

ELŻBIETA DMYTERKO, ARKADIUSZ BRUCHWALD

## Drzewostanowa metoda określania uszkodzenia jodły

Method of assessment the damage to silver fir stands

### ABSTRACT

Dmyterko E., Bruchwald A. 2008. Drzewostanowa metoda określania uszkodzenia jodły. Sylwan 5: 26-33.

Paper presents two variants of the method of assessment the damage to the silver fir 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 was determined.

### KEY WORDS

methods of assessment the damage to stands, silver fir

### 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 Produkcynowości Lasu; Wydział Leśny SGGW;  
ul. Nowoursynowska 166; 02-766 Warszawa; e-mail: les\_kpl@delta.sggw.waw.pl

### Wstęp

„Określenie stopnia uszkodzenia drzewostanu pozwala na podejmowanie decyzji w sprawie jego przebudowy, natomiast suma drzewostanów trwale uszkodzonych (o II i III stopniu uszkodzenia) pozwala zobrazować skalę uszkodzenia lasu w danym nadleśnictwie”. Przedstawiony cytat pochodzi z obowiązującej Instrukcji urządzania lasu [2003], według której stopień uszkodzenia drzewostanu należy oceniać podczas taksacji, określając na drzewach próbnych głównie stan ich koron (ulistnienie, stan pędów wierzchołkowych i bocznych). W innej części instrukcji wspomina się natomiast, że w programie TAKSATOR uwzględniono potrzebę wyznaczania stref uszkodzenia lasu, ale do czasu przyjęcia nowej metodyki ich określania, nie zamieszcza się tych informacji w planie urządzania lasu. Zapowiada się również, że po przyjęciu nowej metodyki, odpowiednim zarządzeniem Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych, zostanie wprowadzony obowiązek wyznaczania takich stref.

Potrzeba opracowania nowej metodyki określania stopnia uszkodzenia drzewostanu, a tym samym stref uszkodzenia, była podstawą opracowania w Instytucie Badawczym Leśnictwa projektu badawczego obejmującego te zagadnienia [Dmyterko i in. 2006; Dmyterko, Bruchwald 2007b]. Z tego zakresu opublikowano m.in. drzewostanową metodę szacowania uszkodzenia sosny i świerka [Dmyterko 1994; Dmyterko i in. 2005; Dmyterko, Bruchwald 2007a, c]. Poprzedziły je badania nad kryteriami służącymi do oceny uszkodzenia różnych gatunków drzew, w tym również jodły [Dmyterko, Bruchwald 2007b; Dmyterko 2008].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie drzewostanowej metody określania uszkodzenia jodły opartej na przeciętnym wskaźniku uszkodzenia  $W$ , uwzględniającym defoliację,

stan wierzchołka drzewa i jego żywotność [Dmyterko 2008]. Zostanie oceniona dokładność metody, a także problemy związane z jej stosowaniem. Dla porównania zaprezentowany zostanie również inny wariant metody, opracowany wyłącznie na podstawie defoliacji.

## Materiał badawczy

Badania oparto na materiale empirycznym zebranych w latach 2004-2005 w litych drzewostanach jodłowych. Pochodzi on z drzewostanów nadleśnictw Ustroń i Zagnańsk, położonych na terenie dwóch krain przyrodniczo-leśnych – odpowiednio Karpackiej i Małopolskiej. Materiał reprezentuje głównie jedliny Krainy Małopolskiej, a ściślej rzecz ujmując – Dzielnicę Gór Świętokrzyskich [Trampler i in. 1990], gdyż 42 powierzchnie próbne założono w Nadleśnictwie Zagnańsk, a tylko jedną w Nadleśnictwie Ustroń. Z tego powodu uzyskane wyniki będą prezentowane łącznie. Powierzchnie założono w drzewostanach od V do VIII klasy wieku. Średnia pierśnica ocenionych drzew waha się od 35,9 do 57,6 cm, a średnia wysokość od 24,2 do 37,7 m. Bonitacja określona modelem wzrostu dla jodły [Zasada 1999] jest bardzo zmienna i osiąga od 23,3 do 35,2 m.

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

- cechę A – stan aparatu asymilacyjnego (defoliację),
- cechę B – stan wierzchołka, czyli jego przyrost i ugałżenie,
- cechę C – żywotność (ugałżenie środkowej części korony).

Szczegółową charakterystykę cech oraz sposób ich oceny przedstawiono w publikacji Dmyterko [2008].

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

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

W zależności od wielkości wskaźnika  $W$  oznaczano stopień uszkodzenia drzewa:

- $W \leq 0,5$  – stopień 0 – drzewo nieuszkodzone,
- $0,5 < W \leq 1,5$  – stopień 1 – drzewo osłabione,
- $1,5 < W \leq 2,5$  – stopień 2 – drzewo uszkodzone,
- $W > 2,5$  – stopień 3 – drzewo silnie uszkodzone, obumierające.

Stosując wariant metody oparty wyłącznie na defoliacji, określono stopień uszkodzenia drzewa na podstawie zakresu oszacowanego ubytku aparatu asymilacyjnego, przyjętego w polskich metodach oceny uszkodzenia drzew [Dmyterko 1994, 2008; Instrukcja... 1994] oraz międzynarodowym monitoringu uszkodzenia lasu [Hanisch, Kilz 1990]:

- stopień 0 – defoliacja od 0 do 10% – drzewo nieuszkodzone,
- stopień 1 – defoliacja od 11 do 25% – drzewo słabo uszkodzone,
- stopień 2 – defoliacja od 26 do 60% – drzewo średnio uszkodzone,
- stopień 3 – defoliacja powyżej 60% – drzewo silnie uszkodzone.

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

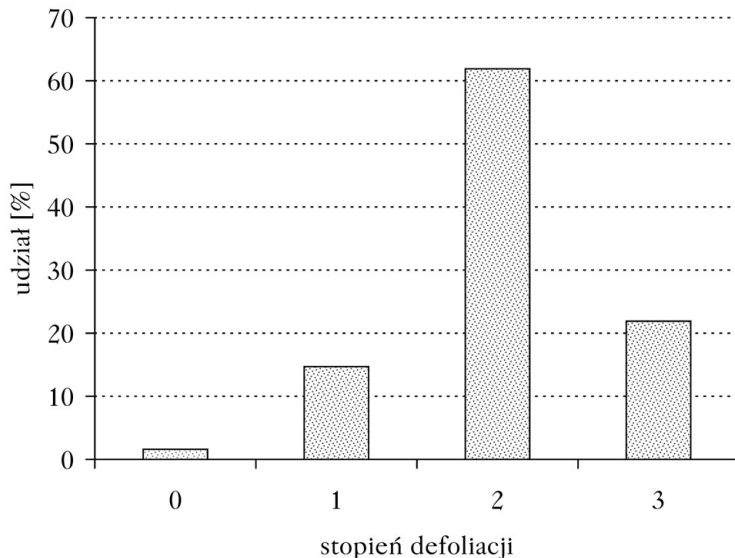
## Wyniki badań

CECHA A (DEFOLIACJA). Średnia wartość defoliacji uzyskana na podstawie wszystkich ocenionych jodeł jest wysoka i wynosi 46,2%. Jest jednak niższa od średniej wartości defoliacji świerków Beskidu Śląskiego (55%), określanej analogiczną metodą w tym samym okresie [Dmyterko, Bruchwald 2007c]. Obliczono następujące miary dyspersji defoliacji jodeł: odchylenie standardowe – 17,6%, współczynnik zmienności – 38,2%.

Ważną informacją charakteryzującą stan uszkodzenia drzew w nadleśnictwie jest rozkład defoliacji, w tym przypadku o stopniach różnej szerokości [Dmyterko 1994, 2008; Instrukcja... 1994; Hanisch, Kilz 1990] (ryc. 1). Dominują (62%) drzewa średnio uszkodzone, o drugim stopniu defoliacji (26-60% ubytku aparatu asymilacyjnego). Stosunkowo dużo, bo około 22%, jest drzew silnie uszkodzonych (trzeci stopień defoliacji). Najmniej, tylko 2%, zinwentaryzowano drzew o 0 stopniu uszkodzenia (defoliacja < 10%).

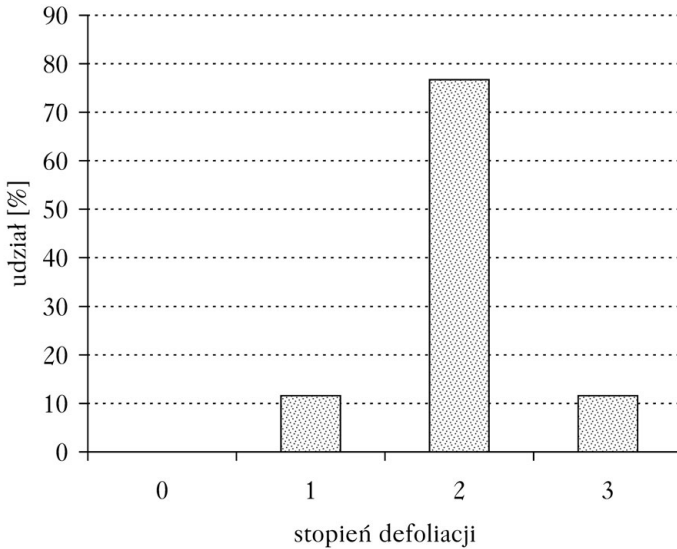
Podobnie jak dla drzew, przeprowadzono także obliczenia dla drzewostanów. Uzyskane dla nich średnie wartości cechy są identyczne jak dla drzew, ponieważ w każdym drzewostanie była jednakowa próba (10 drzew). Mniejsze wartości dotyczą miar dyspersji. Odchylenie standardowe defoliacji, liczone jako średnia arytmetyczna dla wszystkich drzewostanów, wynosi 11,8%, a współczynnik zmienności – 25,6%.

Biorąc za podstawę oceny defoliację, stwierdzono drzewostany o trzech stopniach uszkodzenia, wszystkie o ubytku aparatu asymilacyjnego powyżej 10% (ryc. 2). Dominowały (76% przypadków) drzewostany o drugim stopniu defoliacji, a uzupełniały je drzewostany o 1 i 3 stopniu uszkodzenia. Stwierdzono także, że ze wzrostem stopnia uszkodzenia drzewostanu wzrasta odchylenie standardowe defoliacji. Współczynnik korelacji oceniający moc tego związku nie jest jednak wysoki, bo wynosi 0,4. Oznacza to, że w drzewostanach bardziej uszkodzonych należałoby oszacować uszkodzenie na większej liczbie drzew.



Ryc. 1.

Udział drzew w stopniach defoliacji  
Frequency of trees in defoliation classes



Ryc. 2.

Udział drzewostanów w stopniach defoliacji  
Frequency of stands in defoliation classes

WSKAŹNIK USZKODZENIA DRZEW  $W$ . Średnia wartość wskaźnika uszkodzenia drzew  $W$  wynosi 1,75, co świadczy o dość wysokim uszkodzeniu badanych drzewostanów jodłowych. Obliczone miary dyspersji wskazują na dużą zmienność tego wskaźnika dla drzew. Odchylenie standardowe wynosi 0,63, a współczynnik zmienności 36,2%. Dla drzewostanów miary te są mniejsze – odchylenie standardowe wskaźnika uszkodzenia  $W$  osiąga 0,41, a współczynnik zmienności – 23,6%.

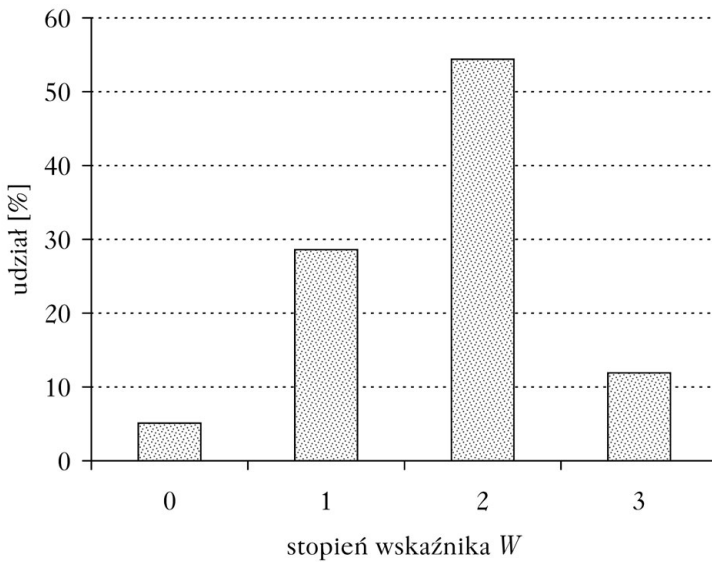
Podobnie jak w przypadku defoliacji, w całym materiale empirycznym stwierdzono największy, bo wynoszący 54%, udział drzew o 2 stopniu wskaźnika uszkodzenia  $W$  (ryc. 3). Stosunkowo dużo jodeł (29%) charakteryzuje się 1 stopniem, typowym dla drzew słabo uszkodzonych. U około 12% drzew zaobserwowano 3 stopień, opisujący drzewa silnie uszkodzone. Pozostałe 5% drzew, o stopniu 0, zalicza się do nieuszkodzonych.

W rozkładzie drzewostanów o określonym wskaźniku uszkodzenia  $W$  przeważają drzewostany o 2 stopniu uszkodzenia (77%). Stwierdzono również drzewostany osłabione, o stopniu 1 (21%) i silnie uszkodzone o stopniu 3 (2%). W materiale empirycznym nie wystąpiły drzewostany nieuszkodzone (ryc. 4). Nie wykazano związku między odchyleniem standardowym wskaźnika uszkodzenia  $W$  i wartością średnią tego wskaźnika, co oznacza, że liczba oszacowanych drzew może być taka sama, niezależnie od stopnia uszkodzenia drzewostanu.

### Założenia drzewostanowej metody określania uszkodzenia

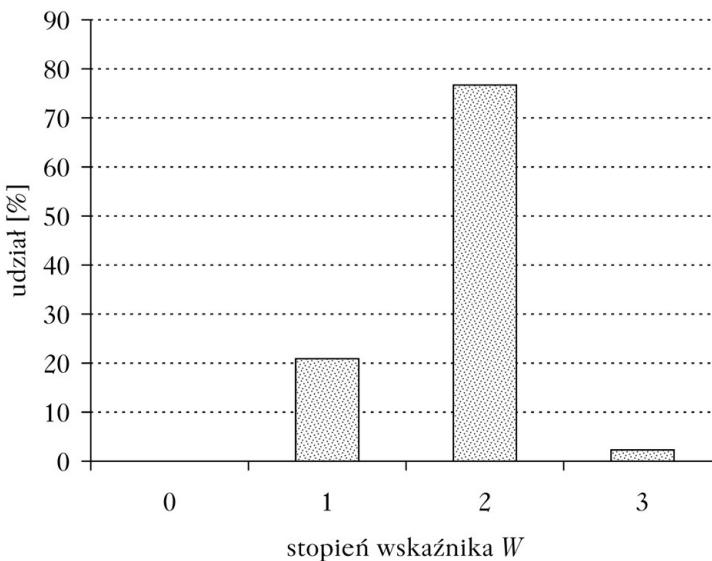
Niech celem będzie ocena uszkodzenia danego drzewostanu. Opracowanie metody określania jego uszkodzenia wymaga przyjęcia następujących założeń [Dmyterko i in. 2006; Dmyterko, Bruchwald 2007c]:

- populacją jest zbiór drzew danego drzewostanu, należących do wysokich stanowisk biosocjalnych I i II klasy Krafca,
- jednostką statystyczną jest drzewo z tych stanowisk,



Ryc. 3.

Udział drzew w stopniach wskaźnika uszkodzenia  $W$   
Frequency of trees in classes of damage index  $W$



Ryc. 4.

Udział drzewostanów w stopniach wskaźnika uszkodzenia  $W$   
Frequency of stands in classes of damage index  $W$

- cechami podlegającymi ocenie są defoliacja (cecha A), stan wierzchołka drzewa (cecha B) i żywotność (cecha C),
- o uszkodzeniu drzewostanu świadczy wartość średnia defoliacji lub wskaźnika uszkodzenia  $W$  i ustalony na ich podstawie stopień uszkodzenia drzewostanu.

Etapy metody określania uszkodzenia drzewostanu:

- 1) W drzewostanie dokonuje się losowego wyboru ustalonej liczby drzew należących do I lub II klasy Krafca.
- 2) Na wybranych drzewach szacuje się: cechę A (defoliacja), 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  $W$  lub średnią defoliację.
- 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 silnie uszkodzony (obumierający).
- 4b) W przypadku stosowania wariantu metody opartego wyłącznie na defoliacji, na podstawie średniej wartości tej cechy 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.

OCENA DOKŁADNOŚCI METODY. Odchylenie standardowe defoliacji i wskaźnika uszkodzenia  $W$ , uzyskane dla każdego drzewostanu jodłowego, było podstawą obliczenia wartości średnich dla drzewostanów. Miary te posłużyły zaś do przeprowadzenia oceny dokładności analizowanych wariantów metody [Dmyterko, Bruchwald 2007c].

Na podstawie średnich wartości odchylenia standardowego defoliacji (11,8%) oraz wskaźnika uszkodzenia  $W$  (0,41) wyznaczono minimalną liczbę drzew próbnych, niezbędną do określenia odpowiednich wartości średnich cech uszkodzenia.

Przyjęcie błędu standardowego 2,5% wymaga określenia średniej wartości defoliacji na 23 drzewach losowo pobranych z drzewostanu. Zwiększenie błędu do 5% powoduje zmniejszenie liczby drzew próbnych do 6. Dla wskaźnika uszkodzenia  $W$ , przyjęcie błędu 0,1 wymaga oceny 17 drzew z drzewostanu, a przyjęcie błędu 0,2 – 4 drzew. Większą liczbę drzew próbnych można zaproponować przy zastosowaniu metody do celów naukowych, natomiast mniejszą w praktyce urządzania lasu.

Z zaprezentowaną metodą związane są problemy, dotyczące porównywalności ocen przeprowadzonych przez różnych taksatorów, określających cechy szacunkowe. W celu najbardziej obiektywnego oszacowania cech A, B i C należy opracować zestawy zdjęć (a także schematy), zawierające korony jodeł o zbliżonym wieku, rosnących w drzewostanie, z różnym ubytkiem aparatu asymilacyjnego, różnym stopniem rozwoju pędu wierzchołkowego i jego ugałżenia, a także zróżnicowaną żywotnością. W instrukcji szacowania uszkodzenia drzew próbnych należy opisać sposób wyboru drzew próbnych i sposób szacowania drzewa, np. na jakiej długości korony, z jakiego kierunku, z jakiej odległości, itp. Przed każdą inwentaryzacją uszkodzeń należy przeprowadzić szkolenie taksatorów, zapoznając ich z teorią oraz praktyczną oceną uszkodzenia drzew.

Należy rozważyć możliwość przekształcenia i zintegrowania zaprezentowanej metody z okresową metodą inwentaryzacji miąższości obrębu, opartą na losowaniu warstwowym [Bruchwald, Zajączkowski 2002]. Warstwy tworzone są na podstawie wieku i gatunku drzewa, co oznacza, że metoda określania uszkodzenia dotyczyłaby oceny wymienionych warstw, a tym samym rezygnację z drzewostanu jako podstawowej jednostki pomiaru.

## Wnioski

- ✦ Do określenia uszkodzenia drzewostanu jodłowego można zastosować dwa warianty metody: wariant pierwszy oparty na defoliacji i wariant drugi oparty na wskaźniku uszkodzenia  $W$ . Autorzy zalecają do stosowania w badaniach naukowych i praktyce gospodarczej wariant drugi. Umożliwia on precyzyjniejszą ocenę uszkodzenia drzewa niż wariant pierwszy, gdyż uwzględnia większą liczbę szacowanych cech, tj.: defoliację, stan wierzchołka drzewa i jego żywotność.
- ✦ Wariant pierwszy drzewostanowej metody określania uszkodzenia wymaga oszacowania odpowiedniej liczby drzew próbnych, należących do I lub II klasy biosocjalnej. Zakładając błąd standardowy średniej defoliacji 2,5%, uzyskuje się minimalną próbę liczącą 23 drzewa, a przy zwiększeniu błędu do 5% liczebność próby maleje do 6 drzew.
- ✦ Dla drugiego wariantu metody, opartego na wskaźniku uszkodzenia  $W$ , założono błędy standardowe wynoszące 0,1 i 0,2. Dla tych błędów uzyskano próby liczące odpowiednio 17 i 4 drzewa. Większą liczbę drzew proponuje się podczas stosowania metody do celów naukowych, natomiast mniejszą – w praktyce urzędowania lasu.
- ✦ Ocenę uszkodzenia drzewostanów jodłowych przeprowadzono głównie w Nadleśnictwie Zagnańsk, położonym w Krainie Małopolskiej i Dzielnicy Gór Świętokrzyskich przyrodniczo-leśnego podziału kraju. Stosując pierwszy wariant metody uzyskano 77% drzewostanów średnio uszkodzonych i 12% drzewostanów silnie uszkodzonych. Dla wariantu drugiego udział drzewostanów o stopniu 2 wynosi także 77%. Mniejszy jest natomiast udział drzewostanów o stopniu 3 (2%). Uzyskany obraz uszkodzenia drzewostanów jodłowych jest niepokojący, ponieważ świadczy o postępującym procesie ich zamierania.
- ✦ Stan zdrowotny drzewostanów jodłowych wymaga ciągłego monitorowania. Wskazane jest również przeprowadzenie analizy przyrostowej jedlin w powiązaniu z ich stopniem uszkodzenia.
- ✦ W celu uzyskiwania lepszej porównywalności ocen uszkodzenia drzew próbnych należy opracować odpowiednią instrukcję, zawierającą sposób wyboru i oceny drzew próbnych, a także atlas koron jodeł, rosnących w drzewostanie, ze zróżnicowaną defoliacją, różnym stanem wierzchołka i żywotnością. Inwentaryzację uszkodzeń powinno poprzedzić teoretyczne i praktyczne szkolenie taksatorów.
- ✦ Należy rozważyć możliwość przekształcenia i zintegrowania przedstawionej metody oceny uszkodzenia drzewostanu z okresową metodą określania miąższości obrębu leśnego, co pozwoli na znaczne obniżenie pracochłonności szacowania uszkodzenia lasu.

## Literatura

- Bruchwald A., Zajączkowski S. 2002. Obrębowa metoda inwentaryzacji lasu oparta na losowaniu warstwowym. Sylwan 10: 13-23.
- Dmyterko E. 1994. Metodyka określania stopnia uszkodzenia drzewostanów sosnowych przez imisję przemysłową. Prace. Inst. Bad. Leś., Ser. A, 782: 127-155.
- Dmyterko E. 2008. Kryteria określania uszkodzenia jodły. Sylwan 4: 3-12.

- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007a. Metodyczne podstawy ustalania stref uszkodzenia lasu i współczynników korygujących przyrost miąższości. W: Quo vadis, forestry? [red. Sierota Z.]. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary: 507-515.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007b. Kryteria określania uszkodzenia świerka. Sylwan 6: 12-23.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007c. Drzewostanowa metoda określania uszkodzenia świerka. Sylwan 6: 24-33.
- Dmyterko E., Kluziński L., Bruchwald A. 2005. Stan zdrowotny drzewostanów sosnowych (*Pinus sylvestris* L.) Nadleśnictwa Olkusz. Sylwan, 7: 3-13.
- Dmyterko E., Bruchwald A., Głaz J., Koziół K., Wężyk P., Wójcik R., Zajączkowski G., Zwoliński J. 2006. Metodyka określania stref uszkodzeń lasu. Sprawozdanie nauk. Inst. Bad. Leś., Sękocin Stary /maszynopis/.
- Hanisch B., Kilz E. 1990. Waldschäden erkennen Fichte und Kiefer, Stuttgart.
- Instrukcja zarządzania lasu. 1994. MOŚZNiL, DGLP, Warszawa.
- Instrukcja zarządzania lasu. 2003. Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe. Wyd. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Müller E., Stierlin H.R. 1990. Sanasilva Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa
- Zasada M. 1999. Model wzrostu dla jodły (*Abies alba* Mill.). Fol. For. Pol. 44: 37-46.

## SUMMARY

### Method of assessment the damage to silver fir stands

Paper presents two variants of the method of assessment the damage to the silver fir stands. The first one is based on the tree's defoliation, the other – 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. The latter variant allows the more accurate assessment as it 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. Analogous indicators apply to the damage classes based on the defoliation.

Both variants of the method require assessment of the right number of sample trees that belong to the 1<sup>st</sup> or 2<sup>nd</sup> Kraft's biosocial classes. Assuming standard error of mean defoliation equal 2,5%, the minimum number of sample trees amounts to 23, and when it is 5% then the sample should contain 6 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 solution (lower value of the standard error) is suggested for the scientific purposes, the latter one is suggested for the practical forest management.

Analysis of the empirical material sampled mainly in fir stands located in Zagnańsk Forest District showed that the majority of trees are in the second damage class. There was no undamaged stands observed (Fig. 2, 4). Obtained picture is very alarming and constant monitoring is necessary. It is worth to carry on similar studies in other forest districts, also with application of the increment analysis.