

JAROSŁAW SOCHA, WOJCIECH OCHAŁ

## **Tendencja wzrostowa wierzchołka i stopień defoliacji koron drzew w drzewostanach sosnowych wzrastających w wybranych regionach przemysłowych Polski południowej\***

Apex growth trend and crown defoliation in pine stands growing  
in the selected industrial regions of southern Poland

**Abstract.** Tree-top growth trend and the degree of crown defoliation in pine stands growing in industrial regions of Tarnobrzegskie Zagłębie Siarkowe (Tarnobrzeg Sulphur Mines), Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy (Legnicko-Głogowski Copper Centre) and Miesteczko Śląskie (Silesian Town) were assessed using the criteria developed by Bruchwald and Michalak [1, 2]. It was found that growth inhibition depended on the industrial impact zones and that it increased with the age of stand. Crown defoliation in stands of young and middle age classes was similar in all the industrial impact zones while in the oldest stands it was greater with the increasing industrial impact.

**Key words:** industrial damage zones, pine stands, crown defoliation, tree-top, growth trend

**S**tan aparatu asymilacyjnego oraz przyrost pędu wierzchołkowego to charakterystyczne cechy świadczące o kondycji zdrowotnej drzew. Żywo zielona barwa igieł sosny oraz utrzymywanie się ich na pędzie przez okres dłuższy niż trzy lata świadczy o wyjątkowo korzystnych warunkach wzrostu (Białobok i in. 1993; Mańka, Przezbórski 1987). Pod wpływem skażenia środowiska przyrodniczego emisjami przemysłowymi dochodzi do zmian zabarwienia igliwia, a także do zmniejszenia jego żywotności, co prowadzi do przebarwienia koron. Reakcja poszczególnych drzew na niekorzystne czynniki jest uzależniona od ich odporności i uwarunkowana jest przede wszystkim genetycznie. Może ona

\* Praca została wykonana w ramach realizacji projektu nr 5 P06H 035 14, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

ulegać zmianie wraz z wiekiem drzew, jak i stężeniem zanieczyszczenia powietrza toksycznymi substancjami.

Stopień defoliacji koron drzew w drzewostanie ma praktyczne znaczenie przy wyznaczaniu stref uszkodzeń przemysłowych (Dmyterko 1987). Badania nad zależnością rozmiaru defoliacji i uszkodzenia pędu wierzchołkowego od wieku drzewostanu przeprowadził Bruchwald i Michalak (1991) w drzewostanach nadleśnictwa Olkusz i Świerklaniec (1991).

Celem pracy jest określenie struktury stopnia defoliacji koron oraz ocena tendencji wzrostowej wierzchołka sosen w zależności od ich wieku i strefy uszkodzenia przemysłowego. Badania wykonano w drzewostanach sosnowych wznoszących się w rejonie Tarnobrzkiego Kombinatoru Siarkowego, Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego oraz Miasteczka Śląskiego.

## **Materiał badawczy i metodyka badań**

Materiał badawczy stanowią wyniki pomiarów wykonanych na 43 stałych powierzchniach badawczych, na których Zakład Dendrometrii AR w Krakowie prowadzi okresowe pomiary od 1976 roku. Szczegółowy opis powierzchni podano m.in. w pracach Orła (1995, 1998). Ostatnią inwentaryzację wykonano na przełomie lat 1998 i 1999. Poza podstawowymi pomiarami dendrometrycznymi, zgodnie z metodyką podaną przez Bruchwalda i Michalaka (1991), oszacowano stopień defoliacji korony oraz tendencję wzrostową wierzchołka każdego drzewa.

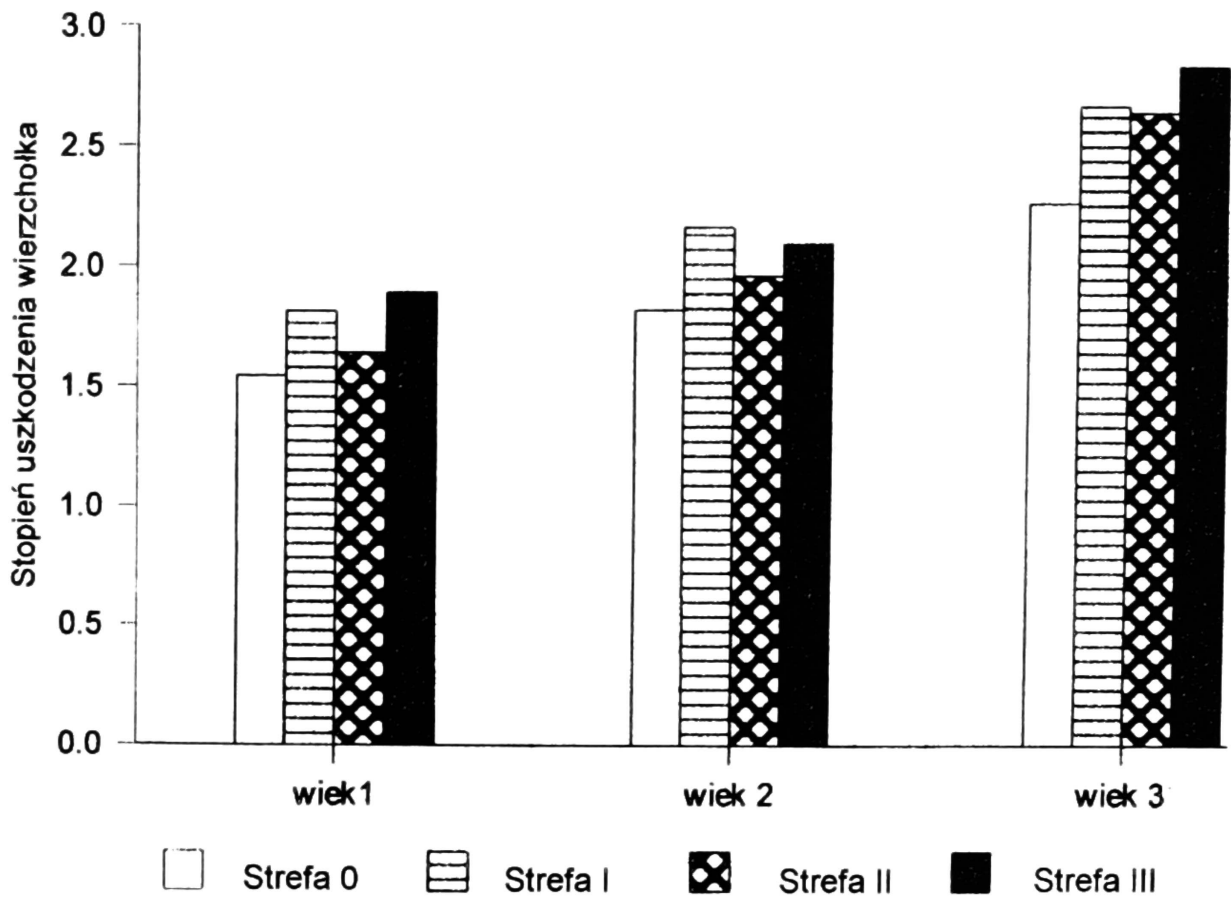
Drzewa podzielono na trzy klasy ażurowości (świetlistości) korony. Do pierwszej zaliczono te, u których występowały co najmniej 3 roczniki igieł, z zieloną koroną bez żółtych przebarwień o długości powyżej 30% wysokości. Klasę drugą stanowiły drzewa, u których występowało mniej niż 3 a więcej niż 1,5 rocznika igieł, z koronami miejscami przebarwionymi na żółto o długości od 15 do 30% wysokości pnia. Do trzeciej klasy zaliczono drzewa, u których liczba roczników igieł była mniejsza niż 1,5 a korona była bardzo silnie przebarwiona, a jej długość nie przekraczała 15% długości pnia. Poszczególne klasy do celów obliczeniowych oznaczono cyframi od 1 do 3.

Tendencję wzrostową (wskaźnik zahamowania wzrostu wierzchołka) oszacowano wzorowo w skali od 1 do 4 na podstawie stosunku długości pędu wierzchołkowego do pędów bocznych. Cyfrą 1 oznaczono drzewa, których wierzchołek był dłuższy niż pędy boczne (normalnie wykształcony wierzchołek), cyfrą 2 drzewa o wierzchołku równym długości pędów bocznych (zahamowany przyrost wierzchołkowy). Drzewa o wierzchołku krótszym od pędów bocznych (silnie zahamowany przyrost wierzchołkowy) oznaczono cyfrą 3 zaś cyfrą 4 drzewa o wierzchołku martwym.

W pracy wykonano analizę związku tendencji wzrostowej wierzchołka i defoliacji koron z wiekiem oraz strefą zagrożenia przemysłowego drzewostanu.

## **Wyniki badań**

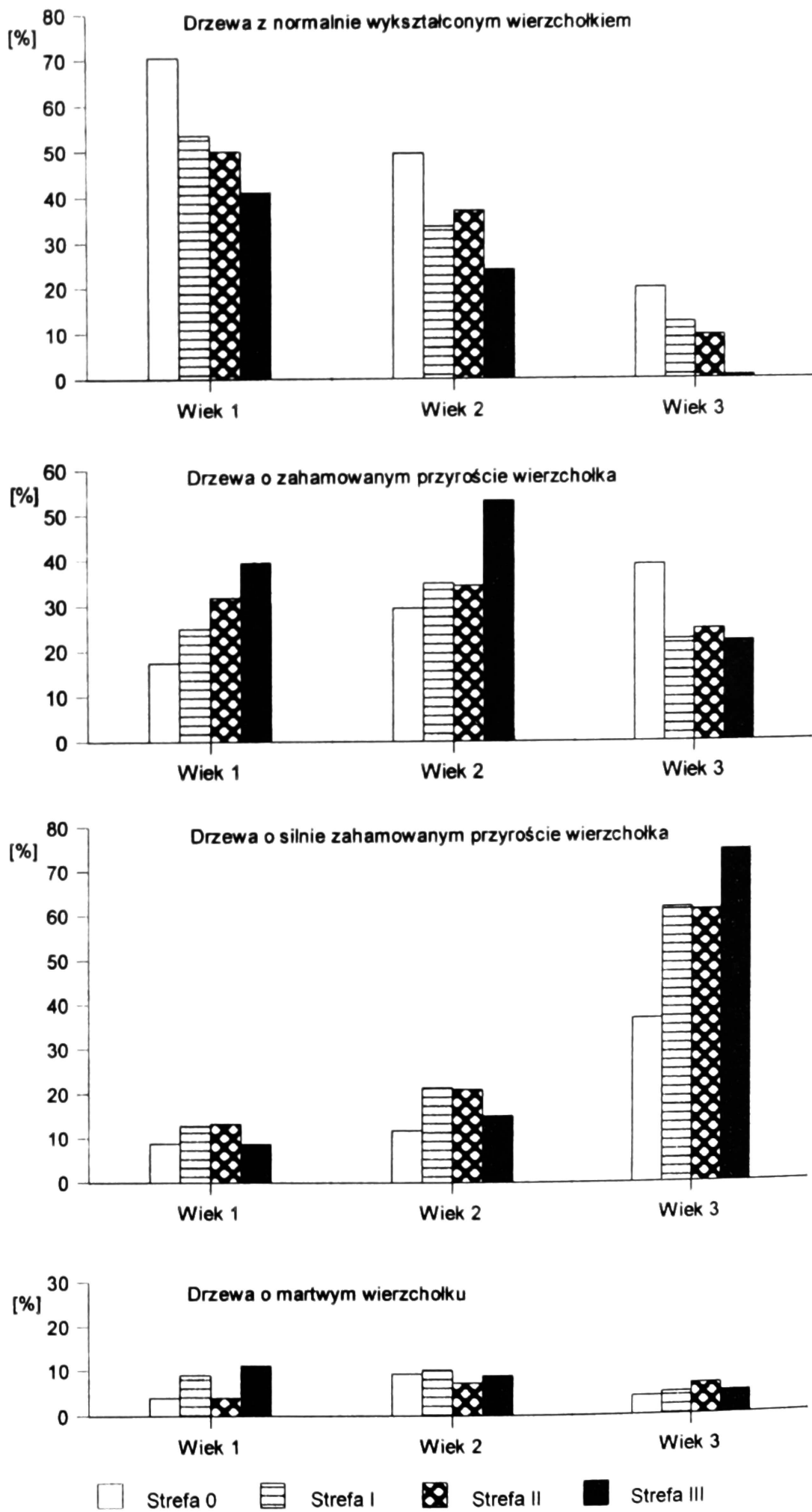
Stopień zahamowania wzrostu wierzchołka drzew związany jest z wiekiem drzewostanu. W drzewostanach najstarszych (wiek 3) jest on największy, w drzewostanach młodszych



RYC. 1. Średni stopień uszkodzenia wierzchołka w zależności od wieku drzewostanu i strefy zagrożenia przemysłowego (wiek 1 – drzewostany najmłodsze, wiek 2 – drzewostany w średnim wieku, wiek 3 – drzewostany najstarsze)

klas wieku (wiek 1) – najmniejszy (ryc. 1). Wynik ten jest zgodny z ogólnymi prawidłowościami wzrostu, drzewa starsze mają słabszy przyrost na wysokość, w związku z tym zahamowanie wzrostu wierzchołka jest w ich przypadku silniejsze. Taka prawidłowość występuje we wszystkich strefach uszkodzeń. Średnie wartości wskaźników tendencji wzrostowej wierzchołka drzewostanów w tym samym wieku związane są ze strefą uszkodzenia przemysłowego. Drzewostany wzrastające w zerowej strefie uszkodzenia przemysłowego na ogół charakteryzują się najmniejszym, a drzewostany wzrastające w trzeciej strefie uszkodzenia największym średnim stopniem zahamowania wzrostu wierzchołka. W drzewostanach młodszych i średnich klas wieku różnice pomiędzy poszczególnymi strefami są mniejsze, a zahamowanie wzrostu wierzchołka nie zawsze zmienia się zgodnie ze strefą (w strefie II było ono nawet niższe niż w strefie I). Wyraźne różnice pomiędzy strefą wolną od uszkodzeń (0), a strefą silnych uszkodzeń (III) obserwuje się w drzewostanach starszych klas wieku. W strefach I i II tendencja wzrostowa osiąga zbliżone wartości średnie.

Udział drzew z normalnie wykształconym wierzchołkiem związany jest z wiekiem drzewostanu i najwyższy jest w drzewostanach najmłodszych a najniższy w drzewostanach najstarszych (ryc. 2). Jednocześnie występują wyraźne różnice w udziale tych drzew w poszczególnych strefach uszkodzenia. Niezależnie od wieku drzewa z normalnie wykształconym wierzchołkiem stanowią najliczniejszą grupę w strefie 0. Udział tych drzew spada systematycznie w kolejnych strefach osiągając najniższe wartości w strefie III. Udział drzew z nieznacznie zahamowanym przyrostem wysokości jest w poszczególnych klasach



RYC. 2. Procentowy udział drzew o różnym stopniu uszkodzenia wierzchołka w zależności od wieku drzewostanu i strefy zagrożenia przemysłowego

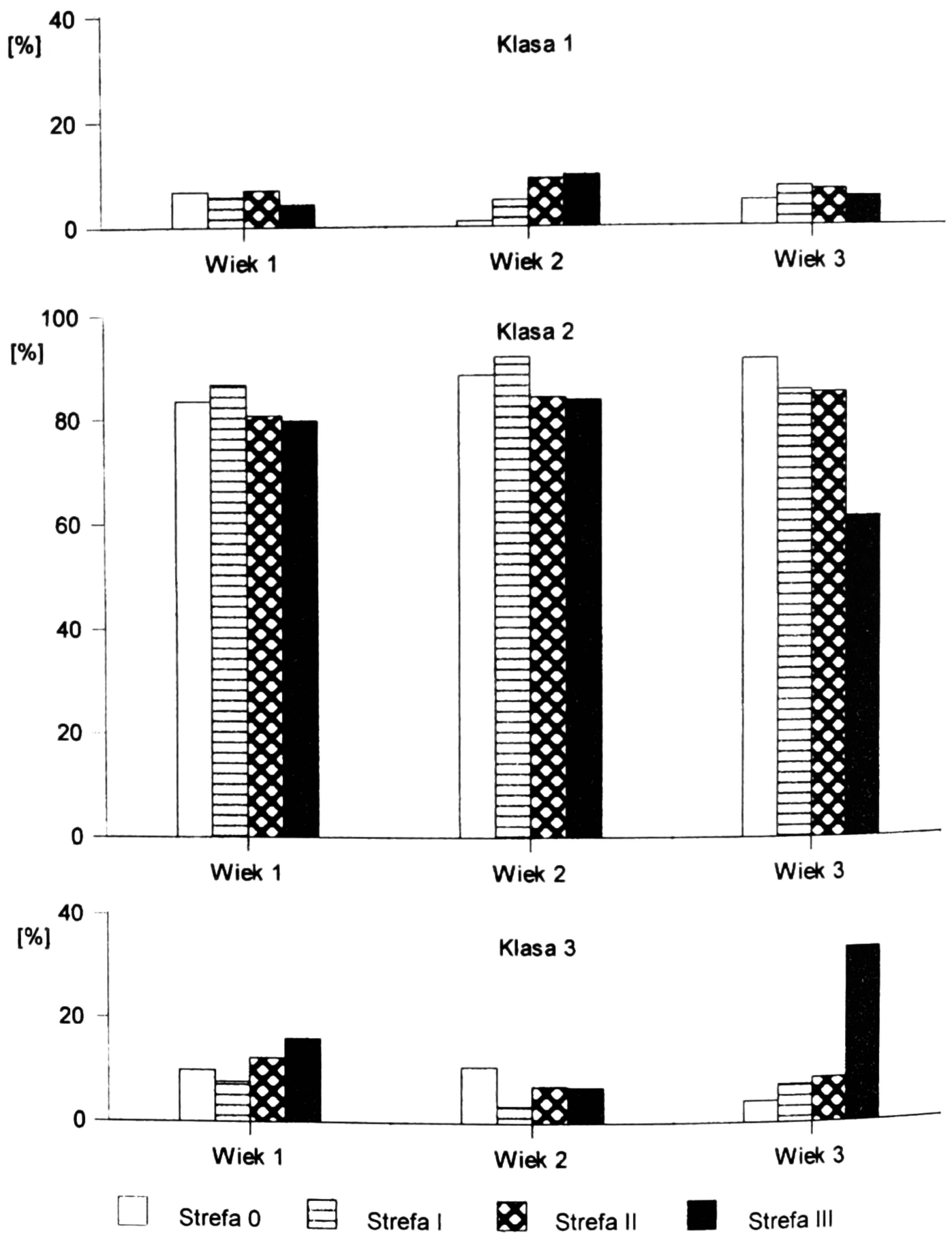
wieku zbliżony i wynosi średnio od 26,7% w drzewostanach starszych klas wieku do 35,98% w drzewostanach średnich klas wieku. Udział tych drzew w drzewostanach młodszych i średnich klas wieku nieznacznie wzrasta od strefy 0 do strefy III. W drzewostanach najstarszych największy jest natomiast w strefie wolnej od uszkodzeń przemysłowych a najmniejszy w III strefie – najsilniejszych uszkodzeń. Drzewa z silnie zahamowanym przyrostem pędu wierzchołkowego stanowią największy udział w drzewostanach najstarszych, a najmniejszy w drzewostanach najmłodszych. Jedynie w przypadku drzewostanów najstarszych udział ten jest największy w strefie III, w pozostałych grupach wiekowych nie zauważa się jego związku ze strefą. Udział drzew z martwym wierzchołkiem nie wykazuje wyraźnego związku ani z wiekiem, ani też ze strefą uszkodzenia, wynosi on średnio od 5,05% w drzewostanach w średnim wieku do 8,57% w drzewostanach najmłodszych.

Stopień defoliacji koron drzew nie wykazuje związku z wiekiem drzewostanu. W drzewostanach najmłodszych wynosi on średnio 2,09 i tylko nieznacznie spada (do 2,06) w drzewostanach średnich i starszych klas wieku (tab.). Nie stwierdzono również znacznych różnic w średnich wartościach świetlistości koron w strefach uszkodzenia. W drzewostanach najmłodszych średnia wartość klasy świetlistości wynosiła od 2,06 w strefach I i II do 2,21 w strefie III. Spośród drzewostanów średnich klas wieku najmniejszą średnią świetlistości zanotowano w strefie II (2,01) a największą w strefie 0 (2,15). W przypadku starodrzewi najmniejszą wartość tej cechy wykazywały drzewostany w pierwszej, a największą drzewostany w III strefie uszkodzeń.

Analizując strukturę ażurowości korony stwierdzono występowanie znacznych dysproporcji w liczbie drzew poszczególnych klas. Drzewa pierwszej klasy niezależnie od wieku jak i strefy uszkodzeń stanowią nieznaczny udział, nie przekraczający 10% (ryc. 3). Druga klasa świetlistości w drzewostanach najmłodszych i średnich klas wieku wynosi od 80 do 92% i nie wykazuje związku ze strefą uszkodzeń. W drzewostanach starszych klas wieku udział tych drzew zmienia się w zależności od strefy uszkodzeń. W drzewostanach najsilniej uszkodzonych udział drzew tej klasy stanowi 61%, w strefie I i II rośnie do około 85%, największy jest w drzewostanach nieuszkodzonych, gdzie wynosi 91%. Udział drzew z silnie przerzedzoną koroną (3 klasa) w drzewostanach najmłodszych i średnich klas wieku

TABELA  
Średnia świetlistość koron drzew w zależności od wieku i strefy uszkodzenia drzewostanu

| Strefa uszkodzeń | Grupy wiekowe drzewostanów |                             |                        |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|
|                  | drzewostany najmłodsze     | drzewostany w średnim wieku | drzewostany najstarsze |
| Strefa 0         | 2,08                       | 2,15                        | 2,05                   |
| Strefa I         | 2,06                       | 2,03                        | 1,99                   |
| Strefa II        | 2,06                       | 2,01                        | 2,03                   |
| Strefa III       | 2,21                       | 2,03                        | 2,34                   |
| Razem            | 2,09                       | 2,06                        | 2,06                   |



RYC. 3. Udział drzew o różnym stopniu defoliacji (klasy 1-3) w strefach uszkodzenia i grupach wiekowych drzewostanów

nie jest wyraźnie związany ze strefą uszkodzeń i stanowi od 3 do 16%. W drzewostanach najstarszych drzewa te stanowią od 4 do 33% ogółu liczby drzew a ich udział wzrasta kolejno od strefy 0 do strefy III.

## Podsumowanie wyników i wnioski

- Zahamowanie wzrostu drzew na wysokość związane jest ze stopniem uszkodzeń przemysłowych i nasila się z wiekiem drzewostanu.
- Średni stopień defoliacji koron drzew nie wykazał związku z wiekiem drzewostanu, jak również ze strefą uszkodzenia przemysłowego.
- W strukturze ażurowości koron stwierdzono najmniejszy udział (poniżej 10%) drzew pierwszej klasy świetlistości, drzewa drugiej klasy stanowią od 61 do 92%, a drzewa klasy trzeciej od 3 do 33% ogólnej liczby drzew w drzewostanie.
- W drzewostanach młodszych i średnich klas wieku nie stwierdzono związku struktury defoliacji koron drzew ze strefą uszkodzeń przemysłowych. W przypadku drzewostanów starszych ze wzrostem stopnia uszkodzeń zmniejsza się liczba drzew drugiej a rośnie trzeciej klasy defoliacji.

*Zakład Dedrometrii  
Wydział Leśny AR w Krakowie  
ul. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków*

## Literatura

1. **Białobok S., Boratyński A., Bugała W.**, 1993: Biologia sosny zwyczajnej. Instytut Dendrologii PAN w Kórniku, Poznań – Kórnik: 47-50.
2. **Bruchwald A., Michalak K.**, 1991: Damages of the tree tops in the stands of the Olkusz chief forestry. Ann. Warsaw Agricultur. Univ. – SGGW, For, and Wood Technol. 41: 43-46.
3. **Bruchwald A., Michalak K.**, 1991: Defoliation of tree crowns in the pine stands of the Olkusz chief forestry. Ann. Warsaw Agricultur. Univ. – SGGW, For, and Wood Technol. 41: 47-50.
4. **Bruchwald A., Michalak K.**, 1991: Damages of the tree tops in Scots pine stands of the Świerklaniec chief forestry. Ann. Warsaw Agricultur. Univ. – SGGW, For, and Wood Technol. 41: 61-64.
5. **Bruchwald A., Michalak K.**, 1991: Defoliation of tree crowns in Scots pine stands of the Świerklaniec chief forestry. Ann. Warsaw Agricultur. Univ. – SGGW, For, and Wood Technol. 41: 65-68.
6. **Dmyterko E.**, 1987: Metoda określania stopnia uszkodzeń drzewostanów sosnowych przez imisje przemysłowe na drzewach stojących. Instytut Dendrologii PAN w Kórniku, Materiały II Krajowego Sympozjum "Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe", Poznań: 437-442.
7. **Mańka K., Przezbórski A.**, 1987: Jesienne opadanie igieł sosny zwyczajnej a zanieczyszczenia przemysłowe. Instytut Dendrologii PAN w Kórniku, Materiały II Krajowego Sympozjum "Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe", Poznań: 295-300.
8. **Orzeł S.**, 1995: Dynamika wzrostu drzewostanów sosnowych w wybranych regionach przemysłowych Polski południowej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Rozprawy nr 204: 1-77.
9. **Orzeł S.**, 1998: Ocena strat produkcyjnych drzewostanów sosnowych w wybranych regionach przemysłowych Polski południowej. Sylwan, 1: 5-20.

## Summary

### **Apex growth trend and crown defoliation in pine stands growing in the selected industrial regions of southern Poland**

The studies were based on the measurements carried out on 43 permanent study plots of the Dendrometry Department, Agricultural University in Cracow. The study plots were established in 1976 in three industrial regions of southern Poland: Tarnobrzekie Zagłębie Siarkowe (Tarnobrzeg Sulphur Mines), Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy (Legnicko-Głogowski Copper Centre) and Miasteczko Śląskie (Silesian Town) varying in the industrial impact. The objective of the paper was to assess the degree of crown defoliation and the growth trend of tree-top in relation to age and industrial impact zone. The results of the studies can be formulated as follows:

- Inhibition of the height growth of trees was connected with the degree of damage by industrial emissions and increases with the stand age.
- No correlation was found either between moderate crown defoliation and stand age or industrial impact zone.
- The lowest percent (less than 10%) of trees was found in the first crown transparency class, the percent of trees in the second class ranged between 61 to 92%, and of trees in the third class – from 3 to 33% of the total number of trees in the stand.
- No correlation was found between the crown defoliation structure and the industrial impact zone for the stand of young and middle-age classes. In older stands the number of trees in the second defoliation class decreased and that in the third defoliation class increased with the increase of the crown damage.