

ROMAN JASZCZAK

## Wpływ zanieczyszczeń z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego na stan koron sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Nadleśnictwach Góra Śląska i Włoszakowice\*

Effect of contaminations from the Legnica-Głogów Copper Mining Centre on the crown condition of Scots pine trees (*Pinus sylvestris* L.) in Góra Śląska and Włoszakowice forest divisions

### ABSTRACT

In 2002, workers from the Chair of Forest Management of the Poznań Agricultural University carried out crown observations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees in two working circles – Góra Śląska (Góra Śląska Forest Division) and Wschowa (Włoszakowice Forest Division). The basic of the study comprised experimental plot established in pairs on stands of the IIIrd and IVth age classes. A given experimental plot was made up of 25 trees from the main stand. The purpose of the performed investigations was to ascertain the crown condition of trees from pine stands and to determine whether and what extent the trans-border contamination from Legnica-Głogów Copper Mining Centre has an impact on this contamination.

### KEY WORDS

Scots pine, mean defoliation, defoliation distribution, defoliation index, damage index, damage zone

### Wstęp

Katedra Urządzania Lasu Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu prowadzi od szeregu lat, na obszarze m.in. Puszczy Zielonka, Nadleśnictwa Doświadczalnego Siemianice i Niżu Polskiego, różnego rodzaju badania związane z monitorowaniem stanu środowiska leśnego. Obecnie realizowany jest temat badawczy pt.: „Zróżnicowanie defoliacji i wskaźników uszkodzenia, ustalonych metodą drzewostanową, koron sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w zależności od pozycji biosocjalnej drzew i strefy uszkodzenia”. W 2002 roku obserwacjami objęte były drzewostany sosnowe III i IV klasy wieku, położone w różnych strefach uszkodzenia, w wybranych nadleśnictwach RDLP Poznań i Wrocław.

Obiektami badań były m.in. obręb Góra Śląska w Nadleśnictwie Góra Śląska i obręb Wschowa w Nadleśnictwie Włoszakowice. Według operatów z 1995 roku, w pierwszym obiekcie stwierdzono obecność I i II strefy uszkodzeń przemysłowych (udział kolejno 4530,57 i 2179,99 ha), zaś w drugim II strefa uszkodzeń przemysłowych obejmowała powierzchnię 1775,34 ha, tj. 14,1% powierzchni całego nadleśnictwa. W obu przypadkach jako głównych emitatorów zanieczyszczeń

#### ROMAN JASZCZAK

Katedra Urządzania Lasu  
Akademia Rolnicza  
ul. Wojska Polskiego 71c  
60-625 Poznań  
romanj@owl.au.poznan.pl

oddziaływujących na lasy obu nadleśnictw wskazywano zakłady przemysłowe Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, a przede wszystkim emisje z Huty Miedzi w Głogowie.

\*) Praca wykonana w ramach grantu Komitetu Badań Naukowych Nr 6 P06L 013 21

Ogólny stan koron sosny zwyczajnej w 2002 roku, porównanie wyników dla obu obiektów oraz stwierdzenie, czy zanieczyszczenia transgraniczne nadal oddziałują na stan drzewostanów omawianych jednostek jest tematem niniejszej pracy.

## Obiekt i metoda badań

Nadleśnictwa Góra Śląska i Włoszakowice administracyjnie należą do Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Poznaniu. Pod względem przyrodniczym obręb Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska znajduje się na obszarze III Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, 7 Dzielnicy Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej oraz V Krainy Śląskiej, 2 Dzielnicy Wrocławskiej. Natomiast obręb Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice należy w całości do III Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, 7 Dzielnicy Niziny Wielkopolsko-Pomorskiej.

Powierzchnie, w liczbie dwudziestu dwóch (obręb Góra Śląska – dwanaście, obręb Wschowa – dziesięć), założono parami, po jedenaście w III i IV klasie wieku. Wstępnie drzewostany wybrano na podstawie opisów taksacyjnych oraz mapy przeglądowej drzewostanów i siedlisk. Ostateczną decyzję o wyborze pary drzewostanów podejmowano w terenie. Pary drzewostanów tworzyły powierzchnie numer: 1 i 2, 3 i 4, 5 i 6, 7 i 8, 9 i 10 oraz 11 i 12 (obręb Góra Śląska), 13 i 14, 15 i 16, 17 i 18, 19 i 20 oraz 21 i 22 (obręb Wschowa). Numerami nieparzystymi oznaczono drzewostany III, a numerami parzystymi IV klasy wieku. Według operatów urzędzeniowych z 1995 roku drzewostany, w których założono powierzchnie numer 1, 2, 3, 4, 19, 20, 21 i 22 przypisane były do strefy uszkodzeń słabych (I), a powierzchnie o numerach 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 i 18 do strefy uszkodzeń średnich (II). Powierzchnie założone zostały w możliwie typowych fragmentach drzewostanów. Daną powierzchnię próbną stanowiło 25 drzew drzewostanu głównego. Środek powierzchni oznaczano palikiem wbitym w ziemię, nad którym stawiano następnie busołą w celu wyznaczenia stron świata. Drzewo rosnące najbliżej środka powierzchni oznaczano numerem jeden, a następnie wybierano po sześć drzew w każdą stronę świata (N, S, W i E), rosnących jak najbliżej środka powierzchni.

Podstawowym kryterium inwentaryzacji była ocena defoliacji, szacowana przez dwóch taksatorów w 5% odstopniowaniu, z odległości nie mniejszej niż wysokość drzewa. Taksatorzy korzystali z lornetek i barwnych tablic ubytków aparatu asymilacyjnego drzew. Ostateczna wartość defoliacji była wynikiem ustaleń taksatorów.

Na drzewach próbnych dokonano również oceny trzech cech:

- cecha A – stan aparatu asymilacyjnego, tj. liczba roczników igieł, prześwietlenie korony, zniekształcenia i zmiany barwy igliwia, oceniane dla górnej i środkowej części korony;
- cecha B – przyrost wysokości drzewa, oceniany na podstawie górnej części korony (pęd wierzchołkowy i 2 lub 3 najwyższe okółki);
- cecha C – żywotność drzew (żywotność pędów bocznych), na podstawie obserwacji środkowej części korony.

Każdej z wymienionych cech przyznawano punkty w skali: 0, 1, 2 i 3. Szczegółowe kryteria oceny stopnia uszkodzenia sosny zwyczajnej są zgodne z instrukcją zarządzania lasu (1994).

Na podstawie zebranych danych obliczono średnią defoliację i liczbę roczników igieł dla całego drzewostanu głównego. Średnia defoliacja była średnią ważoną liczbą roczników igieł, a średnia liczba roczników igieł była średnią ważoną defoliacją. Wskaźnik defoliacji ( $W_{DEF}$ ) obliczano, po pogrupowaniu drzew w dziesięcioprocentowe przedziały defoliacji, według wzoru:

$$W_{DEF} = \frac{1 \cdot n + 2 \cdot n + \dots + 10 \cdot n}{N} \quad [1]$$

gdzie:

- $W_{DEF}$  – wskaźnik defoliacji,  
 $n$  – liczba drzew w 10-procentowych przedziałach,  
 $N$  – liczba wszystkich drzew,  
 1, 2 ..., 10 – numery przedziałów.

Dane zebrane przy ocenie trzech cech (A, B i C) pozwoliły obliczyć przeciętny wskaźnik uszkodzenia poszczególnych drzew i drzewostanów ( $W_U$ ), według poniższego wzoru:

$$W_U = \frac{U}{S \cdot n} \quad [2]$$

gdzie:

- $W_U$  – przeciętny wskaźnik uszkodzenia (z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku),  
 $U$  – suma stopni uszkodzenia wszystkich drzew próbnych,  
 $S$  – liczba przyjętych cech (u iglastych 3),  
 $n$  – liczba drzew próbnych.

Przeciętny wskaźnik uszkodzenia stanowił podstawę zakwalifikowania drzewostanu i klasy wieku do strefy uszkodzenia, według propozycji Dmyterko [1993]. Drugi przydział, zgodny z instrukcją urządzania lasu z 1994 roku, służył do porównania otrzymanych wyników z rezultatami ustalania stref uszkodzenia według danych operatowych z ostatniego urządzania z 1995 roku. Całość prezentuje zamieszczony schemat.

Strefa uszkodzenia wg Dmyterko [1993]	Przeciętny wskaźnik uszkodzenia $W_U$	Strefa uszkodzenia wg instrukcji [1994]	Przeciętny wskaźnik uszkodzenia $W_U$
0 – brak uszkodzeń	0,00-0,50	0 – brak uszkodzeń	0,00-0,50
Ia – uszkodzeń bardzo słabych	0,51-1,00	I – uszkodzeń słabych	0,51-1,50
Ib – uszkodzeń słabych	1,01-1,50		
IIa – uszkodzeń średnich	1,51-2,00	II – uszkodzeń średnich	1,51-2,50
IIb – uszkodzeń silnych	2,01-2,50		
III – uszkodzeń bardzo silnych	2,51-3,00	III – uszkodzeń silnych	2,51-3,00

Wskaźnik uszkodzenia pojedynczego drzewa	Stopień uszkodzenia korony pojedynczego drzewa
0,00 i 0,33	korona nieuszkodzona
0,67; 1,00 i 1,33	korona słabo uszkodzona
1,67; 2,00 i 2,33	korona średnio uszkodzona
2,67 i 3,00	korona silnie uszkodzona

Na koniec ustalono procentowy udział drzew o kolejnych wskaźnikach uszkodzenia według oceny kompleksowej, a na podstawie tego przypisywano je do odpowiedniego stopnia uszkodzenia korony według schematu (obok).

## Wyniki

OBRĘB GÓRA ŚLĄSKA, NADLEŚNICTWO GÓRA ŚLĄSKA. Podstawowe charakterystyki koron drzew 1-3 klasy Krafra na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska prezentuje tabela 1.

Średnia defoliacja koron drzew drzewostanu głównego III klasy wieku wynosiła od 20,9% (powierzchnia nr 3) do 26,7% (powierzchnia nr 11), przeciętnie 23,7%. W przypadku drzewostanów IV klasy wieku mieściła się ona w granicach od 23,8% (powierzchnia nr 2) do 28,3% (powierzchnia nr 12), przeciętnie 25,5%. Z porównania średnich defoliacji poszczególnych par drzewostanów wynika, że we wszystkich przypadkach była ona mniejsza w drzewostanach

Tabela 1.

Podstawowe charakterystyki drzew 1-3 klasy Krafta na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska  
 Major characteristics of tree crowns of 1-3 Kraft classes on consecutive plots of the III<sup>rd</sup> and IV<sup>th</sup> age classes in the Góra Śląska working circle of Góra Śląska Forest Division

Powierzchnia numer Plot number	Wiek [lata] Age [year]	Roczniki [lata] Year	Defoliacja [%] Defoliation [%]	Wskaźnik defoliacji Defoliation index	Wskaźnik uszkodzenia Damage index	Strefa wg Dmyterko Zone according to Dmyterko	Strefa wg instrukcji Zone according to instruction
Drzewostany III klasy wieku Stands of the III <sup>rd</sup> age class							
1	53	2,56	22,2	2,60	1,20	Ib	I
3	55	2,50	20,9	2,48	1,17	Ib	I
5	52	2,37	24,7	2,80	1,21	Ib	I
7	51	2,49	22,1	2,44	1,12	Ib	I
9	54	2,32	25,9	2,92	1,31	Ib	I
11	52	2,27	26,7	3,00	1,52	IIa	II
Przeciętnie Average	53	2,40	23,7	2,71	1,26	Ib	I
Drzewostany IV klasy wieku Stands of the IV <sup>th</sup> age class							
2	65	2,46	23,8	2,76	1,33	Ib	I
4	75	2,50	24,0	2,84	1,31	Ib	I
6	65	2,35	25,1	2,88	1,27	Ib	I
8	70	2,40	24,6	2,80	1,33	Ib	I
10	75	2,21	27,9	3,12	1,55	IIa	II
12	70	2,18	28,3	3,12	1,61	IIa	II
Przeciętnie Average	70	2,34	25,5	2,92	1,40	Ib	I

III klasy wieku. Różnica ta wynosiła od 0,4 (powierzchnie nr 5 i 6) do 3,1% (powierzchnie nr 3 i 4). Również ogólnie przeciętna defoliacja drzewostanów III klasy wieku była mniejsza od defoliacji IV klasy wieku o 1,8%.

Istotną dla monitoringu lasu średnią wartość defoliacji 25% i wyżej stwierdzono w dwóch drzewostanach III klasy wieku (powierzchnie nr 9 i 11), w trzech drzewostanach IV klasy wieku (powierzchnie nr 6, 10 i 12) oraz ogólnie dla IV klasy wieku.

Wskaźnik defoliacji koron drzew drzewostanu głównego III klasy wieku wynosił od 2,44 (powierzchnia nr 7) do 3,00 (powierzchnia nr 11), przeciętnie 2,71. W przypadku drzewostanów IV klasy wieku mieścił się on w granicach od 2,76 (powierzchnia nr 2) do 3,12 (powierzchnie nr 10 i 12), przeciętnie 2,92. Z porównania wskaźników defoliacji poszczególnych par drzewostanów wynika, że we wszystkich przypadkach był on mniejszy w drzewostanach III klasy wieku. Różnica ta wynosiła od 0,08 (powierzchnie nr 5 i 6) do 0,36 (powierzchnie nr 3 i 4). Również ogólnie wskaźnik defoliacji drzewostanów III klasy wieku był mniejszy od wskaźnika defoliacji IV klasy wieku o 0,21.

Wskaźnik uszkodzenia koron drzew drzewostanu głównego III klasy wieku wynosił od 1,12 (powierzchnia nr 7) do 1,52 (powierzchnia nr 11), przeciętnie 1,26. W przypadku drzewostanów IV klasy wieku mieścił się on w granicach od 1,27 (powierzchnia nr 6) do 1,61 (powierzchnia nr 12), przeciętnie 1,40. Z porównania wskaźników uszkodzenia poszczególnych par drzewostanów wynika, że we wszystkich sześciu przypadkach były one mniejsze w drzewostanach III klasy wieku. Różnica ta wynosiła od 0,06 (powierzchnie nr 5 i 6) do 0,24 (powierzchnie nr 9 i 10). Również ogólnie przeciętny wskaźnik uszkodzenia drzewostanów III klasy wieku był mniejszy od wskaźnika uszkodzenia drzewostanów IV klasy wieku o 0,14.

Wyliczone wskaźniki stanowiły podstawę do zakwalifikowania drzewostanów do odpowiedniej strefy uszkodzenia. Z drzewostanów młodszych, pięć przypisano do strefy Ib (uszkodzeń słabych) i jeden do strefy IIa (uszkodzeń średnich). Z drzewostanów starszych cztery zaliczono do strefy Ib (uszkodzeń słabych), a dwa do strefy IIa (uszkodzeń średnich). Przeciętnie III i IV klasę wieku przypisano do strefy Ib (uszkodzeń słabych).

Porównano również przynależność badanych drzewostanów do stref według ustaleń z 1994 i 2002 roku. W 1994 roku osiem wybranych do badań drzewostanów (powierzchnie nr 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 i 12) zaliczono do strefy uszkodzeń średnich (II), a cztery (powierzchnie nr 1, 2, 3 i 4) do strefy uszkodzeń słabych (I). W 2002 roku stwierdzono polepszenie stanu trzech drzewostanów młodszych (powierzchnie nr 5, 7 i 9) oraz dwóch drzewostanów starszych (powierzchnie nr 6 i 8), które ze strefy II przeszły do strefy I. Stan pozostałych drzewostanów nie uległ pod tym względem zmianie – powierzchnie nr 1, 2, 3, 4 nadal są zaliczane do strefy uszkodzeń słabych (I), a powierzchnie nr 10, 11 i 12 do strefy uszkodzeń średnich (II).

Procentowy udział drzew o różnych defoliacjach ich koron na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska prezentuje tabela 2.

Wśród drzewostanów III klasy wieku najmniejszy przedział defoliacji wynosił od 20 do 30% (powierzchnia nr 9), a najdłuższy od 5 do 35% (powierzchnia nr 3). Ogólnie w III klasie wieku występowały drzewa o defoliacji od 5 do 35%. Natomiast wśród drzewostanów IV klasy wieku najmniejszy przedział defoliacji wynosił od 20 do 30% (powierzchnia nr 8), a najdłuższy od 20 do 45% (powierzchnia nr 12). Ogólnie w IV klasie wieku występowały drzewa o defoliacji od 15 do 45%.

W drzewostanach młodszych najwięcej drzew, w granicach od 44 do 60%, miało defoliację 25% (powierzchnie nr 1, 3, 5, 9 i 11) i 20% (powierzchnia nr 7 – udział 52%). W drzewostanach starszych najwięcej drzew, w granicach od 48 do 76%, miało defoliację 25% (powierzchnie nr 2,

Tabela 2.

Procentowy udział drzew o różnych defoliacjach ich koron na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska  
 Percentage share of trees characterised by different defoliation of crowns on consecutive plots of the III<sup>rd</sup> and IV<sup>th</sup> age classes in the Góra Śląska working circle of Góra Śląska Forest Division

Pow. numer Plot number	Drzewa o defoliacji [%] Trees with defoliation [%]										
	5	10	15	20	25	30	35	40	45		
Drzewostany III klasy wieku Stands of III <sup>rd</sup> age class											
1	-	-	16,0	28,0	48,0	4,0	4,0	-	-		
3	4,0	4,0	12,0	28,0	44,0	4,0	4,0	-	-		
5	-	-	4,0	16,0	56,0	24,0	-	-	-		
7	-	-	4,0	52,0	40,0	4,0	-	-	-		
9	-	-	-	8,0	60,0	32,0	-	-	-		
11	-	-	-	8,0	52,0	32,0	8,0	-	-		
Razem Total	0,6	0,6	6,0	23,3	50,0	16,8	2,7	-	-		
Drzewostany IV klasy wieku Stands of IV <sup>th</sup> age class											
2	-	-	4,0	20,0	68,0	8,0	-	-	-		
4	-	-	8,0	8,0	76,0	8,0	-	-	-		
6	-	-	4,0	8,0	64,0	24,0	-	-	-		
8	-	-	-	20,0	64,0	16,0	-	-	-		
10	-	-	-	-	48,0	40,0	12,0	-	-		
12	-	-	-	8,0	36,0	40,0	8,0	4,0	4,0		
Razem Total	-	-	2,7	10,7	59,4	22,7	3,3	0,6	0,6		

4, 6, 8 i 10) i 30% (powierzchnia nr 12 – udział 40%). Ogółem w obu klasach wieku dominowała defoliacja 25%, którą stwierdzono u 50% (III klasa wieku) i 59,4% (IV klasa wieku) drzew.

Procentowy udział drzew o kolejnych wskaźnikach uszkodzenia ich koron według oceny kompleksowej na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska prezentuje tabela 3.

Wśród drzewostanów III klasy wieku najmniejszy przedział wskaźników uszkodzenia wynosił od 1,00 do 1,67 (powierzchnia nr 7), a najdłuższy albo od 0,67 do 2,00 (powierzchnie nr 1, 3, 5 i 9), albo od 1,00 do 2,33 (powierzchnia nr 11). Ogólnie w III klasie wieku występowały drzewa o wskaźnikach uszkodzenia od 0,67 do 2,33. Natomiast wśród drzewostanów IV klasy wieku najmniejszy przedział wskaźników uszkodzenia wynosił od 1,00 do 2,00 (powierzchnie nr 2 i 6), a najdłuższy od 1,00 do 2,67 (powierzchnia nr 12). Ogólnie w IV klasie wieku występowały drzewa o wskaźnikach uszkodzenia ich koron od 0,67 do 2,67.

W drzewostanach młodszych najwięcej drzew, w granicach od 40 do 68%, miało wskaźnik uszkodzenia 1,00 (powierzchnie nr 1, 3, 5, 7 i 9) i 1,33 (powierzchnia nr 11 – udział 40%). W drzewostanach starszych najwięcej drzew, w granicach od 28 do 80%, miało wskaźnik uszkodzenia 1,33 (powierzchnie nr 2, 4, 8 i 10), 1,00 (powierzchnia nr 6 – udział 48%) i 2,00 (powierzchnia nr 12 – udział 36%). Ogółem w III klasie wieku dominował wskaźnik uszkodzenia 1,00, stwierdzony u 43,3% drzew, a w IV klasie wieku wskaźnik 1,33, stwierdzony u 47,3% drzew.

Procentowy udział drzew o różnych stopniach uszkodzenia ich koron na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska prezentuje tabela 4.

W III klasie wieku udział drzew o koronach słabo uszkodzonych był dominujący i wynosił od 60% (powierzchnia nr 11) do 96% (powierzchnia nr 7), przeciętnie 80,7%. Drzew o koronach średnio uszkodzonych było znacznie mniej – od 4% (powierzchnia nr 7) do 40% (powierzchnia nr 11), przeciętnie 19,3%. W tej grupie wiekowej nie było drzew o koronach nieuszkodzonych i silnie uszkodzonych.

W IV klasie wieku drzewa o koronach słabo uszkodzonych dominowały na czterech powierzchniach (nr 2, 4, 6 i 8), a ich udział wynosił od 76% (powierzchnia nr 8) do 92% (powierzchnia nr 2). Na dwóch powierzchniach (nr 10 i 12) najwięcej było drzew o koronach średnio uszkodzonych – udział odpowiednio 48 i 44%. Przeciętnie jednak w IV klasie wieku dominowały drzewa o koronach słabo uszkodzonych (udział 71,9%), a tylko co czwarte drzewo miało koronę średnio uszkodzoną (udział 27,4%). W tej klasie wieku na jednej powierzchni (nr 12) odnotowano obecność drzewa o koronie silnie uszkodzonej.

OBRĘB WSCHOWA, NADLEŚNICTWO WŁOSZAKOWICE. Podstawowe charakterystyki koron drzew 1-3 klasy Krafra na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice prezentuje tabela 5.

Średnia defoliacja koron drzew drzewostanu głównego III klasy wieku wynosiła od 22,3% (powierzchnia nr 21) do 25,3% (powierzchnia nr 13), przeciętnie 24,1%. W przypadku drzewostanów IV klasy wieku mieściła się ona w granicach od 22,4% (powierzchnia nr 22) do 26,7% (powierzchnia nr 16), przeciętnie 25,2%. Z porównania średnich defoliacji poszczególnych par drzewostanów wynika, że we wszystkich pięciu przypadkach była ona mniejsza w drzewostanach III klasy wieku. Różnica ta wynosiła od 0,1 (powierzchnie nr 21 i 22) do 2,8% (powierzchnie nr 15 i 16). Również ogólnie przeciętna defoliacja drzewostanów III klasy wieku była mniejsza od defoliacji IV klasy wieku o 1,1%.

Tabela 3.

Procentowy udział drzew o kolejnych wskaźnikach uszkodzenia według oceny kompleksowej na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska  
 Percentage share of trees with consecutive damage indices according to a complex evaluation on consecutive plots of the III<sup>rd</sup> and IV<sup>th</sup> age classes in the Góra Śląska working circle of Góra Śląska Forest Division

Pow. numer Plot number	Drzewa o wskaźniku uszkodzenia [%] Trees with damage index [%]									
	0,00	0,33	0,67	1,00	1,33	1,67	2,00	2,33	2,67	3,00
Drzewostany III klasy wieku Stands of III <sup>rd</sup> age class										
1	-	-	8,0	40,0	40,0	8,0	4,0	-	-	-
3	-	-	8,0	48,0	32,0	8,0	4,0	-	-	-
5	-	-	4,0	44,0	40,0	8,0	4,0	-	-	-
7	-	-	-	68,0	28,0	4,0	-	-	-	-
9	-	-	12,0	40,0	12,0	16,0	20,0	-	-	-
11	-	-	-	20,0	40,0	12,0	20,0	8,0	-	-
Razem Total	-	-	5,3	43,3	32,0	9,3	8,7	1,4	-	-
Drzewostany IV klasy wieku Stands of IV <sup>th</sup> age class										
2	-	-	-	12,0	80,0	4,0	4,0	-	-	-
4	-	-	4,0	20,0	64,0	4,0	8,0	-	-	-
6	-	-	-	48,0	36,0	4,0	12,0	-	-	-
8	-	-	4,0	20,0	52,0	20,0	4,0	-	-	-
10	-	-	-	20,0	28,0	24,0	24,0	4,0	-	-
12	-	-	-	20,0	24,0	16,0	36,0	-	4,0	-
Razem Total	-	-	1,3	23,3	47,3	12,0	14,7	0,7	0,7	-



Tabela 4.

Procentowy udział drzew w stopniach uszkodzenia koron na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska  
 Percentage share of trees in degrees of crown damage on consecutive plots of the III<sup>rd</sup> and IV<sup>th</sup> age classes in the Góra Śląska working circle of Góra Śląska Forest Division

Powierzchnia numer Plot number	Stopnie uszkodzenia – Degrees of damage			
	korona nieuszkodzona intact crown	korona sł. uszkodzona mildly damaged crown	korona śr. uszkodzona medium damaged crown	korona sil. uszkodzona strongly damaged crown
Drzewostany III klasy wieku Stands of III <sup>rd</sup> age class				
1	-	88,0	12,0	-
3	-	88,0	12,0	-
5	-	88,0	12,0	-
7	-	96,0	4,0	-
9	-	64,0	36,0	-
11	-	60,0	40,0	-
Razem Total	-	80,7	19,3	-
Drzewostany IV klasy wieku Stands of IV <sup>th</sup> age class				
2	-	92,0	8,0	-
4	-	88,0	12,0	-
6	-	84,0	16,0	-
8	-	76,0	24,0	-
10	-	48,0	52,0	-
12	-	44,0	52,0	4,0
Razem Total	-	71,9	27,4	0,7

**Tabela 5.**

Podstawowe charakterystyki drzew 1-3 klasy Krafa na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice  
 Major characteristics of tree crowns of 1-3 Kraft classes on consecutive plots of the III<sup>rd</sup> and IV<sup>th</sup> age classes in the Wschowa working circle of Włoszakowice Forest Division

Powierzchnia numer Plot number	Wiek [lata] Age [year]	Roczniki [lata] Year	Defoliacja [%] Defoliation [%]	Wskaźnik defoliacji index Defoliation index	Wskaźnik uszkodzenia Damage index	Strefa wg Dmyterko Zone according to Dmyterko	Strefa wg instrukcji Zone according to instruction
<b>Drzewostany III klasy wieku</b> Stands of the III <sup>rd</sup> age class							
13	56	2,34	25,3	2,88	1,19	Ib	I
15	46	2,47	23,9	2,80	1,29	Ib	I
17	46	2,48	24,6	2,88	1,17	Ib	I
19	54	2,45	24,5	2,84	1,40	Ib	I
21	46	2,49	22,3	2,48	1,27	Ib	I
Przeciętnie Average	50	2,44	24,1	2,78	1,26	Ib	I
<b>Drzewostany IV klasy wieku</b> Stands of the IV <sup>th</sup> age class							
14	72	2,34	26,5	3,08	1,32	Ib	I
16	69	2,26	26,7	2,96	1,65	IIa	II
18	79	2,43	25,1	2,92	1,44	Ib	I
20	66	2,38	25,6	2,96	1,47	Ib	I
22	67	2,50	22,4	2,52	1,12	Ib	I
Przeciętnie Average	71	2,38	25,2	2,89	1,40	Ib	I

Istotną dla monitoringu lasu średnią wartość defoliacji 25% i więcej stwierdzono w jednym drzewostanie III (powierzchnia nr 13) i czterech drzewostanach IV klasy wieku (powierzchnie nr 14, 16, 18 i 20) oraz ogólnie dla IV klasy wieku.

Wskaźnik defoliacji koron drzew drzewostanu głównego III klasy wieku wynosił od 2,48 (powierzchnia nr 21) do 2,88 (powierzchnie nr 13 i 17), przeciętnie 2,78. W przypadku drzewostanów IV klasy wieku mieścił się on w granicach od 2,52 (powierzchnia nr 22) do 3,08 (powierzchnia nr 14), przeciętnie 2,89. Z porównania wskaźników defoliacji poszczególnych par drzewostanów wynika, że we wszystkich przypadkach był on mniejszy w drzewostanach III klasy wieku. Różnica ta wynosiła od 0,04 (powierzchnie nr 17 i 18 oraz 21 i 22) do 0,20 (powierzchnie nr 13 i 14). Również ogólnie wskaźnik defoliacji drzewostanów III klasy wieku był mniejszy od wskaźnika defoliacji IV klasy wieku o 0,11.

Wskaźnik uszkodzenia koron drzew drzewostanu głównego III klasy wieku wynosił od 1,17 (powierzchnia nr 17) do 1,40 (powierzchnia nr 19), przeciętnie 1,26. W przypadku drzewostanów IV klasy wieku mieścił się on w granicach od 1,12 (powierzchnia nr 22) do 1,65 (powierzchnia nr 16), przeciętnie 1,40. Z porównania wskaźników uszkodzenia poszczególnych par drzewostanów wynika, że w czterech przypadkach (powierzchnie nr 13, 15, 17 i 19) były one mniejsze w drzewostanach III klasy wieku. Różnica ta wynosiła od 0,07 (powierzchnie nr 19 i 20) do 0,36 (powierzchnie nr 15 i 17). Dla jednej pary drzewostanów (powierzchnie nr 21 i 22) sytuacja była odwrotna, a różnica wynosiła 0,15. Jednak ogólnie przeciętny wskaźnik uszkodzenia drzewostanów III klasy wieku był mniejszy od wskaźnika uszkodzenia drzewostanów IV klasy wieku o 0,14.

Wyliczone wskaźniki stanowiły podstawę do zakwalifikowania drzewostanów do odpowiedniej strefy uszkodzenia. Wszystkie drzewostany młodsze zakwalifikowano do strefy Ib (uszkodzeń słabych). Z drzewostanów starszych cztery (powierzchnie nr 2, 6, 8 i 10) zaliczono do strefy Ib (uszkodzeń słabych) i jeden (powierzchnia nr 4) do strefy IIa (uszkodzeń średnich). Ogólnie drzewostany III i IV klasy wieku przypisano do strefy Ib (uszkodzeń słabych).

Porównano również przynależność badanych drzewostanów do stref według ustaleń z 1995 i 2002 roku. W 1995 roku cztery wybrane do badań drzewostany (powierzchnie nr 7 i 8 oraz 9 i 10) zaliczono do strefy uszkodzeń słabych (I), a sześć (powierzchnie nr 1 i 2, 3 i 4 oraz 5 i 6) do strefy uszkodzeń średnich (II). W 2002 roku odnotowano poprawę stanu drzewostanów (przejście ze strefy II do I) na powierzchniach numer 1, 2, 3, 5 i 6. W pięciu przypadkach (powierzchnie numer 4, 7, 8, 9 i 10) stan drzewostanów, wyrażony przynależnością do danej strefy, nie uległ zmianie.

Procentowy udział drzew o różnych defoliacjach ich koron na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice prezentuje tabela 6.

Wśród drzewostanów III klasy wieku najmniejszy przedział defoliacji wynosił od 20 do 30% (powierzchnie nr 17 i 19), a najdłuższy albo od 20 do 35% (powierzchnia nr 13), albo od 15 do 30% (powierzchnie nr 15 i 21). Ogólnie w III klasie wieku występowały drzewa o defoliacji od 15 do 35%. Natomiast wśród drzewostanów IV klasy wieku występowały tylko trzystopniowe przedziały, o różnych wartościach granicznych. Były to przedziały od 25 do 35% (powierzchnia nr 14), od 20 do 30% (powierzchnie nr 16, 18 i 20) oraz od 15 do 25% (powierzchnia nr 22). Ogólnie w IV klasie wieku występowały drzewa o defoliacji od 15 do 35%.

W drzewostanach młodszych najwięcej drzew, w granicach od 60 do 84%, miało defoliację 25% (powierzchnie nr 13, 15, 17 i 19) i 20% (powierzchnia nr 21 – udział 48%). W drzewostanach starszych na wszystkich powierzchniach najwięcej drzew, w granicach od 52 do 80%, miało defoliację 25%. Ogółem w obu klasach wieku dominowała defoliacja 25%, którą stwierdzono u 68,0% (III klasa wieku) i 66,4% (IV klasa wieku) drzew.

Tabela 6.

Procentowy udział drzew o różnych defoliacjach ich koron na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice  
 Percentage share of trees characterised by different defoliation of crowns on consecutive plots of the III<sup>rd</sup> and IV<sup>th</sup> age classes in the Wschowa working circle of Włoszakowice Forest Division

Pow. numer Plot number	Drzewa o defoliacji [%] Trees with defoliation [%]									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
Drzewostany III klasy wieku Stands of III <sup>rd</sup> age class										
13	-	-	-	16,0	60,0	20,0	4,0	-	-	-
15	-	-	4,0	16,0	76,0	4,0	-	-	-	-
17	-	-	-	12,0	84,0	4,0	-	-	-	-
19	-	-	-	16,0	76,0	8,0	-	-	-	-
21	-	-	4,0	48,0	44,0	4,0	-	-	-	-
Razem Total	-	-	1,6	21,6	68,0	8,0	0,8	-	-	-
Drzewostany IV klasy wieku Stands of IV <sup>th</sup> age class										
14	-	-	-	-	72,0	20,0	8,0	-	-	-
16	-	-	-	4,0	52,0	44,0	-	-	-	-
18	-	-	-	8,0	80,0	12,0	-	-	-	-
20	-	-	-	4,0	76,0	20,0	-	-	-	-
22	-	-	4,0	44,0	52,0	-	-	-	-	-
Razem Total	-	-	0,8	12,0	66,4	19,2	1,6	-	-	-

Procentowy udział drzew o kolejnych wskaźnikach uszkodzenia ich koron według oceny kompleksowej na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice prezentuje tabela 7.

Wśród drzewostanów III klasy wieku najmniejszy przedział wskaźników uszkodzenia wynosił od 1,00 do 1,67 (powierzchnia nr 13) i od 1,33 do 2,00 (powierzchnia nr 19), a najdłuższy od 0,67 do 2,00 (powierzchnia nr 21). Ogólnie w III klasie wieku występowały drzewa o wskaźnikach uszkodzenia od 0,67 do 2,00. Natomiast wśród drzewostanów IV klasy wieku najmniejszy przedział wskaźników uszkodzenia wynosił od 1,33 do 2,00 (powierzchnie nr 16, 18 i 20), a najdłuższy od 1,00 do 2,33 (powierzchnia nr 14). Ogólnie w IV klasie wieku występowały drzewa o wskaźnikach uszkodzenia ich koron od 1,00 do 2,33.

W drzewostanach młodszych najwięcej drzew, w granicach od 48 do 88%, miało wskaźnik uszkodzenia 1,33 (powierzchnie nr 13, 15, 19 i 20) i 1,00 (powierzchnia nr 17 – udział 56%). W drzewostanach starszych dominowały wskaźniki uszkodzenia 1,00 (powierzchnie nr 14 i 22), 1,33 (powierzchnie nr 18 i 20) i 1,67 (powierzchnia nr 16). Ogółem w III i IV klasie wieku dominował wskaźnik uszkodzenia 1,33, stwierdzony odpowiednio u 61,6% i 52,0% drzew.

Procentowy udział drzew o różnych stopniach uszkodzenia ich koron na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice prezentuje tabela 8.

W III klasie wieku udział drzew o koronach słabo uszkodzonych był dominujący i wynosił od 88,0% (powierzchnie nr 19 i 21) do 96% (powierzchnie nr 13 i 17), przeciętnie 92,0%. Drzew o koronach średnio uszkodzonych było znacznie mniej – od 4% (powierzchnie nr 13 i 17) do 12% (powierzchnie nr 19 i 21), przeciętnie 8,0%. W tej grupie wiekowej nie było drzew o koronach nieuszkodzonych i silnie uszkodzonych.

W IV klasie wieku drzewa o koronach słabo uszkodzonych dominowały na czterech powierzchniach (nr 14, 18, 20 i 22), a ich udział wynosił od 76% (powierzchnie nr 14 i 20) do 100% (powierzchnia nr 22). Na jednej powierzchni (nr 16) najwięcej było drzew o koronach średnio uszkodzonych – udział 68%. Przeciętnie jednak w IV klasie wieku dominowały drzewa o koronach słabo uszkodzonych (udział 72,8%), a tylko co czwarte drzewo miało koronę średnio uszkodzoną (udział 27,2%). W tej grupie wiekowej również nie było drzew o koronach nieuszkodzonych i silnie uszkodzonych.

## Podsumowanie

W obrębie Góra Śląska przeciętna defoliacja drzewostanów III klasy wieku była o 0,4% mniejsza, a drzewostanów IV klasy wieku o 0,3% większa aniżeli w obrębie Wschowa. W przypadku wskaźnika defoliacji było podobnie, z tym, że różnica w III klasie wieku wynosiła 0,08, a w IV klasie wieku 0,03. Średnie wskaźniki uszkodzenia koron były natomiast w obu obiektach dla III i IV klasy wieku identyczne.

Ogółem drzewostany III i IV klasy wieku zaliczono w obu obrębach do strefy uszkodzeń słabych (Ib), mimo pewnych różnic w przynależności poszczególnych drzewostanów do stref. W obu obrębach nastąpiła pewna poprawa stanu badanych drzewostanów, wyrażona przejściem niektórych z nich ze strefy II (uszkodzeń średnich) do strefy I (uszkodzeń słabych).

W obu obrębach średnia defoliacja, wskaźnik defoliacji i wskaźnik uszkodzenia drzewostanów młodszych były zazwyczaj mniejsze od analogicznych wskaźników drzewostanów starszych.

Istotną dla monitoringu lasu średnią wartość defoliacji 25% i więcej stwierdzono w obrębie Góra Śląska w dwóch (z sześciu) drzewostanach młodszych i trzech (z sześciu) drzewostanach

Tabela 7.

Procentowy udział drzew o kolejnych wskaźnikach uszkodzenia według oceny kompleksowej na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice  
 Percentage share of trees with consecutive damage indices according to a complex evaluation on consecutive plots of the III<sup>rd</sup> and IV<sup>th</sup> age classes in the Wschowa working circle of Włoszakowice Forest Division

Pow. numer Plot number	0,00	0,33	0,67	1,00	1,33	1,67	2,00	2,33	2,67	3,00
	Drzewa o wskaźniku uszkodzenia [%] Trees with damage index [%]									
Drzewostany III klasy wieku Stands of III <sup>rd</sup> age class										
13	-	-	-	48,0	48,0	4,0	-	-	-	-
15	-	-	4,0	12,0	76,0	8,0	-	-	-	-
17	-	-	-	56,0	40,0	-	4,0	-	-	-
19	-	-	-	-	88,0	4,0	8,0	-	-	-
21	-	-	4,0	28,0	56,0	8,0	4,0	-	-	-
Razem Total	-	-	1,6	28,8	61,6	4,8	3,2	-	-	-
Drzewostany IV klasy wieku Stands of IV <sup>th</sup> age class										
14	-	-	-	4,0	36,0	16,0	4,0	4,0	-	-
16	-	-	-	-	32,0	40,0	28,0	-	-	-
18	-	-	-	-	80,0	8,0	12,0	-	-	-
20	-	-	-	-	76,0	8,0	16,0	-	-	-
22	-	-	-	64,0	36,0	-	-	-	-	-
Razem Total	-	-	-	20,8	52,0	14,4	12,0	0,8	-	-

Tabela 8.

Procentowy udział drzew w stopniach uszkodzenia koron na kolejnych powierzchniach III i IV klasy wieku w obrębie Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice  
 Percentage share of trees in degrees of crown damage on consecutive plots of the III<sup>rd</sup> and IV<sup>th</sup> age classes in the Wschowa working circle of Włoszakowice Forest Division

Powierzchnia numer Plot number	Stopnie uszkodzenia – Degrees of damage			
	korona nieuszkodzona intact crown	korona sł. uszkodzona mildly damaged crown	korona śr. uszkodzona medium damaged crown	korona sil. uszkodzona strongly damaged crown
Drzewostany III klasy wieku Stands of III <sup>rd</sup> age class				
13	-	96.0	4.0	-
15	-	92.0	8.0	-
17	-	96.0	4.0	-
19	-	88.0	12.0	-
21	-	88.0	12.0	-
Razem Total	-	92.0	8.0	-
Drzewostany IV klasy wieku Stands of IV <sup>th</sup> age class				
14	-	76.0	24.0	-
16	-	32.0	68.0	-
18	-	80.0	20.0	-
20	-	76.0	24.0	-
22	-	100.0	-	-
Razem Total	-	72.8	27.2	-

starszych. W obrębie Wschowa natomiast tylko w jednym (z pięciu) drzewostanie młodszym i w czterech (z pięciu) drzewostanach starszych.

Przedział defoliacji dla III klasy wieku w obrębie Góra Śląska wynosił od 5 do 35%, a w obrębie Wschowa od 15 do 35%, natomiast w IV klasie wieku odpowiednio od 15 do 45% i od 15 do 35%. Wynika stąd, że w grupie drzewostanów młodszych różnica dotyczyła dolnej granicy, a w grupie drzewostanów starszych granicy górnej. W obu obrębach najczęściej obserwowano defoliację 25%, i to zarówno w grupie drzewostanów III, jak i IV klasy wieku.

Wskaźniki uszkodzenia według oceny kompleksowej miały zbliżony przedział w grupie drzewostanów młodszych – w obrębie Góra Śląska od 0,67 do 2,33, a w obrębie Wschowa od 0,67 do 2,00. W przypadku drzewostanów starszych różnica dotyczyła obu granic – w obrębie Góra Śląska przedział wynosił od 0,67 do 2,67, a w obrębie Wschowa od 1,00 do 2,33. W obrębie Góra Śląska dominowały drzewa o wskaźniku uszkodzenia 1,00 (III klasa wieku) i 1,33 (IV klasa wieku), zaś w obrębie Wschowa w obu klasach wieku dominował wskaźnik uszkodzenia 1,33.

Porównując oba obrębki można było również stwierdzić, że w III klasie wieku nieznacznie lepszy stan wykazały korony drzew w obrębie Wschowa, gdzie w stosunku do obrębku Góra Śląska był o 11,3% więcej drzew o koronach słabo uszkodzonych i o tyle samo mniej drzew o koronach średnio uszkodzonych. Natomiast w IV klasie wieku udział drzew o koronach słabo i średnio uszkodzonych był w obu obrębach niemal identyczny.

## Wnioski

Przedstawione wyniki badań i ich podsumowanie skłaniają do następujących wniosków końcowych:

- ✦ Stan koron drzew sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) III i IV klasy wieku w obrębie Góra Śląska Nadleśnictwa Góra Śląska i w obrębie Wschowa Nadleśnictwa Włoszakowice w 2002 roku był zbliżony do siebie. Najczęściej stwierdzano defoliację 25%, a wskaźnik uszkodzenia koron wynosił 1,00 i 1,33. W większości przypadków drzewostany kwalifikowano do strefy uszkodzeń słabych (Ib), a korony pojedynczych drzew zaliczano do słabo uszkodzonych
- ✦ Defoliacja, wskaźniki defoliacji i wskaźniki uszkodzenia koron drzew sosny zwyczajnej były mniejsze w drzewostanach III klasy wieku, co oznacza, że korony drzew drzewostanów młodszych były mniej uszkodzone od koron drzew drzewostanów starszych.
- ✦ Pomimo zaobserwowania pewnych korzystnych zmian związanych z przynależnością części drzewostanów do strefy uszkodzenia, stan koron drzew drzewostanów sosnowych w obrębach Góra Śląska i Wschowa można uznać za ostrzegawczy i niezadowolający.
- ✦ Zakłady Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, w tym Huta Miedzi w Głogowie, nadal oddziałują, chociaż na znacznie mniejszą skalę, na drzewostany obu badanych obrębów.
- ✦ Leśnicy z obu nadleśnictw w swojej pracy muszą nadal mieć na uwadze stan i kondycję lasów, w trosce o ich zachowanie dla przyszłych pokoleń.

Panom Nadleśniczym mgr inż. Zbysławowi Ryszewskiemu i mgr inż. Ryszardowi Łopusiewiczowi oraz wszystkim pracownikom nadleśnictw Góra Śląska i Włoszakowice za życzliwość i pomoc składam serdeczne podziękowania.

## Literatura

- Dmyterko E. 1993. Monitoring wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy metodą drzewostanową na podstawie stałych powierzchni obserwacyjnych. Pr. Inst. Bad. Leśn., ser. B, nr 18: 12-25.
- Plan urządzenia lasu dla nadleśnictwa Góra Śląska wg stanu na dzień 1 stycznia 1995.
- Plan urządzenia lasu dla nadleśnictwa Włoszakowice wg stanu na dzień 1 stycznia 1995.
- Zasady ustalania stref uszkodzenia w lasach znajdujących się pod wpływem przemysłowych zanieczyszczeń powietrza. Instrukcja zarządzania lasu. Załączniki. Inst. Bad. Leśn., Warszawa 1994: 193-202.



**SUMMARY**

Effect of contaminations from the Legnica-Głogów Copper Mining Centre on the crown condition of Scots pine trees (*Pinus sylvestris* L.) in Góra Śląska and Włoszakowice forest divisions

In 2002, the condition of trees crowns of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees of the III<sup>rd</sup> and IV<sup>th</sup> age classes situated in the Góra Śląska Forest Division and the Wschowa working circle of Włoszakowice Forest Division was very similar. The most frequently observed level of defoliation was 25%, while the crown damage index amounted to 1.00 and 1.33, respectively. In the majority of cases, stands were classified as belonging to the zone of mild damages (Ib), while crowns of individual trees were assigned to mildly damaged. Defoliation, defoliation indices and damage indices of trees crowns of Scots pine were lower the examined of the 3<sup>rd</sup> age class, which means that tree crowns of younger stands were less damaged than tree crowns of older stands. Even though some positive changes were observed associated with the fact that parts of the examined stands belonged to the damage zone, the condition of trees crowns from pine stands situated in Góra Śląska and Włoszakowice working circles was considered as unsatisfactory and alarming. Plants of the Legnica-Głogów Copper Mining, including the Głogów Copper Smelter, continue to affect, albeit to a considerably lesser degree, stands of both of the examined working circles. In their daily work, foresters from both divisions must continue to pay close attention to the state and condition of forest in order to protect them and save for future generations.