

ROMAN WÓJCIK, RENATA CZARNECKA

Cechy morfologiczne korony jako wskaźnik uszkodzenia drzewostanów sosnowych

Morphological traits of crown as indicator of damage to pine stands

Abstract. In many countries of Europe, Poland also including, there are research and observations on pine carried out, for describing forest condition and mechanisms of damage arising in stands. The loss of assimilation apparatus in the indicator of damage to trees commonly used. This feature due to its variability in time and considerable dependence on weather conditions, does not reflect fully the real damage. Consequently additional (supporting) features for evaluation of damage to stands should be looked for.

It was proven in the report, that the mean loss of assimilation apparatus lessens along the increase of tree crown length. Trees of one-side crown shape form show greater damage than do trees with crowns of such types as typical, narrow, or dominant ones. Trees with long-shoot type of crown branching are specific for damage level being greater, in the average, than trees of short-shoot or typical type of branching. Trees with one-side crown shape form show damage being greater on the average than do trees with such crown shape forms as typical, narrow, and dominant. All the same, trees with dead-top type have greater damage of than trees with regularly formed live tops. Trees of transparent and broken up type of crown density are specific for clearly greater level of damage than do trees of normal crown density type.

Morphological features of pine crown be adopted as additional indicators, apart of loss of assimilation apparatus, for evaluation of damage to stands.

Wstęp

Istnieje wiele hipotez dotyczących przyczyn pogarszania się zdrowotności oraz zamierania lasów, ale żadna z nich nie jest uniwersalna. Lasy reagują na wszelkie oddziaływania i wpływy zewnętrzne zarówno o charakterze naturalnym, jak i antropogenicznym. Ich przebieg pozwala traktować lasy jako wskaźnik zmian przyrody, a stan lasów jako wyraz zagrożeń całego środowiska przyrodniczego (Ernst, Joosse-van Damme 1989, Rykowski 1993).

Lasy polskie są szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia powietrza, ponieważ głównymi gatunkami lasotwórczymi są drzewa iglaste (najmniej odporne na zanieczyszczenia powietrza). Bardzo duże znaczenie ma tutaj stan zdrowotny i sanitarny sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), ze względu na dominujący udział tego gatunku w ekosystemach leśnych Polski.

W wielu krajach Europy, w tym również w Polsce wykonuje się badania i obserwacje nad sosną, w celu określenia stanu lasów i mechanizmów powstawania uszkodzeń w drzewostanach. Powszechnie stosowanym wskaźnikiem uszkodzeń drzew jest ubytek aparatu asymilacyjnego. Cecha ta ze względu na swoją zmienność w czasie i dużą zależność od warunków pogodowych nie odzwierciedla w pełni rzeczywistego uszkodzenia. Należy więc szukać dodatkowych (wspomagających) cech do oceny uszkodzeń drzewostanów (Wójcik 1998).

Uszkodzenie drzew ocenia się najczęściej szacując ubytek (lub jego odwrotność, czyli pokrycie przez igliwie) w stosunku do jego potencjalnej masy (Fuchs 1984, Smykała 1985, UN-ECE...1989, Lesiński 1990, Smykała 1991, Dmyterko 1994b). Innym kryterium zastosowanym w metodach oceny uszkodzenia jest liczba roczników igieł, długość igieł, kształt igliwia (Gadzikowski 1971, Latocha, Cimander 1976). Niektóre metody uwzględniają przebarwienie igliwia (Niehaus 1989, Lesiński 1990, Lesiński, Dmyterko, Grzyb 1992).

Do określenia stanu zdrowotnego drzew sosny wykorzystuje się długość oraz kształt pędów (Niehaus 1989, Dmyterko 1994a). Ważnymi cechami diagnostycznymi, które świadczą o uszkodzeniu, są zastosowane w licznych metodach obumierające części koron (Lesiński 1990, Lesiński, Dmyterko, Grzyb 1992, Dmyterko 1994b).

W pracy podjęto próbę poszukiwania nowych indykatorów związanych z budową morfologiczną korony i wykazania zależności tych wskaźników od ubytku aparatu asymilacyjnego.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie wielkości ubytku aparatu asymilacyjnego w drzewostanach sosnowych różnych klas wieku i zbadanie związku tych zmian z wybranymi cechami morfologicznymi korony. Cel ten realizowano przez przyjęcie następującego zakresu badań:

- ocenę ubytku aparatu asymilacyjnego sosny zwyczajnej w roku 1998,
- badanie związku ubytku aparatu asymilacyjnego z cechami morfologicznymi korony takimi jak: długość korony, forma pokrojowa korony, typ wierzchołka, typ ugałęzienia, gęstość korony.

Obiekt badań

Badania wykonywano na terenie Puszczy Białej, w drzewostanach obrębu Jegiel, który jest częścią Nadleśnictwa Wyszaków. Lasy tego obrębu leżą na terenie województwa mazowieckiego, w gminie Brańszczyk. Ogólna powierzchnia wynosi 6941,03 ha, z tego powierzchnia leśna 6451,09 ha. Jest to duży kompleks lasów, rozpościerający się od wsi Poręba i Tuchlin na wschodzie do Natalina pod Wyszakowem na zachodzie (Plan... 1987, Kaczyńska 1993).

Lasy obrębu Jegiel pod względem geograficznym wg podziału Polski na jednostki fizyczno-geograficzne dokonanego przez Kondrackiego (Plan ...1987) znajdują się w Mezoregionie Międzyrzecza Łomżyńskiego, w Mikroregionie Puszczy Białej. W podziale Polski na jednostki przyrodniczo-leśne lasy te umieszczono w IV Krainie Mazowiecko-Podla-

skiej, 5. dzielnicy Niziny Podlaskiej i Wysoczyzny Siedleckiej (Plan ...1987). W składzie gatunkowym obrębu Jegiel przeważa sosna zwyczajna. Inne gatunki występują w niewielkim udziale. Dominują siedliska borowe (bór mieszany świeży i bór świeży) oraz występujące znaczny udział lasu mieszanego świeżego (las mieszany świeży).

Materiał badawczy

Materiał badawczy zebrano na 50 stałych losowych powierzchniach próbnych o jednakowej liczbie 15 drzew, założonych w lipcu 1988 r. w obrębie Jegiel w Nadleśnictwie Wyszaków. Powierzchnie próbne znajdują się w drzewostanach sosnowych III-IV klasy wieku, występujących na siedlisku boru świeżego i boru mieszanego świeżego. Na powierzchniach tych od roku 1988 prowadzone są okresowe badania zmian ilościowych aparatu asymilacyjnego drzew I, II i III klasy Krafca (Borecki 1991, Kaczyńska 1993, Wójcik 1998). W 1999 roku określono ponadto następujące cechy morfologiczne koron wszystkich ocenianych drzew: długość korony drzewa, forma pokrojowa korony, typ wierzchołka, typ ugałęzienia i gęstość korony.

Metodyka prac

Prace terenowe

Ubytek aparatu asymilacyjnego został określony metodą szacunku wzrokowego. W celu ujednoczenia oceny posłużono się barwnym atlasem ubytku aparatu asymilacyjnego drzew leśnych (Borecki, Keczyński 1992). Przy ocenie ubytku przyjęto następujące założenia:

- nieuszkodzona sosna zwyczajna ma przeciętnie trzy roczniki igieł oraz nierównomierne rozmieszczenie aparatu asymilacyjnego w obrębie korony (w niższych partiach korony mniej roczników igieł),
- procesem przejściowym i naturalnym jest, że najmłodsze pędy w dolnych żywych partiach korony nie są całkowicie pokryte igliwem w miejscach gdzie rozwijają się kwiatostany męskie w okresie wiosennym,
- nie są ubytkiem aparatu asymilacyjnego gałęzie i drobne pędy w dolnej lub środkowej części korony, które uschły lub zamarły w wyniku naturalnego procesu konkurencji o światło,
- nie ma wpływu na ocenę przerzedzenia koron, jeżeli wynika to z ich specyficznej formy pokrojowej (grube gałęzie, długie przyrosty, rozłożysta korona).

Definicje cech morfologicznych korony

Długość korony

Jako długość korony przyjęto odległość liczoną od osadzenia na pniu pierwszej żywej gałęzi, mającej kontakt z innymi żywymi gałęziami, aż do wierzchołka drzewa. Długość korony obliczono z zaokrągleniem do 0,5 m, jako różnicę wysokości drzewa i wysokości osadzenia korony na pniu.

Forma pokrojowa korony

Formę pokrojową określono na podstawie własnej klasyfikacji. Wyróżniono cztery typy formy pokrojowej korony:

- typowa; symetryczna względem osi strzały, zwężająca się ku górze (stożkowata),
- wąska; symetryczna względem osi strzały (cylindryczna, walcowata),
- rozpieracz; korona symetryczna, silnie rozgałęziona na boki,
- jednostronna; niesymetryczna, przytłumiona z jednej strony, nieco chorągiewkowata.

Typ wierzchołka

Na podstawie własnej klasyfikacji określono trzy typy wierzchołka:

- prawidłowo wykształcony – pęd główny wyraźnie wykształcony, dłuższy od pędów bocznych,
- parasolowaty (niewykształcony) – brak wyraźnego pędu wierzchołkowego, pędy boczne częściowo przejęły rolę wierzchołka,
- suchoczub – brak pędu wierzchołkowego lub pęd uschnięty, brak pędów bocznych zastępujących pęd wierzchołkowy.

Typ ugałężenia

Wyróżniono trzy typy ugałężenia:

- typowy – pędy i igły normalnej długości,
- długopędowy – długie pędy (przyrosty roczne pędów), długie igły,
- krótkopędowy – krótkie pędy (przyrosty roczne pędów), krótkie igły.

Gęstość korony

Wyróżniono trzy typy gęstości korony:

- normalna – systemy pędów równomiernie rozmieszczone w koronie drzewa,
- ażurowa (przerzedzona) – systemy pędów nierównomiernie rozmieszczone w koronie drzewa,
- rozczłonkowana – korona podzielona na fragmenty, w niektórych fragmentach korony drzewa systemy pędów rozmieszczone równomiernie, w pozostałych nierównomiernie.

Kameralne opracowanie wyników

Dla każdej z ocenianych cech morfologicznych korony określono średni ubytek aparatu asymilacyjnego. Istotność różnic statystycznych między średnimi wartościami ubytku aparatu asymilacyjnego dla klas w obrębie cech morfologicznych zbadano testem Duncana. Obliczona została zależność ubytku aparatu asymilacyjnego od cech morfologicznych

TABELA
Stopnie uszkodzeń aparatu asymilacyjnego

Stopień uszkodzenia	Procentowy ubytek aparatu asymilacyjnego
0 – bez uszkodzeń (drzewa zdrowe)	0-10%
1 – uszkodzenia słabe	11-25%
2 – uszkodzenia średnie	26-60%
3 – uszkodzenia silne powyżej	>60%

korony. Analizowano również występowanie określonych cech morfologicznych korony w zależności od stanowiska biosocjalnego (klasa Krafta) oraz w zależności od stopnia uszkodzenia według klasyfikacji europejskiej (tab.)

Wyniki badań i dyskusja

Ubytek aparatu asymilacyjnego a długość korony

W 1998 roku średni ubytek aparatu asymilacyjnego wyniósł 19,6% – czyli drzewostany charakteryzowały się małym stopniem uszkodzenia.

Stwierdzono, że istnieje zależność między średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego a długością korony ($r=0,28$, $n=636$). Wraz ze wzrostem długości korony drzewa maleje średni ubytek aparatu asymilacyjnego. Drzewa o długich koronach wykazują mniejszy stopień uszkodzenia niż drzewa o koronach krótkich. Zależność ta jest związana z pozycją biosocjalną zajmowaną przez drzewa w drzewostanie oraz procesem eliminacyjno- selekcyjnym, które są konsekwencją wpływu warunków świetlnych na rozwój drzew. Dostęp światła do koron drzew wpływa na aktywność fizjologiczną drzew (np. procesy wzrostowe).

Z uzyskanych danych wynika, że drzewa zajmujące wyższe stanowisko biosocjalne w drzewostanie mają dłuższe korony niż drzewa zajmujące niższe pozycje socjalne w drzewostanie. Średnia długość koron drzew należących do I klasy Krafta wyniosła 8,26 m. Średnia długość koron drzew należących do II klasy Krafta wyniosła 7,12 m zaś drzew zakwalifikowanych do III klasy Krafta 4,88 m.

Tendencję zmniejszania się uszkodzeń koron drzew wraz ze wzrostem długości koron można tłumaczyć lepszą kondycją życiową drzew mających dłuższe korony, która jest wynikiem wpływu warunków świetlnych na ich wzrost i rozwój.

Ubytek aparatu asymilacyjnego a forma pokrojowa korony

Analiza średniego ubytku aparatu asymilacyjnego w 1998 roku dla form pokrojowych korony wykazała, że najbardziej uszkodzone są drzewa zaklasyfikowane do grupy drzew o koronach jednostronnych. Średni ubytek aparatu asymilacyjnego dla drzew o typie formy pokrojowej jednostronnej wynosi 32%, co kwalifikuje je do drzew o stopniu uszkodzenia średnim. Drzewa należące do pozostałych grup charakteryzują się niższym poziomem uszkodzenia. Średni ubytek aparatu asymilacyjnego dla formy pokrojowej typowej wyniósł

18,6%, dla formy pokrojowej wąskiej 16,4% zaś dla formy pokrojowej typu rozpieracz 20,2%. Drzewa o formie pokrojowej typowej, wąskiej i rozpieracza należą do grupy drzew o słabym stopniu uszkodzenia.

Zastosowany wielokrotny test rozstępu Duncana wykazał istotne statystycznie różnice między średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla formy pokrojowej jednostronnej i średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla pozostałych wyróżnionych form pokrojowych. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic między średnimi ubytkami aparatu asymilacyjnego dla tych form pokrojowych. Drzewa o koronach jednostronnych wystąpiły w II i III klasie Krafta. W II klasie Krafta stanowiły one 5% drzew należących do tej klasy zaś w III klasie Krafta stanowiły one 32% drzew należących do tej klasy. Zaobserwowane większe uszkodzenie drzew o formie pokrojowej jednostronnej, może być wynikiem trudniejszego dostępu światła (w III klasie Krafta), ale również ta forma korony (mniejsza ilość aparatu asymilacyjnego) może powodować ograniczenie asymilacji i w związku z tym większe uszkodzenie tych drzew. Niedobór insolacji wpływa negatywnie na rozwój drzew i może decydować o kształtowaniu się pokroju drzewa (np. ocienienie boczne).

W celu wyeliminowania wpływu stanowiska biosocjalnego drzewa na formę pokroju korony drzewa przeprowadzono wielokrotny test rozstępu Duncana z wyłączeniem drzew należących do III klasy Krafta. Otrzymane wyniki potwierdziły wcześniej uzyskane zależności, ze względu na niewielki udział w populacji drzew III klasy Krafta.

Ubytek aparatu asymilacyjnego a typ wierzchołka korony

Stwierdzono, że największym średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego charakteryzują się drzewa zakwalifikowane do grupy o typie wierzchołka suchoczub. Średni ubytek aparatu asymilacyjnego dla tych drzew wynosi 50,6% co kwalifikuje je do grupy drzew o średnim stopniu uszkodzenia. Drzewa o typie wierzchołka prawidłowo wykształconego i parasolowatego charakteryzują się podobnym stopniem uszkodzenia, który wynosi odpowiednio 18,3% i 21,2%, co kwalifikuje je do drzew o słabym stopniu uszkodzenia.

Wyniki zastosowanego wielokrotnego testu rozstępu Duncana wykazały, że istnieją istotne statystycznie różnice między średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla typu wierzchołka suchoczub, a średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla takich typów wierzchołka jak prawidłowy i parasolowaty. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic między średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla typu wierzchołka prawidłowego i średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla typu wierzchołka parasolowatego.

Drzewa o typie wierzchołka suchoczub stanowią 3% przebadanych drzew. Wystąpiły one w niewielkim stopniu w I i II klasie Krafta (stanowiły 1% drzew w każdej z tych klas). Większym udziałem tych drzew charakteryzuje się III klasa Krafta (20% drzew tej klasy). Drzewa o typie wierzchołka suchoczub najliczniej wystąpiły w III klasie Krafta. W celu wyeliminowania wpływu stanowiska biosocjalnego drzewa na typ wierzchołka korony wykonano wielokrotny test rozstępu Duncana z wyłączeniem drzew należących do III klasy Krafta. Otrzymane wyniki potwierdziły wcześniej uzyskane zależności. Stanowisko biosocjalne nie miało więc wpływu na uzyskane wyniki, ze względu na niewielki udział drzew III klasy Krafta.

Ubytek aparatu asymilacyjnego a typ ugałęzienia korony

Największym ubytkiem aparatu asymilacyjnego charakteryzowały się drzewa zaliczone do grupy drzew o ugałęzieniu długopędowym. Średnia wartość ubytku aparatu asymilacyjnego dla tego typu drzew wyniosła 22,9%, co kwalifikuje je do drzew o stopniu uszkodzenia słabym. Wartość średniego ubytku aparatu asymilacyjnego dla typu ugałęzienia typowego wynosi 19,2%, zaś dla typu ugałęzienia krótkopędowego – 18,3%.

Zastosowany wielokrotny test rozstępu Duncana wykazał, że istnieje istotna statystycznie różnica między średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla typu ugałęzienia typowego i krótkopędowego a średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego typu długopędowego. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic między średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla typu ugałęzienia krótkopędowego i typowego.

Drzewa zaliczone do typu ugałęzienia długopędowego występują we wszystkich klasach Krafta. W I klasie Krafta stanowią one 14% drzew tej klasy, w klasie II – 11% zaś w III klasie Krafta stanowią 5% tej klasy.

Krótkie pędy i krótkie igły niekoniecznie muszą odzwierciedlać niekorzystny stan danego drzewa, lecz mogą być jego cechą osobniczą, mogą również wpływać na subiektywność oceny tych drzew. Typ ugałęzienia długopędowego sprawia wrażenie, że korony tych drzew są ażurowe i obserwator może zawyżać ubytek aparatu asymilacyjnego w trakcie oceny.

Ubytek aparatu asymilacyjnego a gęstość korony

Stwierdzono, że największym ubytkiem aparatu asymilacyjnego charakteryzowały się drzewa zaliczone do grup o koronach ażurowych i rozczłonkowanych. Średni ubytek aparatu asymilacyjnego dla obu typów był na podobnym poziomie i wynosił odpowiednio 31,4% i 30,8%. Średni ubytek aparatu asymilacyjnego dla typu gęstości normalnej wyniósł 18%.

Wyniki zastosowanego wielokrotnego testu rozstępu Duncana wykazały, że istnieją statystycznie istotne różnice między średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla typu gęstości normalnej i średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla typu gęstości ażurowej oraz dla typu gęstości rozczłonkowanej.

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic między średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla typu gęstości ażurowej i średnim ubytkiem aparatu asymilacyjnego dla typu gęstości rozczłonkowanej.

Drzewa zaliczone do typu gęstości normalnej są najliczniej reprezentowane w każdej z klas Krafta (73-89% udziału każdej z klas). Drzewa zaliczone do typu gęstości ażurowej występują w podobnym udziale i stanowią około 9% drzew każdej z klas Krafta. Drzewa zaliczone do typu gęstości rozczłonkowanej stanowią 2% udziału w klasie I i II Krafta oraz 18% udziału drzew III klasy Krafta.

Analizując wyniki obserwacji stwierdzono, że drzewa wykazujące największe uszkodzenie koron zaliczone są do typu gęstości ażurowej i rozczłonkowanej. Drzewa te występują w podobnym udziale w każdej klasie Krafta, dlatego stan ten nie jest powodowany konkuren-

cją o światło. Wynik ten może być związany z subiektywną oceną drzew np. zawyżaniem ubytku aparatu asymilacyjnego takich drzew.

Wnioski

- Wraz ze wzrostem długości korony drzewa, maleje średni ubytek aparatu asymilacyjnego. Zależność ta związana jest z pozycją biosocjalną zajmowaną przez drzewa w drzewostanie oraz procesem eliminacyjno - selekcyjnym, które są konsekwencją wpływu warunków świetlnych na rozwój drzew.
- Drzewa o formie pokrojowej korony jednostronnej wykazują przeciętnie większe uszkodzenie niż drzewa o formach pokrojowych takich jak: typowa, wąska, rozpięta. Podobnie drzewa o typie wierzchołka suchoczub charakteryzują się większym uszkodzeniem niż drzewa o wierzchołku prawidłowo wykształconym i parasolowatym.
- Drzewa o długopędowym typie ugałęzienia korony charakteryzują się średnio nieco większym stopniem uszkodzenia niż drzewa o typie ugałęzienia krótkopędowym i typowym. Korony długopędowe jako bardziej ażurowe, mogą być przyczyną zawyżania przez obserwatorów procentowego ubytku aparatu asymilacyjnego.
- Drzewa o ażurowym i rozczłonkowanym typie gęstości korony charakteryzują się wyraźnie większym stopniem uszkodzenia niż drzewa o typie gęstości normalnej.
- Cechy morfologiczne korony sosny można przyjąć jako dodatkowe bioindykatory, oprócz ubytku aparatu asymilacyjnego, do oceny uszkodzenia drzewostanów.

*Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa
SGGW*

*ul. Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa
wojcik@forest.sggw.waw.pl*

Literatura

1. **Borecki T.** (1991): Ocena stanu zdrowotnego lasu na podstawie stałych powierzchni próbnych. Metody oceny stanu i zmian zasobów leśnych. SGGW, Warszawa.
2. **Borecki T., Keczyński A.** (1992): Atlas ubytku aparatu asymilacyjnego drzew leśnych. Agencja Reklamowa "Atut", Warszawa.
3. **Czarnecka R.** 2000. Analiza uszkodzeń drzewostanów sosnowych na podstawie stanu korony. Praca magisterska w KULGiEL SGGW.
4. **Dmyterko E.** (1994a): Metoda drzewostanowa w ocenie uszkodzenia lasu. W: III Krajowe Sympozjum, Kórnik 1994. Red. Siwecki R. Sorus, Poznań: 287-295.
5. **Dmyterko E.** (1994b): Metodyka określania stopnia uszkodzenia drzewostanów sosnowych przez imisje przemysłowe. Prace IBL. Seria A, nr 782: 127-155.

6. **Ernst W., Joosse-van Damme E.** (1989): Zanieczyszczenia środowiska substancjami mineralnymi – skutki biologiczne. PWRiL, Warszawa.
7. **Fuchs Z.** (1984): Wyniki inwentaryzacji wielkopowierzchniowej – stan sanitarny lasów. *Las Polski* 5: 6-10.
8. **Gadzicki R.** (1971): Oddziaływanie Zakładów Azotowych na lasy w latach 1967-1970. *Sylvan* 6: 1-10.
9. **Kaczyńska E. M.** (1993): Zastosowanie stałych powierzchni próbnych do oceny stanu zdrowotnego drzewostanów Nadleśnictwa Wyszaków. Praca dyplomowa wykonana w KULiGL SGGW.
10. **Latocha E., Cimander B.** (1976): Stan zanieczyszczeń powietrza w lasach Górnośląskich i Krakowskiego Okręgu Przemysłowego. *Sylvan* 11: 19-25.
11. **Lesiński J.** (1990): Zróżnicowanie reakcji sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) występującej w drzewostanach Krakowskiego Okręgu Przemysłowego na oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Rozprawa habilitacyjna nr 146, Kraków.
12. **Lesiński J., Dmyterko E., Grzyb M.** (1992): Skandynawska metoda oceny uszkodzenia sosny i świerka. *Sylvan*: 19-31.
13. **Niehaus G.** (1989): Terrestrische Zustandserfassung von Kiefernkrone (Pinus sylvestris). *Forst und Holzwirt* 8: 200-206.
14. Plan urządzania lasu dla nadleśnictwa Wyszaków na lata 1987-1996. Wykonawca: Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej Oddz. Warszawa.
15. **Rykowski K.** (1993): Lasy. W: Stan środowiska w Polsce. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska i Centrum Informacji o Środowisku GRID, Warszawa: 43-52.
16. **Smykała J.** (1985): Stan zdrowotny i sanitarny lasu w organizacji gospodarczej Lasy Państwowej w świetle wyników wielkopowierzchniowej inwentaryzacji. *Sylvan* 2: 19-31.
17. **Smykała J.** (1991): Stan zdrowotny i sanitarny lasu w organizacji gospodarczej Lasy Państwowej w świetle kryteriów europejskich. *Sylvan* 4/6: 13-24.
18. UN-ECE: Forest damage and Air Pollution. Report of the 1988 forest damage survey in Europe. PCC ICP. Global Environ. Monitoring System 1989.
19. **Wójcik R.** (1998): Analiza zmian ilościowych aparatu asymilacyjnego w drzewostanach sosnowych. Rozprawa doktorska wykonana w KULiGL SGGW.

Summary

Morphological traits of crown as indicator of damage to pine stands

In many countries of Europe, Poland also including, there are research and observations on pine carried out, for describing forest condition and mechanisms of damage arising in stands. The loss of assimilation apparatus is commonly used indicator of damage to trees. This feature due to its variability in time and a considerable dependence on weather conditions, does not reflect finny the real damage. Consequently additional (supporting) features for evaluation of damage to stands should be sought.

An attempt of finding new indicators bound to crown morphology structure and showing relationship between those indicators and the loss assimilation apparatus was undertaken in the report.

The research material was collected in the years 1998-1999 on permanent random sample plots of the equal number of 15 trees, established in the Jegiel sub district the Wyszaków Forest District. The sample plots were established in pine stands of III-VI age class, on fresh-soil coniferous and fresh soil mixed coniferous forest sites.

It was found in the report work, that mean loss of assimilation apparatus decreases along the increase of mean tree crown length. Trees with one-side crown shape form show greater damage than trees with crowns of such types as typical, narrow, or dominant ones. Trees with long-shoot branches are more damaged than short- shoot or typical form trees. Trees with dead tops have greater damage than trees with regular healthy tops. Trees with crowns of transparent and broken up density type are apparently more damaged than those of normal density type.

Morphological traits of pine tree crown can be adopted as additional bio indicators, apart of loss of assimilation apparatus, for evaluation of damage to stands.