglądu Müller i Bütler (2010) doszli do wniosku, że dla zapewnienia obecności większości gatunków związanych z rozkładającym się drewnem, w lasach z przewagą drzew liściastych powinno go być 30–50 m³/ha, zaś w lasach z przewagą drzew iglastych – 20–30 m³/ha. Podobne ilości martwych drzew zaproponował Hanski (2004). Na podstawie badań przeprowadzonych głównie na terenie Skandynawii uznał, że w niewielkich fragmentach lasów gospodarczych służących jednocześnie ochronie przyrody powinno być około 50 m³/ha drewna, jeśli natomiast ochroną objęty jest rozległy obszar, to wystarczy 20–30 m³/ha.

Również w lasach polskich przeprowadzone zostały badania w celu wyznaczenia minimalnej ilości drewna, przy której zaspokojone byłyby potrzeby wybranych gatunków ptaków. Czeszczyk i Walankiewicz (2006) stwierdzili, że w Puszczy Białowieskiej dzięcioł białogrzbisty *Dendrocopos leucotos* ma odpowiednie warunki do rozwoju, jeżeli na jednym hektarze lasu jest 23 m³

leżaniny i 17 sztuk posuszu o grubości powyżej 20 cm. Ponieważ wymienieni autorzy nie podali miąższości tych 17 sztuk posuszu stojącego, na użytek rozważań w dalszej części niniejszego opracowania przyjęto wartości minimalne, czyli że są to drzewa o grubości 20 cm i miąższości 0,5 m³. Łączna miąższość leżaniny i posuszu została zatem przyjęta na poziomie nieco ponad 30 m³/ha. Z kolei Kajtoch i in. (2012) badali rozmieszczenie dzięcioła białogrzbiatego i dzięcioła trójpalczastego *Picoides tridactylus* na tle rozmieszczenia martwych pni. Postulowali oni, aby w lasach karpackich ich ilość wynosiła 10% i 20% w stosunku do przeciętnej zasobności górskich drzewostanów iglastych i liściastych, czyli odpowiednio około 30 i 50 m³/ha.

Dla zaproponowania ilości martwego drewna spełniającej wymogi ochrony przyrody były użyte różne metody w pracach wykorzystanych przez Müllera i Bütlera (2010) oraz w pracach wspomnianych polskich autorów (Czeszczewicz i Walankiewicz 2006, Kajtoch i in. 2012). Müller i Büttler (2010) zaznaczyli, że wartości minimalnej ilości drewna przedstawione w większości spośród 36 wykorzystanych przez nich prac zostały uzyskane przy zastosowaniu określonych metod statystycznych. Metody statystyczne posłużyły też polskiemu autorowi do obliczenia minimalnej ilości drewna. Jednak w 11 pracach cytowanych przez Müllera i Bütlera (2010) ilość drewna była jedynie szacowana.

Taką intuicyjną podstawę zdają się też mieć różne propozycje zamieszczone w opracowaniach polskich autorów w związku z zaleceniami dla obszarów Natura 2000 (Pawlaczyk i Mróz 2003, Gutowski i in. 2004, Czerepko 2008). Pawlaczyk i Mróz (2003) uwzględnili liczbę drzew o pierśnicy powyżej 20 cm i uznali, że 10–20 takich drzew na jednym hektarze w zależności od typu siedliskowego lasu powinno wystarczyć, co oznacza minimalną miąższość w granicach 5–20 m³/ha, przyjmując, że drzewo o takiej grubości ma miąższość 0,5–1,0 m³. Gutowski i in. (2004) sugerowali, aby w lasach ochronnych, które są cennymi fragmentami rodzimej przyrody, martwe drzewa stanowiły 15–20% miąższości drzewostanów dojrzałych. Wobec przeciętnej zasobności drzewostanów o wieku powyżej 80 lat, będących w zarządzie Lasów Państwowych, wynoszącej 392 m³/ha (Wielkoobszarowa inwentaryzacja... 2011) oznacza to, że ilość drewna powinna mieścić się w przedziale 59–78 m³/ha. Według innej propozycji tych samych autorów na 1 hektarze powinno znajdować się nie mniej niż 10 martwych pni o grubości powyżej 40 cm, czyli 15–20 m³/ha, przyjmując miąższość takich drzew w granicach 1,5–2 m³. Z kolei w odniesieniu do pozostałych lasów gospodarczych, które ani nie posiadają cech pierwotności, ani nie „stanowią cennych fragmentów rodzimej przyrody”, Gutowski i in. (2004) zalecają, aby miąższość martwych drzew wynosiła 5% miąższości dojrzałego drzewostanu, co oznacza prawie 20 m³ martwych pni na 1 ha, lub by było w nich nie mniej niż 5 grubych pni o średnicy powyżej 40 cm, czyli 7,5–10 m³/ha. Z kolei Czerepko (2008) w swoim opracowaniu wykonanym na podstawie przeglądu wyników wielu badań nad martwym drewnem stwierdził, że jeśli jego zasobność mieści się w przedziale 10–30 m³/ha, to warunki bytowania dla większości organizmów saproksylicznych są dobre. Propozycje różnych autorów zawierają się zatem w granicach bardzo szerokiego przedziału, od 5 m³/ha (Pawlaczyk i Mróz 2003) do 78 m³/ha (Gutowski i in. 2004). Jeśli dolożyć do tych liczb sugestie zamieszczone w pracach Hanskiego (2004) oraz Müllera i Bütlera (2010), to niemal wszystkie wartości mieszczą się między 10 a 50 m³/ha.

Wielkość ograniczeń w pozyskaniu drewna w celu osiągnięciażądanego stanu martwych pni

Obliczenia przedstawione w tej części uwzględniają zalecane ilości drewna na obszarach Natura 2000 zawierające się w przedziale 10–50 m³/ha. Pominięto jedynie skrajną propozycję

Gutowskiego i in. (2004), którzy sugerowali, że ilość drewna obecnego w lasach powinna wynosić 15–20% miąższości drzewostanów dojrzałych, czyli prawie 80 m³/ha. Zostaną zaproponowane dwie metody obliczeń, które w odmienny sposób ukażą wielkość koniecznej redukcji pozyskania drewna dla osiągnięciażądanego stanu ilościowego martwych pni.

Pierwsza metoda uwzględnia tempo obumierania drzew w lasach naturalnych. Przyjęto w niej możliwość zupełnej rezygnacji z pozyskania drewna w pewnej części obszaru Natura 2000, aby jego średnia ilość na całości obszaru osiągnęła poziom docelowy. Druga metoda bierze pod uwagę szybkość rozkładu obumarłych pni i zakłada, że ilości drewna stale pozostawiane w lesie powinny równoważyć jego ubytki na skutek dekompozycji.

Metoda 1. Obliczenie udziału powierzchniowego fragmentów lasu bez pozyskania drewna

Można przyjąć, że we fragmentach lasu, w których w pewnym momencie zrezygnuje się całkowicie z pozyskania drewna i jakichkolwiek zabiegów hodowlanych po odpowiednio długim czasie ilość martwych pni osiągnie poziom znany z lasów naturalnych, będący wypadkową procesów obumierania i rozkładu. Odpowiednio długi czas oznacza w tym przypadku trwanie jednego pokolenia drzewostanu, czyli w warunkach Europy Środkowej od stu kilkudziesięciu do około trzystu lat. Po tak długim czasie ilość stojących i leżących martwych pni powinna zbliżyć się do poziomu znanego z lasów naturalnych, w których od lat nie prowadzono pozyskania drewna. Sporo danych na temat ilości obumarłych drzew pochodzi z lasów mieszanych Europy Środkowej, czyli takich, które stanowią najważniejszą grupę siedlisk leśnych chronionych na obszarach Natura 2000. W górach Europy Środkowej są to siedliska buczyn, a poza górami przede wszystkim buczyn i grądów. W najbardziej naturalnych fragmentach górskich lasów mieszanych, poddanych od wielu lat ochronie rezerwatowej, jest przeciętnie około 150 m³ martwych pni na 1 hektarze (Holeksa i in. 2009), a w lasach poza górami ilość ta wynosi około 130 m³/ha (Christensen i in. 2005).

Załóżmy, że obszar Natura 2000 jest podzielony na dwie części. W jednej nie pozyskuje się żadnych drzew, a ilość martwych pni osiąga w niej poziom obserwowany obecnie w lasach naturalnych – 150 m³/ha w lasach górskich i 130 m³/ha w lasach poza górami. W drugiej części prowadzona jest działalność gospodarcza z pozyskaniem drewna, w takiej której pewna ilość drzew pozostaje w lesie, co skutkuje nagromadzeniem się martwych pni w określonej ilości. Zostaje przed nami postawione następujące zadanie: obliczyć udział powierzchniowy fragmentów lasu wyłączonych z pozyskania drewna, przy obecności określonej ilości martwych pni na pozostałej części lasu, aby na całym jego obszarze przeciętna ilość drewna mieściła się w przedziale 10–50 m³/ha.

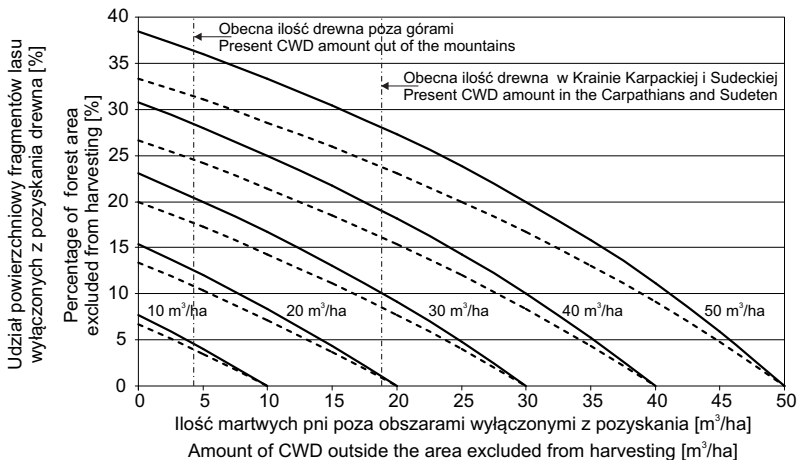
Przyjmijmy, że udział powierzchniowy fragmentów lasu bez pozyskania drewna wynosi x i że w tych fragmentach ilość drewna wynosi V . Wtedy wielkość pozostałej części lasu, gdzie odbywa się pozyskanie drewna, można oznaczyć jako $1-x$. Przyjmijmy dalej, że w części lasu z pozyskaniem stan martwych pni równa się v . Oznaczmy jeszcze docelową ilość martwych pni jako A . Naszym celem jest obliczenie wartości x , a możemy to uczynić przez rozwiązanie następującego równania z jedną niewiadomą:

$$x \cdot V + (1-x) \cdot v = A$$

po przekształceniu tej równości otrzymujemy:

$$x = (A-v)/(V-v)$$

W tym równaniu znana jest docelowa ilość martwych pni A mieszcząca się w przedziale 10–50 m³/ha oraz ilość drewna we fragmentach bez pozyskania V , która wynosi 150 m³/ha w lasach górskich i 130 m³/ha w lasach poza górami. Przy znanych A i V wartość x zależy od tego, ile martwych pni jest w części lasu, gdzie drewno jest pozyskiwane. Graficznym rozwiązaniem tej równości są wykresy funkcji (ryc. 1). Gdyby docelowa ilość drewna miała wynosić 50 m³/ha i byłoby ono całkowicie nieobecne poza fragmentami lasów wyłączonych z pozyskania, to udział powierzchniowy tych fragmentów lasu wynosiłby 33% w górach i 38% poza górami. Przy docelowej ilości drewna 10 m³/ha i podobnie jego braku na pozostałym obszarze, udział fragmentów bez pozyskania wynosiłby odpowiednio 7% i 8%.



Ryc. 1. Zależność udziału powierzchniowego fragmentów lasu wyłączonych z pozyskania drewna od ilości martwych pni na pozostałej części obszarów Natura 2000, przy docelowej średniej ilości drewna 10, 20, 30, 40 i 50 m³/ha w lasach mieszanych w krainach górskich (linia przerywana) i poza górami (linia ciągła) *Fig. 1. Relationship between fraction of forest excluded from harvesting and the CWD amount in the remaining Natura 2000 area in mixed forests in mountains (dashed lines) and out of mountains (solid lines) if the target CWD amounts are: 10, 20, 30, 40 and 50 m³/ha*

Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasów w Polsce przeprowadzona w latach 2006–2010 wykazała, że w Lasach Państwowych było przeciętnie 5,2 m³/ha posuszu i leżaniny. W krainach Karpackiej i Sudeckiej drewna było 18,8 m³/ha, a w krainach poza górami – 4,2 m³/ha (Wielkoobszarowa inwentaryzacja... 2011). Na rycinie 1 wskazano, że przy utrzymaniu obecnego stanu drewna i jego docelowej ilości 50 m³/ha powierzchnia fragmentów lasu wyłączonych z pozyskania wynosiłaby w górach 24%, a poza górami 36%. Przy docelowej ilości drewna 10 m³/ha w górach nie trzeba byłoby wyłączać żadnego fragmentu lasu z pozyskania, a poza górami fragmenty bez pozyskania zajmowałyby 5% obszarów.

Metoda 2. Obliczenie ilości drewna do pozostawiania w lesie

Punktem wyjścia przy zastosowaniu tej metody jest znajomość tempa rozkładu martwych pni i czasu, który upływa od śmierci drzewa do całkowitego zniknięcia jego szczątków.

Dotychczas wykonano wiele badań nad procesem zanikania martwych pni różnych gatunków i tylko z ostatnich pięciu lat pochodzi co najmniej kilkanaście prac (m.in. Müller-Using i Bartsch 2009, Zell i in. 2009, Tuomi i in. 2011, Dunn i Bailey 2012, Herrmann i Bauhus 2012, Fraver i in. 2013). W większości dotyczą one jednak zmniejszania się gęstości drewna i masy pni. Zdecydowanie rzadziej przedmiotem zainteresowania są zmiany objętości pni następujące na skutek ich rozkładu. A właśnie objętość, a nie ciężar drewna, wydaje się bardziej odpowiedni w kontekście ochrony bogactwa gatunkowego leśnych biocenoz i tę miarę ilości drewna przyjmują też wszystkie zalecenia dotyczące obszarów Natura 2000. Wśród pozycji poświęconych dekompozycji martwych pni znaleziono zaledwie kilka, w których miarą tempa tego procesu było zmniejszanie się objętości pni (Harmon i in. 2000, Mäkinen i in. 2006, Holeksa i in. 2008, Müller-Using i Bartsch 2009, Aakala 2010, Fraver i in. 2013). Ze względu na tak niewielką liczbę prac poświęconych zmniejszaniu się objętości martwych pni uzyskane dotąd wyniki trzeba uznać za wstępne i orientacyjne. Dla każdego gatunku potrzebne będzie wykonanie podobnych badań w wielu miejscach i rozpoznanie różnicowania tempa zmniejszania się objętości pni. Dopiero wtedy będziemy dysponować wynikami, które da się zastosować do celów praktycznych. Tym niemniej już teraz warto zorientować się, do jakich rezultatów prowadzi wykorzystanie wyników tych nielicznych badań.

W pięciu spośród nich (tab. 1) zamieszczone są wykresy funkcji, które obrazują następujący z czasem ubytek objętości pni, przyjmując, że na starcie ma ona wartość 1,0 (ryc. 2). Pozwalają one na obliczenie ilości V drewna obecnego we fragmencie lasu, jeśli przez długi czas, wystarczający do całkowitego rozkładu martwych pni każdego roku, przybywać będzie jednostka objętości drewna, na przykład 1 m^3 . Tę ilość V można obliczyć także jako sumę wartości funkcji dla kolejnych lat od roku „0” do roku n , w którym następuje całkowity zanik martwych pni:

$$V = \sum_{t=0}^n f(t); f(t_0) = 1; f(t_n) = 0$$

Tab. 1. Ilość drewna poszczególnych gatunków drzew (V), jaka byłaby obecna w badanych lasach, gdyby co roku pozostawiano go w ilości $1 \text{ m}^3/\text{ha}$ oraz ilość drewna (v_A), jaką należałoby corocznie pozostawiać w lasach dla osiągnięcia różnych stanów docelowych (A). Obliczenia wykonano na podstawie danych zawartych w cytowanych publikacjach

Table 1. Amount of coarse woody debris (CWD) of particular tree species (V) in studied forests if $1 \text{ m}^3/\text{ha}$ of CWD would be left annually and amount of CWD that should be left annually (v_A) to reach different target levels (A). Calculations were conducted using data from cited articles

Gatunek/Species	V [m^3/ha]	vA		
		A = 10 m^3/ha	A = 30 m^3/ha	A = 50 m^3/ha
Pinus resinosa ¹	47,3	0,21	0,63	1,06
Populus tremuloides ¹	40,1	0,25	0,75	1,25
Picea abies ²	34,8	0,29	0,86	1,44
Picea abies	43,4	0,23	0,69	1,15
Betula pendula ³	29,9	0,33	1,00	1,67
Picea abies ⁴	44,5	0,22	0,67	1,12
Fagus sylvatica ⁵	26,3	0,38	1,14	1,90

¹ Fraver i in. (2013); ² Aakala (2010) – wartości średnie dla trzech stanowisk, mean values for three localities;

³ Mäkinen i in. (2006); ⁴ Holeksa i in. (2008); ⁵ Müller-Using i Bartsch (2009).

Jeśli przyjmujemy, że pozostawianie co roku 1 m^3 drewna skutkuje osiągnięciem stanu V , to z proporcji:

$$1 \text{ m}^3 \rightarrow V [\text{m}^3]$$

$$v [\text{m}^3] \rightarrow 1 \text{ m}^3$$

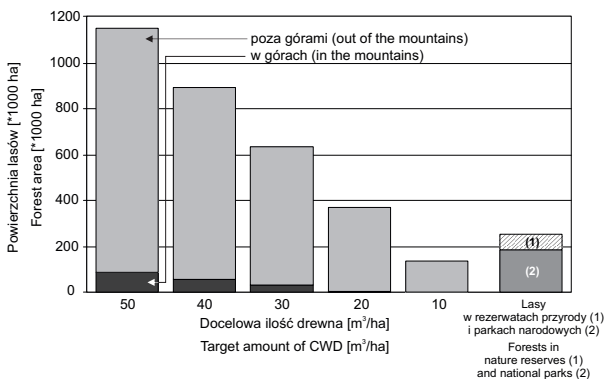
można obliczyć, że dla uzyskania stanu równego 1 m^3 trzeba pozostawiać $v = 1/V [\text{m}^3]$ drewna.

Z kolejnej proporcji:

$$v [\text{m}^3] \rightarrow 1 \text{ m}^3$$

$$v_A [\text{m}^3] \rightarrow A [\text{m}^3]$$

można obliczyć, że dla uzyskania stanu docelowego A należy corocznie pozostawiać drewno w ilości $v_A = v \cdot A = 1/V \cdot A [\text{m}^3]$.



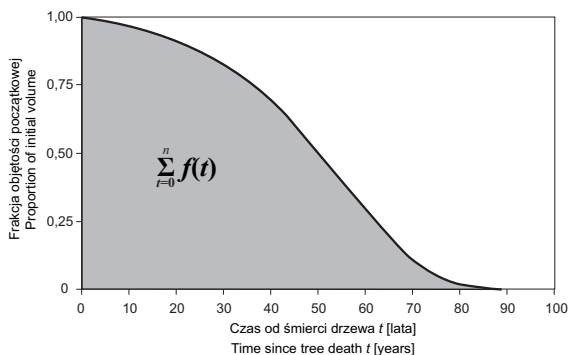
Ryc. 2. Powierzchnia lasów wyłączonych z pozyskania drewna w krainach Karpackiej i Sudeckiej i poza krainami górskimi konieczna dla osiągnięcia docelowej średniej ilości drewna od 10 do $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ przy założeniu, że stan drewna na pozostałej części obszarów Natura 2000 jest taka, jak obecnie, czyli $18,8 \text{ m}^3/\text{ha}$ w górach i $4,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ poza górami. Dla porównania przedstawiono powierzchnię lasów w rezerwach przyrody (1) i w parkach narodowych (2)

Fig. 2. Areas of forests excluded from harvesting in the Carpathians and Sudeten, and out of mountains that are necessary to reach target mean CWD amounts 10–50 m^3/ha assuming the present amount of CWD in the remaining parts of Natura 2000 areas i.e. $18,8 \text{ m}^3/\text{ha}$ in mountains and $4,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ out of mountains. For comparison the area of forests in nature reserves (1) and national parks (2) is presented

Dla przykładu przeprowadziliśmy obliczenia wartości V i v_A na podstawie wykresów obrazujących zmniejszanie się objętości martwych pni wraz z upływem czasu, które zostały zamieszczone w pięciu spośród wymienionych wcześniej publikacji (tab. 1). Pierwsza z tych publikacji (Fraver i in. 2013) dotyczy lasów iglastych rosnących w chłodnym klimacie (średnia temperatura roczna $3,6^\circ\text{C}$, suma opadów 680 mm). Dwie następne pochodzą z lasów borealnych północnej Europy. Aakala (2010) prowadził badania na stanowiskach w północnej Finlandii i północnej Rosji, gdzie średnia temperatura roku wynosi od $-1,2^\circ\text{C}$ do $1,5^\circ\text{C}$, a suma opadów od 500 mm do 670 mm . Z kolei dane zamieszczone w artykule Mäkinena i in. (2006) zostały zebrane

w środkowej i południowej Finlandii, gdzie średnia roczna temperatura zawiera się w przedziale 2,0–4,5°C, a suma rocznych opadów mieści się w zakresie 500–650 mm. Holeksa i in. (2008) prowadzili badania w świerkowym lesie regla górnego, w chłodnym i wilgotnym górskim klimacie o średniej rocznej temperaturze 2–4°C i rocznej sumie opadów około 1500 mm. Jedyne prace Müller-Usinga i Bartscha (2009) dotyczy lasów liściastych strefy umiarkowanej i została wykonana w buczynie w środkowych Niemczech na wysokości 500 m n.p.m., w klimacie umiarkowanym o średniej rocznej temperaturze 7°C i rocznej sumie opadów nieco ponad 1000 mm.

Większość wykorzystanych w tej części materiałów przedstawia tempo zmniejszania się objętości martwych pni w warunkach odbiegających od panujących na terenach, gdzie są obecne grądy i buczyny, czyli najważniejsze siedliska leśne chronione w ramach Natura 2000 w Polsce. Kształtują się one przy średniej rocznej temperaturze od 6–9°C na niżu i w pasie wyżyn, i tylko w reglu dolnym średnia temperatura spada do 4–6°C. Roczne opady poza górami, gdzie sięgają nawet 1200 mm, zawierają się w przedziale 500–900 mm. W tych warunkach zostały zrealizowane wyłącznie badania Müller-Usinga i Bartscha (2009) nad tempem rozkładu pni bukowych. We wszystkich pozostałych przypadkach szybkość zmniejszania się objętości kłód jest zapewne mniejsza, głównie z powodu chłodniejszego klimatu.



Ryc. 3. Zmniejszanie się objętości martwych pni w czasie w miarę postępującego ich rozkładu. Pole figury znajdujące się pod krzywą odpowiada ilości drewna, jeśli każdego roku jego ilość będzie uzupełniana o jednostkę objętości

Fig. 3. Temporal reduction of CWD volume according to decomposition process. The area under the line equals the CWD amount, if it is annually supplemented with a unit of volume

Drewno bukowe należy do ulegających najszybszej dekompozycji. Stwierdzono, że w podobnych warunkach klimatycznych masa drewna bukowego zmniejsza się prawie dwa razy szybciej niż dębowego i nieco szybciej niż świerkowego i sosnowego (Rock i in. 2008). W cytowanej pracy nie porównano jednak buka zwyczajnego z dębami europejskimi, lecz z dębami na kontynencie amerykańskim, ponieważ dla *Quercus robur* i *Q. petraea* takich danych jeszcze nie ma. Okazuje się zatem, że poza bukiem drewno innych gatunków liściastych występujących w Europie Środkowej nie było do tej pory analizowane pod kątem utraty objętości i gęstości drewna w miarę postępującego rozkładu.

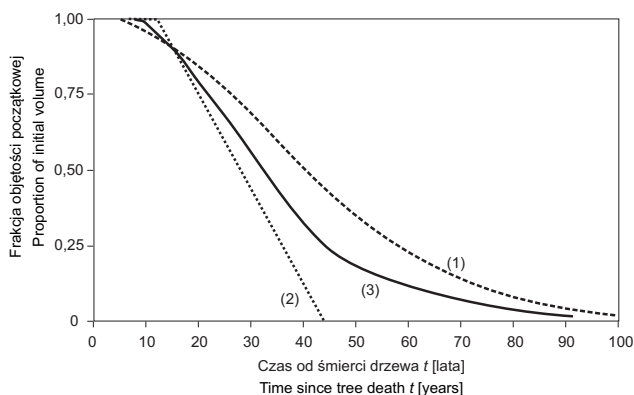
To, co można w tej sytuacji uczynić dla wyliczenia ilości drewna, jaka powinna być pozostawiana na obszarach Natura 2000, to przyjąć pośrednie wartości znajdujące się między użytymi dla buka w środkowych Niemczech (Müller-Using i Bartsch 2009) i świerka w reglu

górnym (Holeksa i in. 2008). Zapewne drewno większości gatunków budujących lasy mieszane na niżu i w górach ulega rozkładowi, którego szybkość będzie się w tych granicach. Przyjęcie średnich arytmetycznych z wartości funkcji uzyskanych dla kolejnych lat w buczynie i w świerczynie (ryc. 3) wydaje się być zasadne w dalszych obliczeniach. Przyjmując uśrednione wartości funkcji, obliczono, że pozostawianie każdego roku $1 \text{ m}^3/\text{ha}$ drewna prowadzi do osiągnięcia stanu $33,4 \text{ m}^3/\text{ha}$. Następnie wyliczono, że zwiększanie stanu docelowego o kolejnych $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ wymaga pozostawiania każdego roku dodatkowo $0,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ drewna. Przy docelowych $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ każdego roku należałoby pozostawić $1,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ drewna.

Konsekwencje pozostawiania drewna na obszarach Natura 2000 dla gospodarki leśnej

Metoda 1. Obliczenie udziału powierzchniowego fragmentów lasu bez pozyskania drewna

Przy analizowaniu skutków wyłączenia fragmentów lasu z pozyskiwania drewna przyjęto, że udział powierzchniowy obszarów Natura 2000 jest taki sam w krainach górskich i w pozostałych krainach poza górami. Przyjęto również, że drewno ma być obecne w takiej samej docelowej ilości na całości obszarów „naturowych”, czyli na powierzchni $2,86 \text{ mln ha}$. Przy przyjętych założeniach oraz przy zachowaniu obecnego stanu drewna ($18,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ w górach i $4,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ poza górami), powierzchnia lasów wyłączonych z pozyskania drewna na obszarach Natura 2000 wynosiłaby na terenach górskich między $3\ 000$ a $84\ 000 \text{ ha}$ dla docelowych ilości drewna między 20 i $50 \text{ m}^3/\text{ha}$, zaś poza górami między $135\ 000$ a $1\ 070\ 000 \text{ ha}$ dla docelowych ilości drewna między 10 i $50 \text{ m}^3/\text{ha}$. Łączna powierzchnia lasów bez pozyskania drewna wynosiłaby



Ryc. 4. Krzywe przedstawiające zmniejszanie się objętości martwych pni w świerczynie górnoreglowej (1) i w buczynie w środkowych Niemczech (2) oraz wykres funkcji (3) przyjmującej wartości będące średnimi arytmetycznymi wartości funkcji (1) i (2). Wykresy funkcji (1) i (2) pochodzą z prac Holeksy i in. (2008) oraz Müller-Using i Bartsch (2009)

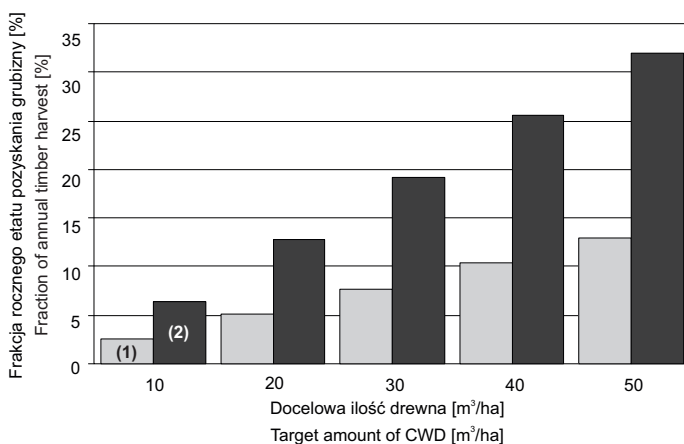
Fig. 4. Functions of temporal reduction of CWD volume in subalpine spruce forest (1) and in beech forest in Central Germany (2), and the function (3) being the result of averaging values of functions (1) and (2). Functions (1) and (2) are from Holeksa i in. (2008) and Müller-Using and Bartsch (2009)

zatem od 135 000 ha do 1 154 000 ha (ryc. 4). Taką powierzchnię lasów należałoby wyłączyć z użytkowania na wszystkich obszarach Natura 2000, aby przeciętna ilość drewna mogła ulec zwiększeniu z obecnego stanu do 10–50 m³/ha. W stosunku do powierzchni lasów chronionych obecnie w rezerwach przyrody i parkach narodowych jest to powierzchnia dwukrotnie od nich mniejsza przy docelowej ilości drewna 10 m³/ha, i 4,5 razy większa, gdyby chcieć osiągnąć poziom 50 m³/ha.

Metoda 2. Obliczenie ilości drewna do pozostawiania w lesie

Podobnie jak przy pierwszej metodzie, w dochodzeniu do skutków pozostawiania drewna dla gospodarki leśnej przyjęto, że na całej powierzchni obszarów Natura 2000, czyli 2,86 mln ha, należy osiągnąć stan docelowy. Spowodowało to zapewne zawyżenie uzyskanych wartości w stosunku do rzeczywistych potrzeb. Ponadto założono, że obecna intensywność pozyskania drewna jest taka sama na obszarach Natura 2000 i poza nimi, i że drewno jest pozyskiwane na całości obszarów. W obliczeniach przyjęto zatem wartości maksymalne, czyli uznano, że siedliska wymagające pozostawiania drewna zajmują całość zarówno obszarów ochrony siedlisk, jak i obszarów ochrony ptaków.

Według przeprowadzonych obliczeń dla osiągnięcia stanu 10–50 m³ drewna/ha, każdego roku należałoby pozostawiać go w ilości od 0,3 m³/ha do 1,5 m³/ha. Oznacza to, że na całości obszarów Natura 2000, zajmujących powierzchnię 2,86 mln ha, należałoby corocznie pozostawić od 858 tys. m³ do 4 290 tys. m³ drewna. O taką wielkość powinno zatem być pomniejszone pozyskanie drewna w PGL LP. Stanowi to od 2,6% do 12,9% pozyskania zrealizowanego w Lasach Państwowych, które według Raportu o stanie lasów za rok 2012 (Raport... 2013) wynosiło 33 212 tys. m³ grubizny (ryc. 5). Według prognozy, w latach 60. XXI wieku wielkość pozyskania



Ryc. 5. Spodziewane pomniejszenie etatu pozyskania grubizny w skali PGL LP (1) i na obszarach Natura 2000 (2), przy docelowej ilości drewna na obszarach Natura 2000 od 10 do 50 m³/ha

Fig. 5. Expected reduction of annual timber harvest in the whole area of State Forests (1) and in Natura 2000 areas (2) for target amounts of CWD between 10 and 50 m³/ha

drewna w LP będzie wynosiła około 44,6 mln m³ (Dawidziuk 2012). Etat cięć należałoby zatem pomniejszać wtedy o 2,0–9,9%, aby miąższość martwych pni wynosiła 10–50 m³/ha.

Pozostaje jeszcze spojrzeć na konsekwencje, jakie pozostawianie martwych pni w wyliczonych ilościach przyniesie dla gospodarowania w lasach na samych tylko obszarach Natura 2000. Osiągnięcie stanu docelowego ilości drewna w wysokości 10–50 m³/ha oznacza obecnie zmniejszanie rocznego etatu miąższościowego cięć na tych obszarach o 6,4–31,9% (ryc. 5). Etat ten wynosił w 2012 roku blisko 4,7 m³/ha w skali całego PGL LP. W przyszłości, kiedy etat będzie wynosił około 6 m³/ha, należałoby go pomniejszać na obszarach Natura 2000 o 5–25%.

Ważne są nie tylko potrzeby ochrony przyrody – czyli o konieczności uwzględnienia racji ekonomicznych

Wobec dość skąpej wiedzy na temat tempa dekompozycji martwych pni różnych gatunków drzew i w warunkach różnych ekosystemów leśnych należałoby wstrzymać się na razie z podawaniem docelowej ich ilości w lasach na obszarach Natura 2000. Należałoby również uwzględnić horyzont czasowy, w jakim stan docelowy powinien być osiągniany. Nie jest możliwe, aby stało się to w ciągu kilku lat, ponieważ nawet chcąc zwiększyć stan o 10 m³/ha w ciągu 10 lat, trzeba byłoby każdego roku pozostawiać na każdym hektarze o ponad 1 m³ drewna więcej niż obecnie, co oznaczałoby pomniejszenie etatu cięć o ponad 20%. Brakującym elementem potrzebnym przed podjęciem decyzji o docelowym stanie drewna jest też powierzchnia lasów, w których ma być ono pozostawiane i które administrowane są przez Lasy Państwowe.

Przeprowadzone obliczenia uświadomiamy, że powstanie obszarów ochrony siedlisk (SOO) i ochrony ptaków (OSO) w ramach Natura 2000 na terenie gospodarstwa leśnego Lasy Państwowe i respektowanie propozycji zamieszczonych w opracowaniach poświęconych realizacji tego programu ochrony przyrody mogą przynieść znaczące skutki dla gospodarki leśnej. Trzeba wziąć pod uwagę, że objętość drewna, które powinno być obecne w lasach gospodarczych, nie jest równoznaczna z objętością drewna, które należy pozostawić w lesie. Wydaje się, że ten aspekt nie był dotychczas brany pod uwagę przez żadnego z autorów badań i propozycji cytowanych w tym opracowaniu. Zarówno Hanski (2004), jak i Müller i Büttler (2010), a także polscy autorzy: Pawlaczyk i Mróz (2003), Gutowski i in. (2004), Czerepko (2008) oraz autorzy opracowań szczegółowych, np. Czeszczewik i Walankiewicz (2006) oraz Kajtoch i in. (2012) mówią wyłącznie o stanie drewna, a nie o ilości, która powinna być pozostawiana, aby ten stan osiągnąć, ponieważ nie uwzględniają procesu rozkładu drewna. Skutki dla gospodarki leśnej w postaci samego tylko zmniejszenia zysku ze sprzedaży drewna mogą się zatem okazać znacznie większe niż dotychczas przypuszczano. Dotyczy to zwłaszcza tych nadleśnictw, których lasy w całości lub w znacznej części są objęte ochroną w ramach programu Natura 2000. W takiej sytuacji znajduje się spora liczba nadleśnictw we wszystkich częściach Polski.

Wyniki przeprowadzonych obliczeń skłaniają do wniosku, że przy nadawaniu ostatecznego kształtu zaleceniom ochronnym na obszarach Natura 2000 powinny być brane pod uwagę nie tylko argumenty ochroniarskie, ale także racje ekonomiczne i ekologiczne decydujące o sukcesie gospodarczym, które jak się wydaje nie były dotychczas uwzględniane w stopniu wystarczającym. Niewątpliwie należy dążyć do zapewnienia jak najlepszych warunków sprzyjających gatunkom saproksylobiontycznym, których znaczna część jest zagrożona w swoim istnieniu na terenie Europy, lecz nie można zapominać o wymaganiach, które musi respektować gospodarka leśna, aby mogła dobrze funkcjonować. Wymagania te dotyczą nie tylko reguł rządzących na

rynku surowcem drzewnym. Równie ważne jest uwzględnienie praw przyrody, od których zależy obecność grzybów, owadów i innych organizmów, ale które także mogą wpływać niekorzystnie na powodzenie zabiegów hodowlanych i zachowanie drzewostanu w postaci zapewniającej korzyści ekonomiczną. Dlatego na obszarach Natura 2000 trzeba się liczyć z ograniczeniem zysku z powodu rezygnacji z pozyskania pewnej części drzew i pozostawiania ich do mineralizacji tam, gdzie wyrosły. Równocześnie trzeba się jednak zgodzić, że na obszarach ochrony siedlisk i ochrony ptaków nie da się zapewnić optymalnych warunków wszystkim organizmom związanym z martwym drewnem. Takie warunki mogą być bowiem spełnione tylko na rozległych obszarach poddanych ochronie ściślej stosowanej w parkach narodowych i dużych rezerwach przyrody, w ramach której w lesie pozostają wszystkie szczątki drzew.

Obszary Natura 2000 nie mogą zastępować ochrony przyrody realizowanej za pomocą tradycyjnych form, jakimi są parki narodowe i rezerwy. Wydaje się, że optymizm, jaki jest związany z włączeniem znacznej części lasów naszego kraju do obszarów ochrony siedlisk i ochrony ptaków, przynajmniej częściowo wynika z braku uwzględnienia pewnych zjawisk przyrodniczych kształtujących ekosystemy leśne, których respektowanie w warunkach gospodarki leśnej jest bardzo trudne, jeśli w ogóle możliwe. Takim przeoczonym zjawiskiem jest proces rozkładu martwych pni, który sprawia, że choć znaczna część drzew po obumarciu pozostaje w lesie, to i tak ilość posuszu i leżaniny jest niewielka.

Literatura

- Aakala T. 2010. Coarse woody debris in late-successional *Picea abies* forests in northern Europe: variability in quantities and models of decay class dynamics. *Forest Ecology and Management* 260: 770–779.
- 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.
- Czerepko J. (red.) 2008. Stan różnorodności biologicznej lasów w Polsce. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Czeszczewik D., Walankiewicz W. 2006. Logging affects the white-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos* distribution in the Białowieża Forest. *Annales Zoologici Fennici* 43: 221–227.
- Dawidziuk J. 2011. Obszary przyrodniczo cenne w gospodarce leśnej. W: Poskrobko T. (red.). Zrównoważony rozwój obszarów przyrodniczo cennych. Tom 1. Planistyczne i implementacyjne aspekty rozwoju obszarów przyrodniczo cennych. Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku, Białystok: 229–241.
- Dawidziuk J. 2012. Stan obecny oraz prognozy rozwoju i użytkowania zasobów leśnych. Zimowa Szkoła Leśna Sesja I. Sękocin Stary, 17–19 marca 2009 r. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Dunn C.J., Bailey J.D. 2012. Temporal dynamics and decay of coarse wood in early seral habitats of dry-mixed conifer forests in Oregon's Eastern Cascades. *Forest Ecology and Management* 276: 71–81.
- Faliński J.B., Mułenko W. (red.) 1992. Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park (Project Crypto 1). Check-list of cryptogamous and seminal

- plant species recorded during the period 1987–1991 on the permanent plot V–100. Phytocoenosis 4 (N.S.) *Archivum Geobotanicum* 3: 1–48.
- Faliński J.B., Mułenko W. (red.) 1995. Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park. General problems and taxonomic groups analysis (Project CRYPTO 2). Phytocoenosis 7 (N.S.) *Archivum Geobotanicum* 4: 1–176.
- Faliński J.B., Mułenko W. (red.) 1996. Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park. Functional group analysis and general synthesis (Project CRYPTO 3). Phytocoenosis 8 (N.S.) *Archivum Geobotanicum* 6: 1–224.
- Faliński J.B., Mułenko W. (red.) 1997. Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park. Ecological Atlas (Project CRYPTO 4). Phytocoenosis 9 (N.S.) *Supplementum Cartographiae Geobotanicae* 7: 1–522.
- Fraver S., Milo A.M., Bradford J.B., D'Amato A.W., Kenefic L., Palik B.J., Woodall C.W., Brissette J. 2013. Woody debris volume depletion through decay: implications for biomass and carbon accounting. *Ecosystems* 16: 1262–1272.
- Gutowski J., Bobiec A., Pawlaczyk P., Zub K. 2004. *Drugie życie drzewa*. WWF Polska, Warszawa – Hajnówka.
- Hanski I. 2004. An ecological assessment of the need for forest protection in northern and Central Europe. W: Hanski I., Walsh M. (red.). *How much, how to? – practical tools for forest conservation*. BirdLife European Forest Task Force, Helsinki: 10–24.
- Harmon M.E., Krankina O.N., Sexton J. 2000. Decomposition vectors: a new approach to estimating woody detritus decomposition dynamics. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 76–84.
- 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 J.W. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advanced Ecological Research* 15: 133–302.
- Herrmann S., Bauhus J. 2012. Effects of moisture, temperature and decomposition stage on respirational carbon loss from coarse woody debris (CWD) of important European tree species. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28: 346–357.
- Holeksa J., Zielonka T., Żywiec M. 2008. Modelling the decay of coarse woody debris in a subalpine Norway spruce forest of the West Carpathians, Poland. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 415–428.
- Holeksa J., Saniga M., Szwagrzyk J., Czerniak C., Staszyńska K., Kapusta P. 2009. A giant tree stand in the West Carpathians – An exception or a relic of formerly widespread mountain European forests? *Forest Ecology and Management* 257: 1577–1585.
- Kajtoch Ł., Figarski T., Pełka J. 2012. The role of forest structural elements in determining the occurrence of two specialist woodpecker species in the Carpathians, Poland. *Ornis Fennica* 90: 23–40.
- Mäkinen H., Hynynen J., Siitonen J., Sievänen R. 2006. Predicting the decomposition of Scots pine, Norway spruce and birch stems in Finland. *Ecological Applications* 16: 1865–1879.
- Maser C., Trappe J. M. 1984. *The seen and unseen world of the fallen tree*. USDA, PNW – General Technical Report 164: 1–56.
- Müller J., Büttler R. 2010. A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research* 129: 981–992.

- Müller-Using S., Bartsch N. 2009. Decay dynamic of coarse and fine woody debris of a beech (*Fagus sylvatica* L.) forest in Central Germany. *European Journal of Forest Research* 128: 287–296.
- Pawlaczyk P., Mróz W. 2003. Natura 2000 a gospodarka leśna. W: *Natura 2000 w lasach Polski*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa: 56–163.
- Raport o stanie lasów w Polsce 2012. 2013. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Rock J., Baceck F.W., Harmon M.E. 2008. Estimating decomposition rate constants for European tree species from literature sources. *European Journal of Forest Research* 127: 301–313.
- Stokland J.N., Siitonen J., Jonsson B.G. 2012. *Biodiversity in Dead Wood*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Tuomi M., Laiho R., Repo A., Liski J. 2011. Wood decomposition model for boreal forests. *Ecological Modelling* 222: 709–718.
- Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasów w Polsce. Wyniki za okres 2006–2010. Etap 2.2.1.b. 2011. Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Sękcin Stary.
- Zarządzenie nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 14.02.1995 r. w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.
- Zarządzenie nr 11A Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 11.05.1999 r. zmieniające Zarządzenie Nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 14.02.1995 r. w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.
- Zell J., Kändler G., Hanewinkel M. 2009. Predicting constant decay rates of coarse woody debris – a meta-analysis approach with a mixed model. *Ecological Modelling* 220: 904–912.

Jan Holeksa¹, Magdalena Żywiec², Przemysław Kurek²

¹Zakład Ekologii Roślin i Ochrony Środowiska,
Wydział Biologii

Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu,
janhol@amu.edu.pl

²Zakład Ekologii,
Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN w Krakowie