

ELŻBIETA DMYTERKO, ARKADIUSZ BRUCHWALD

## Kryteria określania uszkodzenia świerka

Criteria for assessment of the damage to Norway spruce

### ABSTRACT

Dmyterko E., Bruchwald A. 2007. Kryteria określania uszkodzenia świerka. Sylwan 6: 12-23.

The paper presents the criteria for assessment of the damage to Norway spruce determined on the basis of its crown development. Three features were included: condition of the assimilation apparatus (feature A), condition of the tree-top (feature B) and tree vitality (feature C). Feature A is based on the defoliation. Feature B assesses the length of the last height increments and their branching models. Feature C includes the loss of branches in the middle part of the crown, the presence of branches of 2<sup>nd</sup> and higher orders as well as condition of preventive sprouts (developed from dormant buds). Determined criteria may be applied in the methods of assessment of the damage to stands and larger forest objects e.g. management region, forest region, nature-forest regions

### KEY WORDS

criteria for assessment of the damage to trees, defoliation, vitality, top condition, 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 Produkcynności Lasu; Wydział Leśny SGGW;  
ul. Nowoursynowska 166; 02-766 Warszawa; e-mail: les\_kpl@delta.sggw.waw.pl

### Wstęp

W Instytucie Badawczym Leśnictwa prowadzone są badania nad opracowaniem metod określania uszkodzenia iglastych i liściastych gatunków drzew, w celu wdrożenia ich do praktyki urządzania lasu [np. Trampler 1974; Dmyterko 1994, 1996; Dmyterko, Bruchwald 2002, 2006]. Realizowany program obejmuje m.in.:

- poznanie ugałczenia młodych i dojrzałych drzew,
- opracowanie modelu rozwoju korony poszczególnych gatunków drzew,
- zdefiniowanie kryteriów określania uszkodzenia drzew,
- ustalenie dyspersji cech uszkodzenia drzew i drzewostanów,
- zbadanie powiązań między kryteriami uszkodzenia i przyrostem cech drzew, zwłaszcza pierśnicy,
- opracowanie metod określania uszkodzenia drzewostanów oraz przeprowadzenie oceny ich dokładności,
- opracowanie metod określania uszkodzenia kompleksów leśnych, np. lasów obrębu,
- opracowanie zasad i sposobów wyznaczania stref uszkodzenia lasu,
- opracowanie współczynników korygujących przyrost miąższości w strefach uszkodzenia.

W ostatnim 10-leciu ukazały się liczne prace prezentujące wyniki uzyskane z realizacji przedstawionego programu. Dotyczyły one liściastych gatunków drzew [np. Bruchwald, Dmyterko 1999; Dmyterko 2006; Dmyterko, Bruchwald 2000, 2002; Dmyterko, Wojtan, Bruchwald 2003],

a z gatunków iglastych sosny [Bruchwald i in. 2005; Dmyterko, Kluziński, Bruchwald 2005; Dmyterko, Bruchwald 2007]. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie kryteriów oceny uszkodzenia świerka. Opis poprzedzony zostanie charakterystyką właściwości morfologicznych i ekologicznych tego gatunku drzewa.

### Właściwości morfologiczne i ekologiczne świerka

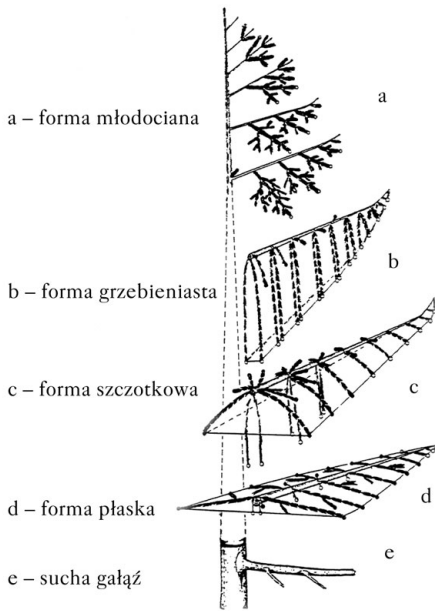
Celem lepszego szacowania cech uszkodzenia świerka należy poznać niektóre właściwości morfologiczne i ekologiczne omawianego gatunku drzewa. W niniejszym opracowaniu ograniczono się do właściwości, które są istotne do określania uszkodzenia drzew, na podstawie stanu korony.

Świerk jest gatunkiem drzewa o bardzo dużej dyspersji. Do jego ważniejszych właściwości zaliczyć można:

- rozwijanie się nowych pędów od połowy maja do połowy lipca, w wyniku czego powstaje nowy, najczęściej szósty garnitur igieł,
- wytwarzanie pędów okółkowych i międzyokółkowych,
- wytwarzanie 4-5 pędów w okółku witalnego drzewa, u bardzo młodego drzewka liczba pędów może być większa,
- różnicowanie się na drzewach 3 typów ugałęzienia: płaskiego, szczotkowego i grzebieniastego,
- stosunkowo krótką część wierzchołkową korony o ugałęzieniu płaskim lub szczotkowym, pozostała część korony ma zwykle ugałęzienie grzebieniaste lub szczotkowe,
- tworzenie w części wierzchołkowej tzw. „efektu okna” i usychanie wierzchołka,
- dużą zdolność drzew do reiteracji, co przejawia się wyrastaniem pędów z licznych pąków śpiących, najczęściej na uszkodzonych gałęziach I rzędu,
- tworzenie się – na gałęziach I rzędu drzew o grzebieniastym typie ugałęzienia – tzw. „lamety”.

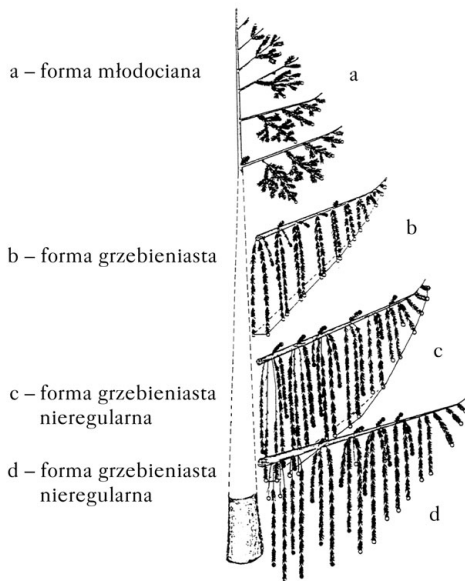
Świerk pospolity ma koronę stożkową, nawet w starszym wieku, strzałę prostą, wyraźnie wykształconą aż do samego wierzchołka. Na podstawie rozgałęziania się gałęzi bocznych wyróżnia się u niego najczęściej trzy typy (formy) ugałęzienia: grzebieniasty, szczotkowy i płaskogałęzisty. Gałęzie boczne wyższych rzędów typu grzebieniastego zwisają jak kurtyna (fot. 1), przy płaskogałęzistym są mniej lub bardziej ułożone poziomo, a między nimi występuje typ szczotkowy [Gruber 1987, 1992; Lesiński, Dmyterko, Grzyb 1992] – rycina 1. Literatura donosi także o wielu typach pośrednich [Gruber 1987, 1992; Przybylski 1998], np. Gruber [1987, 1992] opisuje także typ nieregularny grzebieniasty – rycina 2. Formy ugałęzienia mogą być uwarunkowane genetycznie, jak również powstawać pod wpływem elementów środowiska, przede wszystkim wiatru i śniegu. Są drzewa o przewadze jednego typu ugałęzienia, na drzewie może występować także kilka typów, zmieniających się z czasem. Młode świerki mają zazwyczaj płaski typ ugałęzienia i regularną budowę korony. Tą formą ugałęzienia, nazywaną także młodocianą, o pokroju drzewka bożonarodzeniowego, charakteryzuje się często wierzchołkowa część korony dojrzałych drzew – ryciny 1, 2.

W pracy zamieszczono schematy budowy koron dwóch świerków, rosnących w różnych warunkach. Drzewo wzrastające na wolnej przestrzeni charakteryzuje się w części wierzchołkowej formą młodocianą, która z czasem (gałęzie poniżej) zmieniła się w grzebieniastą, a bliżej podstawy pnia, w nieregularną grzebieniastą – rycina 2. U świerka rosnącego w zwartym drzewostanie, regularna część wierzchołkowa przekształciła się natomiast w formę grzebieniastą, a następnie szczotkową i płaskogałęzistą – rycina 1.



Ryc. 1.

Budowa korony świerka o różnych formach ugałęzienia rosnącego w zwartym drzewostanie [Gruber 1992]  
Crown composition of spruce with various branching growing in the dense stocking [Gruber 1992]



Ryc. 2.

Budowa korony świerka grzebieniastego rosnącego na wolnej przestrzeni [Gruber 1992]  
Crown composition of spruce with comb type branching growing in the open area [Gruber 1992]

Uważa się, że z typami ugałęzienia skorelowany jest kształt korony, tj. świerk grzebieniasty posiada najczęściej koronę szeroką, a płaskogałęzisty – wąską, natomiast typ szczytkowy – pośrednią [Schmidt-Vogt 1972; Hanisch, Kilz 1990].

Pod wpływem niekorzystnych zmian środowiska obumierają igły, a następnie pędy i gałązki. W wyniku tego u świerków o grzebieniastym typie ugałęzienia powstają struktury zwane lametami [np. Gruber 1978; Hanisch, Kilz 1990], nazywane również gałęziami lametowatymi (fot. 2). Są to silnie zdefoliowane i ogałacające się w kierunku od osi konaru gałęzie, które w postaci ekstremalnej mają igliwie tylko na najmłodszych pędach, zazwyczaj skróconych. Przerzedzone, z zielonym igliwem na końcu, zwisają z konarów tworząc wrażenie lamety. Prześwieczone konary lub gałęzie mogą się zregenerować dzięki intensywnemu wyrastaniu z pąków śpiących pędów prowentywnych (wtórnych). Na początku sterczą one ku górze, a z czasem, po wydłużeniu, zwisają jak pędy typowe (pierwotne). Gałęzie II rzędu mogą pozostać na gałęzi I rzędu przez wiele lat, zwisają wówczas jak szarosrebrne pasma z zielonymi końcami. Między nimi mogą wyrastać młodsze, krótsze i uigłone gałązki. Na starszych gałęziach lametowatych często nie tworzą się przyrosty roczne drewna w najstarszych pędach rocznych [Gruber 1987]. Czynnikiem decydującym o tworzeniu się gałęzi w kształcie lamety jest wiatr.

Inne ważne objawy uszkodzenia świerka opisano w literaturze jako usychanie wierzchołka i „efekt okna” [Hanisch, Kilz 1990; Gruber 1992].

U świerków obserwuje się często, obok usychania wierzchołka i mniej lub bardziej równomiernego przerzedzenia korony, szeroko rozpowszechnione zjawisko występowania wyraźnych luk w uigłeniu i ugałęzieniu na odcinku górnej 1/3 części korony (fot. 3). Symptom zwany „efektem okna” charakteryzuje się występowaniem poniżej wierz-

chołka, który jest pokryty zielonym igliwem i normalnie ugałęziony, różnej wielkości strefy o skąpym uigleniu i ugałęzieniu lub całkowicie pozbawionej igieł i gałęzi. Pod tą strefą korona pokryta jest zielonym igliwem, a na gałęziach przeważnie występują liczne pędy prowentywne. Granica pomiędzy zielonym wierzchołkiem a „oknem” zaznacza się bardzo ostro, natomiast przejście od „okna” do niżej znajdującej się zielonej części korony jest płynne. Wynika to z zainicjowanego procesu reiteracji<sup>1</sup> [Oldeman 1974, 1978; Halle i in. 1978; Roloff 2001; Dmyterko 2006], dzięki któremu następuje regeneracja ugałęzienia. Obserwując taką koronę ma się wrażenie, że jej uszkodzenie stopniowo ustępuje ku dołowi. Usychanie wierzchołka i „efekt okna” występują szczególnie często u świerków po silnym rozluźnieniu zwarcia drzewostanu wskutek huraganu.

Usychanie wierzchołka jest powszechnie tłumaczone niedostatecznym zaopatrzeniem drzewa w wodę i substancje odżywcze, a według wielu autorów pierwszy z czynników decydują o zainicjowaniu tego procesu [np.: Hartig 1900; Huber 1927; Schwerdtfeger 1970]. „Efekt okna” należy także zaliczyć do tej grupy symptomów. Zjawiskiem charakterystycznym dla tego efektu jest utrzymujący się przez długi czas stan osłabienia (powolnego zasychania) części wierzchołkowych, przy jednoczesnym kontynuowaniu wzrostu pędu szczytowego [Gruber 1992].

Prześwietlenie korony postępujące od wewnątrz na zewnątrz i od dołu ku górze, tworzenie gałęzi lametowatych, „efekt okna” i usychanie wierzchołka, można interpretować jako reakcję drzewa na napiętą lub zakłóconą gospodarkę, wywołaną wpływem czynników szkodliwych.

U świerka, pędy z pąków śpiących wyrastają najczęściej na uszkodzonych gałęziach I rzędu, dzięki czemu korona tego drzewa jest bardzo plastyczna i łatwo regeneruje uszkodzenia [Gruber 1987, 1992].

## Kryteria określania uszkodzenia drzewa

Opracowanie kryteriów i metod określania uszkodzenia drzew wymagało zdefiniowania pojęcia „uszkodzenie”. Za uszkodzenie drzewa przyjęto w pracy różnicę między stanem korony drzewa ocenianego i modelowego. Drzewo modelowe to takie, które wzrastało w niezakłóconych warunkach, a na rozwój jego korony miały tylko niewielki wpływ drzewa sąsiednie [Dmyterko 2006].

Jako kryteria oceny uszkodzenia drzew przyjęto trzy cechy:

- cechę A – stan aparatu asymilacyjnego (defoliację),
- cechę B – stan wierzchołka,
- cechę C – żywotność drzewa.

Wstępna analiza przeprowadzona w ramach realizowanego projektu badawczego (lata 2004-2006) potwierdziła w przypadku oceny uszkodzenia sosny, jodły, a także świerka zasadność stosowania cech A, B i C [Dmyterko i in. 2006]. Nowe propozycje dla świerka dotyczą ponownego zdefiniowania tych cech, a zatem uszczegółowienia kryteriów obowiązujących metody.

Przeprowadzenie analizy poszczególnych kryteriów określania uszkodzenia drzewa wymaga przypomnienia definicji związanych z jego koroną (fot. 4):

- 1) podstawa korony – miejsce na strzale, z którego wyrasta pierwsza żywa gałąź, licząc od podstawy drzewa, mająca ciągły związek z pozostałymi gałęziami korony,

<sup>1</sup> Wyrastanie z pąków śpiących pędów, według typowego (pierwotnego) modelu architektonicznego ugałęzienia



Fot. 1.

Nieuszkodzona gałąź świerka grzebieniastego (fot. A. Bruchwald)

Undamaged branch of comb-type spruce (fot. A. Bruchwald)

Fot. 2.

Uszkodzona gałąź świerka grzebieniastego, z tzw. efektem lamety (fot. A. Bruchwald)

Damaged branch of comb-type spruce with „tinsel” (fot. A. Bruchwald)



Fot. 3.

Uszkodzona część wierzchołkowa świerka (cecha B=2), widoczny „efekt okna” (fot. A. Bruchwald)

Damaged top of the spruce (feature B = 2), "window effect" visible (fot. A. Bruchwald)



Fot. 4.

Budowa korony świerka (fot. E. Dmyterko)

Construction of the spruce crown (fot. E. Dmyterko)

korona  
słoneczna

korona  
cienista

podstawa  
korony

- 2) cała korona – korona położona między jej podstawą i wierzchołkiem drzewa,
- 3) korona słoneczna (świetlista) – część korony położona powyżej najszerzego jej miejsca,
- 4) korona cienista (ocieniona) – część korony położona poniżej najszerzego jej miejsca.

W obecnie stosowanej metodzie zaleca się oszacowanie kryteriów uszkodzenia na całej długości korony, z wyjątkiem dolnej części, ulegającej naturalnemu procesowi oczyszczania się [Dmyterko 1994; Instrukcja urządzania lasu 1994]. Aktualnie prowadzone badania wskazują natomiast na zasadność szacowania stanu korony w jej części świetlistej (słonecznej) [Dmyterko i in. 2005]. Jest ona bardziej produktywna niż część cienista [Żelawski i in. 1968; Künstle, Mitscherlich 1975; Lyr i in. 1992; Witowski 1994; Larcher 2001], ma istotny wpływ na kształtowanie się przyrostu grubości i miąższości drzewa [Lemke, Woźniak 1992] oraz jego witalności. Gruber [1992] zaleca sprawdzenie szacunku defoliacji świerka i jodły, określanej na drzewie stojącym, przez ocenę uiglenia gałęzi ściętych, ale tylko typu słonecznego. Rozwój pędów typu cienistego świadczy natomiast o zdolnościach regeneracyjnych drzewa.

**CECHA A – STAN APARATU ASYMLACYJNEGO (DEFOLIACJA).** Powszechnie stosowanym kryterium określania uszkodzenia drzewa jest ubytek liści, zwany defoliacją. Wykorzystuje się przy tym atlas, zawierający zdjęcia koron drzew o różnym stopniu tego ubytku [Müller, Stierlin 1990].

Na podstawie ocenianej w procentach defoliacji drzewa określa się stopień jego uszkodzenia [Manual 1994, 1998; Instrukcja urządzania lasu 1994]:

- stopień 0 – defoliacja od 0 do 10%,
- stopień 1 – defoliacja od 11 do 25%,
- stopień 2 – defoliacja od 26 do 60%,
- stopień 3 – defoliacja powyżej 60%.

Cecha A obejmuje jako cechę główną ubytek aparatu asymilacyjnego (defoliację), powstający pod wpływem braku ugałęzienia oraz wzmożonej utraty igliwia w istniejącym ugałęzieniu.

U świerka proponuje się określenie ubytku igliwia w gałęziach typu: grzebieniastego, szcztokowego i płaskiego. Powstanie gałęzi lametowatej jest cechą pomocniczą, gdyż świadczy o uszkodzeniu drzewa, a zaawansowanie jej rozwoju o jego nasileniu.

W związku z wytwarzaniem przez świerk pędów z pąków śpiących, proponuje się szacować defoliację z uwzględnieniem wszystkich pędów korony słonecznej, bez względu na to, czy wyrosły z pąków typowych, czy śpiących. Tak postępuje się oceniając defoliację świerków w Szwecji [Lesiński, Dmyterko, Grzyb 1992].

Związek między defoliacją i przyrostem pierśnicy różnych gatunków drzew nie jest zbyt silny [Bruchwald, Dmyterko 1999; Dmyterko, Bruchwald 2000c, d]. Zakłóca go zwłaszcza różny stopień zwarcia drzewostanu, czy odbudowująca się korona drzewa po ustąpieniu czynnika szkodotwórczego. Wadą defoliacji są jej wahania w sezonie wegetacyjnym, wynikające przeważnie ze zmiennych warunków meteorologicznych, a także żeru owadów lub rozwoju grzybów. Dlatego zaproponowano dwa inne kryteria, związane z długością pędów i rozwojem ugałęzienia, a zatem mniej zmienne w czasie.

**CECHA B – STAN WIERZCHOŁKA.** Stan wierzchołka – ważna cecha diagnostyczna w ocenie uszkodzenia drzew – obejmuje przyrost wysokości drzewa (B1) i stan ugałęzienia pędu głównego (B2). Klasyfikację uszkodzenia świerka na podstawie tej cechy opracował także Roloff [1994, 2001].

Cechę B ocenia się w wierzchołkowej części korony, którą u świerka stanowi często młodociana forma ugałęzienia (o pokroju drzewka bożonarodzeniowego) lub jej modyfikacja

w postaci szczotkowego ugałęzienia, a w przypadku wystąpienia „efektu okna” – górna część korony po dolną granicę luki w ugałęzieniu i uigleniu. Cechą pomocniczą w ocenie jest współczynnik świetlistości, tj. stosunek długości pędu wierzchołkowego do długości pędów bocznych.

Za przyrost o normalnej długości (drzewa nieuszkodzonego) przyjmuje się wielkość przyrostu wysokości drzewa o danej bonitacji i wieku, przedstawioną w tablicach zasobności, np. Szymkiewicza [1961]. Precyzyjniej przyrost taki można określić funkcją wzrostu wysokości, utworzoną dla podstawowych lasotwórczych gatunków drzew (So, Św, Jd, Md, Db, Bk, Ol, Brz). Zawarta jest ona w modelach wzrostu opracowanych dla tych gatunków (np. dla sosny; Bruchwald 1986).

Strefa wierzchołkowa u świerka wyraźnie się zaznacza, gdyż jej młodsze, krótsze i lżejsze gałęzie sterczą zazwyczaj pod bardziej ostrym kątem do góry. Jeżeli na wierzchołku występuje młodociana forma ugałęzienia, o pokroju drzewka bożonarodzeniowego, to pod nią prostują się starsze, cięższe gałęzie, wyraźnie odcinając się od górnej części korony. Forma ta pod wpływem środowiska ulega zmianie; często gałęzie w wierzchołkowej części korony zmieniają się z płaskich na szczotkowe, ale wówczas także wyraźnie różnią się od starszych, niższych gałęzi.

„Efekt okna” przybiera formy o różnym stopniu nasilenia: od dużego „okna” pod małym zielonym wierzchołkiem do małego „okna” pod dużym zielonym wierzchołkiem. Stanowią one pośrednie formy uszkodzenia pomiędzy koroną zdrową a koroną z uschniętym wierzchołkiem.

Ocenę przyrostu wysokości (B1) przeprowadza się w czterech stopniach: stopień 0 – przyrost normalny, współczynnik świetlistości  $> 1$ ; stopień 1 – przyrost zahamowany, zazwyczaj korelujący ze współczynnikiem świetlistości zbliżonym do 1; stopień 2 – przyrost wyraźnie zahamowany, o stopniu świetlistości  $< 1$ ; stopień 3 – przyrost silnie zahamowany lub brak przyrostu, może wystąpić suchoczub.

W ocenie liczby pędów bocznych (B2) za stan normalny można uznać 4 lub więcej pędów w okółku, co dla pięcioletniego okresu oznacza łącznie 20 lub więcej pędów. Propozycja ustalania liczby pędów w stopniach: stopień 0 – 20 lub więcej pędów; stopień 1 – 14-19 pędów; stopień 2 – 7-13 pędów; stopień 3 – 0-6 pędów.

Cechę B określa się jako średnią ocenę z długości przyrostu wysokości (B1) i jego ugałęzienia (B2).

Oszacowanie cechy B, a więc stanu wierzchołka drzewa, wyraża się, analogicznie jak stanu aparatu asymilacyjnego, za pomocą jednego z czterech stopni, w których stopień 0 oznacza przyrost bez objawów zahamowania, a stopień 3 – przyrost całkowicie zahamowany (brak przyrostu, np. suchoczub).

Fotografia 5 przedstawia wierzchołek świerka bez uszkodzenia (cecha B – 0 stopień), natomiast fotografia 3 – z objawami uszkodzenia (cecha B – 2).

**CECHA C – ŻYWOTNOŚĆ DRZEWA.** Żywotność drzewa charakteryzuje stan ugałęzienia środkowej części korony (oceniana w koronie słonecznej, z pominięciem części wierzchołkowej drzewa, szacowanej w ramach cechy B). Zawiera ocenę lukowatości korony, wynikającą z procesu ubytku ugałęzienia – głównie usychania gałęzi I i II rzędu (cecha powiązana jest z liczbą gałęzi w okółku, można ją również określić jako zagęszczenie gałęzi) oraz ocenę struktury pędów II rzędu i wyższych rzędów w istniejącym ugałęzieniu.

Na stojącym świerku trudno wyróżnić roczne przyrosty długości gałęzi I rzędu. Ocena żywotności wymaga więc innego podejścia niż u sosny.

W środkowej partii korony zachodzą następujące procesy:



**Fot. 5.**

Nieuszkodzona część wierzchołkowa świerka (cecha B=0) (fot. E. Dmyterko)  
 Undamaged top of the spruce (feature B=0) (fot. E. Dmyterko)



**Fot. 6.**

Świerk słabo uszkodzony (cecha A=1, cecha B=1, cecha C=1) (fot. E. Dmyterko)  
 Weakly damaged spruce (feature A=1, feature B=1, feature C=1) (fot. E. Dmyterko)



**Fot. 6.**

Świerk silnie uszkodzony (cecha A=3, cecha B=2, cecha C=3) (fot. E. Dmyterko)  
 Strongly damaged spruce (feature A=3, feature B=2, feature C=3) (fot. E. Dmyterko)

- wyrastania nowych pędów typowych i prowentynnych,
- usychania istniejących pędów.

Przebieg wymienionych procesów umożliwia wyróżnienie trzech rodzajów pędów:

- zdrowych (witalnych), w tym także powstałych w procesie reiteracji (wskaźnikiem może być żywozielony kolor igieł),
- zamierających (wskaźnikami mogą być przebarwienia igieł na kolor żółty i brązowy),
- suchych, w tym również strąconych przez wiatr.

Ocena żywotności obejmuje:

- lukowatość korony, wynikającą z procesu usychania gałęzi I rzędu (cecha powiązana jest z liczbą żywych gałęzi w okółku; oznaczona jako C1),
- stan pędów wyrosłych na gałęziach I rzędu (C2).



Lukowatość ocenia się w 4 stopniach: stopień 0 – korona bez luk, stopień 1 – małe luki do 25% powierzchni korony, stopień 2 – luki łącznie do 60%, korona miejscami rozwarstwiona; stopień 3 – luki powyżej 60%, korona całkowicie rozwarstwiona.

Stan pędów zawiera ocenę ich struktury rodzajowej, w konsekwencji zagęszczenie żywych pędów II i wyższych rzędów na gałęziach I rzędu. Ocenę stanu ugałęzienia przeprowadza się w czterech stopniach, oznaczonych od 0 do 3.

*Stopień 0* – Na gałęzi I rzędu znajdują się zdrowe, na długim odcinku uigłone, pędy II rzędu. Na nich tworzy się gęsta sieć pędów III, a także IV rzędu. U świerka o ugałęzieniu grzebieniastym zwisają pędy z gałęzi I rzędu, przy wierzchołku są krótkie, bo jednoroczne, a przy pniu długie – nawet kilkunastoletnie. Na starszych gałęziach I rzędu, przy pniu drzewa w miejscach zacienionych, w wyniku naturalnego procesu zamierania pędów II i wyższych rzędów, mogą występować obumierające lub martwe pędy, ale nie obniżają one oceny żywotności drzewa. Udział pędów prowentynnych w budowie gałęzi jest niewielki. Przyrastają natomiast nowe pędy typowe, wydłużając istniejące pędy i zabudowując gęsto powierzchnię gałęzi (fot. 1). W stopniu tym dopuszcza się ubytek ugałęzienia do 10%.

*Stopień 1* – Na gałęziach II rzędu występuje mniej pędów III rzędu, a pędów IV rzędu brakuje. Występują pojedyncze obumierające i suche pędy na gałęziach I i wyższych rzędów. U świerka typu grzebieniastego przerzedzają się „sznury” zwisających pędów, zapoczątkowując powstanie lamety. Na górze gałęzi I rzędu wyrastają pojedyncze pędy prowentynne, sterząc w różnych kierunkach (igłowie tegorocznych pędów prowentynnych wyróżnia się kolorem jasnozielonym od pędów starszych, ciemnozielonych). Ubytek pędów w ugałęzieniu wynosi od 11 do 30%.

*Stopień 2* – Liczne obumierające i suche pędy na gałęziach I. Na gałęziach II rzędu występują długie odcinki (od strony gałęzi I rzędu) pozbawione igieł. W niewielkiej liczbie tworzą się na nich gałęzie wyższych rzędów. U świerka typu grzebieniastego powstają lamety, o różnych fazach rozwoju (fot. 2). Świerk typu szczytkowego lub płaskiego charakteryzuje się także dużym udziałem usychających i suchych pędów, które po obłamaniu przez wiatr wpływają na skrócenie ugałęzienia i powstanie w nim dużych luk. Na gałęzi I rzędu zaobserwować można dość gęstą sieć pędów prowentynnych, niektóre z nich też usychają. Ubytek ugałęzienia kształtuje się od 31 do 60%.

*Stopień 3* – Pędy II rzędu nie rozgałęziają się, bardzo długie ich odcinki (od strony gałęzi I rzędu) pozbawione są igieł. Większość pierwotnych gałęzi II i wyższych rzędów usycha lub jest martwa. Usycha też znaczna część pędów prowentynnych. Zazwyczaj gałęzie I rzędu nie przyrastają na długość, martwe są bowiem pąki szczytowe i okółkowe. Ubytek ugałęzienia na gałęziach I rzędu przekracza 60%. Często w resztkach ugałęzienia dominują pędy prowentynne (igłowie jasno lub żółtozielone).

Cechę C określa się jako średnią z ocen lukowatości korony (C1) i stanu ugałęzienia na gałęziach I rzędu (C2).

Oszacowane cechy A, B i C są podstawą określania uszkodzenia drzew i drzewostanów co będzie tematem innej publikacji.

## Wnioski

- ✦ W pracy zaprezentowano trzy kryteria określania uszkodzenia świerka opracowane na podstawie rozwoju jego korony: stan aparatu asymilacyjnego oceniany ubytkiem igliwia, zwanym też defoliacją (cecha A), stan wierzchołka drzewa (cecha B) i żywotności drzewa (cecha C).
- ✦ Cecha A – ubytek igliwia – proponuje się szacować w koronie słonecznej ocenianego drzewa,

w stosunku do drzewa modelowego, tj. rosnącego bez wpływu czynników szkodliwych, a zatem z pełnym ugałęzieniem i uigleniem. Podczas szacowania tej cechy uwzględnia się więc także brak uiglenia wynikający z braku gałęzi I i wyższych rzędów.

- ✦ Cecha B obejmuje przyrost wysokości i ugałęzienie części wierzchołkowej drzewa. W określaniu ugałęzienia należy zwrócić uwagę na „efekt okna”, który często występuje na świerkach rosnących w górach. Stan wierzchołka stosunkowo łatwo oszacować u świerka, na co wpływa dodatkowo zwykle dobra widoczność części wierzchołkowej drzewa.
- ✦ Cecha C – żywotność drzewa – obejmuje stan ugałęzienia korony słonecznej z pominięciem części wierzchołkowej. Ocena dotyczy ubytku gałęzi, co świadczy o lukowatości korony. Ocenie podlegają również najmłodsze przyrosty gałęzi I i II rzędu, występowanie pędów III i IV rzędu, a także stan rozwijających się pędów prowentywnych (powstałych z pąków śpiących). Jednym z objawów zachodzących procesów wzrostu i usychania pędów jest tworzenie się gałęzi typu lameta.
- ✦ Oceniając uszkodzenie świerka należy uwzględnić różne typy (formy) jego ugałęzienia. Korona, poza częścią wierzchołkową, może być zbudowana z 3 typów: grzebieniastego, szcztokowego i płaskiego. Są także takie drzewa, na których występują wszystkie typy ugałęzienia.
- ✦ Zaprezentowane w publikacji kryteria można oszacować na drzewie stojącym. Metody określania uszkodzenia drzewostanów zawierające te kryteria nie są zbyt pracochłonne i mogą być stosowane w praktyce zarządzania lasu.

## Literatura

- Bruchwald A. 1986. Simulation growth model MDI-1 for Scots pine. Ann. Warsaw Agricult. Univ. SGGW-AR, Fpo. And Wood Technol. 34: 47-52.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 1999. Reakcja przyrostowa dębu w powiązaniu ze stopniem uszkodzenia korony. Sylwan, 2: 47-58.
- Bruchwald A., Dmyterko E., Dudzińska M., Kluziński L. 2005. Charakterystyka pędu głównego i jego ugałęzienia u sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), rosnącej na terenie Nadleśnictwa Olkusz. Sylwan 3: 3-11.
- Dmyterko E. 1994. Metodyka określania stopnia uszkodzenia drzewostanów sosnowych przez imisie 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 olszy czarnej [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.]. Rozprawy i monografie. Inst. Bad. Leś., 5, Warszawa.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000. Wielkopowierzchniowa metoda określania stopnia uszkodzenia drzewostanów bukowych. W: Stan i perspektywy badań z zakresu zarządzania lasu i ekonomiki leśnictwa. J. Smykała [red.]. Materiały IV Konferencji Leśnej. Sękocin Las, 13-14. 06. 2000 r. IBL, Warszawa: 235-249.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2002. Metody określania uszkodzenia drzewostanów liściastych. W: Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe. Siwecki R. [red.]. IV Krajowe Symp. Poznań-Kórnik, 29.05.-1.06.2001, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 475-484.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2006. Kryteria oceny uszkodzenia wybranych gatunków drzew liściastych. Leśne Prace Badawcze, 3: 115-124.
- Dmyterko E., Bruchwald A., Głaz J., Koziół K., Wężyk P., Wójcik R., Zajączkowski G., Zwoliński J. 2006. Metodyka określania stref uszkodzeń lasu. Spr. nauk. Inst. Bad. Leś., Sękocin Stary /maszynopis/.
- Dmyterko E., Kluziński L., Bruchwald A. 2005. Stan zdrowotny drzewostanów sosnowych (*Pinus sylvestris* L.) Nadleśnictwa Olkusz. Sylwan, 7: 3-13.
- Dmyterko E., Wojtan R., Bruchwald A. 2003. Stan zdrowotny drzewostanów jesionowych (*Fraxinus excelsior* L.) Nadleśnictwa Mirce. Sylwan, 12: 9-18.
- Gruber F. 1987. Das Verzweigungssystem und der Nadelfall der Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.] als Grundlage zur Beurteilung von Waldschäden. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben, Reihe A, 26.
- Gruber F. 1992. Dynamik und Regeneration der Gehölze. Baumarchitektur auf ökologisch-dynamischer Grundlage und zur Bioindikation am Beispiele der Europäischen Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.], Weißtanne (*Abies alba* Mill.), Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* Franco) und Europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.). Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A, 86/Teil I.

- Halle F., Oldeman R. A. A., Tomlinson P. B. 1978. Tropical trees and forests. Springer -Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Hanisch B., Kilz E. 1990. Waldschäden erkennen. Fichte und Kiefer (Monitoring of forest damage). Eugen Ulmer & Co, Stuttgart.
- Hartig R. 1900. Lehrbuch der Pflanzenkrankheit. J. Springer, Berlin.
- Huber B. 1927. Aus der Biologie der Baumkrone. Ber. Dtsch. Dendrol. Ges. 38: 60-67.
- Instrukcja urządzania lasu. 1994. MOŚZNiL, DGLP, Warszawa.
- Künstle E., Mitscherlich G. 1975. Photosynthese, Transpiration und Atmung in einem Mischbestand. I. Photosynthese. Allg. Forst- u. Jagdztg., 146: 45-63.
- Larcher W. 2001. Ökophysiologie der Pflanzen. 6. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Lemke J., Woźniak A. 1992. Charakterystyka niektórych ilościowych cech igieł nasłonecznionej i ocienionej części korony sosny zwyczajnej. Sylwan, 1: 7-13.
- Lesiński J. A., Dmyterko E., Grzyb M. 1992. Skandynawska metoda oceny uszkodzenia sosny i świerka. Sylwan 6: 19-31.
- Lyr H., Fiedler H. J., Tranquillini W. 1992. Physiologie und Ökologie der Gehölze. Fischer Verlag, Jena.
- Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 1994. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects, Programme Coordinating Centres, Hamburg and Prague.
- Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 1998. Programme Co-ordinating Centre, UNECE, Hamburg/Geneva.
- Müller E., Stierlin H. R. 1990. Sanasilva Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- Oldeman R. A. A. 1974. L'architecture de la forêt guyanaise. Mém. ORSTOM., 73.
- Oldeman R. A. A. 1978. Architecture and energy exchange of dicotyledonous trees in the forest. W: Tropical trees as living systems. Tomlinson P. B., Zimmermann M. H. [red.]. Cambridge U. Press, London, New York, Melbourne: 535-560.
- Przybylski T. 1998. Morfologia i zmienność. W: Biologia świerka pospolitego. Boratyński A., Bugała W. [red.]. Instytut Dendrologii PAN, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań. 41-51.
- Roloff A. 1994. Vitalitätsstufe bei der Fichte aufgrund ihrer Wipfelverzweigung. AFZ. 5: 245-247.
- Roloff A. 2001. Baumkronen. Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.
- Schmidt-Vogt H. 1972. Studieren zur morphologischen Variabilität der Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.). Allg. Forst- u. Jagdztg. 133-144; 177-186; 221-240.
- Schwerdtfeger F. 1970. Die Waldkrankheiten. 3. Auflage, P. Parey. Berlin, Hamburg.
- Szymkiewicz B. 1952. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Trampler T. 1974. Założenia i podstawy metodyczne wyceny strat w lasach. Prace Inst. Bad. Leś. 450: 3-49.
- Witowski J. 1994. Porównanie wiązania CO<sub>2</sub> przez ocienioną i nasłonecznioną część korony sosny zwyczajnej. Prace Inst. Bad. Leś. Ser. A. 779: 39-46.
- Żelawski W., Kinelska J., Łotocki A. 1968. Influence of shade on productivity of photosynthesis in seedlings of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) during the second vegetation period. Acta Soc. Bot. Pol. 37(3): 507-518.

## SUMMARY

### Criteria for assessment of the damage to Norway spruce

The paper presents three criteria for assessment of the damage to Norway spruce that were determined on the basis of its crown development. The following characteristics were included: condition of the assimilation apparatus assessed as a loss in needles, so-called defoliation (feature A), condition of the tree-top (feature B) and tree vitality (feature C).

Authors propose to judge feature A, loss of needles, in the light crown of the assessed tree comparing it to that of a model tree that is the tree growing without the influence of the damage-causing factors, hence with full branch and needle systems. The assessment of this characteristic includes also the lack of needles resulting from the absence of branches of 1st and higher orders.

Feature B – concerns the height increment and the branch system of the tree-top. So-called "window effect" is present in this part of the tree on a lot of spruces. Its branches are usually of plate or brush type.

Feature C – tree vitality – describes the condition of the branching of the light crown excluding the top part. The assessment focuses on the loss of branches, which evidence the crown holes. It includes also the youngest increments of 1st and 2<sup>nd</sup> order branches, the presence of 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> order as well as the condition of the proventive shoots (developed from dormant buds).

During assessment of spruce one should analyse all different types (forms) of its branching models: comb-, brush- and plate-types. Spruces growing in no-stocking conditions or where the stocking is relatively low have one prevailing branching model, comb type as usual. Spruce from the places with increasing stocking has usually various types at the same time: comb under the top, brush – below and plate at the bottom of the crown.

Presented criteria can be assessed on the standing tree. The methods of assessment of the damage to the stands that include these criteria are not too laborious and can be applied in practice of forest management.