

ELŻBIETA DMYTERKO, ARKADIUSZ BRUCHWALD

Drzewostanowa metoda określania uszkodzenia świerka

Method of assessment the damage to Norway spruce stands

ABSTRACT

Dmyterko E., Bruchwald A. 2007. Drzewostanowa metoda określania uszkodzenia świerka. Sylwan 6: 24-33.

Paper presents two variants of the method of assessment the damage to the Norway spruce stands that were determined on the basis of the crown development. The first one is based on the tree's defoliation, the other – on the tree's damage index W that includes defoliation (feature A), condition of the tree-top (feature B) and tree's vitality (feature C). Mean defoliation or index W is used to determine one of the four classes of the stand damage. The accuracy of both variants was worked out and minimum number of sample trees required within assumed standard errors of assessed features. Alarming picture of Norway spruce stands in Polish Carpathians and Sudety Mountains appeared for the damaged stands prevail while there is no undamaged stands.

KEY WORDS

methods of assessment the damage to stands, Norway spruce

ADDRESSES

Elżbieta Dmyterko – Zakład Urządzania i Monitoringu Lasu; Instytut Badawczy Leśnictwa;
ul. Braci Leśnej 3; Sękocin Stary 05-090 Raszyn; e-mail: E.Dmyterko@ibles.waw.pl

Arkadiusz Bruchwald – Zakład Dendrometrii i Nauki o Produktowności Lasu; Wydział Leśny SGGW;
ul. Nowoursynowska 166; 02-766 Warszawa; e-mail: les_kpl@delta.sggw.waw.pl

Wstęp

Od 1970 roku uszkodzenia w obiektach leśnych naszego kraju określano na podstawie stref zagrożenia lasów, grupujących drzewostany iglaste o zbliżonym wskaźniku uszkodzenia¹. Przeciętny wskaźnik uszkodzenia drzewostanu W powstawał w wyniku szacowania na ściętych drzewach próbnych pięciu cech koron.

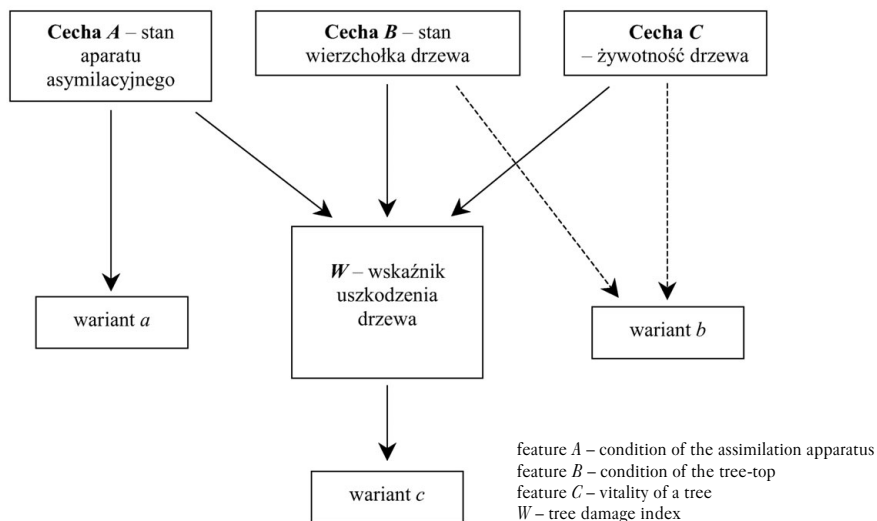
W późniejszych latach uproszczono sposób określania przeciętnego wskaźnika uszkodzenia drzewostanu W , zastępując ścięte drzewa próbne stojącymi, a także zweryfikowano kryteria oceny uszkodzenia drzew [Dmyterko, Grzyb 1990; Dmyterko 1994; Instrukcja urządzania lasu 1994].

W uproszczonej metodzie określania uszkodzenia sosny, jodły i świerka, szacuje się w drzewostanie, na stojących drzewach próbnych, zmianę 3 cech, przyjętych za kryteria uszkodzenia:

- cecha A – stan aparatu asymilacyjnego (głównie defoliacja),
- cecha B – stan wierzchołka drzewa,
- cecha C – żywotność drzewa (ugałżenie środkowej części korony).

Ocena ta jest podstawą ustalenia przeciętnego wskaźnika uszkodzenia drzewostanu.

¹ Zarządzenie ministra leśnictwa i przemysłu drzewnego z dn. 19 IX 1970 r. w sprawie wprowadzania stref zagrożenia lasów, gospodarki w tych lasach, a także szacowania rozmiarów szkód i kosztów przebudowy drzewostanów w lasach znajdujących się pod ujemnym wpływem szkodliwych pyłów i gazów wydzielanych przez zakłady przemysłowe. Dz. U. MLiPD z 1970 r., nr 16-20, poz.111.



Ryc. 1.

Warianty drzewostanowej metody określania uszkodzenia gatunków drzew iglastych
 Variants of the stand method of determining damage to forest tree species

W zależności od przyjętych kryteriów oceny uszkodzenia drzewostanów oraz powiązań między kryteriami, wyróżnić można kilka wariantów metody określania uszkodzenia (ryc. 1) [Dmyterko 2006].

W metodzie tej na podstawie cechy *A*, a dokładniej defoliacji, wyróżniono wariant *a*. Został on zastosowany w kolejnych wielkopowierzchniowych inwentaryzacjach stanu zdrowotnego lasów w kraju, przeprowadzonych w latach 1983, 1985, 1988 i 1991 [Fuchs 1994; Smykała 1985, 1986, 1991a, 1991b, 1992, 1994]. Defoliacja, jako kryterium główne, stosowana jest również w monitorowaniu stanu lasu [np.: Forest Condition in Europe 2003; Wawrzoniak i in. 2001, 2003, 2006] oraz pracach badawczych [np.: Modrzyński 2002a, 2002b; Borecki, Wójcik 1996]. Wyniki uzyskane za pomocą tego wariantu są mało precyzyjne, gdyż powiązane ze zmiennymi warunkami meteorologicznymi [Wójcik 2000], wskazują głównie na stan drzewa w roku, a nawet miesiącu, obserwacji.

Pozostałe z wymienionych cech: cecha *B* – stan wierzchołka drzewa oraz cecha *C* – jego żywotność, są mniej zmienne w sezonie wegetacyjnym i wskazują na zmiany strukturalne w koronie zachodzące w ciągu dłuższego czasu, a więc na zaawansowanie procesu uszkodzenia drzewa. Łącząc cechy *B* i *C* można utworzyć następny wariant *b* metody, który wydaje się bardzo interesujący, ale obecnie ma znaczenie teoretyczne, gdyż nie był do tej pory zweryfikowany i stosowany w praktyce leśnej.

Na podstawie wskaźnika uszkodzenia drzewostanu *W*, łączącego cechy *A*, *B* i *C*, utworzono wariant *c* metody. Ma on charakter kompleksowy, ponieważ uwzględnia zarówno zmiany powstałe w danym roku (defoliacja), jak i zaawansowanie uszkodzenia (cechy *B* i *C*). Stosowany jest od wielu lat w praktyce leśnej [Instrukcja urządzania lasu 1994], a także w pracach badawczych [np.: Dmyterko 1993, 1996; Jaszczak 2003].

Uproszczona metoda określania uszkodzenia drzewostanów iglastych powstała pod koniec lat osiemdziesiątych, wymagała zatem przeprowadzenia ponownej analizy po około 20 latach.

Wykonane w latach 2005-2007 badania wykazały w przypadku oceny uszkodzenia sosny, jodły i świerka zasadność stosowania wskaźnika uszkodzenia W opartego na cechach A , B i C . Nowe propozycje dla tych gatunków drzew dotyczyły ponownego zdefiniowania wymienionych cech [Dmyterko i in. 2006]. Dla sosny i świerka odpowiednie propozycje zostały opublikowane [Dmyterko, Bruchwald 2007a, 2007b].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie dwóch wariantów drzewostanowej metody określania uszkodzenia świerka. Jeden z nich oparty jest na cesze A , głównie defoliacji (wariant a), a drugi na przeciętnym wskaźniku uszkodzenia drzewa W (wariant c).

Materiał badawczy

Badania oparto na materiale empirycznym zebranym w latach 2005-2007 w litych drzewostanach świerkowych. Materiał pochodzi z drzewostanów różnych nadleśnictw (tab. 1), położonych na terenie dwóch krain przyrodniczo-leśnych – Karpackiej i Sudeckiej. Ogółem założono 79 powierzchni próbnych, a w poszczególnych nadleśnictwach od 13 do 39. Powierzchnie zakładano w drzewostanach starszych klas wieku, począwszy od klasy IV do X. Średnia pierśnica ocenianych drzew waha się od 25,5 do 65,4 cm, a średnia wysokość od 14,8 do 41,9 m. Bonitacja, określona modelem wzrostu dla świerka [Bruchwald i in. 1999], jest bardzo zmienna i osiąga od 17,7 do 38,0 m.

W każdym drzewostanie wybrano najczęściej po 10 drzew próbnych należących w większości do I lub II klasy Krafta. Na drzewie oceniono 3 cechy korony:

- defoliację – cecha A ,
- stan wierzchołka – cecha B ,
- żywotność – cecha C .

Defoliację drzewa oszacowano w procentach, a następnie określono jego uszkodzenie, wyrażone wartością jednego z czterech stopni (0-3). Cechy B i C oceniono także w czterestopniowej skali, w której stopień 0 oznaczał cechy typowe dla drzewa nieuszkodzonego, a stopień 3 – cechy dla drzewa silnie uszkodzonego, do obumierającego włącznie. Szczegółowe kryteria oceny stopni uszkodzenia świerka, z uwzględnieniem cech A , B i C , przedstawiono w innej pracy [Dmyterko, Bruchwald 2007b].

Oszacowane cechy A , B i C były podstawą obliczenia przeciętnego wskaźnika uszkodzenia drzewa W wzorem:

$$W = \frac{1}{3} \cdot (A + B + C) \quad [1]$$

Z uzyskanych ocen i pomiarów utworzono bazę danych. Do ich przetwarzania opracowano oryginalne programy komputerowe. Pozwalają one na uzyskanie miar położenia i dyspersji poszczególnych cech uszkodzenia oraz przeprowadzenie oceny dokładności metod określania uszkodzenia drzewostanów.

Wyniki badań

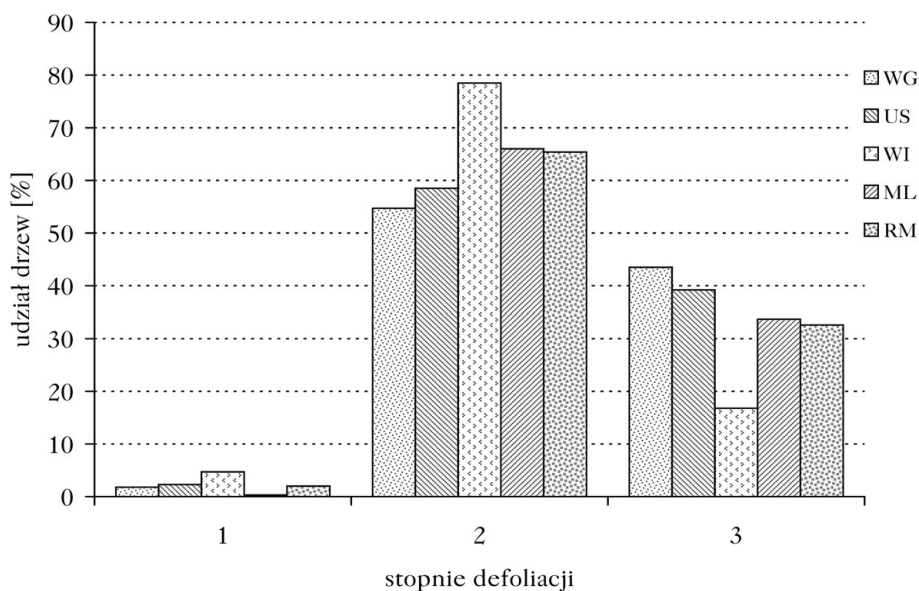
CECHA A (DEFOLIACJA). Dla poszczególnych nadleśnictw, uwzględniając wszystkie ocenione drzewa, określono średnią wartość defoliacji. Zmienia się ona od 47% w Nadleśnictwie Wisła do 59% w Nadleśnictwie Węgierska Góra, a łącznie dla wszystkich nadleśnictw wynosi 55% (tab.). Wartości te są wyższe od danych uzyskanych z monitoringu lasu dla Karpackiej i Sudeckiej krainy przyrodniczo-leśnej [Wawrzoniak i in. 2006]. Dla poszczególnych nadleśnictw obliczono także miary dyspersji analizowanej cechy. Odchylenie standardowe defoliacji waha się od 12,4 do 15,2%, średnio wynosi 14,6%, a współczynnik zmienności od 22,0% do 29,0%, średnio 26,8%.

Tabela.

Miary statystyczne cech uszkodzenia dla powierzchniach badawczych
Statistical measures of damage features for study plots

Cecha		WG	US	WI	ML	RM
	N	17	13	19	30	79
	n	170	139	190	300	791
Defoliacja	μ	59	56	47	56	55
	s	15,2	15,1	13,3	12,4	14,6
	V	25,8	29	28,5	22	26,8
	N	17	13	19	30	79
	n	170	139	190	300	791
Wskaźnik W	μ	2,24	2,08	1,8	2,03	2,02
	s	0,57	0,52	0,5	0,54	0,55
	V	25,4	24,8	28,1	26,5	27,3

N – liczba drzewostanów; n – liczba ocenionych drzew; μ – średnia arytmetyczna; s – odchylenie standardowe; V – współczynnik zmienności; Nadleśnictwa: Węgierska Górka – WG, Ustroń – US, Wisła – WI, Międzyzlesie – ML; RM – razem
N – number of stands; n – number of assessed trees; μ – arithmetic mean; s – standard deviation; V – coefficient of variance; Forest Regions: Węgierska Górka – WG, Ustroń – US, Wisła – WI, Międzyzlesie – ML; RM – total



Ryc. 2.

Udział drzew w stopniach defoliacji dla nadleśnictw i łącznie
Proportion of trees in defoliation classes by Forest Districts and in total

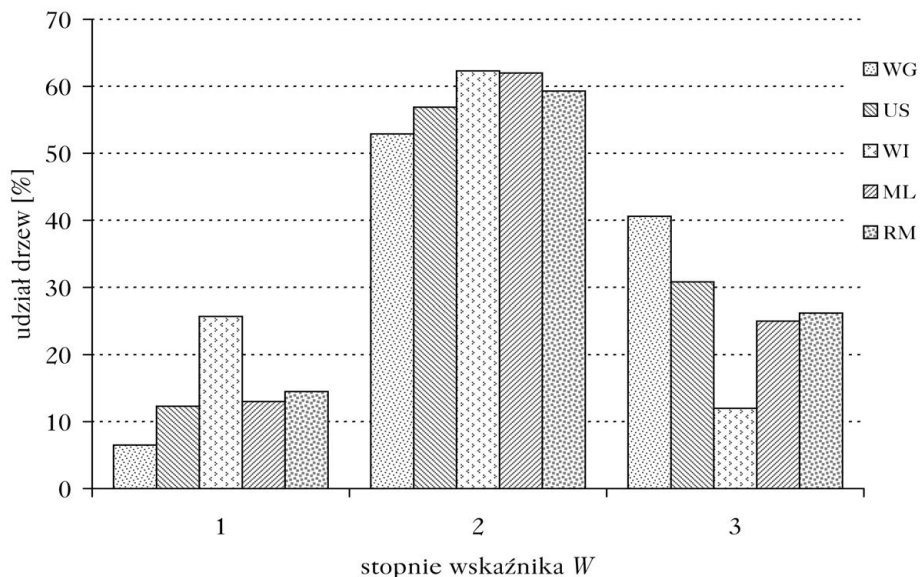
Ważną informacją charakteryzującą stan uszkodzenia drzew w nadleśnictwie jest rozkład cechy A (ryc. 2). W każdym przypadku dominuje stopień 2 (zakres defoliacji 26-60%), ze średnim udziałem we wszystkich nadleśnictwach 65%. W materiale empirycznym zinventaryzowano stosunkowo dużo, bo około 33% drzew o stopniu 3 (defoliacja powyżej 60%). Najwięcej takich drzew jest w Nadleśnictwie Węgierska Górka, najmniej natomiast w Nadleśnictwie Wisła. Bardzo mało, tylko 2%, jest drzew o stopniu 1 (defoliacja 11-25%), nie stwierdzono natomiast drzew nieuszkodzonych, o stopniu 0 (defoliacja do 10%).

WSKAŹNIK USZKODZENIA DRZEW W . Dla poszczególnych nadleśnictw obliczono średnią wartość wskaźnika uszkodzenia drzew W (tab.). Zmienia się ona od 1,80 dla Nadleśnictwa Wiśla do 2,24 dla Nadleśnictwa Węgierska Górka, a średnio wynosi 2,02. Wyniki te wskazują na silne uszkodzenie drzew w badanych nadleśnictwach. Obliczone miary dyspersji świadczą o wysokiej zmienności wskaźnika W dla drzew. Odchylenie standardowe waha się od 0,50 do 0,57, średnio wynosi 0,55, a współczynnik zmienności od 24,8 do 28,1, średnio 27,3.

W całym materiale empirycznym stwierdzono, podobnie jak w przypadku defoliacji, największy udział drzew o 2 stopniu wskaźnika uszkodzenia W (ryc. 3). Średni ich udział we wszystkich badanych nadleśnictwach wynosi 59%, a zakres wahań od 53 do 62%. Stosunkowo dużo, bo średnio 26% jest drzew obumierających, o 3 stopniu wskaźnika W . Najwięcej ich zinventaryzowano w Nadleśnictwie Węgierska Górka (40%), najmniej zaś w Nadleśnictwie Wiśla (12%). Udział drzew osłabionych (1 stopień) wynosi w całym analizowanym materiale około 15%. Najmniej ich występuje w Nadleśnictwie Węgierska Górka, najwięcej zaś w Nadleśnictwie Wiśla. W żadnym z nadleśnictw nie stwierdzono drzew nieuszkodzonych, o 0 stopniu wskaźnika W .

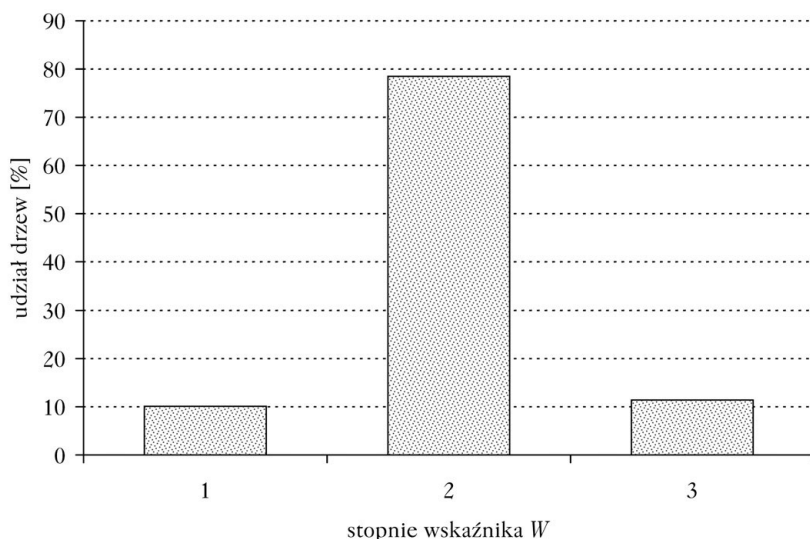
Podobnie jak dla drzew przeprowadzono także obliczenia dla drzewostanów. Uzyskane dla nich średnie wartości cech są identyczne jak dla drzew, ponieważ prawie w każdym drzewostanie była jednakowa próba (10 drzew). Mniejsze wartości dotyczą miar dyspersji. Odchylenie standardowe defoliacji, liczone jako średnia arytmetyczna dla wszystkich drzewostanów, wynosi 11,1%, a dla wskaźnika uszkodzenia W – 0,41. Współczynnik zmienności dla całej badanej populacji osiąga odpowiednio: 20,3% i 20,0%.

Biorąc za podstawę oceny defoliację, stwierdzono drzewostany o dwóch stopniach uszkodzenia, z defoliacją powyżej 26%. Dominowały, z udziałem 71%, drzewostany o stopniu 2, a uzupełniały je (29%) drzewostany o 3 stopniu (defoliacja powyżej 60%). Miary dyspersji defoliacji drzewostanów były dla tych drugich – silnie uszkodzonych – niższe.



Ryc. 3.

Udział drzew w stopniach wskaźnika uszkodzenia W dla nadleśnictw i łącznie
Proportion of trees in crown damage index W for by Forest Districts and in total



Ryc. 4.

Udział drzewostanów w stopniach wskaźnika uszkodzenia

Proportion of stands in crown damage index

W rozkładzie drzewostanów z określonym wskaźnikiem uszkodzenia W przeważały drzewostany uszkodzone o stopniu 2, z udziałem 79% (ryc. 4). Stwierdzono również drzewostany obumierające o stopniu 3 (11%) oraz osłabione o stopniu 1 (10%). Najwyższe odchylenie standardowe wskaźnika W uzyskano dla drzewostanów uszkodzonych (stopień 2), najniższe zaś dla drzewostanów osłabionych (stopień 1). Współczynnik zmienności przyjął największe wartości dla drzewostanów o stopniu 1 wskaźnika W , a najniższe – dla drzewostanów o stopniu 3.

Założenia drzewostanowej metody określania uszkodzenia:

Niech celem będzie określenie uszkodzenia danego drzewostanu. Opracowanie metody określania uszkodzenia, zwanej drzewostanową, wymaga przyjęcia następujących założeń:

- populacją jest zbiór drzew danego drzewostanu, należących do wysokich stanowisk biosocjalnych, I i II klasy Krafra;
- jednostką statystyczną jest drzewo z tych stanowisk;
- cechami podlegającymi ocenie są:
 - a) defoliacja (cecha A),
 - b) wskaźnik uszkodzenia W ,
- o uszkodzeniu drzewostanu świadczy wartość średnia cechy i ustalony na jej podstawie stopień.

Opierając się na przyjętych założeniach można opracować warianty metody oceny uszkodzenia drzewostanu (ryc. 1).

Etapy drzewostanowej metody określania uszkodzenia:

- 1) W drzewostanie z gatunku panującego dokonuje się losowego wyboru ustalonej liczby drzew należących do I lub II klasy Krafra.
- 2) Na wybranych drzewach szacuje się: cechę A (defoliację), wykorzystując atlas ubytku aparatu asymilacyjnego [np. Müller, Stierlin 1990], cechę B – przyrost wierzchołka drzewa i jego ugałżenie oraz cechę C – żywotność drzewa.

- 3) Dla drzewostanu określa się średnią wartość wskaźnika uszkodzenia W (wariant c metody) lub średnią defoliację drzewostanu (wariant a).
- 4a) Na podstawie średniej wartości wskaźnika W zalicza się drzewostan do stopnia uszkodzenia, według zasad:
- stopień 0 – $W \leq 0,5$ – drzewostan nieuszkodzony,
 - stopień 1 – $0,5 < W \leq 1,5$ – drzewostan osłabiony,
 - stopień 2 – $1,5 < W \leq 2,5$ – drzewostan uszkodzony,
 - stopień 3 – $W > 2,5$ – drzewostan obumierający.
- 4b) W przypadku stosowania wariantu a metody, na podstawie średniej wartości defoliacji zalicza się drzewostan do stopnia uszkodzenia:
- stopień 0 – defoliacja od 0 do 10% – drzewostan nieuszkodzony,
 - stopień 1 – defoliacja od 11 do 25% – drzewostan słabo uszkodzony,
 - stopień 2 – defoliacja od 26 do 60% – drzewostan średnio uszkodzony,
 - stopień 3 – defoliacja powyżej 60% – drzewostan silnie uszkodzony.
- 5) Określenie zmienności poszczególnych cech uszkodzenia oraz przeprowadzenie oceny dokładności metody.
- 6) Zdefiniowanie wskazówek do ewentualnego wykorzystania w dalszym doskonaleniu czy uproszczeniu metody.

Przeprowadzenie oceny dokładności metody określania uszkodzenia drzewostanu polega na ocenie dokładności ustalania średniej wartości wskaźnika uszkodzenia W lub w przypadku stosowania wariantu a metody, na ocenie dokładności określania średniej wartości defoliacji.

Błąd standardowy dla średniej arytmetycznej z próby można obliczyć wzorem:

$$b = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad [2]$$

gdzie:

- b – błąd standardowy,
- S – odchylenie standardowe zmiennej losowej,
- n – liczebność próby.

Wzór [2] można przekształcić tak, aby wyliczyć liczebność próby:

$$n = \left(\frac{S}{b} \right)^2 \quad [3]$$

Dla każdego drzewostanu świerkowego uzyskano odchylenie standardowe defoliacji i wskaźnika uszkodzenia W . Były one podstawą obliczenia wartości średnich tych miar dla drzewostanów zaliczonych do stopni uszkodzenia oraz łącznie dla wszystkich powierzchni.

Średnia wartość odchylenia standardowego defoliacji dla wszystkich drzewostanów wynosi 11,1%. Miara ta przyjęła większą wartość dla drzewostanów zaliczonych do stopnia 2 uszkodzenia (11,5%), mniejszą dla drzewostanów stopnia 3 (10,0%). Średnia arytmetyczna odchyleń standardowych wskaźnika uszkodzenia W łącznie dla wszystkich drzewostanów wynosi 0,410. Największą jej wartość otrzymano dla drzewostanów zaliczonych do stopnia 2 (0,426), mniejszą dla drzewostanów stopnia 3 (0,342), najmniejszą zaś dla stopnia 1 (0,314).

Opierając się na średniej wartości odchylenia standardowego określonego dla wszystkich drzewostanów, wyznaczono (wzorem 3) minimalną liczbę drzew próbnych, niezbędną do określenia średniej wartości defoliacji drzewostanu przy założonym błędzie. Przyjęcie błędu

standardowego 2,5% wymaga określenia średniej wartości defoliacji na 20 drzewach pobranych losowo z drzewostanu. Zakładając błąd 5%, liczba ta maleje do 5 drzew.

Liczbę drzew próbnych obliczono również biorąc pod uwagę wskaźnik uszkodzenia W . Zastosowano w tym celu średnią wartość odchylenia standardowego tego wskaźnika ustaloną dla wszystkich drzewostanów. Jeżeli przyjmie się błąd standardowy 0,1, to wówczas 2,5-krotny błąd z obu stron średniej odpowiada w przybliżeniu wartości 0,5, a więc połowie stopnia wskaźnika. Przyjęcie błędu 0,2 odpowiadać więc będzie wartości całego stopnia. Liczbę drzew próbnych do określenia wskaźników uszkodzenia obliczono zarówno dla błędu standardowego 0,1, jak i błędu 0,2, otrzymując odpowiednio 17 i 4 drzewa. Zastosowanie pierwszego rozwiązania można zaproponować do celów naukowych, drugiego w praktyce urządzania lasu.

Wnioski

- ✦ Do określenia uszkodzenia drzewostanów świerkowych można zastosować dwa warianty metody: wariant a oparty na defoliacji i wariant c oparty na wskaźniku uszkodzenia W . Autorzy zalecają, do stosowania w badaniach naukowych i praktyce gospodarczej, wariant c . Umożliwia on precyzyjniejszą ocenę uszkodzenia drzewa niż wariant a , ponieważ oparty jest na większej liczbie cech: defoliacji, stanie wierzchołka drzewa i jego żywotności.
- ✦ Wariant a drzewostanowej metody określania uszkodzenia wymaga oszacowania odpowiedniej liczbie drzew próbnych należących do I lub II klasy biosocjalnej. Zakładając błąd standardowy średniej defoliacji 2,5%, uzyskuje się minimalną próbę 20 drzew, a zwiększając błąd do 5%, próba maleje do 5 drzew.
- ✦ Dla wariantu c metody, opartego na wskaźniku uszkodzenia W , założono błędy standardowe 0,1 i 0,2. Dla nich uzyskano próby, wynoszące odpowiednio 17 i 4 drzewa.
- ✦ Precyzyjniejszą ocenę metody określania uszkodzenia drzewostanów można przeprowadzić dysponując informacją o każdym stopniu uszkodzenia. Z przeprowadzonych badań wynika, że największą wariacją zastosowanych cech uszkodzenia charakteryzują się drzewostany należące do stopnia 2 i dla nich ocena powinna być przeprowadzana na większej próbce. Wniosek ten wymaga potwierdzenia na liczniejszym i bardziej zróżnicowanym materiale empirycznym.
- ✦ Ocenę uszkodzenia drzewostanów świerkowych przeprowadzono w nadleśnictwach należących do Krainy Karpackiej i Sudeckiej. Stosując wariant a metody oparty na defoliacji, uzyskano 71% drzewostanów o stopniu 2, czyli średnio uszkodzonych i 29% drzewostanów o stopniu 3 – silnie uszkodzonych i zamierających. Dla wariantu c metody, opartego na wskaźniku uszkodzenia W , udział drzewostanów o stopniu 2 – uszkodzonych jest jeszcze wyższy (78%), a mniejszy (11%) drzewostanów o stopniu 3 – obumierających. Uzyskany obraz uszkodzenia drzewostanów świerkowych jest niepokojący, ponieważ świadczy o postępującym procesie ich zamierania.
- ✦ Stan zdrowotny drzewostanów świerkowych naszych gór wymaga ciągłego monitorowania. Wskazane byłoby również przeprowadzenie analizy przyrostowej tych świerczyn.

Autorzy pracy składają serdeczne podziękowania Pani inż. Marii Ciapce Nadleśniczemu Nadleśnictwa Węgierska Górka, Panu mgr inż Leonowi Mijałowi Nadleśniczemu Nadleśnictwa Ustroń, Panu mgr. inż. Witoldowi Szozdzie Nadleśniczemu Nadleśnictwa Wisła, Panu mgr. inż. Marianowi Rymarskiemu Nadleśniczemu Nadleśnictwa Międzyzlesie oraz Ich współpracownikom za pomoc w realizacji programu badawczego.

Literatura

- Borecki T., Wójcik R. 1996. Ocena stanu uszkodzeń drzewostanów Nadleśnictwa Krotoszyn. Sylwan 7: 9-15.
- Bruchwald A., Dudek A., Dudzińska T., Michalak K., Wróblewski L., Zasada M. 1999. Model wzrostu dla drzewostanów świerkowych. Sylwan 1: 19-31.
- Dmyterko E. 1993. Monitoring wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy metodą drzewostanową na podstawie stałych powierzchni obserwacyjnych. Pr. Inst. Bad. Leś., Ser. B. 18: 12-25.
- Dmyterko E. 1994. Metodyka określania stopnia uszkodzenia drzewostanów sosnowych przez imisje przemysłowe. Prace Inst. Bad. Leś. Ser. A. 782: 127-155.
- Dmyterko E. 1996. Metoda drzewostanowa w ocenie uszkodzenia lasu. [W:] Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. R. Siwecki [red.]. III Krajowe Symp. Kórnik, 23-26.05.1994. Wyd. Sorus, Poznań. 287-295.
- Dmyterko E. 2006. Cechy korony jako podstawa metody określania uszkodzenia drzewostanów olchy czarnej [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.]. Rozprawy i monografie. Inst. Bad. Leś., Warszawa. 5.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007a. Metodyczne podstawy ustalania stref uszkodzenia lasu i współczynników korygujących przyrost miąższości. W: Quo vadis, forestry? Sierota Z. [red.]. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary. 507-515.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007b. Kryteria określania uszkodzenia świerka. Sylwan 6: 12-23.
- Dmyterko E., Bruchwald A., Głaz J., Kozioł K., Wężyk P., Wójcik R., Zajączkowski G., Zwoliński J. 2006. Metodyka określania stref uszkodzeń lasu. Sprawozdanie nauk. Inst. Bad. Leś., Sękocin Stary /maszynopis/.
- Dmyterko E., Grzyb M. 1990. Projekt instrukcji wyznaczania stref szkód ekologicznych w środowisku leśnym na podstawie oceny uszkodzenia drzewostanów świerkowych. Sprawozdanie nauk. Inst. Bad. Leś., Warszawa /maszynopis/.
- Instrukcja urządzania lasu. 1994. MOŚZNiL, DGLP, Warszawa.
- Müller E., Stierlin H. R. 1990. Sanasilva Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- Forest Condition in Europe. Results of the 2002 Large-scale Survey. 2003. Report. 2003. EC-UN/ECE, Brussels, Geneva.
- Fuchs Z. 1984. Wyniki inwentaryzacji wielkopowierzchniowej – stan zdrowotny lasów. Las Pol. 5: 6-10.
- Jaszczak R. 2003. Wpływ zanieczyszczeń z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego na stan koron sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Nadleśnictwach Góra Śląska i Włoszakowice. Sylwan 9: 10-26.
- Modrzyński J. 2002a. Defoliacja wybranych drzewostanów świerkowych w Górach Białskich i masywie Śnieżnika Kłodzkiego. Sylwan 11: 39-51.
- Modrzyński J. 2002b. Defoliacja wybranych drzewostanów świerkowych w Tatrach i Beskidzie Wysokim. Sylwan 11: 15-28.
- Smykała J. 1985. Stan zdrowotny i sanitarny lasu w organizacji gospodarczej Lasy Państwowe w świetle wyników wielkopowierzchniowej inwentaryzacji. Sylwan 2: 19-32.
- Smykała J. 1986. Stan zdrowotny i sanitarny lasu w Lasach Państwowych na dzień 30 września 1985 r. Sylwan 12: 11-24.
- Smykała J. 1991a. Stan zdrowotny i sanitarny lasu w organizacji gospodarczej Lasy Państwowe na 30 września 1988 r. Sylwan 1-3: 17-34.
- Smykała J. 1991b. Stan zdrowotny lasów organizacji gospodarczej Lasy Państwowe w świetle „kryteriów europejskich”. Sylwan 4-6: 13-26.
- Smykała J. 1992. Stan zdrowotny i sanitarny lasów w Lasach Państwowych w 1991 roku. Sylwan 7: 5-16.
- Smykała J. 1994. Wyniki inwentaryzacji wielkopowierzchniowych stanu zdrowotnego i sanitarnego lasów w Polsce. Sylwan 11: 5-20.
- Wawrzoniak J., Bodył M., Dobrowolski M., Kluziński L., Kolk A., Kowalska A., Lech P., Małachowska J., Szczygieł R., Ubysz B. 2006. Stan uszkodzenia lasów w Polsce na podstawie badań monitoringowych. Sprawozdanie nauk. Inst. Bad. Leś., Warszawa /maszynopis/.
- Wawrzoniak J., Małachowska J., Wójcik J., Kluziński L., Sierota Z., Lech P., Załęski A., Kolk A., Dobrowolski M. 2001. Stan zdrowotny lasów Polski w 2000 roku. Inspekcja Ochrony Środowiska. Biblioteka Ochrony Środowiska. Warszawa.
- Wawrzoniak J., Małachowska J., Dobrowolski M., Lech P., Kluziński L., Kolk A., Sierota Z. 2003. Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 2002 roku na podstawie badań monitoringowych. Prace Inst. Bad. Leś. Ser. C. Warszawa.
- Wójcik R. 2000. Analiza zmian ilościowych aparatu asymilacyjnego w drzewostanach sosnowych Nadleśnictwa Wyszków. Sylwan 8: 39-46.

SUMMARY

Method of assessment the damage to Norway spruce stands

Paper presents two variants of the method of assessment the damage to the Norway spruce stands. The first one (variant *a*) is based on the tree's defoliation, the other (variant *c*) – on the tree's damage index *W* that includes defoliation, condition of the tree-top and tree's vitality, that is branching of the middle part of the crown (Figure 1.). The latter variant allows the more accurate assessment as in includes more features (criteria).

Mean value of the index *W*, assessed in the stand, is used to determine one of the stand damage classes, where class 0 is undamaged stand, class 1 – weak damages, 2 – mean damages, 3 – strong damages. Similar indicators apply to the damage classes based on the defoliation.

Both variants of the method (*a* and *c*) require assessments on the right number of sample trees that belong to the 1st or 2nd Kraft's class. When the standard error of mean defoliation equals 2,5%, the minimum number of sample trees amounts for 20, when it is 5% then the sample should contain 5 trees. For the variant based on damage index *W*, the values of sample quantity for standard error of 0,1 and 0,2 equal 17 and 4 respectively. Application of the previous, lower value of the standard error is suggested for the scientific purposes, the latter one in the practical forest management.

Analysis of the empirical material sampled in spruce stands located in Polish Carpathians and Sudety Mountains (Table 1.) showed that the majority of trees are in the second damage class. There was no undamaged stands observed (Figure 4.). Obtained picture of spruce stands in Polish mountains is very alarming and constant monitoring is necessary. Increment analysis of these stands seems to be required as well.