

Jerzy R. Starzyk<sup>1</sup>, Wojciech Grodzki<sup>2</sup>, Mieczysław Kosibowicz<sup>2</sup>

Jakub Michalcewicz<sup>1</sup>, Robert Rossa<sup>1</sup>

*Received: 27.03.2008*

*Reviewed: 15.05.2008*

<sup>1</sup> Katedra Entomologii Leśnej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie  
31–425 Kraków, al. 29 Listopada 46

<sup>2</sup> Zakład Gospodarki Leśnej Regionów Górskich Instytutu Badawczego Leśnictwa  
30–605 Kraków, ul. Fredry 39

## STARE I MARTWE DRZEWA JAKO MIEJSCE WYSTĘPOWANIA CHRZĄSZCZY KSYLOBIONTYCZNYCH I DENDROFILNYCH

Old and dead trees as the site of occurrence and development  
of xylobiotic and dendrophilous beetles

**Abstract:** In 2004–2006 studies were carried out on a sample of 270 beech (90), silver fir (90) and Norway spruce (90) trees, selected on 9 research plots in stands under diverse management (productive forests, active/passive nature protection, with and without removal of dead and windfallen/windbroken trees). In total 75 different traps capturing insects were used. The collected beetles, determined to species level (5 614 specimens, 192 species), were used for the valorization of plots. The results indicated relatively low diversity of entomofauna in mountain forests. It concerns mainly beetles, and between them – the species related trophically with dying and dead trees or its fragments. The number of captured beetles was dependent rather on the insolation of the stand than on the status of the plot and the deposition of dead wood. Due to the risk of bark beetle infestations in Norway spruce stands, the individual old trees can be left till natural death very carefully.

**Key words:** old trees, dead trees, dendrophilous beetles, saproxylobionts.

### Wstęp

Na biocenotyczną rolę starych drzew zwracano uwagę już od dawna (Piotrowski, Wołk 1975; Samuelson i in. 1994), podkreślając potrzebę ich ochrony jako środowiska życia i bazy lęgowej licznych organizmów (Holeksa 1992; Borowski, Wójcik 1996; Borusiewicz 1997; Dajoz 2000). Dokonujące się obecnie zmiany środowiskowe, wynikające z wprowadzania prosozologicznego modelu w systemie gospodarki leśnej, charakteryzują się m.in. dostrzeżeniem potrzeby pozostawiania w lasach pewnej ilości starych drzew stojących. Stare, żywe drzewa

z dziuplami, martwicami i obumierającymi gałęziami, a także drzewa już zamarłe są bowiem środowiskiem życia wielu organizmów z grupy saproksylobiontów (Burakowski 1966; Pawłowski 1968; Capecki 1969; Borowski 2002; Dominik, Starzyk 2004; Gutowski 2006; Gutowski i in. 2006). Dotyczy to zarówno owadów (zwłaszcza chrząszczy), jak i grzybów, porostów i innych organizmów związanych z rozkładającym się drewnem. Koniecznym jest jednak obserwowanie następstw realizowanej w ten sposób idei ochrony różnorodności biologicznej, zwłaszcza w aspekcie wpływu na zdrowie, przeżywalność i stan sanitarny drzew i drzewostanów (Szujewski, Mokrzycki 1995).

Niezmiernie zróżnicowaną i bogatą grupę funkcjonalną organizmów saproksylicznych stanowią owady, reagujące w sposób niezwykle czuły na zmiany w środowisku, także te wywołane gospodarką leśną (Grove 2002). Z tego też względu największa różnorodność gatunkowa tej grupy występuje w lasach naturalnych, z dużym udziałem stojących martwych drzew i leżących rozkładających się kłód, czyli głównie w rezerwatach przyrody oraz w parkach narodowych (Starzyk, Starzyk 1981; Byk 2001; Rutkiewicz 2001; Gutowski 2006). Znaczne bogactwo gatunkowe chrząszczy kambio- i ksylofagicznych związanych z martwym drewnem stwierdzono np. w rezerwatach dawnego województwa katowickiego, a także w tych położonych w bezpośrednim sąsiedztwie Katowic (Szafraniec, Szołtys 1997), na terenach powszechnie uważanych za zdegradowane. Świadczy to o roli martwego drewna w zachowaniu zasobów przyrodniczych, zwłaszcza w odniesieniu do związanej z nim entomofauny. Różnorodność gatunkowa owadów związanych z martwym drewnem świerka, buka i brzozy, stwierdzona w warunkach wyższych położań Karkonoszy, nie była jednak zbyt duża (Kuś, Kuś 2004). Bioce-notyczną rolę tej grupy owadów oraz potrzeby i możliwości jej ochrony szczegółowo omawiają Buchholz i Ossowska (1995). Zdaniem Gutowskiego i in. (2004) realizowane w gospodarce leśnej zabiegi związane z utrzymaniem dobrego stanu sanitarnego lasu, poprzez usuwanie drzew osłabionych, prowadzą do ograniczania różnorodności biologicznej, co z kolei zmniejsza zdolności homeostatyczne ekosystemu. Jednak badania przeprowadzone w Finlandii wykazały, że w warunkach lasów zagospodarowanych liczebność i różnorodność gatunkowa owadów podkorowych zasiedlających martwe sosny i świerki była wyższa niż w lasach rezerwatowych, przy jednoczesnym znacznie wyższym udziale procentowym korników – *Scolytinae* (Väisänen i in. 1993). Wskazuje to na potrzebę zachowania ostrożności w odniesieniu do drzewostanów świerkowych, których podatność na wzmożone występowanie kornika drukarza jest wysoka. Kornik drukarz atakuje bowiem z jednakową intensywnością lasy zagospodarowane jak i wyłączone z zabiegów ochronnych (Starzyk i in. 2005; Grodzki i in. 2006 a, 2006 b), chociaż w tych ostatnich stwierdzono wyższą liczebność jego drapieżców (Weslien, Schroeder 1999). Także Borowski i Wójcik (1996), nie wyrażający zasadniczych wątpliwości w kwestii pozostawiania martwych drzew, czynią zastrzeżenie dotyczące gatunków owadów o skłonnościach gradacyjnych.

Celem niniejszych badań było określenie wpływu depozycji martwego drewna (drzewa stojące i tylce złomów) na faunę ksylobiontycznych chrząszczy w górskich drzewostanach jodłowych, świerkowych i bukowych, zarówno zagospodarowanych, jak i objętych ochroną. Zakres prac obejmował ocenę liczebności i różnorodności chrząszczy ksylobiontycznych i dendrofilnych występujących w tych drzewostanach, co pozwoliło na oszacowanie stopnia ich różnorodności biologicznej. Planowanym końcowym efektem badań było sformułowanie zaleceń gospodarczych związanych z pozostawianiem w drzewostanach starych drzew do ich biologicznej śmierci i fizycznego rozpadu, w aspekcie zachowania i możliwości zwiększania różnorodności chrząszczy ksylobiontycznych.

## Teren i metodyka badań

Badania terenowe przeprowadzono w latach 2004–2006 na dziewięciu stałych powierzchniach próbnych, założonych w wybranych drzewostanach jodłowych, świerkowych i bukowych. Do badań nad koleopterofauną zasiedlającą drzewa osłabione, obumierające lub martwe, a także stojące tylce złomów, założono dziewięć stałych powierzchni obserwacyjnych (A–I) w następujących drzewostanach (Tab. 1):

**Tabela 1.** Charakterystyka powierzchni obserwacyjnych.

**Table 1.** Characteristics of observation plots.

| Powierzchnia<br><i>Plot</i> | Nadleśnictwo / Park Narodowy,<br>Leśnictwo / Obwód Ochronny,<br>Oddział<br><i>Forest District / National Park,<br/>Forestry / Protection Range,<br/>Compartment</i> | Przeciętna<br>pierśnica<br>drzew<br><i>Mean<br/>DBH<br/>of trees</i> | Wystawa<br>stoku<br><i>Slope<br/>aspect</i> | Gatunek<br>i średni<br>wiek drzew<br><i>Species and<br/>mean age<br/>of trees</i> | Wysokość<br>n.p.m.<br><i>Altitude<br/>m a.s.l.</i> |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| A                           | Myślenice, Ukleina, 142 g                                                                                                                                           | 45                                                                   | N                                           | jodła <i>fir</i> 50                                                               | 500                                                |
| B                           | Myślenice, Ukleina, 142 g                                                                                                                                           | 45                                                                   | N                                           | jodła <i>fir</i> 50                                                               | 500                                                |
| C                           | Gorczański PN, Turbacz, 79f                                                                                                                                         | 44                                                                   | E, SE                                       | buk <i>beech</i> 110                                                              | 815–940                                            |
| D                           | Gorczański PN, Turbacz, 78a                                                                                                                                         | 36                                                                   | SE                                          | buk <i>beech</i> 115                                                              | 770–965                                            |
| E                           | Tatrzański PN, Łysa Polana, 3f                                                                                                                                      | 19                                                                   | E                                           | świerk <i>spruce</i><br>60–75                                                     | 1020                                               |
| F                           | Tatrzański PN, Łysa Polana, 83f                                                                                                                                     | 42                                                                   | E                                           | świerk <i>spruce</i><br>105                                                       | 1120                                               |
| G                           | Myślenice, Ukleina, 147c                                                                                                                                            | 30                                                                   | S                                           | buk <i>beech</i> 80                                                               | 550                                                |
| H                           | Gorczański PN, Turbacz, 80c                                                                                                                                         | 40                                                                   | SE                                          | jodła <i>fir</i> 160                                                              | 780–870                                            |
| I                           | Tatrzański PN, Łysa Polana, 43g                                                                                                                                     | 30                                                                   | E                                           | świerk <i>spruce</i><br>80–105                                                    | 1000                                               |

- jodłowych i z przewagą jodły (A i B – Nadl. Myślenice oraz H – Gorczański Park Narodowy),
- świerkowych i z przewagą świerka (E, F i I – Tatrzański P.N.),
- bukowych (C i D – Gorczański P.N. oraz G – Nadl. Myślenice).

Na każdej powierzchni o wielkości ok. 0,3 ha zanumerowano po 30 żywych drzew (ogółem 270 drzew, w tym 90 jodeł, 90 świerków i 90 buków) i zmierzono ich pierśnice. Wszystkie powierzchnie zostały szczegółowo opisane (wysokość n.p.m. i wystawa, cechy taksacyjne drzewostanu) i trwale zaznaczone w terenie. Przez cały okres badań notowano liczbę drzew zamierających lub obumarłych.

Na każdej powierzchni próbnej zainstalowano następujące rodzaje pułapek:

- pułapki ekranowe IBL-2 (bez feromonu) do odławiania owadów latających, usytuowane gwiazdźście po 3 sztuki w lukach w drzewostanie,
- pułapki kołnierzowe „Geolas” (Kosibowicz, Koziół 1995) odławiające owady wchodzące na pień drzewa i przemieszczające się do góry, zakładane na pniach na wysokości około 1,5 m od ziemi, po 2 na każdej powierzchni,
- pułapki kołnierzowo-lejowe „Geolas”, oryginalnej konstrukcji M. Kosibowicza (Ryc. 1) do odławiania owadów przemieszczających się po korze pni z góry w dół, zakładane na pniach na wysokości około 1,5 m od ziemi, po 2 na każdej powierzchni,



**Ryc. 1.** Pułapka kołnierzowo-lejowa „Geolas” do odławiania owadów schodzących z korony drzewa po pniu w kierunku ściółki (fot. M. Kosibowicz).

**Fig. 1.** Funnel-collar trap „Geolas” capturing insects descending by tree trunks from the crowns towards the litter (photo M. Kosibowicz).

- zmodyfikowane pułapki Moerickego (Ryc. 2) do odławiania owadów latających, zawieszone na gałęziach lub wysięgnikach przymocowanych do pni drzew na wysokości około 5 m, po 3 na każdej powierzchni,



**Ryc. 2.** Zmodyfikowana pułapka Moerickego (fot. M. Kosibowicz).

**Fig. 2.** Modified Moericke trap (photo M. Kosibowicz).

- nadrzewne fotoeklektory wykonane z czarnej tkaniny membranowej, zakładane na stojących tyłcach złamanych drzew, po 2 na każdej powierzchni.

Wszystkie rodzaje pułapek były kontrolowane raz w miesiącu przez cały okres wegetacyjny w latach 2004–2006. Ogółem wyłożono 75 sztuk różnych pułapek, w tym: 21 pułapek ekranowych IBL–2, 16 pułapek kołnierzowych „Geolas”, 8 pułapek kołnierzowo-lejowych „Geolas”, 18 zmodyfikowanych pułapek Moerickego i 12 fotoeklektorów nadrzewnych.

Przy opracowywaniu wyników badań wykorzystano następujące wskaźniki ekologiczne (Szujewski 1980, 2001; Kasprzak, Niedbała 1981):

\* Liczebność (N) – liczba owadów odłowionych do różnego typu pułapek, w kolejnych latach badań, na poszczególnych powierzchniach obserwacyjnych i ogółem.

\* Dominacja indywidualna gatunku (D)

$$D = \frac{s}{S} \cdot 100(\%), \text{ gdzie:}$$

s – liczba osobników określonego gatunku owada w zgrupowaniu,

S – liczba osobników wszystkich gatunków owadów w zgrupowaniu.

\* Wierność występowania gatunku ( $F_r$ )

$$F_r = \frac{c}{C}, \text{ gdzie:}$$

$c$  – częstość występowania danego gatunku w badanym środowisku (powierzchni obserwacyjnej),

$C$  – częstość występowania danego gatunku w różnych badanych środowiskach (powierzchniach obserwacyjnych).

\* Wskaźnik Margalefa – bogactwa gatunkowego powierzchni ( $d$ )

$$d = \frac{S - 1}{\log N}, \text{ gdzie:}$$

$S$  – liczba gatunków chrząszczy (z wyłączeniem obcych  $F_o$ ),

$N$  – liczba osobników chrząszczy (z wyłączeniem obcych  $F_o$ ).

\* Wskaźnik wierności ( $QF_3$ )

$$QF_3 = d\sqrt{F_3}, \text{ gdzie:}$$

$d$  – wskaźnik Margalefa,

$F_3$  – udział w zgrupowaniu gatunków wyłącznych.

\* Wskaźnik cenności faunistycznej ( $QR$ )

$$QR = d\sqrt{R}, \text{ gdzie:}$$

$R$  – udział w zgrupowaniu gatunków rzadkich, chronionych i reliktowych w Polsce, należących do fauny leśnej.

## Wyniki badań

### Charakterystyka drzew na powierzchniach obserwacyjnych

Obserwacje terenowe prowadzono na próbie 270 żywych drzew: 90 jodeł, 90 świerków i 90 buków, którym z chwilą rozpoczęcia badań pomierzono pierśnice. W przypadku drzewostanów jodłowych wyraźnie zaznaczał się wysoki udział drzew o pierśnicach powyżej 40 cm, natomiast średnie pierśnice drzew na powierzchniach założonych w drzewostanach świerkowych były bardzo zbliżone, a rozkład w klasach grubości – nieregularny. W przekroju całej próby świerka zaznaczał się wyraźnie wysoki udział drzew cieńszych (25–35 cm), bez wyraź-

nego związku z wiekiem drzewostanów. W przypadku drzewostanów bukowych rozkład pierśnic jedynie na pow. A był zbliżony do normalnego, natomiast na pow. B i G zaznaczał się wyższy udział drzew cieńszych, co nie odbiło się jednak na rozkładzie całej próby drzew w klasach grubości.

W okresie 3-letnich badań na powierzchniach założonych w drzewostanach jodłowych i bukowych ani jedno drzewo nie wydzieliło się z przyczyn naturalnych. Natomiast na powierzchniach usytuowanych w świerczynach odnotowano znaczne ilości posuszu wydzielonego pod wpływem kornika drukarza i towarzyszących mu kambiofagów (60%).

### Liczebność odłowionych owadów z uwzględnieniem ich przynależności do różnych rzędów

Ogółem w okresie badań odłowiono do różnego typu pułapek 28 693 okazy owadów należących do 15 rzędów. Pod względem liczebności wyraźnie dominowały chrząszcze – *Coleoptera* (47,49%), a następnie muchówki – *Diptera* (26,83%) i błonkówki – *Hymenoptera* (12,39%). Udziały procentowe pozostałych 12 rzędów owadów były znacznie niższe i wahały się od 0,32% do 2,46%. Wśród owadów stwierdzonych w pułapkach znajdowały się gatunki w różnym stopniu powiązane z ekosystemami lasów jodłowych, świerkowych i bukowych. Najwięcej owadów odłowiono do pułapek ekranowych (32,97%), pułapek Moerickego (30,28%) i pułapek kołnierзовych „Geolas” (25,15%). Zarówno sumaryczne jak i średnie liczby odłowionych chrząszczy na powierzchniach próbnych założonych w drzewostanach jodłowych i świerkowych były zbliżone do siebie, a zarazem znacznie wyższe aniżeli na powierzchniach usytuowanych w buczynach.

### Liczebność odłowionych chrząszczy z uwzględnieniem ich przynależności do różnych taksonów

W okresie prowadzenia badań na wszystkich powierzchniach obserwacyjnych (A–I) zebrano w zastosowanych pułapkach 13 623 okazy chrząszczy, które należały do 52 rodzin. Ze względu na bardzo dużą ilość zebranego materiału, tylko część (5615 okazów) oznaczono do poziomu gatunkowego (192 gat.) i wykorzystano do waloryzacji powierzchni obserwacyjnych (Tab. 2). Były to w przeważającej większości gatunki charakterystyczne wyłączne ( $F_3$ ) lub charakterystyczne ( $F_2$ ) dla ekosystemów leśnych, o wysokich wartościach wskaźnika wierności występowania. Reprezentowały one różne grupy troficzne: część z nich to owady ksylobiontyczne, jednak odłowiono także gatunki liścio- i grzybożerne, drapieżne, nekrofagiczne i inne. Uwzględniono również gatunki towarzyszące ( $F_1$ ) znajdujące najliczniej w biocenozach leśnych, ale występujące również poza lasem, w innych środowiskach.

**Tabela 2.** Liczebność chrząszczy z poszczególnych gatunków odłowionych do różnego typu pułapek umieszczonych w drzewostanach świerkowych, jodłowych i bukowych z występującymi starymi i martwymi drzewami.

**Table 2.** Number of beetles from individual species, captured in various types of traps situated in spruce, fir and beech stands with occurring old and dead trees.

| Rodzina / Family<br>Gatunek / Species        | Liczba okazów odłowionych w drzewostanach:<br>Number of insects captured in the stands of: |                       |                   |                 |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
|                                              | jodłowych<br>fir                                                                           | świerkowych<br>spruce | bukowych<br>beech | ogółem<br>total |
| -1-                                          | -2-                                                                                        | -3-                   | -4-               | -5-             |
| <b>Carabidae</b>                             |                                                                                            |                       |                   |                 |
| <i>Calosoma sycophanta</i> (L.)              |                                                                                            | 1                     |                   | 1               |
| <i>Carabus arcensis</i> Herbst               |                                                                                            | 1                     | 2                 | 3               |
| <i>Carabus auronitens</i> Fabr.              | 7                                                                                          | 15                    | 4                 | 26              |
| <i>Carabus coriaceus</i> L.                  | 1                                                                                          |                       |                   | 1               |
| <i>Carabus granulatus</i> L.                 | 1                                                                                          | 3                     |                   | 4               |
| <i>Carabus irregularis</i> Fabr.             | 1                                                                                          | 2                     |                   | 3               |
| <i>Carabus linnaei</i> Duft.                 |                                                                                            | 2                     | 3                 | 5               |
| <i>Carabus violaceus</i> L.                  |                                                                                            | 1                     |                   | 1               |
| <i>Cychrus caraboides</i> (L.)               |                                                                                            | 2                     |                   | 2               |
| <i>Dromius agilis</i> (Fabr.)                | 9                                                                                          | 3                     |                   | 12              |
| <i>Dromius fenestratus</i> (Fabr.)           | 35                                                                                         | 45                    | 2                 | 82              |
| <i>Dromius quadrimaculatus</i> (L.)          |                                                                                            | 1                     |                   | 1               |
| <i>Elaphrus riparius</i> (L.)                |                                                                                            | 1                     |                   | 1               |
| <i>Leistus rufomarginatus</i> (Duft.)        | 6                                                                                          |                       |                   | 6               |
| <i>Pterostichus niger</i> Schall.)           | 2                                                                                          |                       |                   | 2               |
| <i>Pterostichus pilosus</i> (Host)           |                                                                                            | 1                     |                   | 1               |
| <i>Pterostichus ablongopunctatus</i> (Fabr.) | 3                                                                                          | 2                     |                   | 5               |
| <i>Pterostichus foveolatus</i> (Duft.)       | 1                                                                                          | 7                     |                   | 8               |
| <i>Trechus latus</i> Putz.                   |                                                                                            | 5                     |                   | 5               |
| <b>Anobiidae</b>                             |                                                                                            |                       |                   |                 |
| <i>Hedobia imperialis</i> (L.)               |                                                                                            |                       | 1                 | 1               |
| <i>Ptilinus fuscus</i> Geoffr.               |                                                                                            |                       | 1                 | 1               |
| <i>Ptilinus pectinicornis</i> (L.)           | 6                                                                                          |                       | 73                | 79              |
| <i>Ptinus coarcticollis</i> Sturm.           | 3                                                                                          |                       |                   | 3               |
| <b>Dermestidae</b>                           |                                                                                            |                       |                   |                 |
| <i>Megatoma undata</i> (L.)                  | 1                                                                                          |                       |                   | 1               |
| <b>Derodontidae</b>                          |                                                                                            |                       |                   |                 |
| <i>Laricobius erichsonii</i> Rosenh.         | 1                                                                                          |                       |                   | 1               |
| <b>Cerambycidae</b>                          |                                                                                            |                       |                   |                 |
| <i>Acanthocinus griseus</i> (Fabr.)          | 1                                                                                          | 1                     |                   | 2               |
| <i>Alosterna tabacicolor</i> (Deg.)          |                                                                                            | 5                     |                   | 5               |

| -1-                                             | -2- | -3- | -4- | -5- |
|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| <i>Anaglyptus mysticus</i> (L.)                 |     |     | 1   | 1   |
| <i>Anastrangalia sanguinolenta</i> (L.)         |     | 2   |     | 2   |
| <i>Callidium aeneum</i> (Deg.)                  | 2   |     |     | 2   |
| <i>Clytus lama</i> Muls.                        | 2   |     |     | 2   |
| <i>Evodinus clathratus</i> (Fabr.)              | 1   | 13  | 2   | 16  |
| <i>Leiopus nebulosus</i> (L.)                   |     |     | 1   | 1   |
| <i>Molorchus minor</i> (L.)                     |     | 1   |     | 1   |
| <i>Oxymirus cursor</i> (L.)                     | 6   | 7   | 2   | 15  |
| <i>Pachyta lamed</i> (L.)                       |     | 1   |     | 1   |
| <i>Pidonia lurida</i> (Fabr.)                   |     | 27  |     | 27  |
| <i>Pogonocherus fasciculatus</i> (Deg.)         |     | 7   |     | 7   |
| <i>Pogonocherus hispidulus</i> (Pill. et Mitt.) |     | 1   | 1   | 2   |
| <i>Pogonocherus hispidus</i> (L.)               | 9   | 1   |     | 10  |
| <i>Pogonocherus ovatus</i> (Goeze)              | 2   |     |     | 2   |
| <i>Prionus coriarius</i> (L.)                   | 1   |     | 2   | 3   |
| <i>Pronocera angusta</i> (Kriechb.)             | 3   |     |     | 3   |
| <i>Rhagium bifasciatum</i> Fabr.                |     | 1   | 1   | 2   |
| <i>Rhagium inquisitor</i> (L.)                  | 9   | 37  | 1   | 47  |
| <i>Rhagium mordax</i> (Deg.)                    |     | 2   | 1   | 3   |
| <i>Rutpela maculata</i> Poda                    | 5   |     |     | 5   |
| <i>Semanotus undatus</i> (L.)                   |     | 2   |     | 2   |
| <i>Stenurella melanura</i> (L.)                 | 76  |     | 6   | 82  |
| <i>Stictoleptura maculicornis</i> (Deg.)        | 9   | 6   |     | 15  |
| <i>Stictoleptura rubra</i> (L.)                 | 17  | 6   | 3   | 26  |
| <i>Tetropium castaneum</i> (L.)                 | 1   | 79  |     | 80  |
| <i>Tetropium fuscum</i> (Fabr.)                 | 8   | 2   |     | 10  |
| <b>Chrysomelidae</b>                            |     |     |     |     |
| <i>Cassida viridis</i> L.                       | 1   |     |     | 1   |
| <i>Chrysolina varians</i> (Schall.)             |     | 2   |     | 2   |
| <i>Chrysomela coerulans</i> Scriba              | 4   | 4   |     | 8   |
| <i>Cryptocephalus pini</i> (L.)                 |     | 1   |     | 1   |
| <i>Galeruca tanaceti</i> (L.)                   |     | 1   |     | 1   |
| <i>Galerucella lineola</i> (Fabr.)              | 1   |     |     | 1   |
| <i>Galerucella tenella</i> (L.)                 |     | 1   |     | 1   |
| <i>Lochmaea capreae</i> ((L.)                   |     |     | 1   | 1   |
| <i>Phyllotreta undulata</i> (Kutsch.)           |     | 1   |     | 1   |
| <i>Phytodecta pallida</i> (L.)                  | 1   |     |     | 1   |
| <b>Cleridae</b>                                 |     |     |     |     |
| <i>Thanasimus formicarius</i> (L.)              | 19  | 57  |     | 76  |

| -1-                                         | -2- | -3- | -4- | -5- |
|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| <b>Melyridae</b>                            |     |     |     |     |
| <i>Dasytes plumbeus</i> (O.F. Müller)       | 10  |     | 9   | 19  |
| <b>Trogossitidae</b>                        |     |     |     |     |
| <i>Nemosoma elongatum</i> (L.)              | 1   |     |     | 1   |
| <i>Ostoma ferruginea</i> (L.)               | 3   | 1   |     | 4   |
| <b>Byturidae</b>                            |     |     |     |     |
| <i>Byturus tomentosus</i> (Fabr.)           | 9   | 1   |     | 10  |
| <b>Cerylonidae</b>                          |     |     |     |     |
| <i>Cerylon ferrugineum</i> Steph.           | 12  |     | 1   | 13  |
| <i>Cerylon histeroides</i> (Fabr.)          | 13  |     |     | 13  |
| <b>Coccinellidae</b>                        |     |     |     |     |
| <i>Adalia bipunctata</i> (L.)               |     | 1   |     | 1   |
| <i>Adonia variegata</i> (Goeze)             |     | 1   |     | 1   |
| <i>Anatis ocellata</i> (L.)                 | 10  | 8   | 3   | 21  |
| <i>Aphidecta oblitterata</i> (L.)           | 45  | 81  | 3   | 129 |
| <i>Coccinella quinquepunctata</i> L.        | 1   |     |     | 1   |
| <i>Coccinella septempunctata</i> L.         | 92  | 84  | 8   | 184 |
| <i>Exochomus quadripustulatus</i> (L.)      | 7   |     |     | 7   |
| <i>Halyzia sedecimguttata</i> (L.)          | 1   |     | 23  | 24  |
| <i>Harmonia quadripunctata</i> (Pont.)      | 4   |     |     | 4   |
| <i>Myzia oblongoguttata</i> (L.)            | 3   | 1   |     | 4   |
| <i>Scymnus abietis</i> (Payk.)              | 1   |     |     | 1   |
| <b>Erotylidae</b>                           |     |     |     |     |
| <i>Triplax russica</i> (L.)                 |     |     | 4   | 4   |
| <b>Cryptophagidae</b>                       |     |     |     |     |
| <i>Atomaria pusilla</i> (Payk.)             |     |     | 1   | 1   |
| <b>Endomychidae</b>                         |     |     |     |     |
| <i>Endomychus coccineus</i> (L.)            | 1   |     | 1   | 2   |
| <b>Monotomidae</b>                          |     |     |     |     |
| <i>Rhizophagus bipustulatus</i> (Fabr.)     | 1   | 1   |     | 2   |
| <i>Rhizophagus dispar</i> (Payk.)           | 4   |     |     | 4   |
| <i>Rhizophagus nitidulus</i> (Fabr.)        | 13  |     |     | 13  |
| <b>Nitidulidae</b>                          |     |     |     |     |
| <i>Glischrochilus hortensis</i> (Fourcr.)   |     | 1   |     | 1   |
| <i>Glischrochilus quadripustulatus</i> (L.) |     | 4   |     | 4   |
| <i>Soronia grisea</i> (L.)                  | 29  | 3   | 8   | 40  |
| <b>Sphindidae</b>                           |     |     |     |     |
| <i>Aspidiphorus orbiculatus</i> (Gyll.)     | 5   |     |     | 5   |
| <b>Anthribidae</b>                          |     |     |     |     |
| <i>Anthribus albinus</i> (L.)               |     |     | 1   | 1   |
| <i>Brachytarsus nebulosus</i> (Först.)      | 1   | 6   | 2   | 9   |

| -1-                                          | -2- | -3- | -4- | -5-  |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|------|
| <b>Attelabidae</b>                           |     |     |     |      |
| <i>Apoderus coryli</i> (L.)                  | 1   |     |     | 1    |
| <i>Deporaus betulae</i> (L.)                 | 4   | 2   | 9   | 15   |
| <b>Curculionidae</b>                         |     |     |     |      |
| <i>Curculio cerasorum</i> (Payk.)            |     |     | 1   | 1    |
| <i>Curculio nucum</i> (L.)                   | 1   |     |     | 1    |
| <i>Hylobius abietis</i> (L.)                 | 4   | 56  | 2   | 62   |
| <i>Hylobius piceus</i> (Deg.)                | 3   | 65  | 2   | 70   |
| <i>Hylobius pinastri</i> Gyll.               |     | 2   |     | 2    |
| <i>Liophloeus tessellatus</i> (O.F. Müller.) | 1   |     |     | 1    |
| <i>Magdalis duplicata</i> Germ.              |     | 1   |     | 1    |
| <i>Otiorhynchus niger</i> (Fabr.)            | 176 | 19  |     | 195  |
| <i>Otiorhynchus ovatus</i> (L.)              | 106 | 76  |     | 182  |
| <i>Otiorhynchus tenebriosus</i> (Herbst)     | 58  | 117 |     | 175  |
| <i>Phyllobius arborator</i> (Herbst)         | 40  | 87  | 19  | 146  |
| <i>Phyllobius viridicollis</i> (Fabr.)       | 17  |     | 56  | 73   |
| <i>Pissodes harcyniae</i> (Herbst)           |     | 8   | 1   | 9    |
| <i>Pissodes piceae</i> (Ill.)                | 152 |     |     | 152  |
| <i>Polydrusus atomarius</i> Ol.)             | 52  | 40  | 89  | 181  |
| <i>Polydrusus tereticollis</i> (Deg.)        | 4   | 56  | 73  | 133  |
| <i>Rhyncolus chloropus</i> (Gyll.            | 2   |     |     | 2    |
| <i>Strophosoma faber</i> (Herbst)            |     |     | 3   | 3    |
| <i>Strophosoma melanogrammum</i> (Först.)    | 138 |     |     | 138  |
| <b>Curculionidae: Scolytinae</b>             |     |     |     |      |
| <i>Cryphalus abietis</i> (Ratz.)             | 3   | 1   |     | 4    |
| <i>Crypturgus cinereus</i> (Herbst)          | 1   | 2   |     | 3    |
| <i>Crypturgus pusillus</i> (Gyll.)           |     | 18  |     | 18   |
| <i>Dryocoetes autographus</i> (Ratz.)        | 5   | 3   | 4   | 12   |
| <i>Dryocoetes hectographus</i> Reitt.        | 4   | 21  | 1   | 26   |
| <i>Hylastes ater</i> Payk.                   |     | 167 | 1   | 168  |
| <i>Hylastes cunicularius</i> Erichs.         |     | 61  | 4   | 65   |
| <i>Hylurgops palliatus</i> (Gyll.)           |     | 42  |     | 42   |
| <i>Ips amitinus</i> (Eichh.)                 |     | 10  |     | 10   |
| <i>Ips typographus</i> (L.)                  | 408 | 594 |     | 1002 |
| <i>Orthotomicus suturalis</i> (Gyll.)        | 1   | 14  |     | 15   |
| <i>Pityogenes chalcographus</i> (L.)         | 29  | 207 | 5   | 241  |
| <i>Polygraphus poligraphus</i> (L.)          |     | 3   |     | 3    |
| <i>Scolytus carpini</i> (Ratz.)              | 1   |     |     | 1    |
| <i>Xyleborus dispar</i> (Fabr.)              | 2   | 71  | 5   | 78   |
| <i>Xyloterus domesticus</i> (L.)             | 8   |     | 10  | 18   |
| <i>Xyloterus lineatus</i> (Oliv.)            | 1   | 181 |     | 182  |

| -1-                                      | -2- | -3- | -4- | -5- |
|------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| <b>Lymexylidae</b>                       |     |     |     |     |
| <i>Elateroides dermestoides</i> (L.)     | 18  | 4   | 5   | 27  |
| <b>Ciidae</b>                            |     |     |     |     |
| <i>Cis boleti</i> (Scop.)                | 20  |     |     | 20  |
| <b>Melandryidae</b>                      |     |     |     |     |
| <i>Orchesia fasciata</i> (Ill.)          | 27  |     | 1   | 28  |
| <i>Orchesia undulata</i> Kraatz          | 2   |     | 2   | 4   |
| <i>Serropalpus barbatus</i> (Schall.)    | 19  |     | 1   | 20  |
| <b>Mordellidae</b>                       |     |     |     |     |
| <i>Mordella aculeata</i> L.              |     |     | 9   | 9   |
| <b>Oedemeridae</b>                       |     |     |     |     |
| <i>Calopus serraticornis</i> (L.)        | 1   | 2   | 1   | 4   |
| <i>Chrysanthia viridissima</i> (L.)      |     |     | 1   | 1   |
| <i>Ischnocera sanguinicollis</i> (Fabr.) | 6   |     |     | 6   |
| <b>Pyrochroidae</b>                      |     |     |     |     |
| <i>Schizotus pectinicornis</i> (L.)      | 6   |     |     | 6   |
| <b>Scraptiidae</b>                       |     |     |     |     |
| <i>Anaspis frontalis</i> (L.)            | 2   |     |     | 2   |
| <b>Tenebrionidae</b>                     |     |     |     |     |
| <i>Prionychus ater</i> (Fabr.)           | 2   |     |     | 2   |
| <i>Stenomax aeneus</i> (Scop.)           | 267 |     | 76  | 343 |
| <b>Zopheridae</b>                        |     |     |     |     |
| <i>Colydium elongatum</i> (Fabr.)        |     |     | 1   | 1   |
| <b>Buprestidae</b>                       |     |     |     |     |
| <i>Anthaxia helvetica</i> Stierl.        | 2   | 22  |     | 24  |
| <i>Anthaxia quadripunctata</i> (L.)      |     | 18  |     | 18  |
| <b>Byrrhidae</b>                         |     |     |     |     |
| <i>Byrrhus pilula</i> (L.)               |     | 2   |     | 2   |
| <b>Cantharidae</b>                       |     |     |     |     |
| <i>Cantharis fusca</i> (L.)              | 60  | 1   |     | 61  |
| <i>Cantharis obscura</i> L.              | 5   |     |     | 5   |
| <i>Cantharis rustica</i> (Fall.)         | 7   | 1   |     | 8   |
| <i>Malthodes maurus</i> Castelnau        | 1   |     |     | 1   |
| <i>Podabrus alpinus</i> (Payk.)          |     | 1   |     | 1   |
| <i>Rhagonycha fulva</i> (Scop.)          | 4   | 14  | 3   | 21  |
| <b>Elateridae</b>                        |     |     |     |     |
| <i>Adrastus pallens</i> (Fabr.)          | 1   |     | 1   | 2   |
| <i>Ampedus balteatus</i> (L.)            | 2   |     |     | 2   |
| <i>Ampedus sanguineus</i> (L.)           | 10  |     |     | 10  |
| <i>Anostirus purpureus</i> (Poda)        | 1   |     |     | 1   |

| -1-                                          | -2- | -3- | -4- | -5- |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| <i>Athous bicolor</i> (Goeze)                | 2   |     |     | 2   |
| <i>Athous haemorrhoidalis</i> (Fabr.)        | 23  | 7   | 16  | 46  |
| <i>Athous subfuscus</i> (O.F. Müll.)         | 9   | 12  | 18  | 39  |
| <i>Athous vittatus</i> (Gmel.)               |     | 4   | 6   | 10  |
| <i>Cardiophorus ruficollis</i> (L.)          | 3   |     |     | 3   |
| <i>Denticollis linearis</i> (L.)             |     |     | 1   | 1   |
| <i>Melanotus brunnipes</i> (Germ.)           | 2   | 6   |     | 8   |
| <i>Melanotus erythropus</i> (Gmel.)          | 7   | 9   |     | 16  |
| <i>Selatosomus aeneus</i> (L.)               | 3   |     |     | 3   |
| <i>Selatosomus cruciatus</i> (L.)            | 3   | 2   |     | 5   |
| <b>Eucnemidae</b>                            |     |     |     |     |
| <i>Hylis foveicollis</i> (Thoms.)            | 9   |     |     | 9   |
| <i>Hylis procerulus</i> (Mannerh.)           | 3   |     |     | 3   |
| <b>Lampyridae</b>                            |     |     |     |     |
| <i>Phausis splendidula</i> (L.)              | 7   |     | 2   | 9   |
| <b>Lycidae</b>                               |     |     |     |     |
| <i>Dictyoapterus aurora</i> (Herbst)         | 3   | 2   | 3   | 8   |
| <b>Throscidae</b>                            |     |     |     |     |
| <i>Aulonothroscus brevicollis</i> (Bonv.)    | 1   | 1   |     | 2   |
| <b>Aphodiidae</b>                            |     |     |     |     |
| <i>Aphodius fimetarius</i> (L.)              | 15  | 4   | 30  | 49  |
| <i>Aphodius fossor</i> (L.)                  | 4   |     |     | 4   |
| <b>Geotrupidae</b>                           |     |     |     |     |
| <i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Hartm.)     | 2   | 8   | 3   | 13  |
| <b>Lucanidae</b>                             |     |     |     |     |
| <i>Platycerus caprea</i> (Deg.)              |     | 1   | 3   | 4   |
| <i>Sinodendron cylindricum</i> (L.)          |     |     | 1   | 1   |
| <b>Rutelidae</b>                             |     |     |     |     |
| <i>Phyllopertha horticola</i> (L.)           |     | 23  | 1   | 24  |
| <b>Scarabaeidae</b>                          |     |     |     |     |
| <i>Onthophagus joannae</i> Golj.             |     | 1   |     | 1   |
| <b>Histeridae</b>                            |     |     |     |     |
| <i>Acritus nigricornis</i> (Hoffm.)          |     |     | 1   | 1   |
| <b>Leiodidae</b>                             |     |     |     |     |
| <i>Agaricophagus cephalotes</i> W.L. Schmidt | 1   |     |     | 1   |
| <i>Anisotoma humeralis</i> (Fabr.)           |     |     | 1   | 1   |
| <i>Catops nigricans</i> (Spence)             | 1   |     |     | 1   |
| <b>Silphidae</b>                             |     |     |     |     |
| <i>Nicrophorus fossor</i> Er.                | 6   | 1   | 5   | 12  |
| <i>Nicrophorus vespillo</i> (L.)             | 4   |     | 6   | 10  |

| -1-                                                               | -2-         | -3-         | -4-        | -5-         |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| <i>Nicrophorus vespilloides</i> Herbst                            | 1           | 4           | 2          | 7           |
| <i>Silpha thoracica</i> L.                                        | 1           |             |            | 1           |
| <b>Staphylinidae</b>                                              |             |             |            |             |
| <i>Ocypus olens</i> (O.F. Müll.)                                  | 2           |             |            | 2           |
| <i>Scaphidium quadrimaculatum</i> Oliv.                           | 7           |             | 1          | 8           |
| <i>Scaphisoma agaricinum</i> (L.)                                 |             |             | 3          | 3           |
| <i>Scaphisoma assimile</i> Er.                                    |             |             | 2          | 2           |
| <b>Ogółem liczba okazów</b><br><b>Total number of individuals</b> | <b>2325</b> | <b>2627</b> | <b>663</b> | <b>5615</b> |
| <b>Ogółem liczba gatunków</b><br><b>Total number of species</b>   | <b>129</b>  | <b>106</b>  | <b>78</b>  | <b>192</b>  |

W zebranym materiale pod względem zróżnicowania gatunkowego dominowały chrząszcze z rodziny *Curculionidae* (36 gatunków, w tym 10 z podrodziny *Scolytinae*), *Cerambycidae* (25), *Carabidae* (18) i *Elateridae* (15). Najwięcej gatunków (130) stwierdzono na powierzchniach założonych w drzewostanach jodłowych, a mniej w świerkowych (107) i bukowych (78). Wyłącznie w drzewostanach świerkowych odłowiono 33 gatunki, w jodłowych – 52, a w bukowych – 19. Natomiast grupa chrząszczy, których obecność wykazano we wszystkich drzewostanach (jodłowych, świerkowych i bukowych) obejmowała 31 gatunków (15,1%).

Zgrupowania chrząszczy wyróżnione na 9 powierzchniach obserwacyjnych liczyły od 26 do 87 gatunków (Tab. 2). W drzewostanach jodłowych najliczniejsze gatunkowo zgrupowania stwierdzono na pow. A (drzewostan z usuwanym posuszem i wywrotami) i na pow. B (drzewostan z usuwanym posuszem i nieusuwanymi wywrotami). W drzewostanach świerkowych najwięcej gatunków chrząszczy odłowiono na pow. E (drzewostan z usuwanym na bieżąco posuszem czynnym, w obszarze ochrony czynnej Tatrzańskiego Parku Narodowego; uprzątnięta powierzchnia powiatrolomowa). Natomiast w drzewostanach bukowych najliczniejsze pod względem liczby gatunków zgrupowanie stwierdzono na pow. D (drzewostan z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony czynnej zachowawczej Gorceńskiego Parku Narodowego).

Liczba osobników chrząszczy odłowionych do pułapek na poszczególnych powierzchniach obserwacyjnych wahała się od 165 do 1481 okazów (Tab. 3). W drzewostanach jodłowych najwięcej chrząszczy odłowiono na pow. B (drzewostan z usuwanym posuszem i nieusuwanymi wywrotami). W drzewostanach świerkowych najwięcej okazów *Coleoptera* zebrano na pow. E (drzewostan z usuwanym na bieżąco posuszem czynnym, w obszarze ochrony czynnej TPN; uprzątnięta powierzchnia powiatrolomowa). W drzewostanach bukowych liczebność odłowionych chrząszczy była najwyższa na pow. D (drzewostan z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN).

**Tabela 3.** Wskaźniki waloryzujące poszczególne powierzchnie obserwacyjne założone w wybranych drzewostanach o zróżnicowanych działaniach gospodarczych, z wykorzystaniem zgrupowań chrząszczy.

**Table 3.** Indices valorizing individual observation plots established in selected stands subjected to various management activities, based on the beetle associations.

| Wskaźnik<br>Index                                                                                                                                                    | Drzewostany / Stands<br>Powierzchnie / Plots |       |       |                    |       |        |                |       |       |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|-------|--------------------|-------|--------|----------------|-------|-------|--|
|                                                                                                                                                                      | Jodłowe / Fir                                |       |       | Świerkowe / Spruce |       |        | Bukowe / Beech |       |       |  |
|                                                                                                                                                                      | A                                            | B     | H     | E                  | F     | I      | C              | D     | G     |  |
| Liczba gatunków <i>Number of species (S)</i>                                                                                                                         | 87                                           | 70    | 40    | 70                 | 52    | 54     | 29             | 52    | 26    |  |
| Liczba osobników <i>Number of individuals (N)</i>                                                                                                                    | 763                                          | 1305  | 257   | 1481               | 768   | 378    | 186            | 312   | 165   |  |
| Wskaźnik bogactwa gatunkowego<br><i>Species richness index (d)</i>                                                                                                   | 29,55                                        | 22,14 | 16,98 | 21,74              | 17,75 | 20,54  | 11,92          | 21,92 | 11,27 |  |
| Udział procentowy gatunków charakterystycznych wyłącznych<br><i>Percentage of exclusive characteristic species (F<sub>3</sub>)</i>                                   | 32,56                                        | 30,00 | 26,19 | 41,43              | 40,38 | 37,04  | 28,57          | 38,00 | 23,08 |  |
| Udział procentowy gatunków charakterystycznych wybierających<br><i>Percentage of characteristic choosing species (F<sub>2</sub>)</i>                                 | 20,93                                        | 22,86 | 26,19 | 12,86              | 17,31 | 16,67  | 25,00          | 24,00 | 26,92 |  |
| Udział procentowy gatunków towarzyszących<br><i>Percentage of accompanying species (F<sub>1</sub>)</i>                                                               | 19,77                                        | 17,14 | 14,29 | 11,43              | 15,38 | 18,52  | 32,14          | 16,00 | 19,23 |  |
| Udział procentowy osobników gatunków charakterystycznych<br>wyłącznych<br><i>Percentage of individuals from exclusive characteristic<br/>species (F<sub>3</sub>)</i> | 13,34                                        | 18,34 | 7,06  | 33,63              | 16,94 | 37,40  | 3,96           | 9,90  | 11,77 |  |
| Wskaźnik wierności <i>Fidelity index QF<sub>3</sub></i>                                                                                                              | 107,93                                       | 94,82 | 45,12 | 126,07             | 73,06 | 125,61 | 23,72          | 37,51 | 38,66 |  |
| Udział procentowy gatunków dendrofilnych<br><i>Percentage of dendrophilic insects</i>                                                                                | 16,52                                        | 14,14 | 20,37 | 15,29              | 11,43 | 11,43  | 22,86          | 10,77 | 18,92 |  |
| Udział procentowy gatunków saproksylicznych<br><i>Percentage of saproxylic insects</i>                                                                               | 67,83                                        | 64,65 | 66,67 | 68,24              | 67,14 | 64,29  | 80,00          | 75,38 | 59,46 |  |
| Udział procentowy gatunków objętych ochroną<br><i>Percentage of protected insects</i>                                                                                | 1,18                                         | –     | 7,32  | 5,71               | –     | 9,43   | 3,57           | 5,88  | –     |  |
| Wskaźnik cenności faunistycznej<br><i>Faunistic value index QR</i>                                                                                                   | 72,38                                        | 22,14 | 29,41 | 43,48              | 17,75 | 54,34  | 11,92          | 49,01 | 11,27 |  |

Wartości wskaźnika bogactwa gatunkowego ( $d$ ), obliczone dla poszczególnych powierzchni badawczych, wahały się od 11,3 do 29,6 (Tab. 3). W drzewostanach jodłowych najwyższą wartość osiągnął on na pow. A (drzewostan z usuwanym posuszem i wywrotami), w drzewostanach świerkowych – na pow. E (drzewostan z usuwanym na bieżąco czynnym posuszem, w obszarze ochrony czynnej TPN; uprzątnięta powierzchnia powiatrołomowa) i na pow. I (drzewostan z nieusuwanym posuszem i wywrotami, w obszarze ochrony ścisłej TPN), a w drzewostanach bukowych – na pow. D (drzewostan z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN).

Udział procentowy gatunków charakterystycznych wyłącznych ( $F_3$ ) na poszczególnych powierzchniach obserwacyjnych wahał się od 23,1% do 41,4% (Tab. 3). W drzewostanach jodłowych najwyższe wartości tego wskaźnika stwierdzono na pow. A (drzewostan z usuwanym posuszem i wywrotami) i na pow. B (drzewostan z usuwanym posuszem i nieusuwanymi wywrotami). W drzewostanach świerkowych najwyższy udział procentowy gatunków zaliczonych do grupy  $F_3$  wykazano na pow. E (drzewostan z usuwanym na bieżąco posuszem czynnym w obszarze ochrony czynnej TPN; uprzątnięta powierzchnia powiatrołomowa) i na pow. F (drzewostan z usuwanym na bieżąco posuszem czynnym w obszarze ochrony czynnej TPN; nieuprzątnięta powierzchnia powiatrołomowa). W drzewostanach bukowych najwyższy udział gatunków charakterystycznych wyłącznych stwierdzono na pow. D (drzewostan z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN).

Najwyższe udziały procentowe gatunków charakterystycznych wybierających ( $F_2$ ) stwierdzono: w drzewostanach jodłowych na pow. H (drzewostan z nieusuwanym posuszem i wywrotami w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN); w drzewostanach świerkowych na pow. F (drzewostan z usuwanym na bieżąco posuszem czynnym, w obszarze ochrony czynnej TPN; nieuprzątnięta powierzchnia powiatrołomowa) i na pow. I (drzewostan z nieusuwanym posuszem i wywrotami, w obszarze ochrony ścisłej TPN), a w drzewostanach bukowych na pow. G (drzewostan z usuwanym posuszem i wywrotami) (Tab. 3).

Najwyższe udziały procentowe gatunków towarzyszących ( $F_1$ ) stwierdzono: w drzewostanach jodłowych na pow. A (drzewostan z usuwanym posuszem i wywrotami), w drzewostanach świerkowych na pow. I (drzewostan z nieusuwanym posuszem i wywrotami w obszarze ochrony ścisłej TPN), a w drzewostanach bukowych na pow. C (drzewostan z nieusuwanym posuszem w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN).

Udziały procentowe osobników gatunków charakterystycznych wyłącznych ( $F_3$ ) na poszczególnych powierzchniach próbnich wahały się od 4,0% do 37,4% (Tab. 3). Najwyższy udział procentowy dla tej grupy gatunków stwierdzono: w drzewostanach jodłowych na pow. B (drzewostan z usuwanym posuszem i nieusuwanymi wywrotami); w drzewostanach świerkowych na pow. I (drzewo-

stan z nieusuwanym posuszem i wywrotami w obszarze ochrony ścisłej TPN), a w drzewostanach bukowych na pow. G (drzewostan bukowy z usuwanym posuszem i wywrotami).

Wartości wskaźnika wierności ( $QF_3$ ) wahały się na poszczególnych powierzchniach próbnych w granicach od 23,7 do 126,1 (Tab. 3). Najwyższe jego wartości stwierdzono: w drzewostanach jodłowych na pow. A (drzewostan z usuwanym posuszem i wywrotami); w drzewostanach świerkowych na pow. E (drzewostan z usuwanym na bieżąco posuszem czynnym, w obszarze ochrony czynnej TPN; uprzątnięta powierzchnia powiatrołomowa) i na pow. I (drzewostan z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony ścisłej TPN), a w drzewostanach bukowych na pow. G (drzewostan z usuwanym posuszem i wywrotami) i na pow. D (drzewostan z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN).

Udziały procentowe gatunków dendrofilnych na poszczególnych powierzchniach próbnych wahały się w granicach 10,8–22,9% (Tab. 3). Najwyższe wartości tego wskaźnika stwierdzono: w drzewostanach jodłowych na pow. H (drzewostan z nieusuwanym posuszem i wywrotami w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN); w drzewostanach świerkowych na pow. E (drzewostan z usuwanym na bieżąco posuszem czynnym w obszarze ochrony czynnej TPN; uprzątnięta powierzchnia powiatrołomowa), a w drzewostanach bukowych na pow. C (drzewostan z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN).

Udziały procentowe gatunków saproksylicznych na poszczególnych powierzchniach badawczych były wysokie i zbliżone do siebie (Tab. 3). Najwyższy udział tej grupy gatunków stwierdzono: w drzewostanach jodłowych na pow. A (drzewostan z usuwanym posuszem i wywrotami) i na pow. H (drzewostan z nieusuwanym posuszem i wywrotami, w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN); w drzewostanach świerkowych na pow. E (drzewostan z usuwanym na bieżąco posuszem czynnym, w obszarze ochrony czynnej TPN; uprzątnięta powierzchnia powiatrołomowa) i na pow. F (drzewostan z usuwanym na bieżąco posuszem czynnym, w obszarze ochrony czynnej TPN; nieuprzątnięta powierzchnia powiatrołomowa); w drzewostanach bukowych na pow. C i D (drzewostany z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN).

Występowanie chrząszczy z rodzaju *Carabus* L. i *Calosoma* L., które są objęte ochroną gatunkową na terenie naszego kraju, stwierdzono tylko na pow. A i H (drzewostany jodłowe), na pow. E i I (drzewostany świerkowe) i na pow. C i D (drzewostany bukowe) (Tab. 2). Najwyższy ich udział, biorąc pod uwagę liczbę gatunków, stwierdzono w drzewostanach świerkowych (6 na 7 gat., z czego 5 gatunków występowało na powierzchni I w obszarze ochrony ścisłej), a niższy – w jodłowych (4 gat.) i bukowych (3 gat.).

Wartości wskaźnika cenności faunistycznej (QR) obliczone dla poszczególnych powierzchni próbnych wahały się od 11,3 do 72,4 (Tab. 3). Najwyższe jego wartości stwierdzono: w drzewostanach jodłowych na pow. A (drzewostan z usuwanym posuszem i wywrotami); w drzewostanach świerkowych na pow. I (drzewostan z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony ścisłej TPN); w drzewostanach bukowych na pow. D (drzewostan z nieusuwanym posuszem, w obszarze ochrony czynnej zachowawczej GPN).

## Podsumowanie, dyskusja i wnioski

W okresie prowadzenia trzyletnich badań spośród obserwowanych 90 jodeł i 90 buków ani jedno drzewo nie wydzieliło się z przyczyn naturalnych, niezależnie od sposobu postępowania w drzewostanach (powierzchnie z nieusuwanym i usuwanym posuszem). Natomiast na powierzchniach założonych w drzewostanach świerkowych łącznie 60% drzew zmarło wskutek zasiedlenia przez kornika drukarza, ale miało to miejsce wyłącznie w obszarze objętym ochroną czynną.

O zróżnicowaniu ekologicznym obiektów wybranych do badań świadczą dane dotyczące występowania chrząszczy, w odniesieniu do składu gatunkowego drzewostanów, w porównaniu z pełnym spektrum jakościowym zebranych owadów z tego rzędu. Najliczniejszą grupę stanowiły chrząszcze występujące wyłącznie w drzewostanach iglastych: w jodłowych – 51 gatunków (26,3%), a w świerkowych – 34 gatunki (17,5%). Grupa chrząszczy odłowionych wyłącznie w drzewostanach bukowych była najmniej liczna, obejmując 19 gatunków (9,8%). Natomiast grupa chrząszczy, których obecność stwierdzono we wszystkich drzewostanach (zarówno jodłowych, jak świerkowych i bukowych) była nieliczna i obejmowała 31 gatunków (16%).

Liczba odłowionych chrząszczy w drzewostanach jodłowych i świerkowych była bardziej uzależniona od stopnia nasłonecznienia powierzchni, aniżeli od statusu powierzchni i ilości znajdującego się tam martwego drewna. Natomiast na powierzchniach założonych w drzewostanach bukowych nie stwierdzono takiej zależności, prawdopodobnie na skutek niewielkich różnic w zwarcie koron i stopniu ocienienia dna lasu.

Na powierzchniach założonych w drzewostanach jodłowych najczęściej i najliczniej występującymi gatunkami były: *Otiorhynchus niger*, *Stenomax aeneus* i *Coccinella septempunctata*, a zatem w większości owady nie związane troficznie z martwym drewnem. Natomiast w drzewostanach świerkowych stwierdzono większą liczbę gatunków dominujących pod względem ilości i frekwencji, wśród których najczęściej powtarzały się: *Ips typographus*, *Xyloterus lineatus* i *Aphidecta oblitterata*, a nieco rzadziej: *Otiorhynchus tenebricosus*, *Thanasimus formicarius*,

*Tetropium castaneum* i *Hylobius piceus*. Są to w większości kambiofagi świerka i związane z nimi entomofagi, a nie typowe saproksylobionty.

W przypadku drzewostanów bukowych nie stwierdzono gatunków, które dominowałyby na wszystkich powierzchniach. Z martwym drewnem wyraźnie troficznie jest związany *Ptilinus pectinicornis*, a także saproksyliczny gatunek *Stenomax aeneus*, który bardzo licznie występował też w drzewostanach jodłowych położonych w tym samym obiekcie leśnym (Nadl. Myślenice).

O różnorodności entomofauny na badanych powierzchniach może świadczyć wskaźnik bogactwa gatunkowego (d), a także jego zmienność w zależności od składu gatunkowego, struktury oraz warunków termicznych i świetlnych drzewostanu. Najwyższe wartości tego wskaźnika stwierdzono w drzewostanach jodłowych i świerkowych o rozluźnionym zwarcu, gdzie znaczne nasłonecznienie sprzyja migracjom i gromadzeniu się licznych gatunków chrząszczy. Pośrednio potwierdzają to również wysokie wartości wskaźnika wierności ( $QF_3$ ) dla tych drzewostanów. Decydujący wpływ warunków termicznych związany z nasłonecznieniem zaznacza się wyraźnie również w przypadku drzewostanów bukowych, gdzie ocienienie stwarzane przez silnie rozbudowane korony drzew wpływa ograniczająco zarówno na skład gatunkowy jak i liczebność odłowionych chrząszczy. Nie dotyczy to jednak saproksylicznych gatunków chrząszczy, których udział procentowy na niemal wszystkich powierzchniach był wyrównany, a jedynie na wilgotnych i ocienionych powierzchniach bukowych przyjął wyższe wartości. Należy więc przypuszczać, że silne nasłonecznienie lub ocienienie, kształtujące warunki wilgotnościowo-termiczne na poszczególnych powierzchniach badawczych, a także obecność lub brak kwitnących roślin zielnych w miejscach odsłoniętych, ma większy wpływ na ruchliwość chrząszczy (a w konsekwencji wielkość ich odłowów do pułapek), aniżeli obecność i ilość martwego drewna.

Zróznicowanie wskaźnika cenności faunistycznej (QR) pomiędzy różnymi powierzchniami próbnymi, a zwłaszcza brak powiązań z przyjętym sposobem postępowania ochronnego (szczególnie w zakresie pozostawiania martwego drewna) wskazuje, że w warunkach górskich o różnorodności i cenności przyrodniczej drzewostanów decydują nie tylko czynniki troficzne. Istotną rolę odgrywa tutaj wpływ konfiguracji terenu, determinujący zarówno warunki termiczne, jak i występowanie prądów powietrza przemieszczających chrząszcze. Stąd też wynika m.in. obecność na niektórych powierzchniach gatunków uważanych za rzadkości faunistyczne, np. *Pachyta lamed* i *Semanotus undatus* na świerkowych powierzchniach powiatrolomowych w Tatrzańskim Parku Narodowym, czy też *Pronocera angusta* w drzewostanach jodłowych Nadl. Myślenice. Natomiast obecność martwego drewna bukowego niewątpliwie sprzyja występowaniu saproksylicznych gatunków chrząszczy z rodziny jelonkowatych – *Lucanidae* (*Platycerus caprea*, *Sinodendron cylindricum*) oraz sprężykowatych – *Elateridae* (*Athous* spp., *Melanotus* spp.).

Znaczna depozycja martwego drewna w obszarach objętych statusem ochronnym sprzyja także liczniejszemu występowaniu chrząszczy z rodzaju *Carabus* L., podlegających ochronie prawnej w naszym kraju.

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. Uzyskane wyniki wskazują na stosunkowo niewielką w porównaniu z innymi rejonami kraju różnorodność entomofauny w drzewostanach górskich. Dotyczy to zwłaszcza chrząszczy, a wśród nich – gatunków związanych troficznie z obumierającymi i martwymi drzewami lub ich fragmentami.
2. Stwierdzona stosunkowo niewielka różnorodność entomofauny może wiązać się z ogólnie niewielkim zróżnicowaniem siedlisk w warunkach górskich.
3. Bogactwo gatunkowe chrząszczy ksylobiontycznych związane jest nie tylko z ilością martwego drewna pozostającego w lesie. Decydujący wpływ na ich występowanie mają warunki mikrosiedliskowe, wynikające zarówno z konfiguracji terenu, jak i występowania roślin zielnych (baza pokarmowa) i drzewiastych (ocienienie). Kluczowe znaczenie ma również stan wyjściowy populacji owadów leśnych, zarówno w aspekcie ilościowym, jak i jakościowym.
4. Ilość drewna (w tym także starych, zamierających drzew) pozostawianego w lasach gospodarczych, która może być uznana za „bezpieczną” z punktu widzenia zagrożenia drzewostanów ze strony owadów, jest zależna od jego jakości rozumianej jako przydatność w charakterze materiału lęgowego dla szkodników wtórnych i technicznych.
5. W drzewostanach bukowych pozostawienie nawet większej liczby starych drzew, które będą powoli zamierać, nie stwarza zagrożenia ze strony rozwijających się na nich owadów kambio- i ksylofagicznych, natomiast sprzyja ochronie gatunków związanych z martwym drewnem.
6. W drzewostanach jodłowych bezpieczne, a zarazem korzystne dla owadów saproksylicznych, jest pozostawianie pojedynczych starych drzew do naturalnej śmierci i fizycznego rozpadu, zwłaszcza w warunkach ocienienia stwarzanego przez otaczający drzewostan.
7. Natomiast w drzewostanach świerkowych można pozostawiać pojedyncze stare świerki do ich naturalnej śmierci, ale pod warunkiem stałego kontrowalowania ich otoczenia pod kątem występowania drzew zasiedlonych przez kornika drukarza i gatunki towarzyszące. Ostatecznie jednak wielkość zagrożenia wynika głównie z podatności drzewostanów i stanu populacji kornika drukarza, których związek z obecnością starych, zamierających drzew wydaje się być luźny.

## Literatura

- Borowski J. 2002. Entomologiczne wartości pozostawianych w lesie drzew do ich naturalnego rozkładu. VII Sympozjum ochrony ekosystemów leśnych. Rogów 25–27.03.2002. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Borowski J., Wójcik R. 1996. Stare drzewa – ważny element ekosystemu leśnego. *Las Polski* 17: 13–14.
- Borusiewicz B. 1997. Stare drzewa i ich ochrona. *Las Polski* 6: 14–15.
- Buchholz L., Ossowska M. 1995. Entomofauna martwego drewna – jej biocenotyczne znaczenie w środowisku leśnym oraz możliwości i problemy ochrony. *Przegl. Przynr.* 6, 3/4: 93–105.
- Burakowski B. 1996. Uwagi i spostrzeżenia dotyczące chrząszczy (*Coleoptera*) żyjących w próchnowiskach. *Wiad. Ent.* 15, 4: 197–206.
- Byk A. 2001. Próba waloryzacji drzewostanów starszych klas wieku Puszczy Białowieskiej na podstawie struktury zgrupowań chrząszczy (*Coleoptera*) związanych z rozkładającym się drewnem pni martwych drzew stojących i dziupli. W: Szujewski A. (red.), Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. Wyd. SGGW, Warszawa, s. 369–393.
- Capecki Z. 1969. Owady uszkadzające drewno buka zwyczajnego (*Fagus silvatica* L.) na obszarze jego naturalnego zasięgu w Polsce. *Prace Inst. Bad. Leśn.* 367: 1–166.
- Dajoz R. 2000. Insects and forests. The role and diversity of insects in the forest environment. Editions Tec et Doc, Paris.
- Dominik J., Starzyk J. R. 2004. Owady uszkadzające drewno. PWRiL, Warszawa.
- Grodzki W., Loch J., Armatys P. 2006a. Występowanie kornika drukarza *Ips typographus* (L.) w uszkodzonych przez wiatr drzewostanach świerkowych masywu Kudłonia w Gorczańskim Parku Narodowym. *Ochrona Beskidów Zachodnich* 2006, 1: 125–137.
- Grodzki W., Starzyk J. R., Kosibowicz M. 2006b. Wiatrolomy i owady kambiofagiczne, a problemy ochrony drzewostanów świerkowych w Tatrzańskim Parku Narodowym. W: Mirek Z., Godzik B. (red.) *Tatrzański Park Narodowy na tle innych górskich obszarów chronionych. Tom II.* Zakopane-Kraków, s. 103–112.
- Grove S. J. 2002. Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 33: 1–23.
- Gutowski J. M. 2006. Saproksyliczne chrząszcze. *Kosmos* 55, 1(270): 53–73.
- Gutowski J. M. (red.), Bobiec A., Pawlaczyk P., Zub K. 2004. *Drugie życie drzewa.* WWF Polska, Warszawa–Hajnówka.
- Gutowski J. M., Buchholz L., Kubisz D., Ossowska M., Sućko K. 2006. Chrząszcze saproksyliczne jako wskaźnik odkształceń ekosystemów leśnych borów sosnowych. *Leś. Pr. Bad.* 4/2006: 101–144.
- Holeksa J. 1992. Las nie może żyć bez martwych drzew. W: *Las według ekologa. Zesz. Eduk. Ekol.* „Pracowni na Rzecz Wszystkich Istot” 4: 17–23.
- Kasprzak K., Niedbała W. 1981. Wskaźniki biocenotyczne stosowane w porządkowaniu i analizie danych w badaniach ilościowych. W: M. Górny, L. Grüm (red.) *Metody stosowane w zoologii gleby.* PWN, Warszawa, s. 397–416.
- Kosibowicz M., Kozioł M. 1995. Możliwości wykorzystania pułapek kołnierzowych w badaniach bioindykacyjnych i monitoringu zagrożenia lasów. *Sylvan* 5: 31–40.
- Kuś J., Kuś D. 2004. Entomofauna rozkładającego się drewna świerka, buka i brzozy na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego. W: *Geoekologiczne problemy Krkonoś.* Sborn. Mez. Ved. Konf., Opera Corcontica 41: 269–280.
- Pawłowski J. 1968. Próchnojady blaszkorożne w biocenozie leśnej Polski. *Ekologia Polska A*, 9, 21: 355–437.
- Piotrowski W., Wołk K. 1975. O biocenotycznej roli martwych drzew w ekosystemach leśnych. *Sylvan* 114, 8: 31–35.

- Rutkiewicz A. 2001. Próba waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną na przykładzie niefitofagicznych chrząszczy podkorowych (*Coleoptera*). W: A. Szujecki (red.). Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. Wyd. SGGW, Warszawa, s. 319–332.
- Samuelsson J., Gustafsson L., Ingelög T. 1994. Dying and dead trees, a review of their importance for biodiversity. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala.
- Starzyk J. R., Grodzki W., Capecki Z. 2005. Występowanie kornika drukarza *Ips typographus* (L.) w lasach zagospodarowanych i objętych statusem ochronnym w Gorcach. Leś. Pr. Bad. 1/2005: 7–30.
- Starzyk J. R., Starzyk K. 1981. Owady kambiofagiczne, kambioksylofagiczne i ksylofagiczne w drzewostanach Puszczy Niepołomickiej. W: Wartości środowiska przyrodniczego Puszczy Niepołomickiej i zagadnienia jej ochrony. Studia Ośrodka Dokum. Fizj. PAN, Oddz. w Krakowie, 9: 255–291.
- Szafraniec S., Szoltyś H. 1997. Materiały do poznania występowania chrząszczy (*Coleoptera*) kambio- i ksylobiontycznych w rezerwatach przyrody województwa katowickiego. Natura Silesiae Superioris 1: 43–55.
- Szujewski A. 1980. Ekologia owadów leśnych. PWN, Warszawa.
- Szujewski A. 2001. Podstawy metodyczne szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. W: A. Szujewski (red.). Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. Wyd. SGGW, Warszawa, s. 7–31.
- Szujewski A., Mokrzycki T. 1995. Ocena różnorodności biologicznej w lasach a szkodniki wtórne. W: Szkodniki wtórne, ich rola oraz znaczenie w lesie. Wyd. „Acarus”, Poznań, s. 103–105.
- Väisänen R., Biström O., Heliövaara K. 1993. Subcortical *Coleoptera* in dead pines and spruces – is primeval species composition maintained in managed forests. Biodiversity and Conservation 2: 2–95.
- Weslien J., Schroeder L. M. 1999. Population levels of bark beetles and associated insects in managed and unmanaged spruce stands. For. Ecol. Manage 115: 267–275.

## Summary

Presented studies were carried out in 2004–2006 in 9 permanent observation plots (Table 1), established in selected stands of silver fir and beech (Myślenice Forest District, Gorce National Park) and Norway spruce (Tatra National Park), subjected to diverse forest management (productive forests, active or strict nature protection, with or without removal of dead, windbroken and windfallen trees). The observations were made on a sample of 270 living trees (90 firs, 90 beeches and 90 spruces), which mortality was periodically recorded. In each plot various types of traps capturing insects were installed: window traps IBL–2 (without pheromone), collar traps “Geolas” (Fig. 1), collar-funnel traps “Geolas”, modified Moericke yellow traps (Fig. 2), photoelectrodes installed on tree stems. In total, 75 diverse traps were used and checked monthly during all growing seasons 2004–2006. In the whole research period 60% of observed spruces died due to the infestation by *Ips typographus* (L.) and accompanying bark beetles, while no mortality was recorded in firs and beeches.

A total number of 13 623 beetles belonging to 52 families were captured during research period. Only a part (5 614 ex.) was determined to the species level (192 species), and used for the valorization of research plots (Table 2 and 3). Most of them were the species exclusive characteristic ( $F_3$ ) and characteristic ( $F_2$ ) for the forest ecosystems, as well as accompanying ( $F_1$ ), which were the most abundant. As for the species diversity, beetles from *Curculionidae* (36 species) and *Cerambycidae* (25 species) families dominated. The insects captured exclusively in silver fir stands belonged to 52 species, in Norway spruce – 33, and in beech – 19; 31 species were common for all stands. The number of captured beetles was dependent rather on the insolation of the stand than on the status of the plot and the deposition of dead wood. This pattern was not found in case of beech stands due to slight differences in the canopy closure and the degree of shading of the stand bottom.

The highest values of the species richness index ( $d$ ) were found in fir and spruce stands with reduced density. This was indirectly confirmed by high values of fidelity index ( $QF_3$ ) for these stands. The deciding influence of thermal conditions related with the insolation was visible also in beech stands, where high shadowing by tree crowns reduced the species composition and abundance of beetles. However, it is not valid for saproxylic beetles, which percentage was balanced on almost all plots; higher values were found only on humid and shady plots in beech stands.

The obtained results indicate relatively low (in comparison with the other regions of Poland) diversity of entomofauna in mountain forests. It concerns mainly beetles, and between them – the species related trophically with dying and dead trees or its fragments.

Facing the high mortality of the old trees in spruce stands (contrarily to fir and beech) the leaving of individual mature trees till its natural death upon a condition of permanent monitoring of its surrounding with special regard to the occurrence of *I. typographus* and accompanying cambiohagous insects.