

BEATA KUROWSKA,  
MAŁGORZATA FALENCKA-JABŁOŃSKA

## **Analiza zmian występowania szkodników wtórnych w strefach zagrożenia wokół Elektrowni “Kozienice”**

Analysis of Changes in Secondary Pests Occurrence in Zones of Threat Around the “Kozienice” Power Plant

### **Wstęp**

**I**misje przemysłowe to jeden z głównych czynników zakłócających strukturę i funkcjonowanie ekosystemów leśnych. Ekosystemy te stanowią złożone, wieloczynnikowe układy ekologiczne dla których kumulacja zanieczyszczeń stanowi źródło nieodwracalnych procesów prowadzących do ich degradacji.

Największą elektrownią w Polsce opalaną węglem kamiennym o łącznej mocy 2600 MW są “Kozienice”. 20 lat jej istnienia znalazło swoje odzwierciedlenie w zmianach drzewostanów, roślinności runa czy chemizmu siedliska. Jedną z form oceny reakcji oddziaływania emisji przemysłowych jest analiza zasiedlania drzewostanu przez szkodniki wtórne w poszczególnych strefach zagrożenia wpływem elektrowni.

### **Obiekt i jego charakterystyka**

Badania występowania szkodników wtórnych w drzewostanach otaczających elektrownię “Kozienice” prowadzone były na 14 powierzchniach Nadleśnictwa Kozienice: Świerże Górne, Maciejowice, Chinów (obręb Kozienice), Stanisławice, Kociołki, Pionki (obręb Zagożdżon) oraz Podgóry, Jaśce i Karpówka — obręb Pionki (tab. 1).

Na terenie tego Nadleśnictwa wyniki ekspertyzy BULiGL wykazują istnienie dwóch stref zagrożenia drzewostanów (słabych i średnich). Analizy te oparte są na zewnętrznych objawach uszkodzeń aparatu asymilacyjnego drzewostanu. Jednocześnie badania przeprowadzono również na 6 stałych powierzchniach badawczych Zakładu Ekologii i Ochrony Środowiska IBL reprezentatywnych dla stref uszkodzeń drzewostanów: powierzchnia nr

TABELA 1

Wykaz powierzchni badawczych służących do oceny stopnia zasiedlenia drzewostanów przez szkodniki wtórne w zasięgu oddziaływania Elektrowni "Kozienice"

Nadleśnictwo	Leśnictwo	Oddział	Wiek d-stanu (lata)
Powierzchnie Zakładu Ekologii i Ochrony Środowiska IBL			
Garwolin	Małamówka ur. Życzyn	250 a	96l
Garwolin	Małamówka ur. Życzyn	251 c	42
Garwolin	Życzyn ur. Podobłocie	109 b	74
Garwolin	Życzyn ur. Podobłocie	108 a	49
Kozienice	Świerże Górne	83 a	107
Kozienice	Świerże Górne	26 h	54
Powierzchnie własne			
Kozienice	Świerże Górne	102 a	120
Kozienice	Świeże Górne	99 c	105
Kozienice	Świerże Górne	66 h	70
Kozienice	Maciejowice	150 d	120
Kozienice	Maciejowice	170 g	100
Kozienice	Chinów	111 b	100
Kozienice	Chinów	145 c	120
Kozienice	Chinów	94 a	100
Kozienice	Stanisławice	66 a	100
Kozienice	Kociołki	5 c	90
Kozienice	Pionki	146 a	82
Kozienice	Podgóry	168 j	80
Kozienice	Jaśce	107 b	95
Kozienice	Karpówka	61 a	100

1, 3 — silne uszkodzenia (III strefa), powierzchnia nr 23, 24 — średnie uszkodzenia (II strefa), powierzchnia nr 21, 22 — słabe uszkodzenia (I strefa). Analizy obejmowały drzewostany sosnowe zarówno w starszych klasach wieku jak i drągowiny rosnące w podobnych warunkach siedliskowo-glebowych.

### Metody i materiał

Ocena drzewostanów oparta była na wskazaniu drzew opanowanych przez szkodniki owadzie z grupy ksylofagów i kambiofagów. Analizy te przeprowadzono w dwóch terminach: w okresie letnio-jesiennym (sierpień-październik) na obszarze wymienionych powierzchni Nadleśnictwa Kozienice i w okresie wiosennym (początek maja) na powierzchniach IBL.

Wyszukiwanie drzew zasiedlonych przez owady polegało na szczegółowej lustracji drzew z suchoczubami, przerzedzoną koroną, z igłami przebarwionymi na kolor brunatny lub matowo zielony. Drzewa z tymi cechami ścinano, mierzono ich pierśnicę z dokładnością do 0,1 cm oraz określano wiek. Oceniano też ich rolę w drzewostanie.

W celu określenia struktury zasiedlenia, całą strzałę dzielono na odcinki 1-metrowe, na których oznaczano gatunki i stopień nasilenia występowania szkodników. Ze względu na różnorodność biologii żerowania poszczególnych gatunków szkodników ich występowanie oznaczono następująco:

- u owadów z rodziny Kornikowatych (*Scolitoidae*) liczone chodniki macierzyste w korze lub drewnie,
- wyjątkiem był drwalnik paskowany (*Trypodendron lineatum*) u którego podawana była liczba chodników wejściowych w drewnie,
- w przypadku owadów z rodziny ryjkowcowatych (*Curculionidae*) brano pod uwagę liczbę kolebek poczwarkowych lub larw,
- przy żerach przypłaszczka granatka (*Phaenops cyanea*) i owadów z rodziny Kózkowatych (*Cerambycidae*) porównywano stosunek powierzchni żerowisk do powierzchni badanego odcinka strzały (odcinki 1-metrowe),
- owady z rodziny Trzpiennikowatych (*Siricidae*) rozpatrywano pod względem liczby otworów wylotowych w badanym materiale.

Na podstawie zróżnicowania grubości kory w badanych drzewach wyznaczono pięć stref:

- przyziemną drzewa lub pniak,
- dolną drzewa o grubej korze,
- środkową drzewa o korze średniej grubości,
- górną drzewa o cienkiej korze,
- koronę i gałęzie.

Wszystkie badane drzewa podzielono na trzy grupy:

- drzewa stojące V i VI klasy wieku,
- drzewa stojące II i III klasy wieku,
- drzewa ścięte przelegujące V i VI klasy wieku.

Na podstawie wyników analiz obliczono frekwencję stwierdzonych szkodników wtórnych oraz intensywność ich występowania na drzewach stojących i ściętych w badanych strefach. Intensywność występowania poszczególnych gatunków owadów określano stałością zasiedlenia przez szkodnika poszczególnych stref na drzewie oraz zagęszczenie żerowisk na pierwszym metrze danej strefy. Przedstawione charakterystyki obliczone były oddzielnie dla każdej z trzech wyróżnionych grup drzew za pomocą następujących wzorów:

FREKWENCJA ( $F$ )

$$F = \frac{n}{N} \cdot 100\% \quad [\%]$$

gdzie:

- $F$  — frekwencja danego szkodnika wtórnego (%),
- $n$  — liczba drzew zasiedlonych przez niego,
- $N$  — całkowita liczba drzew.

$$F_s = \frac{n_s}{N} \cdot 100\% \quad [\%]$$

gdzie:

- $F_s$  — frekwencja danego szkodnika, żerującego w danej strefie drzewa,  
 $n_s$  — liczba drzew zasiedlonych na danej długości przez określony gatunek owada,  
 $N$  — całkowita liczba drzew

### STAŁOŚĆ (S)

$$S = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n \frac{l}{L} \cdot 100\% \quad [\%]$$

gdzie:

- $S$  — stałość występowania szkodnika w danej strefie drzewa (%),  
 $n$  — liczba drzew zasiedlonych przez określonego szkodnika,  
 $l$  — długość zasiedlonego odcinka przez szkodnika,  
 $L$  — całkowita długość danej strefy drzewa (m)

### ZAGĘSZCZENIE (Z)

Cechę tę określono wg dwóch metod:

$$Z = \frac{\sum_{l=1}^{n_s} \sum_{z=1}^m \frac{z}{L}}{n_s}$$

gdzie:

- $Z$  — zagęszczenie żerowisk określonego gatunku owada liczonych na całym obwodzie pnia i przypadających na odcinek 1-metrowy strefy,  
 $n_s$  — liczba drzew zasiedlonych w danej strefie drzewa przez analizowanego szkodnika,  
 $m$  — liczba odcinków metrowych w danej strefie drzewa wykazujących obecność żerów analizowanego szkodnika,  
 $z$  — liczba żerowisk tego owada w poszczególnych odcinkach metrowych, obejmujących cały obwód drzew w danej strefie; przez żerowisko rozumiano: chodniki macierzyste, otwory wejściowe, kolebki poczwarkowe, chodniki larwalne,  
 $L$  — całkowita długość strefy drzewa (m)

W przypadku owadów z rodziny *Cerambycidae* i *P. cyanea* zagęszczenie liczone było wg wzoru:



$$Z = \frac{\sum_1^{n_s} \sum_1^m \frac{p_z}{p}}{n_s}$$

gdzie:

- $Z$  — zagęszczenie chodników larwalnych danego gatunku owada na całym obwodzie pnia i w odniesieniu do odcinka 1-metrowego danej strefy drzewa,  
 $n_s$  — jak w poprzednim wzorze,  
 $m$  — jak w poprzednim wzorze,  
 $p_z/p$  — stosunek powierzchni chodników larwalnych danego gatunku, owada na całym obwodzie pnia, na odcinku 1-metrowym do całkowitej powierzchni obwodowej 1-metrowego odcinka danej strefy drewna.

## Wyniki

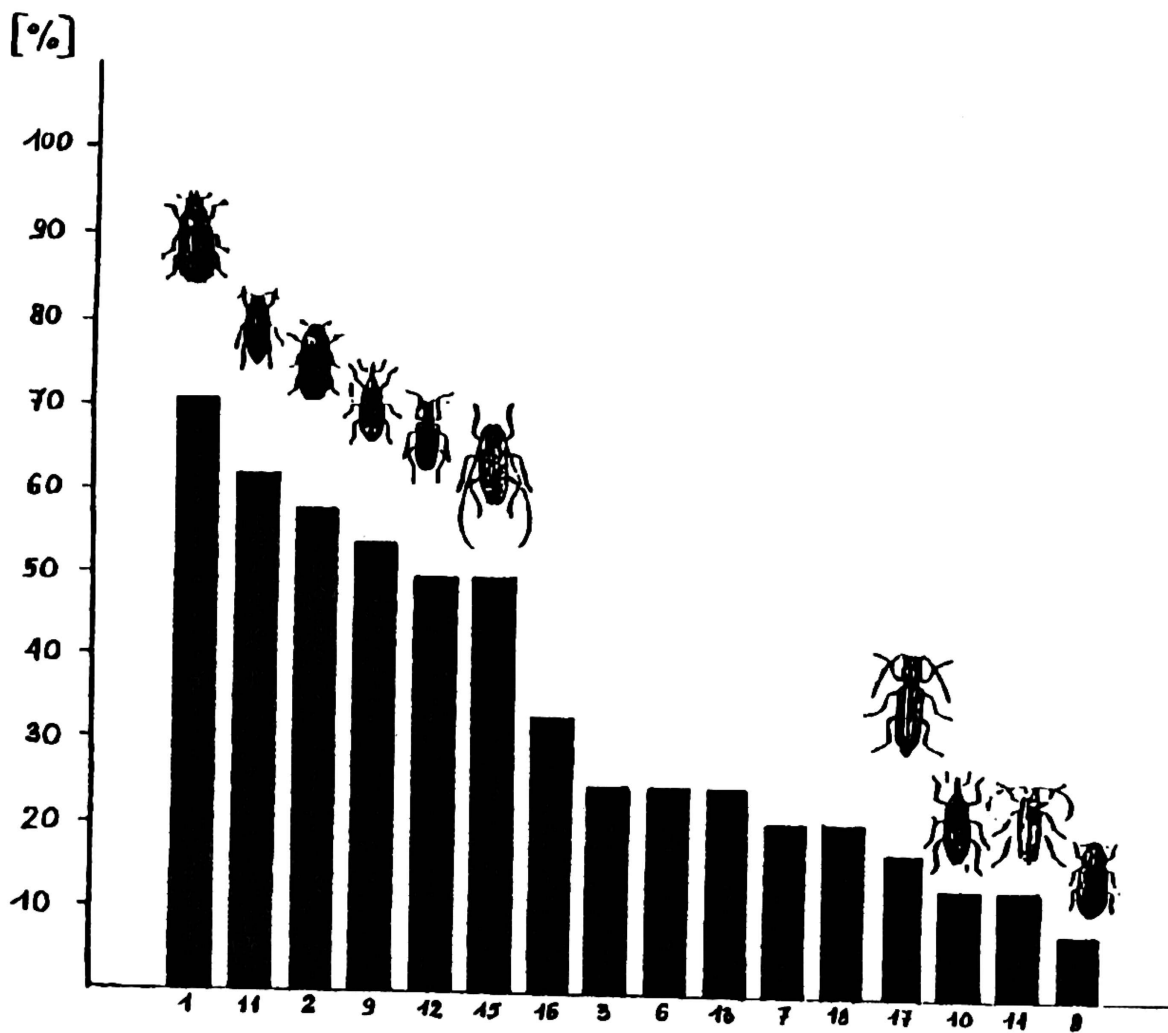
Łącznie przeanalizowano 56 drzew w tym 39 drzew stojących (24 drzewa w starszej klasie wieku i 15 drzew w wieku drągowin) i 17 drzew ściętych przelegujących w lesie. Stwierdzono występowanie 18 gatunków owadów z grupy szkodników wtórnych.

Wśród tych szkodników można wyodrębnić dwie wyraźnie różniące się od siebie grupy. Mianowicie do pierwszej grupy zaliczyć należy: cetyńca większego (*Tomicus piniperda*), rębacza pstrego (*Rhagium inquisitor*) i drwalnika paskowanego (*Trypodendron lineatum*). Gatunki te występowały najliczniej w drzewostanach o większym zwarciu, znajdujących się w pewnej odległości, nie podlegających bezpośredniemu oddziaływaniu imisji przemysłowych. Przy owadach tych żerowały także gatunki mogące wykazywać tendencje do wzmożonego występowania w drzewostanach osłabionych, zwłaszcza cetyniec mniejszy (*Tomicus minor*) i kornik ostrozębny (*Ips acuminatus*).

Drugą grupę stanowiły głównie przyplaszczek granatek (*P. cyanea*) i smolik drągowinowiec (*Pissodes piniphilus*), które preferowały drzewostany lukowate i silniej przerzedzone, gdzie ich "ofiarami" padały drzewa wykazujące jeszcze znaczną żywotność. Obie grupy szkodników mają podobne znaczenie gospodarcze. Pierwsze powodując przerzedzenia drzewostanów są przyczyną kumulacji imisji przemysłowych i znacznego osłabienia drzew, które "ulegają sukcesji zasiedlania" przez szkodniki z drugiej grupy.

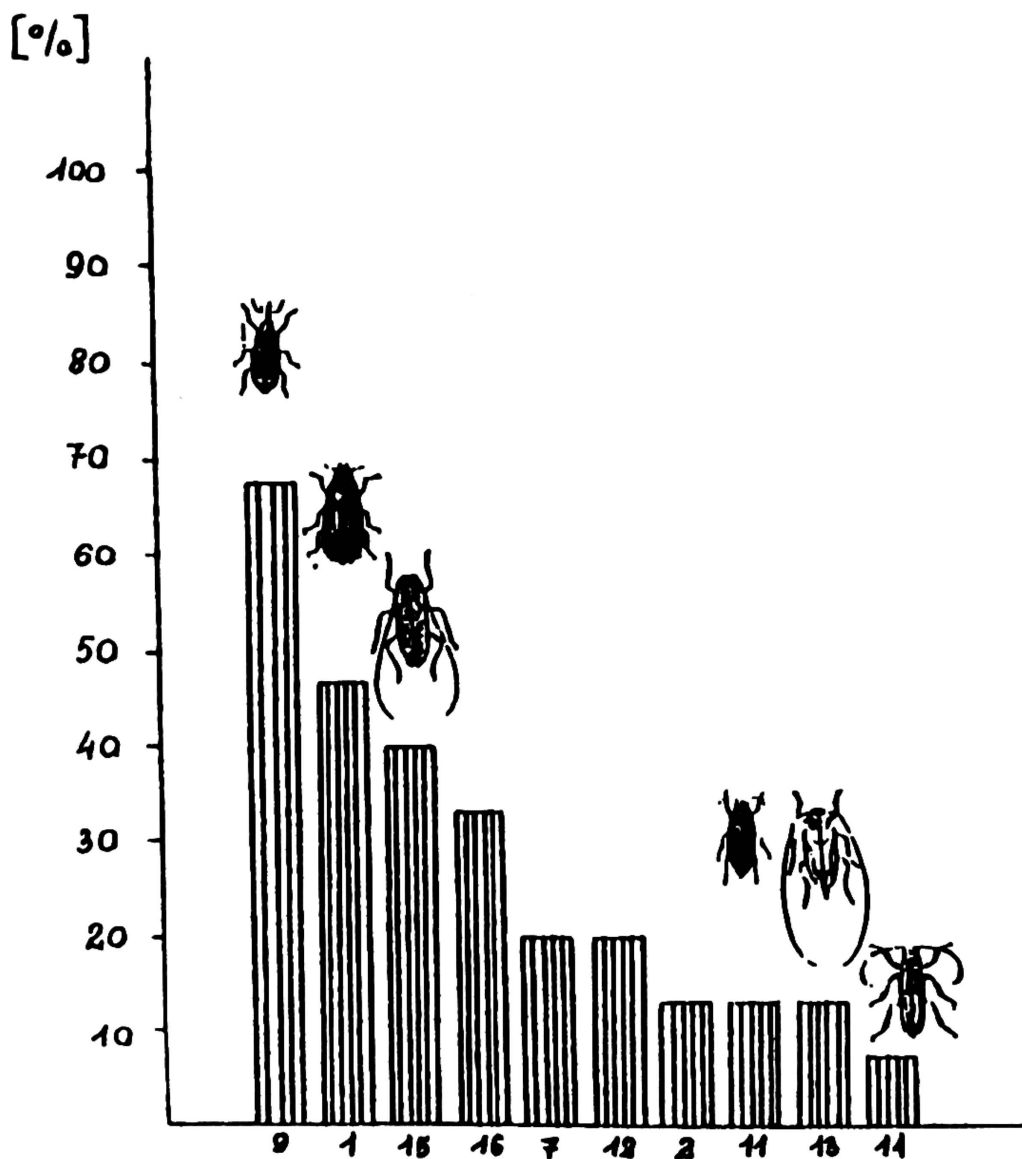
Pod względem częstości występowania owadów na badanych drzewach stojących i ściętych zaznaczył się wyraźny podział na:

- gatunki zasiedlające głównie drzewa stojące: kornik ostrozębny (*I. acuminatus*), rytownik dwuzębny (*Pityogenes bidentatus*), smolik drągowinowiec (*P. piniphilus*), przyplaszczek granatek (*P. cyanea*), kozółka sosnowka (*Pogonocherus fasciculatus*), trzpiennik sosnowiec (*Sirex noctilis*),
- gatunki występujące zarówno na drzewach stojących i ściętych: cetyniec mniejszy (*T. piniperda*), cetyniec większy (*T. minor*), drwalnik paskowany (*T. lineatum*), smolik sosnowiec (*Pissodes pini*), rębacz pstry (*Rhagium inquisitor*), tyczcieśla (*Acanthocinus aedilis*) wykarczak (*Crioccephalus rusticus*), żerdzianka sos-



- |   |                              |    |                                     |
|---|------------------------------|----|-------------------------------------|
| 1 | <i>Tomicus piniperda</i>     | 10 | <i>Pissodes pini</i>                |
| 2 | <i>Tomicus minor</i>         | 11 | <i>Phaenops cyanea</i>              |
| 3 | <i>Trypodendron lineatum</i> | 12 | <i>Rhagium inquisitor</i>           |
| 4 | <i>Ips sexdentatus</i>       | 13 | <i>Acanthocinus aedilis</i>         |
| 5 | <i>Orthomicus laricis</i>    | 14 | <i>Crioccephalus rusticus</i>       |
| 6 | <i>Ips acuminatus</i>        | 15 | <i>Monochamus galloprovincialis</i> |
| 7 | <i>Pityogenes bidentatus</i> | 16 | <i>Pogonocherus fasciculatus</i>    |
| 8 | <i>Hylurgops palliatus</i>   | 17 | <i>Tetropium sp.</i>                |
| 9 | <i>Pissodes piniphilus</i>   | 18 | <i>Sirex noctilis</i>               |

RYC. 1. Frekwencja szkodników wtórnych na drzewach stojących w V i VI klasie wieku



RYC. 2. Frekwencja szkodników wtórnych na drzewach stojących w II i III klasie wieku

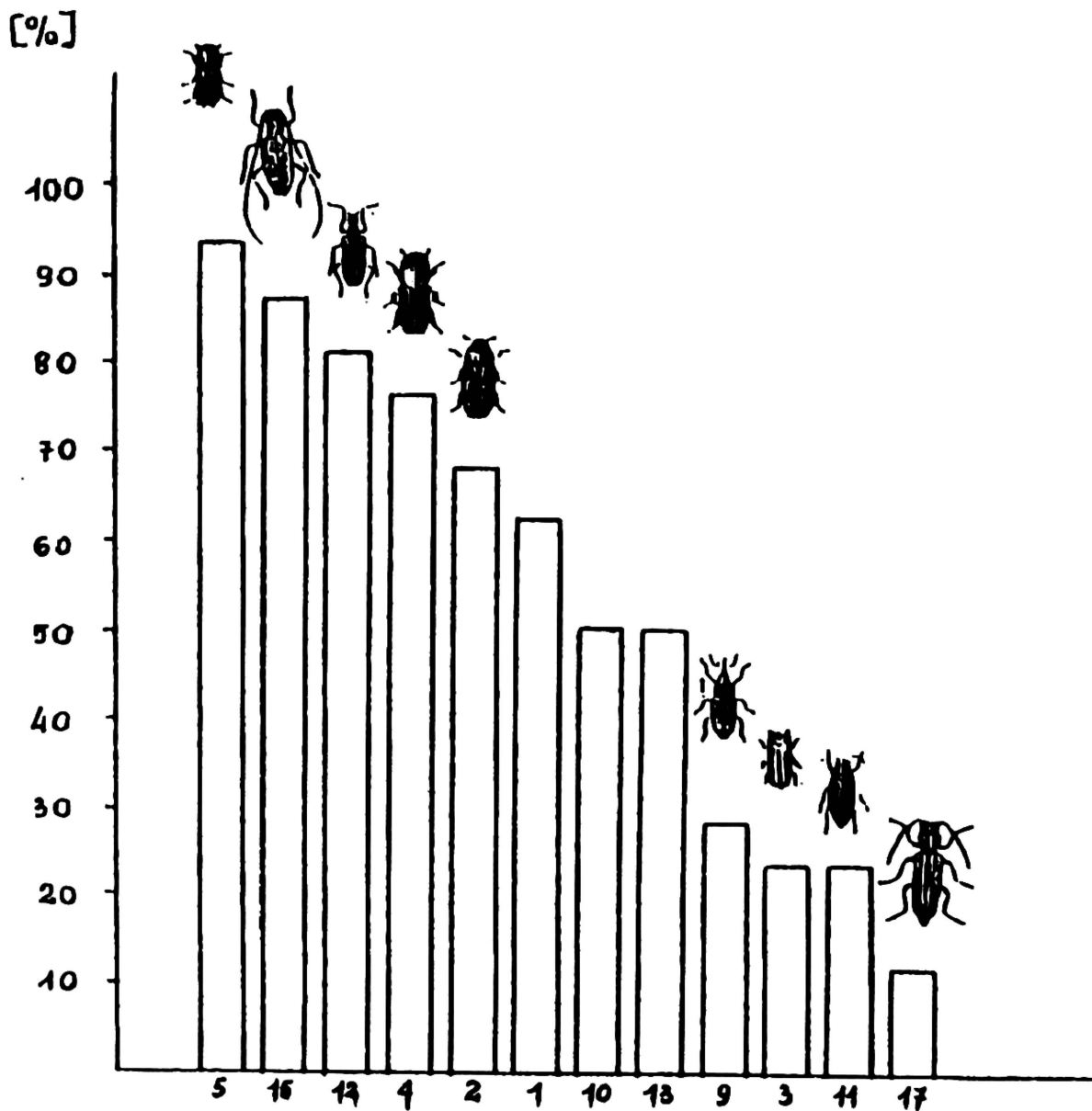
nówka (*Monochamus galloprovincialis*), ściigi (*Tetropium sp.*), polesiak obramowany (*Hylurgops palliatus*),

- gatunki występujące głównie na drzewach ściętych: kornik sześćozębny (*I. sexdentatus*) i korniczek wielozębny (*Orthomicus laricis*).

Wynika stąd, że na drzewach stojących rozwijają się wszystkie wymienione gatunki ksylo- i kambiofagów z wyjątkiem kornika sześćozębnego (*I. sexdentatus*) oraz korniczka wielozębnego (*O. laricis*).

Z kolei klasa wieku drzewostanów różnicuje skład gatunkowy szkodników wtórnych następująco:

- drzewa starsze zasiedlane były najczęściej przez: *Tomicus piniperda* (70,8%) — dolna i środkowa część strzały, *Tomicus minor* (58,3% — rzadziej środkowa a przeważnie górna część strzały i gałęzie, *Phaenops cynaea* (62,5%) zasiedlał — głównie dolną i środkową część strzały, *Pissodes piniphilus* (54,2%) — środkową, górną część strzały i gałęzie i *Rhagium inquisitor* (50,0%) — przyziemną, dolną i środkową część strzały (ryc. 1);



RYC. 3. Frekwencja szkodników wtórnych na drzewach stojących przelegujących w V i VI klasie wieku

- na drzewach młodszych największą frekwencję miały: *Pissodes piniphilus* (66,7%) — zasiedlając głównie środkową i górną część strzały, rzadziej dolną, *Tomicus piniperda* (46,7%) — przyziemną, dolną i środkową część strzały oraz *Monochamus galloprovincialis* (40,0%) — żerując w środkowej, górnej części strzały i na gałęziach (ryc. 2).

Na drzewach ściętych stwierdzono występowanie 13 gatunków owadów z których typowymi gatunkami atakującymi przede wszystkim już ścięte drzewa były: *Ips sexdentatus* (76,5%) — żerujący na całej długości strzały oraz *Orthomicus laricis* (94,1%) — zasiedlający przeważnie środkową i górną część strzały (ryc. 3). Pozostałe gatunki mogły częściowo zasiedlić te drzewa jeszcze przed ścięciem.

## Dyskusja

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić zgodność aktualnego zespołu szkodników wtórnych ze składem gatunkowym zaobserwowanym przed 16 laty na tym obszarze.



TABELA 3  
Zróżnicowanie całkowitej rocznej emisji Elektrowni "Kozienice" w tonach

Lata	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Pyły
1989	96 695	29 009	29 843
1990	75 965	22 794	20 782
1991	63 518	21 513	21 600
1992	50 214	24 843	9 875

Wyniki świadczą, że gatunkami najliczniej występującymi w drzewostanach starszych klas wieku (V i VI) były: *T. piniperda*, *T. minor*, *R. inquisitor*, *M. galloprovincialis* oraz *P. piniphilus*, który był jednocześnie najczęstszym gatunkiem w drzewostanach II i III klasy wieku. W drągowinach duże znaczenie miały wówczas także *T. piniperda* i *M. galloprovincialis*, *P. cyanea*, którego występowanie w poprzednim okresie było bardzo rzadkie, to teraz gatunek ten zajmował drugie miejsce w częstości występowania w starszych drzewostanach (62,5%) — analizowanych drzew, a także w drzewostanach młodszych odnotowano jego obecność (13,3%):

Wzmożone opadanie już od 1979 r. starych roczników igieł i obecność jedynie w dolnej i środkowej części koron igieł jednorocznych a w górnej igieł dwuletnich rzadko trzyletnich powoduje silne przerzedzenie drzewostanów. Bezpośrednim skutkiem tego jest wnikanie promieni słonecznych — stwarzających dogodne warunki do rozwoju *P. cyanea* nie tylko na obrzeżach i lukach ale także w głębi drzewostanów. Wcześniej w latach 1976–78 nie odnotowano na kontrolowanych powierzchniach obecności *Criocephalus rusticus*, co niewątpliwie związane było ze znacznym zwarcim drzewostanów i nie sprzyjało występowaniu tego owada, który opanowuje jedynie drzewostany silnie przerzedzone i mocno nasłonecznione. Obecne wyniki badań wskazują także na niewielki udział tego gatunku w analizowanych drzewostanach (10,3%), mimo iż wiele danych świadczy o dużej jego roli w wydzielaniu posuszu na terenach uprzemysłowionych. Bezpośrednim świadectwem działalności szkodników wtórnych jest duża masa drzew martwych.

Analizując miąższość drewna sosnowego zasiedlonego w roku bieżącym i objętego zwalczaniem w okresie od 1.04.1991 do 30.09.1991 r. stwierdza się, że w Nadleśnictwie Kozienice i Nadleśnictwie Garwolin wielkość ta waha się w granicach od 1000–3000 m<sup>3</sup>. Dane te wskazują, że drzewostany charakteryzują się pod względem ilości pozyskiwanego drewna zasiedlonego przez szkodniki wtórne średnim poziomem sanitarnym w porównaniu z innymi regionami naszego kraju.

Natomiast analizując udział drzew zasiedlonych przez szkodniki wtórne w masie pozyskiwanych drzew martwych w Nadleśnictwie Kozienice to w ostatnim dziesięcioleciu masa drzew zasiedlonych stanowiła średnio 50% masy drzew martwych pozyskanych w kolejnych okresach sprawozdawczych tj. od 04 do 09 (tab. 2). W ostatnich latach łagodne zimy i recesja gospodarcza Polski spowodowała mniejsze zapotrzebowanie na energię elektryczną (ponad 50% spadek produkcji energii przez Elektrownię "Kozienice", co znalazło swe odbicie w zmniejszeniu emisji zanieczyszczeń a w szczególności SO<sub>2</sub> i pyłu (tab. 3). Jednakże obecność szkodników owadzych świadczy o daleko zaawansowanych zmianach w badanych drzewostanach oraz ekosystemach leśnych i określa stopień ich degradacji (4).

Obecna sytuacja jest prawdopodobnie stanem przejściowym, po którym elektrownia pracując pełną mocą zwiększy znacznie emisję zanieczyszczeń co przyczyni się do dalszego osłabienia i zamierania drzewostanów sosnowych.

Skład gatunkowy szkodników i ich liczebność może stanowić bioindykator zmian środowiska leśnego w zasięgu oddziaływania emisji przemysłowych. Kontynuacja i rozszerzenie szczegółowych badań z tego zakresu może stanowić podstawę diagnostyki stanu zakłócenia równowagi ekologicznej ekosystemów leśnych oraz prognozę rozwoju i skali adaptacji tych układów ekologicznych do niekorzystnych warunków środowiska.

## Literatura

1. **Burzyński J.:** Ocena występowania ważniejszych szkodników w Polsce w roku 1991 oraz prognoza ich pojawu 1992 r. — Warszawa — Instytut Badawczy Leśnictwa 1992.
2. **Chłodny J.:** Entomofauna leśna w warunkach długotrwałego oddziaływania silniejszych skażeń przemysłowych. Materiały II Krajowego Sympozjum — Reakcje biologiczne drzew na zanieczyszczenia przemysłowe — Kórnik 16–19.05.1984 r. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, 313–320, 1987.
3. **Falencka-Jabłońska M., Głabiński J., Kotowski W.:** Wpływ Elektrowni “Kozienice” na środowisko leśne — synteza dotychczasowego stanu badań — Prace IBL nr 763.
4. **Madziara-Borusiewicz K.:** Oddziaływanie zanieczyszczeń przemysłowych na jakość i pokarm leśnych owadów fitofagicznych Materiały II Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych. Rogów 20–21.11.1984; 1985.
5. **Schneider Z., Sierpiński Z.:** Stan zagrożenia przez owady niektórych gatunków drzew leśnych w okolicach przemysłowego Śląska, Prace IBL, Nr 316, 1976.
6. **Sierpiński Z.:** Ocena zasiedlenia drzew na powierzchniach doświadczalnych w Nadleśnictwach: Kozienice, Dobieszyn i Garwolin, znajdujących się pod wpływem oddziaływania Elektrowni “Kozienice”, 1978.
7. Badania wpływu emisji Elektrowni “Kozienice” na przyrost drzewostanów sosnowych w lasach 1975–1978 (dane niepublikowane). Dokumentacja IBL — PTG (1980).

## Summary

The level of tree stands colonization by secondary pests is an index of the answer to cumulation of industrial immissions.

The assessment covered injuries of assimilation apparatus in tree stands colonized by xylo- and cambiphages on the FRI E&EP Section permanent study plots, being under 20-years-lasting impact of the “Kozienice” power plant.

The occurrence of 18 insect species was found in two different groups:

- first, with the following species: *Tomicus piniperda* and *Trypodendron lineatum*. Those species occur most numerously in more dense tree stands, that are not under



the direct impact of industrial immisions. Some species occurring in weakened stands, especially *Tomicus minor* and *Ips acuminatus*, accompanied them;

- second , consisting mainly of *Phaenops cyanea* and *Pissodes piniphilus*, that prefer very loose stands and with glades, where they attacked trees of considerable vitality.

The age of tree stand differentiates the pest species composition as follows:

- on older trees — mainly *Tomicus piniperda* (70.8%) on lower and middle bole parts, and *Tomicus minor* (58.3%) mainly on upper bole part and branches, while on middle bole it is rather rare;
- on younger trees — mainly *Pissodes piniphilus* (66.7%) on middle and upper bole parts, while less frequently on lower one; *Tomicus piniperda* (46.7%) on butt, lower and middle bole parts; *Monochamus galloprovincialis* (40.0%) on middle and upper bole parts and on branches as well.

Species composition of pests and their numbers can serve as bioindicators of forest environment changes under the impact of industrial emissions.