

ELŻBIETA DMYTERKO, ARKADIUSZ BRUCHWALD

Weryfikacja metod określania uszkodzenia drzewostanów dębowych

Verification of methods for defining damage to oak stands

Abstract: *Verification of methods for defining damage to oak stands.* On the basis of empirical material collected in 132 oak stands, there was carried out a research on the populational and regional variability of tree damage features: defoliation, vitality and synthetical index of damage. The results allowed to carry out an assessment of precision of different method for assessing the level of damage to oak stands, with a suggestion of using a method that takes into account the synthetical index of damage to trees, that combines both defoliation and vitality.

Keywords: oak, defoliation, vitality, assessment of methods

Wstęp

W pracy pt. "Metody określania uszkodzenia drzewostanów dębowych" (3) przedstawiono trzy metody oparte na różnych kryteriach. W metodzie pierwszej podstawą oceny uszkodzenia drzewostanów jest defoliacja. Defoliację szacuje się posługując się atlasem uszkodzenia koron drzew. Drugą metodę opracował niemiecki uczonec A. Roloff (1989). Za kryterium oceny przyjął on witalność drzewa. W metodzie trzeciej zaproponowano połączenie defoliacji i witalności, określając odpowiednim wzorem wskaźnik uszkodzenia drzewostanu (3).

Celem tej pracy jest przedstawienie wyników badań weryfikujących wcześniej prezentowane metody oceny uszkodzenia drzewostanów. W szczególności wyniki badań dotyczą:

- poznania rozkładu defoliacji, witalności i syntetycznego wskaźnika uszkodzenia drzewostanu (zwanymi cechami uszkodzenia) dla całości zebranego materiału empirycznego;
- ustalenia zmienności cech uszkodzeń dla całości zebranego materiału, jak i poszczególnych drzewostanów;
- zbadania powiązań między poszczególnymi cechami uszkodzeń;
- ustalenia liczby drzew próbnych dla drzewostanu spełniającej warunek przyjętej dokładności.

Materiał badawczy

Badania prowadzono na materiale empirycznym zebrany w 132 drzewostanach dębowych, w których oceniano cechy uszkodzenia 1355 drzew. Są to drzewostany lite i mieszane, jedno- i dwuwarstwowe. W warstwie górnej udział gatunków domieszkowych jest niewielki; najczęściej występują jesion, brzoza, osika i lipa. W drzewostanach dwuwarstwowych warstwę dolną tworzą głównie dwa gatunki drzew: grab i lipa.

Drzewostany są zarówno jedno- jak i wielowiekowe. Te ostatnie, można sądzić, powstały z odnowienia naturalnego. Średni wiek drzewostanów waha się od 30 do 202 lat. W materiale przeważają drzewostany od III do VII klasy wieku. Bonitacja drzewostanów określona modelem wzrostu (2) wynosi od 20,8 do 40,9 m. Przeważają drzewostany o bonitacji zawartej w granicach 25-35 m. Stopień zagęszczenia drzewostanów określony tym samym modelem wzrostu waha się od 0,10 do 1,16; przeważają drzewostany o stopniu zagęszczenia zawartym w przedziale 0,2-0,6.

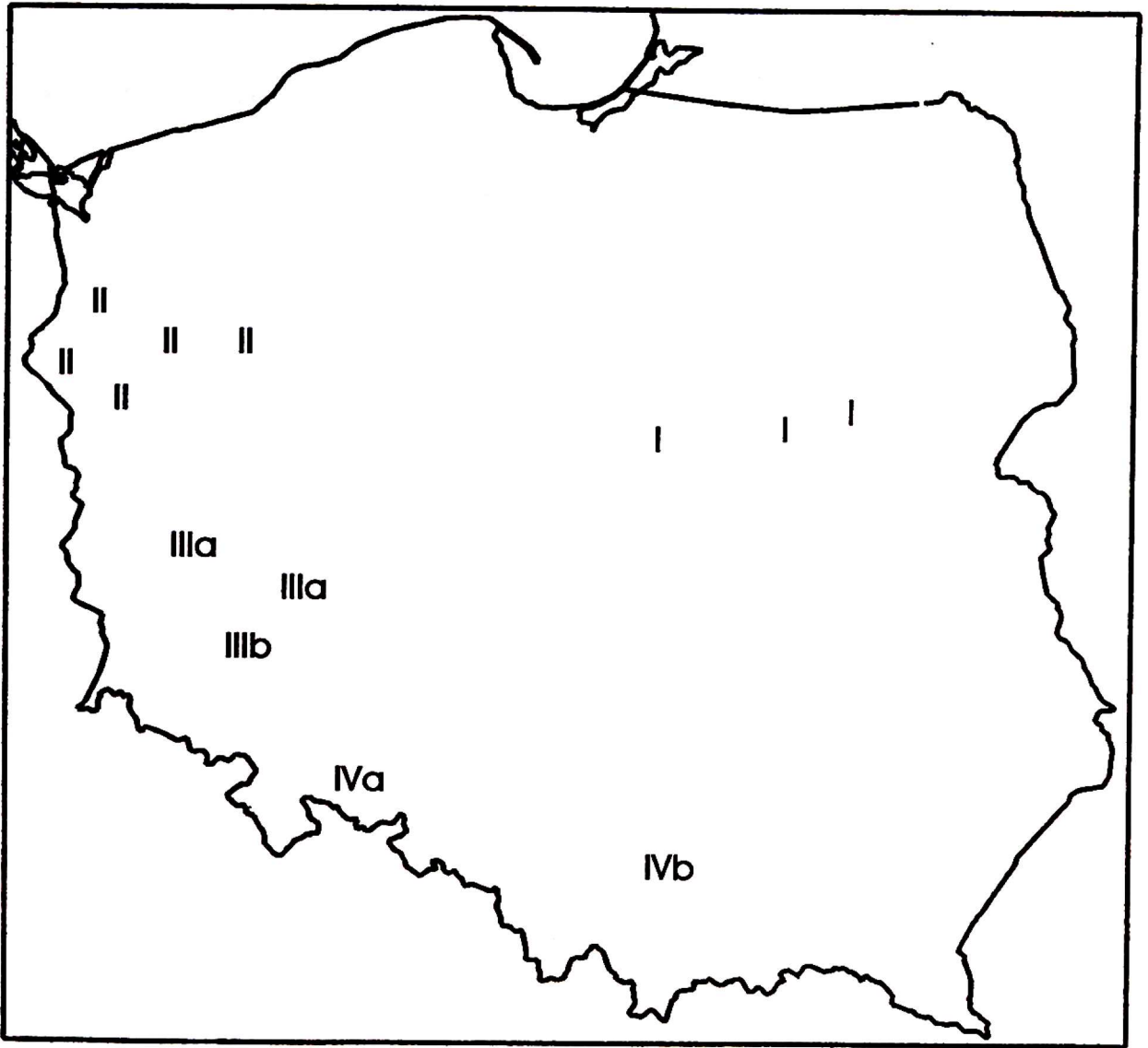
Dane zebrano w różnych częściach Polski. W celu przeprowadzenia przestrzennej analizy zebranego materiału pogrupowano nadleśnictwa, w których prowadzono badania, wyróżniając następujące obszary i regiony (ryc. 1):

- I. Obszar centralny (nadm. Płońsk, Łochów, Sokołów Podlaski),
- II. Obszar północno-zachodni (nadm. Gryfino, Barlinek, Chojna, Bierzwnik, Bogdaniec),
- III. Obszar południowo-zachodni:
 - region nadm. Nowa Sól i Krotoszyn,
 - region Nadm. Wołów,
- IV. Obszar południowy:
 - region Nadm. Prudnik,
 - region Nadm. Niepołomice.

W obszarach III i IV wyróżniono po dwa regiony. Region Nadleśnictwa Wołów wyróżniono dlatego, że jego lasy znajdują się od wielu lat pod wpływem zakłóconych stosunków wodnych, związanych z regulacją rzeki Odry. Zbudowanie tamy i elektrowni wodnej w Brzegu Dolnym w latach sześćdziesiątych spowodowało obniżenie poziomu wód gruntowych większą śmiertelność dębów, zwłaszcza w południowej części nadleśnictwa. Wyróżnienie drzewostanów Nadleśnictwa Prudnik w oddzielnej grupie można motywować tendencyjnie pobraną próbą. Materiał badawczy zebrano w drzewostanach o wysokim stopniu uszkodzenia drzew.

W pracy wykorzystano materiały pochodzące ze stałych powierzchni badawczych Zakładu Urządzania Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie, a także z powierzchni tymczasowych założonych na potrzeby niniejszej pracy (nadm. Niepołomice i Prudnik).

Na każdej powierzchni pomierzono pierśnice wszystkich drzew. Zmierzono również wysokości około 25-30 drzew, które posłużyły do sporządzenia krzywych wysokości. Na pewnej liczbie drzew (5-10) pobrano wywierty lub wyrzynki z przekroju pierśnicowego, na których ustalono liczbę słoje, a następnie określono wiek drzew i wiek drzewostanu.



II obszar
IVa region

RYC. 1. Lokalizacja powierzchni badawczych uwzględniająca wyróżnione obszary i regiony

Na wybranych drzewach próbnych każdego drzewostanu przeprowadzono ocenę uszkodzenia drzew według metod opisanych we wcześniejszym opracowaniu (3). Podstawowymi kryteriami oceny w tych metodach są: defoliacja i witalność (Roloff 1989). Do oceny defoliacji, zaokrąglonej do 5%, wykorzystano "Atlas obrazu koron drzew" (4). Witalność szacowano z zaokrągleniem do 0,5 wykorzystując graficzne schematy uszkodzeń opracowane przez Roloffa (1989). Defoliacja i witalność posłużyły też do obliczenia syntetycznego wskaźnika uszkodzenia drzewostanu. Drzewa próbne (10-15) wybierano z I, II i III klasy Krafta. Ocenie podlegała górna część korony. Drzewa oceniano w pełnym ulistnieniu. W niektórych drzewostanach przeprowadzono ponowną ocenę stopnia witalności drzew w okresie bezlistnym, dla uwiarygodnienia wyników dotyczących zmian strukturalnych koron. Przykłady drzew o różnym stopniu uszkodzenia ilustrują fotografie (fot. 1-4).

Wyniki badań

Ocena metod określania uszkodzenia obiektów leśnych na podstawie defoliacji

Obliczona na podstawie wszystkich drzew (1355) średnia wartość defoliacji wynosi 38,4%. Zakres zmienności tej cechy jest bardzo duży, waha się bowiem od 0 do 95%. Rozkład analizowanej cechy jest dwuboczny z asymetrią dodatnią (ryc. 2). Większość drzew znajduje się w klasie defoliacji 30-40%. Wysoka jest dyspersja analizowanej cechy. Odchylenie standardowe wynosi 14,3%, a współczynnik zmienności 37,1%.

Zróżnicowaną średnią wartością defoliacji drzew charakteryzują się wyróżnione obszary Polski, w których zebrano materiał empiryczny. Najmniejsza wartość defoliacji występuje w I obszarze centralnym ze średnią około 30% (ryc. 3). Najwyższą wartość defoliacji stwierdzono w regionie IVa w Nadl. Prudnik. Ocena ta nie odzwierciedla jednak faktycznego stanu uszkodzenia dębów na tym terenie, ze względu na tendencyjnie pobraną próbę (uwzględnienie wyłącznie drzewostanów silnie uszkodzonych). Średnia wartość defoliacji drzew (wynosząca ok. 45%) wierniej oddaje nasilenie uszkodzenia w IIIb Nadl. Wołów. Tak wysoki stopień uszkodzenia drzew wywołany jest prawdopodobnie obniżeniem się poziomu wód gruntowych tego obszaru. Interesujące jest, że drzewa regionu IVb Nadl. Niepołomice charakteryzują się zbliżoną wartością defoliacji, jak i drzewa regionów II i IIIa. Region Puszczy Niepołomickiej, o zaburzonej gospodarce wodnej (1) znajduje się również pod wpływem oddziaływania zakładów przemysłowych Krakowa i jego okolic. Można by więc oczekiwać wyższych wartości defoliacji drzew dla tego terenu.

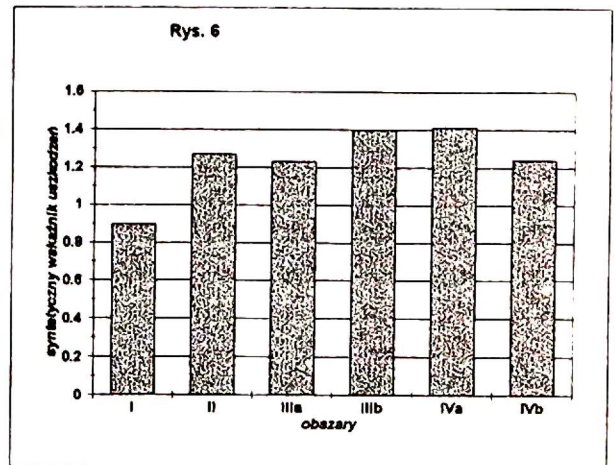
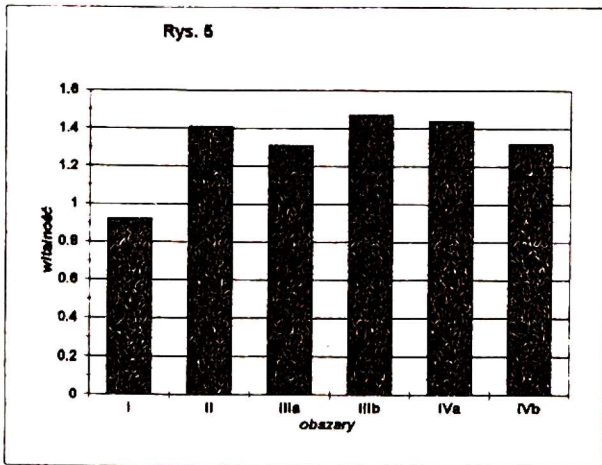
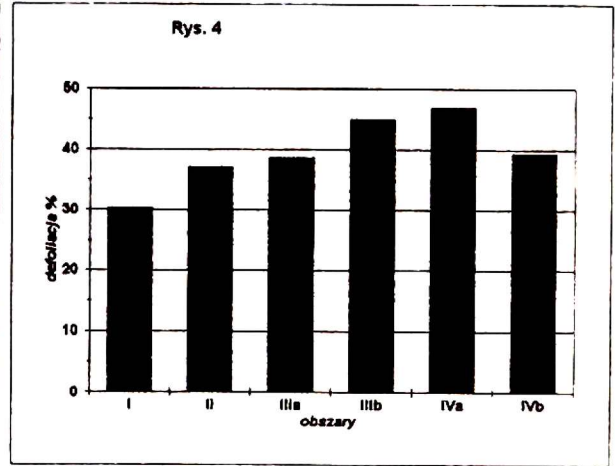
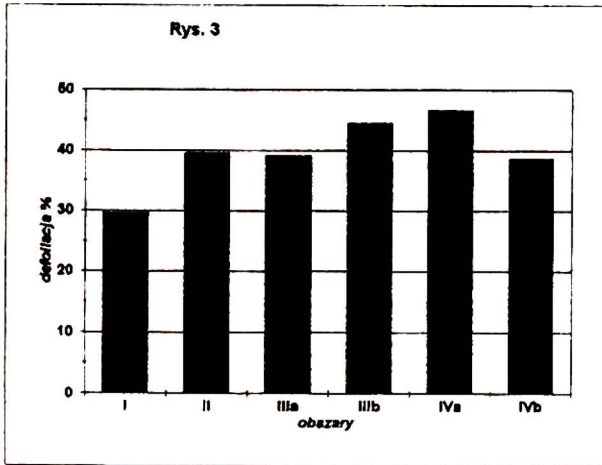
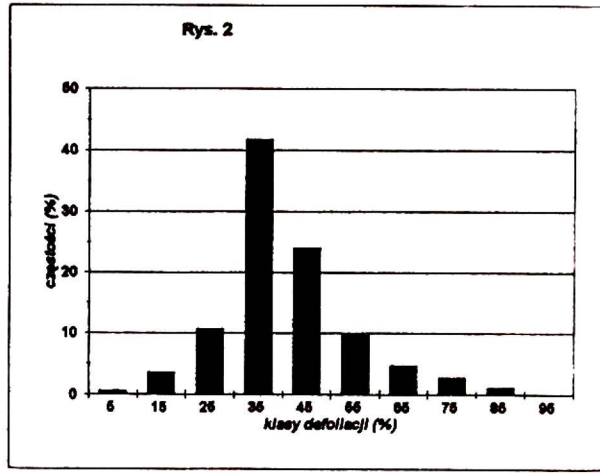
Uzyskane wyniki badań pozwalają na ustalenie średniej wartości defoliacji drzew z założonym błędem. Przyjmując współczynnik zmienności analizowanej cechy równy 37% i zakładając, że w wielkopowierzchniowej metodzie inwentaryzacji lasu będzie stosowany schemat losowania niezależnego (zwrotnego), należy pobrać następującą minimalną próbę:

- dla standardowego błędu 2% – 343 drzew,
- dla standardowego błędu 1% – 1369 drzew,
- dla standardowego błędu 0,5% – ok. 5476 drzew.

Prezentowane wyniki dotyczą pierwszego wariantu pierwszej metody oceny uszkodzenia, opisaney we wcześniejszej pracy (3). Wariant ten stosowany jest do oceny stopnia uszkodzenia drzew w Europie i Polsce. Szczegółowa ocena różnych wariantów metody wymaga przeprowadzenia głębszych badań. Warianty bowiem można budować w zależności od sposobu losowania próby (np. losowanie systematyczne lub warstwowe), a różnym wariantom odpowiadają różne teorie oceny.

W niniejszej pracy określono również średnią wartość defoliacji dla drzewostanów, a następnie średnią wartość dla poszczególnych obszarów i łącznie dla 132 drzewostanów, w których prowadzono badania.

Średnia wartość defoliacji obliczona dla całego materiału empirycznego wynosi 39,1% i jest o 0,7% wyższa od średniej wartości defoliacji drzew. Większe różnice między porównywanymi danymi występują w poszczególnych obszarach. Największą, wynoszącą 2,8%, stwierdzono w II obszarze – północno-zachodnim.



- RYC. 2. Rozkład defoliacji drzew
 RYC. 3. Średnie wartości defoliacji drzew dla obszarów Polski
 RYC. 4. Średnie wartości defoliacji drzewostanów dla obszarów Polski
 RYC. 5. Średnie wartości witalności drzewostanów dla obszarów Polski
 RYC. 6. Syntetyczny wskaźnik uszkodzenia drzewostanów dla obszarów Polski

Analiza zebranego materiału empirycznego wykazuje najmniejszą średnią wartość defoliacji dla drzewostanów w I obszarze – centralnym, a największą w regionie IIIb (Nadl. Wołów) (ryc. 4). Dla regionu IVb – Nadl. Niepołomice uzyskano średnią wartość defoliacji drzewostanów około 40%.

W analizowanych drzewostanach wystąpiła stosunkowo duża dyspersja defoliacji drzew. Dyspersja ta mierzona odchyleniem standardowym wynosi średnio 10,7%, zaś mierzona współczynnikiem zmienności 27,4%.

Uzyskane miary zmienności pozwalają na wyznaczenie minimalnej próby przy ustalaniu średniej wartości defoliacji dla drzewostanu (w pracy Dmyterko 1998 jest to metoda Ib). Przyjmując do wyznaczenia liczebności próby średnią wartość odchylenia standardowego defoliacji drzewostanów, powiększoną o dwukrotną wartość błędu tego odchylenia, wynoszącego 3,62%, uzyskuje się wielkość 17,94%. Zakładając stosowanie w metodzie sposobu losowania niezależnego, otrzymuje się:

- dla błędu standardowego 5%, minimalną próbę 13 drzew,
- dla błędu standardowego 2,5%, minimalną próbę 52 drzewa.

Ocena metody określania uszkodzenia drzewostanów na podstawie witalności

W metodzie A. Roloffa (1989) podstawą oceny uszkodzenia drzew jest witalność. Cecha ta, charakteryzująca rozwój korony drzewa, ujęta została w cztery stopnie:

- 0 – drzewo nieuszkodzone,
- 1 – drzewo osłabione,
- 2 – drzewo uszkodzone,
- 3 – drzewo silnie uszkodzone (obumierające).

Analizując stopnie witalności dębów w Polsce stwierdzono, że stosunkowo łatwo można wyróżnić stopień 0 i 3. Trudności napotyka się przy zaliczeniu drzewa do stopnia 1 lub 2, co wynika m.in. z wyjątkowej zdolności dębu do rozwoju wtórnej korony oraz zrzucania pędów w wyniku procesu cladoptosis (3). Zacierają one schemat rozwoju korony opracowany przez Roloffa. Przykładem są drzewa rosnące w Nadl. Wołów o koronach "bluszczowatych", mające w wielu przypadkach koronę składającą się z kilku odosobnionych konarów pokrytych ulistnionymi pędami, rozwiniętymi z pączków śpiących (fot. 5).

Rozkład witalności drzew charakteryzuje się asymetrią dodatnią. Największe wartości częstości drzew wystąpiły w klasie 1 (57%) i 2 (37%). W klasach skrajnych 0 i 3 otrzymano częstości wynoszące około 3%.

Średnia wartość witalności drzewostanów dla zebranego materiału empirycznego wynosi 1,3. Zakres wahań tej cechy jest bardzo szeroki i kształtuje się od 0,1, a więc drzewostanów zdrowych do 2,8, czyli drzewostanów obumierających. Dyspersja witalności drzewostanów mierzona odchyleniem standardowym wynosi 0,39, a współczynnikiem zmienności około 30%.

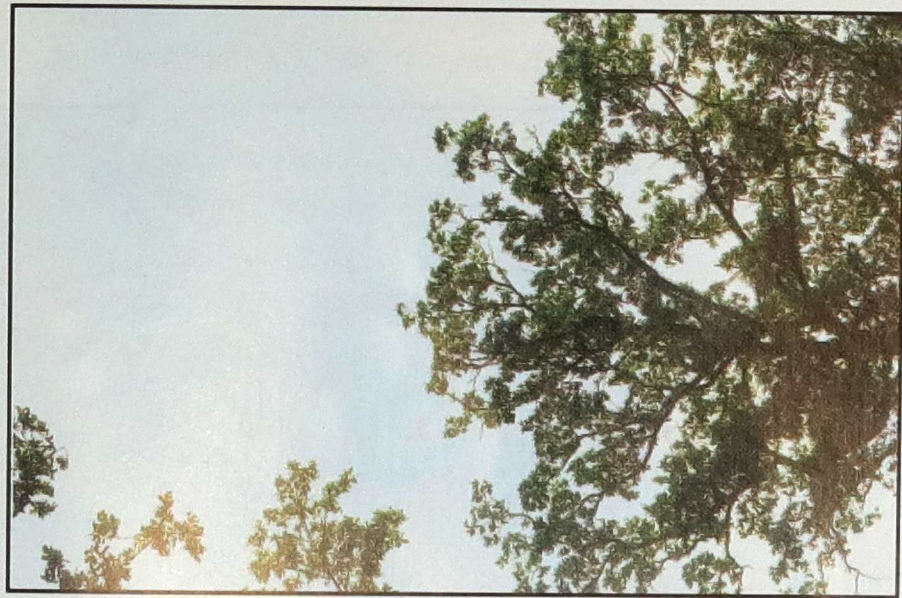
Dla wyróżnionych obszarów najniższa średnia wartość stopnia witalności drzewostanów wystąpiła w Polsce centralnej (obszar I), najwyższa natomiast w Nadl. Wołów (region IIIb) – rycina 5. Dla Puszczy Niepołomickiej średnia wartość witalności wynosi 1,31, a dla



FOT. 1 Korona dębu nieuszkodzonego o defoliacji 0% i witalności 0. (fot. E. Dmyterko, archiwum IBL)



FOT. 2. Korona dębu o defoliacji 40% i witalności 1,5 (fot. E. Dmyterko, archiwum IBL)



FOT. 3. Korona dębu o defoliacji 55% i witalności 2 (fot. E. Dmyterko, archiwum IBL)



FOT. 4. Korona dębu silnie uszkodzonego o defoliacji 80% i vitalności 3 (fot. E. Dmyterko; archiwum IBL)



FOT. 5. Korona silnie uszkodzonego dębu o typie "bluszczowatym" (fot. E. Dmyterko, archiwum IBL)

obszarów II, IIIa i IVa około 1,4. Świadczy to o dość silnym uszkodzeniu dębów w tych obszarach. Przyjmując średnią wartość odchylenia standardowego witalności drzewostanów (0,39), powiększoną o dwukrotną wartość błędu tej miary wynoszącego 0,18 i zakładając stosowanie metody opartej na schemacie losowania niezależnego, uzyskuje się:

- dla błędu standardowego 0,25, minimalną próbę 8 drzew,
- dla błędu standardowego 0,10, minimalną próbę 57 drzew.

Między defoliacją i witalnością drzew występuje dość silne powiązanie. Oceniając moc tego związku współczynnikiem korelacji otrzymano wartość 0,846. Między wymienionymi cechami zachodzą następujące relacje liczbowe:

Witalność (stopnie)	Defoliacja (%)
0	0-20
1	21-40
2	41-75
3	76-99

Przedstawione dane dotyczą wartości przeciętnych. Dla pojedynczych drzew związek między defoliacją i witalnością może przekraczać podany zakres zmienności.

Ocena metody określania uszkodzenia drzewostanów na podstawie syntetycznego wskaźnika

Dysponując wartością defoliacji i witalności drzew można obliczyć syntetyczny wskaźnik uszkodzenia drzew, zgodnie ze wzorem:

$$Syn = \frac{0,03 \cdot Def + Wit}{2}$$

gdzie:

- Syn* – syntetyczny wskaźnik uszkodzenia drzewa,
- Def* – defoliacja drzewa (%),
- Wit* – witalność drzewa.

Syntetyczny wskaźnik uszkodzenia drzewa może przybierać wartości od 0 do 3. Dla analizowanego materiału empirycznego rozkład syntetycznego wskaźnika uszkodzenia drzew ma asymetrię dodatnią. Około 75% drzew zawartych jest w klasie o wartości 1. W klasie 2 znajduje się 19% drzew, w klasie 0 około 5% drzew i w klasie 3 około 2%.

Oceniając związek między defoliacją i syntetycznym wskaźnikiem uszkodzenia drzewa otrzymano wartość współczynnika korelacji 0,953. Jeszcze silniejsze powiązanie uzyskano między witalnością i syntetycznym wskaźnikiem uszkodzenia drzewostanu, bowiem współczynnik korelacji przyjął wartość 0,968. Stosunkowo mała różnica między współczynnikami korelacji otrzymanymi dla badanych cech świadczy o właściwym doborze wag dla defoliacji i witalności przy obliczaniu syntetycznego wskaźnika uszkodzenia drzewa.

Analiza danych przeprowadzona w 132 drzewostanach dębowych wykazała, że średnia wartość syntetycznego wskaźnika uszkodzenia wynosi 1,24, a zakres wahań od 0,1 do 2,6. Dyspersja badanej cechy mierzona odchyleniem standardowym wynosi 0,35, a współczynnikiem zmienności 28%. Najmniejszą średnią wartość przyjął syntetyczny wskaźnik usz-

zkodzenia dla drzewostanów Polski centralnej (I obszar), największą natomiast dla drzewostanów nadleśnictw Wołów i Prudnik (ryc. 6).

Obliczając liczbę drzew, niezbędną do ustalenia średniej wartości syntetycznego wskaźnika uszkodzenia drzewostanu, przyjęto średnią wartość odchylenia standardowego badanej cechy (0,35), powiększonego o dwukrotną wartość jego błędu wynoszącego 0,13. Otrzymano:

- dla błędu standardowego 0,25 – minimalną próbę 6 drzew,
- dla błędu standardowego 0,10 – minimalną próbę 37 drzew.

Wnioski

- Defoliacja drzew jest cechą bardzo zmienną. Przyczyny zmienności tej cechy, a także innych cech badanych (witalność i syntetyczny wskaźnik uszkodzenia drzew), mają charakter populacyjny i regionalny. Populacyjna zmienność defoliacji jest związana ze stopniem uszkodzenia drzewostanu, ten zaś zależy od wielkości skażenia środowiska, a także od cech taksacyjnych drzewostanu, zwłaszcza wieku i stopnia zagęszczenia drzew. Regionalna zmienność defoliacji drzew zależy głównie od stopnia degradacji środowiska przyrodniczego. Z badań wynika, że najniższa średnia wartość defoliacji wystąpiła w drzewostanach dębowych Polski centralnej, najwyższa zaś w drzewostanach rosnących na łągach nadodrzańskich w Nadl. Wołów. Średnio dla wszystkich badanych drzewostanów otrzymano wartość defoliacji równą 38,4%, co kwalifikuje je do 2 stopnia średnich uszkodzeń według stosowanej w Europie klasyfikacji (6).
- Inwentaryzując duże obiekty leśne, średni stopień ich uszkodzenia można uzyskać oceniając defoliację na pewnej liczbie drzew próbnych. Z badań wynika, że współczynnik zmienności tej cechy dla drzewostanów dębowych w Polsce wynosi 37%. Zakładając stosowanie metody inwentaryzacji opartej na losowaniu niezależnym i przyjmując błąd standardowy oceny średniej wartości defoliacji drzew dla obiektu równy 1%, uzyskuje się minimalną próbę wynoszącą około 1400 drzew.
- Populacyjną zmienność defoliacji drzew można ocenić odchyleniem standardowym wynoszącym 10,7% i jego błędem równym 3,6%. Wyniki te pozwalają na ustalenie minimalnej próby służącej do określenia średniej wartości defoliacji drzew drzewostanu. Dla przyjętego błędu standardowego 5% otrzymano minimalną próbę wynoszącą 13 drzew.
- Średnia wartość witalności analizowanych drzewostanów wynosi 1,3, co świadczy o dość silnym ich uszkodzeniu. Najwięcej drzewostanów znajduje się w klasie 1 (68%), oznaczającej drzewa osłabione, oraz w klasie 2 (30%), oznaczającej drzewa uszkodzone. Niewielkie ilości drzewostanów zaliczono do klasy 0 (drzewa nieuszkodzone) i klasy 3 (drzewa obumierające).

- Wyniki badań nad witalnością drzew potwierdziły stosunkowo niski stopień uszkodzenia drzewostanów dębowych Polski centralnej i dość wysoki drzewostanów nadodrzańskich Nadl. Wołów.
- Witalność powiązana jest z defoliacją, a moc tego związku oceniona współczynnikiem korelacji wynosi 0,846, a więc jest silna.
- Zmienność witalności mierzona średnią wartością odchylenia standardowego drzew drzewostanu wynosi 0,39, a błąd tej cechy jest równy 0,18. Do określenia średniej wartości witalności drzewostanu z błędem 0,25 wystarczy pobrać próbę o liczebności 8 drzew.
- Średnia wartość syntetycznego wskaźnika uszkodzenia drzewostanów wynosi 1,2 i jest nieco niższa od średniej dla witalności. Najwięcej drzewostanów znajduje się w klasie 1 syntetycznego wskaźnika (82%) i klasie 2 (16%). Wyniki tych badań potwierdziły, że drzewostany dębowe w Polsce charakteryzują się dość silnym stopniem uszkodzenia.
- Syntetyczny wskaźnik uszkodzenia drzewa charakteryzuje się mniejszą zmiennością niż witalność. Średnia wartość odchylenia standardowego syntetycznego wskaźnika obliczona dla drzew w drzewostanie wynosi 0,35, a błąd tej miary 0,13. Określając średnią wartość wskaźnika dla drzewostanu z błędem 0,25 wystarczy pobrać minimalną próbę wynoszącą 6 drzew. Ze względu na stosunkowo małą wielkość próby metoda oceny uszkodzenia drzewostanów dębowych, oparta na syntetycznym wskaźniku uszkodzenia drzew, może być stosowana w praktyce urządzania lasu.

*Z Zakładu Urządzania Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie
i Katedry Produkcyjności Lasu SGGW*

Autorzy pracy dziękują bardzo Panu prof. dr. hab. Andreasowi Roloffowi z Instytutu Botaniki Leśnej Technicznego Uniwersytetu w Dreźnie (Institut für Forstbotanik – Technische Universität Dresden) z siedzibą w Tharandcie, za udzielone konsultacje.

Literatura

1. **Bednarz Z.**, 1994: Niedobory wody przyczyną depresji przyrostowych u dębu (*Quercus robur* L.) w Puszczy Niepołomickiej. Sylwan 10: 29-41.
2. **Bruchwald A., Dudzińska M., Wirowski M.**, 1996: Model wzrostu dla drzewostanów dębu szypułkowego. Sylwan 10: 35-44.
3. **Dmyterko E.**, 1998: Metody określania uszkodzenia drzewostanów dębowych, Sylwan 10: 29-38.
4. **Müller E., Stierin H.R.**, 1990: Sanasilva Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Birmensdorf.

5. **Roloff A.**, 1989: Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Frankfurt am Main.
6. **Wawrzoniak J., Małachowska J., Wójcik J., Liwińska A.**, 1996: Stan uszkodzenia lasów w Polsce w 1995 roku na podstawie badań monitoringowych. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.

Summary

Verification of methods for defining damage to oak stands

The research concerned populational variability of defoliation, vitality and synthetical index of damage to trees in oak stands from different parts of Poland. The results give a basis for formulation of conclusions that are important for forest science and practice.

- Tree defoliation is a very varying feature. The causes of its variability as well as other features under study (vitality and synthetical index of damage to trees) are of populational and regional character. The populational variability of defoliation is bound to the tree stand damage level, which on its turn depends on environment contamination size, as well as on stand inventory features, especially on age and stand density degree. The regional variability of tree defoliation depends mainly on the natural environment decline level. It results from the study that the lowest mean value of defoliation occurred in oak stands of central Poland, while the highest one in tree stands growing on flooded broadleaf forests in the Wołów forest district. On the average for all tree stands under study the defoliation value was calculated as 38.4%, this qualifying those stands to the 2nd degree of medium damage according to the classification being in use in Europe (Wawrzoniak et al. 1996).
- When inventorying large forest tracts, the mean degree of their damage can be calculated by assessing defoliation on a certain number of sample trees. It results from the research, that the variability coefficient for this feature for oak stands in Poland is 37%. Assuming that the inventory method is based on independent drawing of lots and adopting the standard error in the defoliation per object as equal to 1% there is obtained the minimum sample containing about 1400 trees.
- Populational variability of tree defoliation can be assessed with standard deviation amounting to 10.7% and with its error equal to 3.6%. These results allow to find a minimum sample serving for defining the mean value of tree defoliation on stands. For the standard error adopted at the level of 5% the minimum sample contains 13 trees.
- The mean value of vitality in the stands under study is 1.3, and this evidences their rather strong damage. Most stands are located in the 1st class (68%) that means weakened trees, and in the 2nd class (30%) that means damaged trees. Scarce numbers of stands have been enlisted to the class 0 (non-damaged) and to the 3rd class (dying trees).

- The study results concerning tree vitality confirmed a relatively low degree of damage to oak stands in central Poland, as well as a rather high one concerning stands located along the Odra River within the Wołów forest district.
- The vitality is linked with defoliation and the power of this bond, when assessed with the correlation coefficient amounting to 0.846, is strong enough.
- The variability of vitality as measured with the mean value of standard deviation for trees in stands was 0.39 and the error of that feature was 0.18. For to define the mean value of stand vitality with the error equal to 0.25 it is enough to take a sample of 8 trees.
- The mean value of the synthetical index of damage to stands was 1.2 and it was a bit lower than the mean for vitality. Most stands were in the 1st class of the synthetical index (82%) and in the 2nd class (16%). The results of that research confirmed that oak stands in Poland show a rather high degree of damage.
- The synthetical index of tree damage is characteristic with its lesser variability as compared to vitality. The mean value of standard deviation for the synthetical index calculated for trees in stands was 0.35 and the error of that measure was 0.13. when defining the mean value of the index for stand with the error 0.25 it is enough to take a minimum sample amounting to 6 trees. Due to a relatively small size of the sample, the method for assessing damage to oak stands as based on the synthetical index of damage to trees can be used in the practise of forest ... surveys.

*The authors thank very sincerely Professor Dr. Andreas Roloff
from the Institute für Forstbotanik – Technische Universität Dresden)
with the seat in Tharandt, for consultations made.*

*]From the Section of Forest Management Surveys of the Forest Research Institute
in Warsaw, and the Chair of Forest Productivity of the Warsaw Agricultural University.*