

TRZMIELE (*BOMBUS* LATR.) I TRZMIELCE (*PSITHYRUS* LEP.)  
WYBRANYCH REJONÓW WYSOKICH TAURÓW (HOHE TAUERN,  
ALPY CENTRALNE, AUSTRIA)

BUMBLE-BEES (*BOMBUS* LATR.) AND CUCKOO-BEES (*PSITHYRUS* LEP.) IN  
SELECTED AREAS OF THE HOHE TAUERN (CENTRAL ALPS, AUSTRIA)

ANDRZEJ KOSIOR

*Zakład Ochrony Przyrody i Zasobów Naturalnych, Polska Akademia Nauk, ul. Lubicz 46, 31–512 Kraków*

**Abstract:** In the years 1983–1987, in the selected areas of the Hohe Tauern 20 species of bumble-bees and 7 of cuckoo-bees were found; *Bombus veteranus* (Fabr.) is a new species for Austria. Vertical ranges of the majority of species were between 900 and 2300 m a.s.l. Among the seven distinguished zoogeographical elements dominated Euro–Siberian and montane ones. It was found that altitude and exposure of slopes had a statistically significant effect on the indices of bumble-bee communities (S,N,H', and J'); in Gasteinertal it was altitude which played a decisive role, while in Raurisertal – exposure of slopes. In the investigated area bumble-bees and cuckoo-bees visited and pollinated 118 species of flowering plants, including 29 montane and 22 alpine. The most attractive plant for these insects was the red clover. The existence of bumble-bees in Hohe Tauern is threatened by the frequent mowing of meadows and pastures, use of insecticides, use of machines in meadow and forest labours as well as by pasturage (cattle, horses, and sheep). Bumble-bees in Hohe Tauern should be protected by law.

**Key words:** bumble bees, cuckoo-bees, density, domination, species diversity, threats, vertical ranges, zoogeography, Central Alps.

*Manuscript received:* September 1991,

*accepted:* September 1992

**Treść:** W latach 1983–1987 w wybranych rejonach Wysokich Taurów wykazano 20 gatunków trzmieli i 7 gatunków trzmielców; (*Bombus veteranus* (Fabr.) jest gatunkiem nowym dla Austrii). Zasięgi pionowe większości gatunków mieściły się w granicach od 900 do 2300 m n.p.m. Wśród wyróżnionych 7 elementów zoogeograficznych dominowały euro-syberyjski i górski. Stwierdzono istotny wpływ wysokości n.p.m. i ekspozycji zboczy na wskaźniki zgrupowań trzmieli (S,N,H', J'); w Gasteinertal odgrywała rolę wysokość, zaś w Raurisertal ekspozycja zboczy. Trzmielce i trzmielce oblatywały i zapylały w rejonach badań 118 gatunków roślin kwiatowych, w tym 29 górskich i 22 wysokogórskie. Najatrakcyjniejszą rośliną dla tych owadów była koniczyna czerwona. Egzystencji trzmieli Wysokich Taurów zagraża: częste koszenie i chemizacja łąk i pastwisk, mechanizacja prac łąkowych i leśnych oraz wypas bydła, koni i owiec. Trzmielce Wysokich Taurów należy objąć ochroną prawną.

## I. WSTĘP

Trzmielce i trzmielce Alp Austriackich były od dawna przedmiotem zainteresowania wielu badaczy. Informacje na temat tej grupy owadów datują się już z końca ubiegłego (K n u t h 1899, M ü l l e r

1881) i pierwszej połowy XX wieku (F r a n z 1943), jednakże najwięcej publikacji pojawiło się w ostatnich dziesięcioleciach (B a b y i 1964, 1970, L o - k e n 1964, R e i n i g 1981, F r a n z 1982). Dotyczą one głównie występowania, rozmieszczenia pionowego oraz zestawu roślin pokarmowych trzmieli



i trzmielców w różnych rejonach Alp. Franz (1943) podaje szczególnie cenne informacje o częstości występowania poszczególnych gatunków trzmieli i trzmielców oraz ich powiązań z niektórymi roślinami pokarmowymi. We współczesnej literaturze pojawiają się ponadto coraz częściej informacje na temat wzrastającego zagrożenia egzystencji trzmieli nie tylko w różnych rejonach Austrii (Aichhorn 1983, Riess 1978), lecz także i w krajach sąsiednich (Riess, Roth, Nitsche 1976, Warncke i in. 1984, Westrich 1990).

Celem niniejszej pracy była ocena aktualnego składu i rozmieszczenia pionowego gatunków trzmieli i trzmielców, a w szczególności ich zagęszczenia oraz roli w biocenozach naturalnych i użytkowanych, a także poznanie stopnia zagrożenia populacji tych owadów przez czynniki antropogenne w wybranych rejonach Wysokich Taurów.

## II. TEREN I METODY BADAŃ

Wysokie Taury stanowią jedną z pięciu wielkich grup górskich Alp Centralnych, zbudowanych głównie z twardych gnejsów i granitów oraz łupków łuszczkowych, ponadto miejscami występują też skały wapienne (L i j e w s k i 1987). Dzielą się one wyraźnie na mniejsze grupy górskie, oddzielone przełęczami i szosami, a większość spośród nich jest pokryta lodem. W zachodniej części Alp Centralnych są ostre szczyty, a na wierzchołwach pola firnowe, z których wysuwają się lodowce dolinne i zboczowe. Tu występują też najbardziej typowe formy krajobrazu polodowcowego: cyrki (w nich często jeziorka), doliny U-kształtne i zawieszane, progi dolinne i wygłądy (Gletschertopf w Badgastein).

Wysokie Taury leżą w regionie klimatu alpejskiego, który swym wpływem obejmuje większość obszaru Austrii. W porównaniu z pozostałymi regionami odznacza się on najniższymi temperaturami i największymi opadami. Lata są stosunkowo krótkie i chłodne, choć zdarzają się dni upalne, zwłaszcza w osłoniętych dolinach. Występuje silne zróżnicowanie temperatur związane z wysokością, a także zależne od ekspozycji zboczy. Zimy są bardzo długie i obfitują w opady śniegu. Charakterystyczne dla Alp są również silne wiatry typu fenowego. W Alpach, podobnie jak na przedgórzu, występują wiosenne okresy chłódów, przeciągające się na czerwiec, i pogodna jesień. Sezon wegetacyjny trwa od drugiej

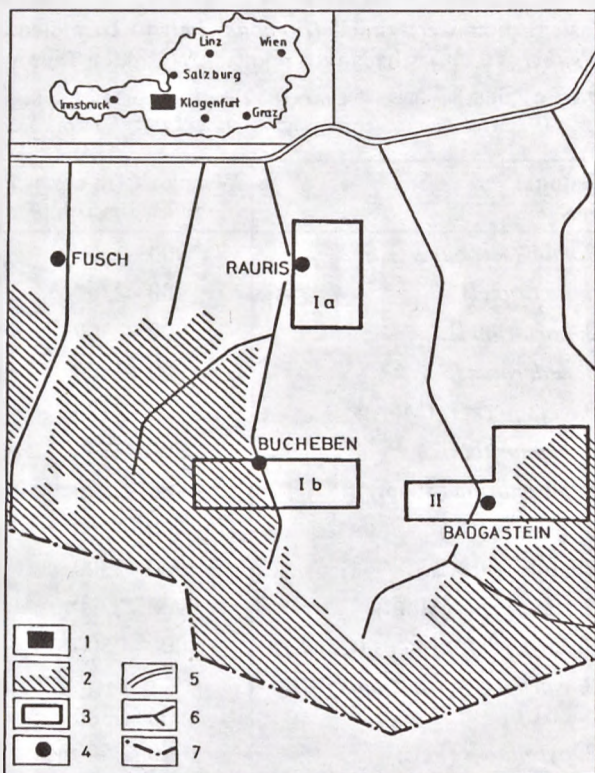
połowy maja do około połowy września. Z danych Instytutu Meteorologii i Geodynamiki w Wiedniu oraz notowań własnych Dylewskiej (w druku) wynika, iż lato w sensie klimatycznym występuje w rejonach badań tylko w Bucheben oraz w Badgastein (1100 m n.p.m.), a górna granica lata przebiega prawdopodobnie na wysokości ok. 1200 m.

Badania składu, rozmieszczenia, zasięgów pionowych trzmieli i trzmielców oraz ich roślin pokarmowych przeprowadzano w latach 1983–1987 w trzech wybranych rejonach Wysokich Taurów – Gasteinertal, Raurisertal i sporadycznie w Fuschertal, a także w przylegających do nich dolinach bocznych i pasmach górskich. Szczególną uwagę zwrócono na obszary chronione – Park Narodowy Wysokie Taury i rezerwaty florystyczne w Fuschertal i Kötschachtal (ryc. 1). Obserwacje i odłowy owadów dokonywane były od połowy czerwca do połowy września, w odstępach dwutygodniowych, na łąkach, pastwiskach, przydrożach, polanach śródleśnych, halach górskich i murawach naskalnych.

Ponadto w latach 1985–1987 oceniano liczbę gatunków i zagęszczenie trzmieli na przeciwległych zboczach górskich (N–S, E–W) w dwóch rejonach: 1) w Gasteinertal (+ boczna Kötschachtal) na zboczach Hüttenkogel–Gamskarkogel i Stubnerkogel–Hüttenkogel oraz 2) w Raurisertal (+ boczna Geissbachtal) na zboczach Kramkogel–Grubereck i Schafkarkogel–Stanzscharte. Różnice między obu rejonami badań spowodowane były odmienną budową morfologiczną tych dolin; Gasteinertal i jej boczna odnoga Kötschachtal mają przekrój V-kształtny, zaś Raurisertal i boczna dolina Geissbachtal U-kształtny. Ponadto zbocza dwu pierwszych dolin są strome i silnie zalesione (mają nieliczne polany), natomiast pozostałe dwie doliny mają zbocza łagodnie wznoszące się, w znacznym stopniu wylesione i z dużą liczbą kwiecistych polan. Na każdym zboczu górskim wyznaczono po 4 stanowiska, na których prowadzono badania: łąkę w dolinie (1100–1300 m n.p.m.), polanę śródleśną (1400–1600 m n.p.m.), halę górską (1700–1900 m n.p.m.) i murawę naskalną (2100–2230 m n.p.m.). Na niemal wszystkich powierzchniach badawczych wypasano duże stada bydła, koni, a w partiach najwyższych także owiec.

Oceny jakościowo-ilościowej trzmieli dokonywano metodą przemarszów (Dylewska i in. 1970) na ustalonych stanowiskach badawczych. Liczono trzmiele z poszczególnych gatunków w





Ryc. 1. Położenie powierzchni badawczych na tle Austrii i Parku Narodowego Wysokie Taury (Hohe Tauern): 1 – usytuowanie Parku na mapie Austrii, 2 – tereny chronione, 3 – powierzchnie badawcze, 4 – ważniejsze miejscowości, 5 – autostrada, 6 – drogi lokalne, 7 – granica landu Salzburg

Fig. 1. Location of study areas in Hohe Tauern National Park (Austria): 1 – location of the Park in the map of Austria, 2 – protected areas, 3 – study areas, 4 – more important villages, 5 – highway, 6 – local roads, 7 – borders of the land of Salzburg

pasach roślinności o długości 200 m i szerokości 1 m; obserwacje te prowadzono 3 razy w każdej próbie, zaś same próby powtarzano dwukrotnie w sezonie. Uzyskane dane przeliczano następnie na powierzchnię 1 hektara. Na podstawie wyników finalnych określono liczbę gatunków ( $S$ ), zagęszczenie średnie ( $N$ ), różnorodność gatunkową ( $H'$ ) (Lloyd, Zar, Karr 1968) i strukturę dominacji ( $J'$ ) (Tramer 1969) gatunków trzmieli w zgrupowaniach tych owadów. Częstość i obfitość występowania trzmieli oraz trzmielców ustalono w oparciu o klasyfikację Pawłowskiego (1967). Interpretacji statystycznej wyników dokonano za pomocą testu t-Studenta (Guilford 1964).

### III. WYNIKI BADAŃ

#### 1. Fauna i zoogeografia trzmieli i trzmielców Wysokich Taurów

W wybranych rejonach Wysokich Taurów wykazano 20 gatunków trzmieli oraz 7 gatunków trzmielców (tab. I), co stanowi odpowiednio 80 % i 87,5 % ogólnej liczby gatunków tych owadów znanych z obszaru Austrii (por. Franz 1943, Loken 1964). Skład gatunkowy trzmieli i trzmielców wykazany przez autora opracowania jest bardzo podobny do listy gatunków podanej przez Franza (1943) dla środkowej części Wysokich Taurów. Różnica dotyczy jedynie 4 gatunków trzmieli: 3 gatunki – *B. mesomelas* Gerst.), *B. confusus* (Schenck) i *B. mendax* (Gerst.) – stwierdzone były przez Franza (1943), natomiast *Bombus veteranus* (Fabr.) został wykazany przez autora niniejszych badań jako nowy dla Wysokich Taurów i całej Austrii (por. tab. I).

Wykazane gatunki trzmieli i trzmielców (por. tab. I) podzielono zgodnie z częstością i obfitością ich występowania na 4 grupy. Tylko 12 gatunków trzmieli występowało licznie oraz mniej lub bardziej często, natomiast pozostałe gatunki trzmieli i prawie wszystkie trzmielce (łącznie aż 14 taksonów) obserwowano rzadko i nielicznie. Wyniki uzyskane przez autora są niemal zgodne z danymi Franza (1943), zaś różnice w ocenach częstości i obfitości występowania tych owadów dotyczą jedynie 2 gatunków trzmieli i 1 trzmielca (por. tab. I).

Występowanie poszczególnych gatunków trzmieli i trzmielców było uzależnione od wysokości terenu nad poziom morza. W tabeli II przedstawiono zatem zasięgi pionowe tych owadów dla całego obszaru badań. Ustalono, że *B. veteranus* (Fabr.) nie przekracza wysokości 1100 m, *B. terrestris* (L.) – 1300 m, a *B. humilis* (Ill.), *B. sylvarum* L.) i *Ps. quadricolor meridionalis* (Rich.) – 1500 m n.p.m.; z kolei *B. mucidus* (Gerst.) nie był dotąd obserwowany poniżej 1100 m, *B. gerstaeckeri* (Mor.) – 1400 m, *B. alpinus* – 1900 m, a *Ps. flavidus alpinum* (Rch.) i *Ps. quadricolor meridionalis* (Rich.) poniżej 1200–1300 m n.p.m. Pozostałe gatunki trzmieli i trzmielców były obserwowane we wszystkich strefach wysokościowych rejonów badań. Stwierdzone przez autora zasięgi wysokościowe poszczególnych gatunków trzmieli i trzmielców w Wysokich Taurach są zgodne lub bardzo zbliżone do wyników uzyskanych przez Franza (1943) i Loken (1964) dla



TABELA I

Trzmiele (*Bombus* Latr.) i trzmielce (*Psithyrus* Lep.) wybranych rejonów Wysokich Taurów według badań własnych (a) oraz Franza (1943) (b). Klasyfikacja gatunków według Pa w ł o w s k i e g o (1967): l-c = liczny-częsty, l-r = liczny-rzadki, n-c = nieliczny-częsty, n-r = nieliczny-rzadki

Bumble-bees (*Bombus* Latr.) and cuckoo-bees (*Psithyrus* Lep.) in selected areas of Hohe Tauern according to Author's own observations (a) and studies of Franz (1943) (b). Classification of species after Pa w ł o w s k i (1967): l-c = numerous-frequent, l-r = numerous-rare, n-c = not numerous-frequent, n-r = not numerous-rare

Gatunki Species	Typ występowania Frequency of occurrence	
	(a)	(b)
<i>Bombus terrestris</i> (L.)	n-r	n-r
<i>B. lucorum</i> (L.)	l-c	l-c
<i>B. hortorum</i> (L.)	l-r	l-c
<i>B. ruderatus</i> (Fabr.)	n-r	n-r
<i>B. gerstaeckeri</i> (Mor.)	n-r	n-r
<i>B. hypnorum</i> (L.)	n-r	n-r
<i>B. pascuorum</i> (Scop.)	l-c	l-c
<i>B. humilis</i> (Ill.)	n-r	n-r
<i>B. mesomelas</i> (Gerst.)	-	n-r
<i>B. lapidarius</i> (L.)	l-c	n-r
<i>B. confusus</i> (Schenck)	-	n-r
<i>B. ruderarius</i> (Müll.)	l-r	l-r
<i>B. mendax</i> (Gerst.)	-	n-r
<i>B. soroensis proteus</i> (Gerst.)	l-r	l-r
<i>B. wurfleini mastrucatus</i> (Gerst.)	l-c	l-c
<i>B. pyrenaicus</i> (Per.)	l-c	l-c
<i>B. alpinus</i> (L.)	n-r	n-r
<i>B. monticola hypsophilus</i> (Skor.)	l-r	l-r
<i>B. sicheli alticola</i> (Kriechb.)	l-r	l-r
<i>B. pratorum</i> (L.)	l-c	l-c
<i>B. mucidus</i> (Gerst.)	l-r	l-r
<i>B. sylvarum</i> (L.)	n-r	n-r
<i>B. veteranus</i> (Fabr.)	n-r	-
<i>Psithyrus barbutellus</i> (K.)	n-r	-
<i>P. bohemicus</i> (Seidl.)	n-c	l-c
<i>P. rupestris</i> (Fabr.)	l-r	l-r
<i>P. flavidus alpium</i> (Rich.)	n-r	-
<i>P. quadricolor meridionalis</i> (Rich.)	n-r	n-r
<i>P. sylvestris</i> (Lep.)	n-r	n-r
<i>P. campestris</i> (Panz.)	n-r	-

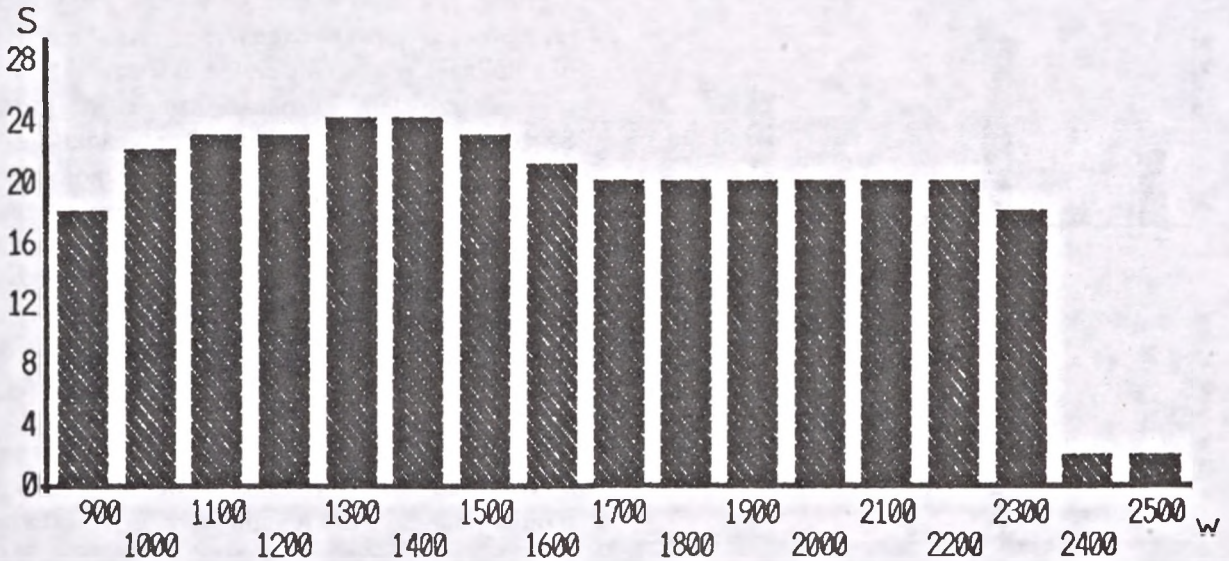
TABELA II

Zasięgi pionowe trzmieli (*Bombus* Latr.) i trzmielców (*Psithyrus* Lep.) w badanych rejonach Wysokich Taurów  
Vertical distribution of bumble-bees (*Bombus* Latr.) and cuckoo-bees (*Psithyrus* Lep.) in the investigated areas of Hohe Tauern

Gatunki Species	Wysokość (m n.p.m.) Altitude (m a.s.l.)
<i>Bombus terrestris</i> (L.)	900-1300
<i>B. lucorum</i> (L.)	900-2300
<i>B. hortorum</i> (L.)	900-2300
<i>B. ruderatus</i> (F.)	900-1400
<i>B. gerstaeckeri</i> (Mor.)	1400-2200
<i>B. hypnorum</i> (L.)	900-2300
<i>B. pascuorum</i> (Scop.)	900-2300
<i>B. humilis</i> (Ill.)	900-1500
<i>B. lapidarius</i> (L.)	900-2300
<i>B. ruderarius</i> (Müll.)	900-2300
<i>B. soroensis proteus</i> (Gerst.)	1000-2300
<i>B. wurfleini mastrucatus</i> (Gerst.)	900-2300
<i>B. pyrenaicus</i> (Per.)	1000-2500
<i>B. alpinus</i> (L.)	1900-2500
<i>B. monticola hypsophilus</i> (Skor.)	1000-2300
<i>B. sicheli alticola</i> (Kriechb.)	1000-2300
<i>B. pratorum</i> (L.)	900-2200
<i>B. mucidus</i> (Gerst.)	1100-2300
<i>B. sylvarum</i> (L.)	900-1500
<i>B. veteranus</i> (Fabr.)	900-1100
<i>Psithyrus barbutellus</i> (K.)	900-2300
<i>P. bohemicus</i> (Seidl.)	900-2300
<i>P. rupestris</i> (F.)	900-2300
<i>P. flavidus alpium</i> (Rich.)	1200-2300
<i>P. quadricolor meridionalis</i> (Rich.)	1300-1500
<i>P. sylvestris</i> (Lep.)	900-1600
<i>P. campestris</i> (Pz.)	900-2300

górkich rejonów Austrii oraz Pittioniego (1938) dla Półwyspu Bałkańskiego. W obrębie badanych owadów wyróżniono 3 grupy gatunków (ryc. 2), a mianowicie: niżowe (900-1300 m), górskie (1300-2300 m) i wysokogórskie (powyżej 2300 m n.p.m.); przy czym strefę od 900 do 1300 m można potraktować jako przejściową, gdyż w niej krzyżują się zasięgi pionowe gatunków niżowych i górskich, zaś





Ryc. 2. Liczba gatunków trzmieli i trzmielców w gradiencie pionowym badanych rejonów Wysokich Taurów: S – liczba gatunków, W – wysokość n.p.m.

Fig. 2. Number of bumble-bee and cuckoo-bee species in the vertical gradient in the investigated areas of Hohe Tauern: S – number of species, W – altitude

powyżej tej strefy dominują niepodzielnie elementy górskie.

Zgodnie z klasyfikacją Pittioniego (1938) i Rasmonta (1983) wyróżniono wśród trzmieli i trzmielców badanego terenu następujące elementy zoogeograficzne: palearktyczny – *Ps. barbutellus* (K.), *Ps. bohemicus* (Seidl.), *Ps. rupestris* (Fabr.), *Ps. campestris* (Panz.); zachodniopalearktyczny – *B. soroeensis proteus* (Gerst.); euro-syberyjski – *B. lucorum* (L.), *B. hortorum* (L.), *B. ruderatus* (Fabr.), *B. humilis* (Ill.), *B. pascuorum* (Scop.), *B. hypnorum* (L.), *B. pratorum* (L.), *B. sylvarum* (L.), *B. veteranus* (Fabr.), *Ps. sylvestris* (Lep.); europejski – *B. lapidarius* (L.), *B. ruderarius* (Müll.); euro-śródziemnomorski – *B. terrestris* (L.); górski – *B. pyrenaicus* (Per.), *B. sicheli alticola* (Kriechb.), *B. gerstaeckeri* (Mor.), *B. mucidus* (Gerst.), *B. wurfleini mastrucatus* (Gerst.), *Ps. quadricolor meridionalis* (Rich.), *Ps. flavidus alpium* (Rich.); boreo-alpejski – *B. alpinus* (L.), *B. monticola hypsophilus* (Skor.).

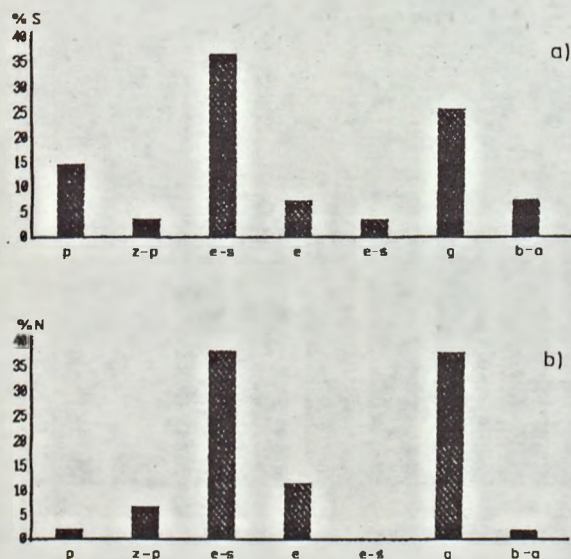
Procentowy udział poszczególnych elementów zoogeograficznych przedstawiono na ryc. 3. Przy uwzględnieniu procentowego udziału gatunków (por. ryc. 3 a) stwierdzono wyraźną dominację elementów euro-syberyjskich i górskich, a w mniejszym stopniu palearktycznych, natomiast udział pozostałych elementów był nieznaczny. Wykazano również silną dominację elementów euro-sy-

beryjskich oraz znaczny wzrost udziału elementów górskich, wyraźnie kontrastujący z pozostałymi elementami zoogeograficznymi, przy rozpatrywaniu procentowego udziału osobników tych gatunków (por. ryc. 3 b).

## 2. Fenologia

Badania trzmieli i trzmielców przeprowadzono tylko od I dekady czerwca do połowy września, więc obraz fenologii poszczególnych gatunków jest niepełny. W połowie czerwca obserwowano na kwiatkach roślin pokarmowych większość gatunków trzmieli i trzmielców. Jedyną grupą gatunków alpejskich i boreo-alpejskich (z wyjątkiem *B. mucidus* Gerst.) pojawiała się z początkiem lipca, z wyjątkiem *B. gerstaeckeri* (Mor.), który zaczyna odwiedzać kwiaty dopiero w pierwszych dniach sierpnia. Pojaw poszczególnych gatunków i przebieg rozwoju ich rodzin był silnie uzależniony od warunków klimatycznych, panujących w kolejnych latach badań. Szczególnie niekorzystne dla rozwoju populacji trzmieli były długotrwałe opady deszczu, a powyżej górnej granicy lasu również przelotne opady śniegu. Najdłużej (do II połowy września) obserwowano na kwiatkach trzmielce: *B. lucorum* (L.), *B. hortorum* (L.), *B. gerstaeckeri* (Mor.), *B. pascuorum* (Scop.), *B. wurfleini mastrucatus* (Gerst.) i *B. pyrenaicus* (Per.).





Ryc. 3. Procentowy udział elementów zoogeograficznych w faunie trzmieli i trzmielców badanych rejonów Wysokich Taurów (a – według gatunków, b – według osobników); % S – % udział gatunków, % N – % udział osobników; elementy zoogeograficzne: p – palearktyczny, z-p – zachodnio-palearktyczny, e-s – euro-syberyjski, e – europejski, e-s – euro-śródziemnomorski, g – górski, b-a – boreo-alpejski

Fig. 3. Proportion of zoogeographical elements in the fauna of bumblebees and cuckoo-bees of the investigated areas in Hohe Tauern (a – according to species, b – according to specimens); % S – proportion of species, % N – proportion of specimens; zoogeographical elements: p – Palaearctic, z-p – West Palaearctic, e-s – Euro-Siberian, e – European, e-s – Euro-Mediterranean, g – mountain, b-a – boreo-alpine

### 3. Charakterystyki zgrupowań trzmieli i ich zależność od ekspozycji i wysokości terenu nad poziom morza

W latach 1985–1987 stwierdzono (ryc. 4), iż liczba gatunków trzmieli i trzmielców w zależności od wysokości nad poziom morza i ekspozycji zbczy wahała się w rejonie Gasteinertal od 5 do 12, zaś w rejonie Raurisertal od 7 do 11 gatunków. Średnia liczba osobników trzmieli na 1 ha łąk (pastwisk) wynosiła natomiast w rejonie Gasteinertal od 383 do 1283, a w rejonie Raurisertal od 550 do 1383 osobników. Natomiast różnorodność gatunkowa ( $H'$ ) zgrupowań trzmieli w rejonie Gasteinertal wahała się w zakresie wartości 1,5–3,1, a w rejonie Raurisertal od 2,5 do 3,0. Struktura dominacji gatunkowej ( $J'$ ) trzmieli w badanych zgrupowaniach oscylowała w rejonie Gasteinertal w granicach 0,65 do 0,96, a w rejonie Raurisertal od 0,81 do 0,95.

Wartości liczbowe w obrębie poszczególnych parametrów zgrupowań trzmieli (por. ryc. 4) malały w obu dolinach przy przejściu od ekspozycji S do N oraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza. Szczególnie widoczne jest to w przypadku liczby gatunków, a także częściowo przy różnorodności gatunkowej trzmieli; natomiast przy zagęszczeniu średnim tych owadów tendencja powyższa uległa wyraźnemu zaburzeniu (m. in. wpływ niekorzystnych warunków pogodowych w roku 1986), zaś wartości struktury dominacji w obu rejonach badań były w znacznym stopniu wyrównane. Porównując obydwa rejonu należy ponadto stwierdzić, iż w Gasteinertal różnorodność gatunkowa była w sposób bardzo czytelny funkcją liczby gatunków trzmieli; natomiast w rejonie Raurisertal wskaźnik  $H'$  był wyraźną pochodną struktury dominacji gatunkowej tych owadów (por. ryc. 4).

Analiza zależności parametrów zgrupowań trzmieli od ekspozycji i wysokości nad poziom morza w rejonach badań wykazała istnienie statystycznie istotnych różnic między nimi (tab. III). Stwierdzono istotność różnic na poziomie  $p < 0,05$  pomiędzy ekspozycjami W, E i S a N dla liczby gatunków i różnorodności gatunkowej w obu rejonach oraz dla zagęszczenia średniego trzmieli w Raurisertal. W tej ostatniej dolinie istotność różnic w liczbie gatunków trzmieli między ekspozycjami N i S oraz S i E była bardzo wysoka ( $p < 0,01$ ).

Uwzględniając wpływ wysokości nad poziom morza wykazano również statystyczną istotność różnic między parametrami zgrupowań trzmieli na poziomie  $p < 0,05$ , lecz tylko dla rejonu Gasteinertal (por. tab. III). W przypadku zagęszczenia średniego trzmieli ta istotność różnic była jeszcze wyższa ( $p < 0,01$ ). Brak wpływu wysokości na parametry zgrupowań trzmieli w rejonie Raurisertal jest bardzo uderzający. W tabeli III zaznacza się wyraźnie w rejonie Gasteinertal silny i istotny wpływ wysokości terenu nad poziom morza (a nieznacznym ekspozycji) na parametry zgrupowań trzmieli, natomiast w przypadku Raurisertal obserwujemy tendencję odwrotną.

### 4. Zależności pokarmowe

Ustalono, że trzmielce i trzmielce odwiedzały i zapylały w badanych rejonach Wysokich Taurów 118 gatunków roślin z 24 rodzin, w tym 29 roślin górskich, 22 rośliny wysokogórskie (alpejskie) oraz 67 gatunków roślin nie górskich. Lista roślin pokar-





Ryc. 4. Charakterystyka zgrupowań trzmieli w siedliskach badanych rejonów Wysokich Taurów w latach 1985–1987 (łącznie). Objasnienia: 0 – wraz z doliną boczną Köttschachtal, 1 – wraz z doliną boczną Geissbachtal; S – liczba gatunków, N – zagęszczenie średnie (liczba osobników/ha), H' – różnorodność gatunkowa, J' – struktura dominacji; 1100–1300 m n.p.m. – łąka w dolinie, 1400–1600 m n.p.m. – polana śródlęsna, 1700–1900 m n.p.m. – hala góraska, 2100–2230 m n.p.m. – murawa naskalna; N – północ, S – południe, E – wschód, W – zachód; w – wysokość, e – ekspozycja

Fig. 4. Characteristics of bumble-bee communities in different habitats of the investigated areas in Hohe Tauern in the years 1985–1987 (altogether). Explanations: 0 – together with the side valley Köttschachtal, 1 – together with the side valley Geissbachtal; S – number of species, N – average density (number of individuals per 1 ha), H' – species diversity, J' – structure of domination; 1100–1300 m a.s.l. – meadow in the valley, 1400–1600 m a.s.l. – forest glade, 1700–1900 m a.s.l. – alpine meadow, 2100–2230 m a.s.l. – sward on rocks; N – North, S – South, E – East, W – West; w – altitude, e – exposure



TABELA III

Zależność parametrów zgrupowań trzmieli od ekspozycji i wysokości n.p.m. w badanych rejonach Wysokich Taurów (wartości średnie dla lat (1985–1987). Objasnienia:  $S_t$  – liczba gatunków,  $\bar{N}_t$  – zagęszczenie średnie (liczba osobników na 1 ha),  $H'$  – różnorodność gatunkowa,  $J'$  – struktura dominacji, N – północ, S – południe, E – wschód, W – zachód, Ł – łąka w dolinie 1100–1300 m, P – polana śródleśna 1400–1600 m, H – hala góraska 1700–1900 m, M – murawa naskalna 2100–2230 m

The effect of exposure and altitude on some parameters of bumble-bee communities in the investigated areas of Hohe Tauern (mean values for the period 1985–1987);  $S_t$  – number of species,  $\bar{N}_t$  – mean density (number of specimens per 1 ha),  $H'$  – species diversity,  $J'$  – structure of dominance, N – North, S – South, E – East, W – West, Ł – meadow in a valley 1100–1300 m, P – forest glade 1400–1600 m, H – alpine meadow 1700–1900 m, M – sward on rocks 2100–2230 m

Rejony badan Study areas	Badane zmienne Variables examined	Ekspozycja Exposure				Istotność różnic Significance of differences		Wysokość n.p.m. Altitude				Istotność różnic Significance of differences	
		N	S	E	W	p<0,05	p<0,01	Ł	P	H	M	p<0,05	p<0,01
Gasteinertal (+Kotschachtal)	$S_t$	6	9	8	9	N/W	–	9	9	7	7	P/H	–
	$\bar{N}_t$	588	662	758	842	–	–	866	842	446	696	Ł/H, H/M	P/H
	$H'$	2,2	2,5	2,4	2,6	N/W	–	2,6	2,6	2,5	2,0	P/M	–
	$J'$	0,84	0,83	0,83	0,84	–	–	0,84	0,85	0,90	0,74	H/M	–
Raurisertal (+Geissbachtal)	$S_t$	8	11	9	9	N/E	N/S, S/E	9	10	9	8	–	–
	$\bar{N}_t$	771	929	842	975	N/W	–	888	983	846	800	–	–
	$H'$	2,7	2,9	2,8	2,7	N/S	–	2,7	2,8	2,8	2,7	–	–
	$J'$	0,91	0,85	0,87	0,84	–	–	0,84	0,86	0,88	0,89	–	–

mowych trzmieli i trzmielców (tab. IV) świadczy o istotnej roli, jaką odgrywają te błonkówki w biocenozach naturalnych i użytkowanych badanych rejonów Alp. Zapyłają one szereg gatunków roślin rosnących na ogół powyżej zasięgu wysokościowego pszczoły miodnej, w tym 12 gatunków roślin prawnie chronionych, 22 gatunki lecznicze, 4 gatunki uprawne oraz 12 gatunków chwastów. W strefach górskiej i wysokogórskiej Alp owady te są, obok pszczół samotnic (Dylewska, w druku), najważniejszymi zapyłaczami roślin kwiatowych, warunkującymi zachowanie maksymalnej różnorodności gatunkowej roślin na halach oraz murawach naskalnych Wysokich Taurów.

Roślinami najczęściej odwiedzanymi przez trzmielce i trzmielce były gatunki należące do rodzin: *Compositae*, *Labiatae*, *Leguminosae*, *Ericaceae* i *Scrophulariaceae*. Preferencję trzmieli i trzmielców wobec gatunków roślin z tych 5 rodzin wykazali również Pittioni (1939) i Franz (1943).

Udział tych owadów w zapyłaniu roślin kwiatowych w badanych rejonach Wysokich Taurów ilustruje ryc. 5. Stwierdzono, iż poszczególne gatunki trzmieli i trzmielców zapyłyły od kilku do

blisko 60 gatunków roślin kwiatowych, przy czym rola trzmielców – w porównaniu z trzmielami – była wyraźnie uzupełniająca. Wśród badanych owadów można wyróżnić 3 grupy troficzne: 1) polifagi – oblatujące od 40 do 60 gatunków roślin, 2) pośrednie – oblatujące 10 – 30 roślin oraz 3) oligofagi – zapyłające od 2 do kilku gatunków roślin kwiatowych. Przedstawiony udział poszczególnych gatunków trzmieli i trzmielców w zapyłaniu roślin kwiatowych jest w znacznym stopniu zgodny z częstością i obfitością występowania tych owadów w badanych rejonach Wysokich Taurów (por. tab. I).

Określono również stopień oblatywania poszczególnych gatunków roślin jako miarę ich atrakcyjności dla tych owadów (ryc. 6). Aż 55 gatunków roślin było oblatywanych tylko przez 1–2 gatunków trzmieli. Do gatunków roślin szczególnie chętnie oblatywanych przez trzmielce i trzmielce należy zaliczyć: *Trifolium pratense* L. (19 gatunków), *Rhododendron ferrugineum* L. (16 gatunków), *Cirsium palustre* (L.) Scop. (15 gatunków), *Calluna vulgaris* (L.) Salisb. i *Rhinanthus aristatus* Celak. po 13 gatunków trzmieli (por. tab. IV).



TABELA IV  
 Rośliny pokarmowe trzmieli (*Bombus* Latr.) i trzmielców (*Psithyrus* Lep.) w wybranych rejonach Wysokich Taurów (Alpy Centralne, Austria)  
 Host plants of bumble-bees (*Bombus* Latr.) and cuckoo-bees (*Psithyrus* Lep.) in selected areas of Hohe Tauern (Central Alps, Austria)

Roślina pokarmowa Host plant	Owad zapylający Pollinating insect																											
	<i>Bombus</i>						<i>Psithyrus</i>																					
	te	lu	ho	rd	ge	hy	pa	hu	la	ru	so	ma	py	al	mo	sc	pr	mu	sy	ve	ba	bo	ru	fl	qu	sl	ca	
Fam. <i>Salicaceae</i> <i>Salix nigricans</i> Sm.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. <i>Caryophyllaceae</i> <i>Saponaria pumila</i> (St.-Lag.) Janch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene acaulis</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>S. nutans</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. <i>Ranunculaceae</i> <i>Aconitum napellus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aconitum variegatum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clematis alpina</i> (L.) Mill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. <i>Cruciferae</i> <i>Denaria enneaphyllos</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. <i>Guttiferae</i> <i>Hypericum maculatum</i> Cr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. <i>Crassulaceae</i> <i>Sempervivum montanum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. <i>Saxifragaceae</i> <i>Saxifraga aizoides</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.



Tabela IV c. d.

	te	lu	ho	rd	ge	hy	pa	hu	la	ru	so	ma	py	al	mo	sc	pr	mu	sy	ve	ba	bo	ru	fl	qu	sl	ca
Fam. Rosaceae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i> L.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla aurea</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geum montanum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>G. rivale</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. Leguminosae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium badium</i> Schreb.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. hybridum</i> L.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. medium</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. pratense</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. pratense</i> L. subsp. <i>nivale</i> (Sieb.) Arcang.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. repens</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthyllis alpestris</i> (Kit.) Rehb.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus alpinus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hedysarum hedysaroides</i> (L.) Sch. et Thell.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia cracca</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>V. sepium</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. Geraniaceae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium pratense</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>G. Robertianum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>G. silvaticum</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. Polygalaceae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygala vulgaris</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.







Tabela IV c. d.

	te	lu	ho	rd	ge	hy	pa	hu	la	ru	so	ma	py	al	mo	sc	pr	mu	sy	ve	ba	bo	ru	fl	qu	si	ca
<i>Calamintha alpina</i> (L.) Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. vulgaris</i> (L.) Druce	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Origanum vulgare</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thymus alpestris</i> Tausch	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. alpinus</i> Kerner.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. austriacus</i> Bernh.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. polytrichus</i> Kerner	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>T. pulegioides</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha arvensis</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>M. longifolia</i> (L.) Huds.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. Scrophulariaceae																											
<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum silvaticum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia rostkoviana</i> Hayne	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Odontites rubra</i> Gilib.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bartsia alpina</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhinanthus aristatus</i> Celak.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis incarnata</i> Jacq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>P. recuita</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. Plantaginaceae																											
<i>Plantago media</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. Caprifoliaceae																											
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) Blaze	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. Dipsacaceae																											
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>K. silvatica</i> (L.) Duby	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. Campanulaceae																											
<i>Phyteuma betonicifolium</i> Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.







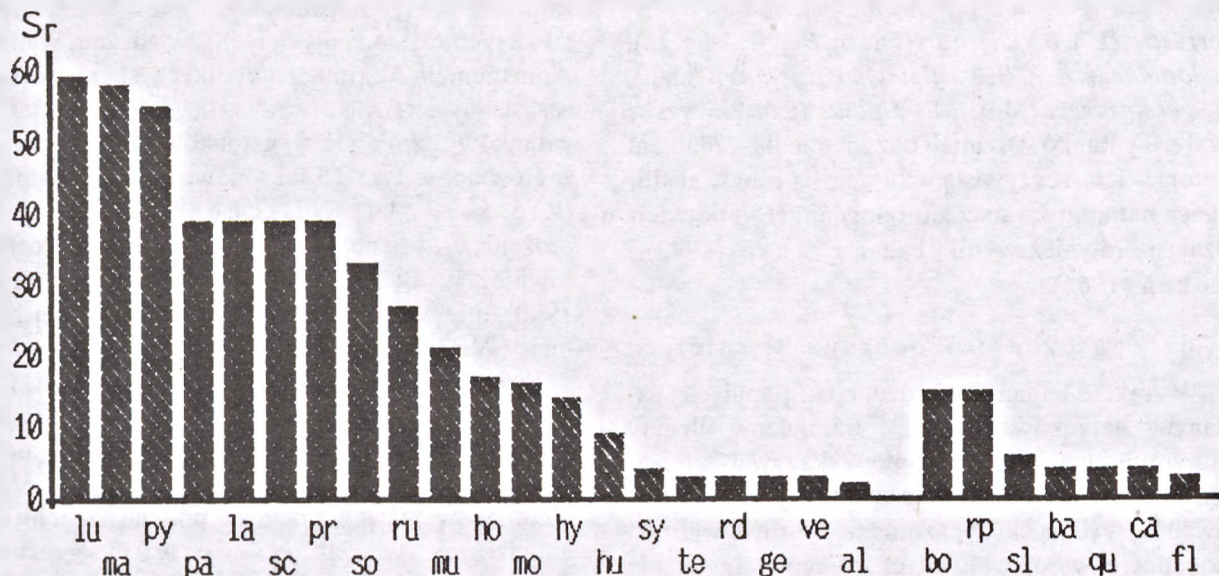
Tabela IV c. d.

	te	lu	ho	rd	ge	hy	pa	hu	la	ru	so	ma	py	al	mo	sc	pr	mu	sy	ve	ba	bo	ru	fl	qu	sl	ca
<i>Centaurea jacea</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. pseudophrygia</i> C. A. Meyer	+	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. scabiosa</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>L. hispidus</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> Web.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mulgedium alpinum</i> Less.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis aurea</i> (L.) Cass.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium alpinum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>H. villosum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fam. <i>Juncaceae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula</i> sp. DC.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Objasnienia:  
(Explanations)

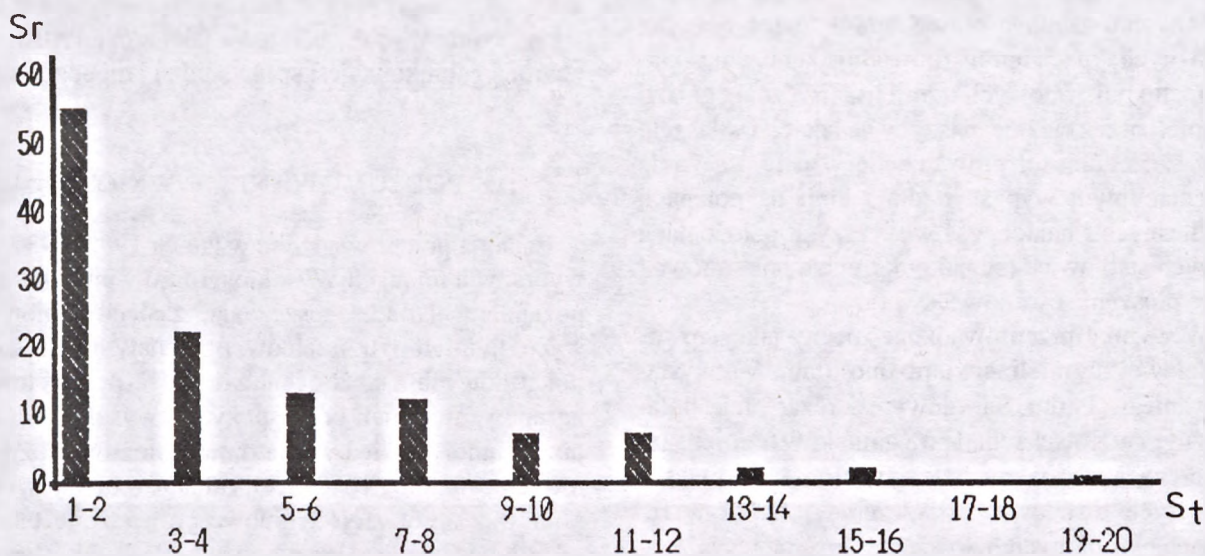
te - *B. terrestris* (L.); lu - *B. lucorum* (L.); ho - *B. hortorum* (L.); rd - *B. ruderalis* (F.); ge - *B. gerstaeckeri* (Mor.); hy - *B. hypnorum* (L.); pa - *B. pascuorum* (Scop.); hu - *B. humilis* (Ill.); la - *B. lapidarius* (L.); ru - *B. ruderarius* (Müll.); so - *B. soroensis proteus* (Gerst.); ma - *B. wurflei mastrucatus* (Gerst.); py - *B. pyrenaicus* (Per.); al - *B. alpinus* (L.); mo - *B. monticola hypophyllus* (Skot.); sc - *B. sichei alticola* (Knechtb.); pr - *B. pratense* (L.); mu - *B. mucidus* (Gerst.); sy - *B. sylvaticum* (L.); ve - *B. veteranus* (Fabr.); ba - *Ps. barbutellus* (K.); bo - *Ps. bohemicus* (Seidl.); rp - *Ps. rupestris* (F.); fl - *Ps. flavidus alpinum* (Rich.); qu - *Ps. quadricolor meridionalis* (Rich.); sl - *Ps. sylvestris* (Lep.); ca - *Ps. campestris* (Pz.).





Ryc. 5. Rola trzmieli *Bombus* Latr. i trzmielców *Psithyrus* Lep. Wysokich Taurów w zapylaniu roślin kwiatowych na badanych terenach;  $S_r$  – liczba gatunków roślin pokarmowych; oznaczenia gatunków owadów jak w tabeli IV

Fig. 5. The role of bumble-bees *Bombus* Latr. and cuckoo-bees *Psithyrus* Lep. of Hohe Tauern in the pollination of flowering plants in the investigated areas;  $S_r$  – number of host plants; denotations of insect species as in Table IV



Ryc. 6. Stopień oblatywania roślin kwiatowych jako miara ich atrakcyjności dla trzmieli w badanych rejonach Wysokich Taurów;  $S_r$  – liczba gatunków roślin,  $S_t$  – liczba gatunków trzmieli

Fig. 6. Number of visiting bumble-bees as a measure of attractiveness of flowering plant species for these insects in the investigated areas of Hohe Tauern;  $S_r$  – number of host plants,  $S_t$  – number of bumble-bee species

### 5. Opis zespołów trzmieli

Na podstawie znajomości listy roślin pokarmowych poszczególnych gatunków trzmieli (por. tab. IV), zasięgów pionowego rozszedlenia tych owadów (por. tab. II) oraz danych z literatury (Dylewska 1957, Reinig 1976) podzielono wykazane gatunki trzmieli na 3 grupy ekologiczne: 1. gatunki leśne –

*B. lucorum* (L.), *B. hypnorum* (L.), *B. pratorum* (L.); 2. gatunki leśnych polan, skraju lasów i zadrzewień – *B. hortorum* (L.), *B. pascuorum* (Scop.), *B. humilis* (Ill.), *B. ruderarius* (Müll.), *B. soroensis proteus* (Gerst.), *B. pyrenaeus* (Per.), *B. monticola hypsohilus* (Skor.), *B. sicheli alticola* (Kriechb.), *B. mucidus* (Gerst.), *B. veteranus* (Fabr.); 3. gatunki terenów



otwartych (pól, łąk, przydroży, hal, muraw) – *B. terrestris* (L.), *B. ruderatus* (Fabr.), *B. sylvarum* (L.), *B. lapidarius* (L.), *B. wurfleini mastrucatus* (Gerst.), *B. gerstaeckeri* (Mor.), *B. alpinus* (L.). Powyższy podział gatunków trzmieli odzwierciedla – zdaniem autora – ich rzeczywistą ekologiczną rolę w siedliskach naturalnych oraz antropogennych, a potwierdzają ją również wyniki badań Franza (1943) i Loken (1964).

#### 6. Zagrożenie i ochrona trzmieli

W trakcie badań stwierdzono, iż populacje badanych gatunków trzmieli i trzmielców ulegały silnym fluktuacjom, a ponadto wykazywały wyraźny ilościowy regres. Przyczynami zagrożenia tych owadów wydają się być: zmienne i surowe warunki pogodowe w różnych latach (długotrwałe opady deszczu, w wyższych rejonach śniegu oraz niskie temperatury), obserwowane wielokrotnie częste koszenie łąk i polan śródreglowych w sezonie wegetacyjnym (pozbawia owady bazy pokarmowej), intensywne nawożenie mineralne trwałych użytków zielonych oraz stosowanie środków ochrony roślin w różnych typach upraw (powoduje zubożenie składu roślin pokarmowych trzmieli), niszczenie gniazd trzmieli przez ciężkie maszyny na łąkach i w lasach, a w szczególności prowadzenie w całym sezonie wegetacyjnym wypasu bydła i koni na polanach śródleśnych i halach, zaś w wyższych położeniach dużych stad owiec (silna konkurencja pokarmowa i stałe płoszenie owadów z kwiatów).

W wyniku przeprowadzonej oceny jakościowo-ilościowej trzmieli stwierdzono (tab. V) występowanie w Parku Narodowym i rezerwacie botanicznym w Kötschachtal po 8 gatunków trzmieli, zaś w terenach wypasanych zaledwie od 4 do 6 taksonów tych owadów. Zagęszczenie trzmieli w rejonach chronionych było aż 2–4-krotnie wyższe od tego, które stwierdzono na terenach objętych intensywnym wypasem. Uzyskane wyniki przemawiają za wyraźnym i ujemnym wpływem wypasu bydła oraz owiec na skład i liczebność populacji trzmieli (por. Kosior 1990).

Spośród stwierdzonych 20 gatunków trzmieli i 7 gatunków trzmielców w wybranych rejonach Wysokich Taurów (por. tab. I) aż 20 taksonów jest zagrożonych (w tym 13 gatunków bardzo poważnie). Także informacje z różnych terenów nizinnych (Aichhorn 1983) jak też górskich Austrii (Riess 1978), gdzie obserwuje się gwałtowne

zanikanie nie tylko rzadkich gatunków trzmieli lecz także tych często spotykanych, świadczą o wymieraniu trzmieli. Alarmujące wyniki uzyskano również w sąsiadującej z Austrią Bawarii, gdzie wszystkie 29 gatunków trzmieli i 9 gatunków trzmielców są zagrożone, w tym 15 taksonów szczególnie silnie (Riess, Roth, Nitsche 1976). Wzrost zagrożenia egzystencji populacji trzmieli stwierdzono również w Badenii–Württembergii (Westrich 1990), a nawet w całej Republice Federalnej Niemiec (Warncke i in. 1984).

Egzystencja populacji trzmieli w rejonie Wysokich Taurów jak też na całym obszarze Austrii jest zatem poważnie zagrożona, tym bardziej, że nie są one objęte ochroną (Die geschützten... 1965). Aktualnie obowiązujące przepisy prawne o ochronie gatunkowej zwierząt (Niederwolfsgruber 1976) zapewniają im jednakże pośrednio ochronę przed odławianiem imagines oraz niszczeniem ich rodzin. Ponadto istniejące obecnie na obszarze Austrii parki narodowe i wszelkie typy rezerwatów przyrody zabezpieczają również pośrednio ich egzystencję. Jednakże problem objęcia fauny trzmieli, tak w rejonie Wysokich Taurów jak i w całej Austrii, ochroną gatunkową jest sprawą pilną i nieodzowną.

#### IV. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badania przeprowadzone w latach 1983–1987 w wybranych rejonach Wysokich Taurów umożliwiły poznanie składu, zagęszczenia, zasięgów pionowych trzmieli i trzmielców oraz listy ich roślin pokarmowych, a także ocenę zależności parametrów zgrupowań trzmieli od ekspozycji i wysokości nad poziom morza. Nie było natomiast możliwe poznanie pełnej fenologii badanych gatunków błonkówek, ponieważ obserwacje terenowe prowadzono tylko od połowy czerwca do połowy września. Określono również przyczyny spadku liczebności populacji trzmieli w Wysokich Taurach i zasugerowano konieczność objęcia ich ochroną gatunkową. Uzyskane wyniki pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. W badanych rejonach Wysokich Taurów stwierdzono występowanie 20 gatunków trzmieli i 7 gatunków trzmielców, co stanowi odpowiednio 80% i 87,5% gatunków znanych z obszaru Austrii.

2. Wykazano, iż *Bombus veteranus* (Fabr.) jest nowym gatunkiem dla Wysokich Taurów i całej Austrii.



TABELA V

Liczba gatunków ( $S_t$ ) i zagęszczenie trzmieli (osobników / ha) ( $\bar{N}_t$ ) w wybranych terenach chronionych oraz użytkowanych Wysokich Taurów. Objasnienia: S – południe, E – wschód

Number of species ( $S_t$ ) and density (specimens per 1 ha,  $\bar{N}_t$ ) of bumble-bees in selected protected and utilized areas of Hohe Tauern, S – South, E – East

Charakter i rodzaj terenu badań Designation of study area		Chroniony Protected				Użytkowany Utilized	
		Park Narodowy National Park		Rezerwat botaniczny Floral reserve		Polany z wypasem bydła (5–40 sztuk) Glades grazed by cattle	
Ekspozycja i wysokość polan n.p.m. Exposure and altitude	Wskaźniki Indices	$S_t$	$\bar{N}_t$	$S_t$	$\bar{N}_t$	$S_t$	$\bar{N}_t$
		S	1200 m	–	–	8	900
E	1400 m	8	1150	–	–	6	450
E	1700 m	8	1300	–	–	4	300

3. Gradient pionowy większości gatunków trzmieli i trzmielców mieścił się w przedziałach 900/1000 – 2200/2300 m n.p.m., natomiast osobniki *B. pyrenaicus* (Per.) i *B. alpinus* (L.) obserwowano jeszcze na wysokości 2500 m n.p.m.

4. Elementy euro-syberyjski i górski miały najwyższy udział procentowy w faunie trzmieli i trzmielców (pod względem liczby gatunków i osobników).

5. Wartości parametrów zgrupowań trzmieli z doliny Raurisertal były w większości przypadków nieco wyższe od tych z doliny Gasteinertal; ponadto stwierdzono silny i istotny wpływ wysokości nad poziom morza (a nieznaczny ekspozycji) na wskaźniki zgrupowań tych owadów w rejonie Gasteinertal, zaś w Raurisertal wystąpiła zależność odwrotna. Różnice między obu rejonami badań wynikały z odmiennej budowy morfologicznej dolin, stopnia lesistości zboczy oraz liczby kwiecistych polan w ich obrębie.

6. Lista roślin pokarmowych trzmieli i trzmielców obejmowała 118 gatunków z 24 rodzin, w tym 29 gatunków górskich i 22 taksony wysokogórskie (alpejskie). Stwierdzono też, że powyższe błonkówki były, obok pszczoł samotnic, głównymi zapylaczami roślin kwiatowych w Wysokich Taurach.

7. Wypas bydła i koni na polanach i halach oraz owiec na murawach naskalnych powodował wyraźny spadek liczby gatunków i osobników trzmieli; wartości te były odpowiednio 2- i 4-krotnie niższe w porównaniu z danymi z terenów chronionych w Wysokich Taurach.

8. Trzmiele i trzmielce badanych rejonów Wysokich Taurów są zagrożone w swej egzystencji z powodu: częstego koszenia łąk i polan śródreg-

lowych, szeroko rozumianej chemizacji upraw, mechanizacji prac łąkowych i leśnych, a także wypasu bydła, koni i owiec w całym sezonie wegetacyjnym na polanach, halach i murawach naskalnych.

9. Należy niezwłocznie objąć ochroną prawną wszystkie gatunki trzmieli na obszarze Wysokich Taurów.

#### Podziękowanie:

Autor składa serdeczne podziękowania Paniom Mgr Lonny i Annie Glaser z Wiednia za życzliwość, pomoc i sfinansowanie powyższych badań w ramach stypendium z "Pax Christi", Prof. dr H. Adamowi i Dr A. Sängera za opiekę naukową i warunki pobytu w Stacji Naukowej Instytutu Zoologicznego w Badgastein, Doc. dr Z. Witkowskemu za cenne rady i sugestie związane z przygotowaniem pracy do druku, Doc. dr M. Dylewskiej, Prof. dr A. Aichhornowi i Doc. dr A. Ruszkowskiemu za weryfikację oznaczeń trzmieli i trzmielców, Dr R. Kaźmierczakowej, Dr T. Tacikowi i Dr Z. Mirkowi za oznaczenie roślin pokarmowych trzmieli i trzmielców, Dr J. Kleinowi, Mgr P. Płonce i Mgr A. Kalenie za przygotowanie graficznej szaty tej pracy.

#### PIŚMIENICTWO

Aichhorn A. 1983. Zur Gefährdungssituation der Hummeln in Österreich (*Bombus*, *Hymenoptera*). In: Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Herausg. vom Bundesmin. f. Gesundh. u. Umweltsch., pp. 83–84.



- B a b y i P. P. 1964. Bienen, Wespen und Ameisen des Landes Salzburg. Festschr. Nat. Arbeitsg. Haus d. Natur, Salzburg.
- B a b y i P. P. 1970. Zur Hymenopterenfauna des Landes Salzburg. Festschr. Nat. Arbeitsg. Haus d. Natur, Salzburg.
- Die geschützten Pflanzen und Tiere Österreichs. 1965. *Natur und Land* 3: 58–64.
- D y l e w s k a M. 1957. Zarys rozszedlenia gatunków z rodzaju *Bombus* Latr. na obszarze Polski. *Acta Zool. cracov.* 2, 12: 259–278.
- D y l e w s k a M. (w druku). *Apoidea* (bez *Apidae*) na północnych zboczach Wysokich Taurów. *Acta Zool. cracov.* 35, 3.
- D y l e w s k a M., R u s z k o w s k i A., J a b ł o Ń s k i B., B i l i Ń s k i M., S o w a S., W r o n a S. 1970. Badania nad metodami określenia liczebności owadów zapylających na plantacjach lucerny (Studies on methods of determining numbers of pollinating insects on seed alfalfa plantations). *Wiad. ekol.* 16, 3: 232–245.
- F r a n z H. 1943. Die Landtierwelt der mittleren Hohen Tauern. Ein Beitrag zur tiergeographischen und zoologischen Erforschung der Alpen. *Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-Naturwiss. Klasse, Denkschriften* 107: 5–552.
- F r a n z H. 1982. Die Hymenopteren des Nordostalpengebietes und seines Vorlandes. I. Teil. *Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-Naturwiss. Klasse, Denkschriften*. 124. Wien. Springer, Wien–New York.
- G u i l f o r d J. P. 1964. Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice. Państw. Wydawn. Nauk., Warszawa.
- K n u t h P. 1899. Handbuch der Blütenbiologie. W. Engelmann, Leipzig.
- K o s i o r A. 1990. Trzmielce *Bombus* Latr. wybranych polan reglowych Tatrzańskiego Parku Narodowego (The bumble-bees *Bombus* Latr. of the selected glades of the Tatra National Park). *Studia Naturae, ser. A.*, 34: 113–123.
- L i j e w s k i T. 1987. Austria. Państw. Wydawn. Nauk., Warszawa.
- L l o y d M., Z a r J. H., K a r r J. R. 1968. On the calculation of information – theoretical measures of diversity. *Am. Midl. Naturalist* 79: 257–272.
- L o k e n A. 1964. Bumblebees from Austria (*Hymenoptera, Apidae*). *Norsk. Ent. Tidsskr.* 12, 5–8: 246–250.
- M ü l l e r H. 1881. Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. W. Engelmann, Leipzig.
- N i e d e r w o l f s g r u b e r F. 1976. Die neuen Bestimmungen über den Schutz von Pflanzen und Tieren in Tirol. *Natur und Land* 4: 119–120.
- P a w ł o w s k i J. 1967. Chrząszcze (*Coleoptera*) Babciej Góry. *Acta Zool. cracov.* 12, 16: 419–665.
- P i t t i o n i B. 1938. Die Hummeln und Schmarotzerhummeln der Balkan–Halbinsel. Mit besonderer Berücksichtigung der Fauna Bulgariens. I. Allgemeiner Teil. *Mitt. Königl. Naturwiss. Inst., Sofia*, 11: 2–59.
- P i t t i o n i B. 1939. Die Hummeln und Schmarotzerhummeln der Balkan–Halbinsel. II. Spezieller Teil. *Mitt. Königl. Naturwiss. Inst., Sofia*, 12: 49–115.
- R a s m o n t P. 1983. Catalogue commenté des bourdons de la région ouest-paléarctique. *Notes faun. de Sembloux* 7: 10–29.
- R e i n i g W. F. 1976. Über die Hummeln und Schmarotzerhummeln von Nordrhein–Westfalen (*Hymenoptera, Apidae*). *Bonn. Zool. Beitr.* 27, 3/4: 267–299.
- R e i n i g W. F. 1981. Synopsis der in Europa nachgewiesenen Hummel- und Schmarotzerhummelarten. *Spixiana* 4, 2: 159–164.
- R i e s s W. 1978. Bedrohte Tierarten der Alpen – Signal für den Verlust an Heimat. Zur Bedeutung der "Roten Liste bedrohter Tiere in Bayern". *Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt* 43: 39–102.
- R i e s s W., R o t h H. M., N i t s c h e G. 1976. Rote Liste bedrohter Tiere in Bayern. (Wirbeltiere und Insekten). Fassung 1. Bayer. Landesamt. f. Umweltschutz. *Schriftenreihe f. Naturschutz u. Landschaftspflege* 7: 5–38.
- T r a m e r E. J. 1969. Bird species diversity: components of Shannon's formula. *Ecology* 50: 927–929.
- W a r n c k e K., W e s t r i c h P., P r e u s s G., R i e m a n n H. 1984. Rote Liste der Bienen (*Apoidea*). In: Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. *Naturschutz Aktuell* 1: 50–52.
- W e s t r i c h P. 1990. Die Wildbienen Baden–Württembergs. Allgemeiner und Spezieller Teil. Eugen Ulmer, Stuttgart.

## SUMMARY

In the years 1983–1987 species composition, density, vertical ranges, and host plants of bumble-bees (*Bombus* Latr.) and cuckoo-bees (*Psithyrus* Lep.) were studied in the selected areas of Hohe Tauern: Gasteinertal, Raurisertal, and Fuschertal as well as in their buffer zones. Particular attention was paid to protected areas – Hohe Tauern National Park and two floral reserves in Fuschertal and Kötschachtal (fig.1). In the years 1985–1987 number of species (S), density (N), species diversity (H'), and domination (J') were estimated for the bumble-bee communities inhabiting the opposite mountain slopes (N–S, E–W) in the valleys: Gasteinertal (+Kötschachtal) and Raurisertal (+Geissbachtal). On each slope 4 study plots were established: meadow in the valley (1100–1300 m a.s.l.), forest glade (1400–1600 m a.s.l.), alpine meadow (1700–1900 m a.s.l.), and sward on rocks (2100–



2230 m a.s.l.). Almost all study areas were grazed by cattle and horses, and these situated highest – by sheep.

In the investigated parts of Hohe Tauern the occurrence of 20 bumble-bee species and 7 cuckoo-bee species was established (Table I). *Bombus veteranus* Fabr. is a new species for Hohe Tauern and for Austria. Only 12 taxa occurred numerously and less or more frequently, while the remaining bumble-bee species and almost all cuckoo-bees were observed rarely and in small numbers. Vertical ranges of the majority of bumble-bee and cuckoo-bee species were between 900/1000 and 2200/2300 m a.s.l. (Table II). Based on their vertical ranges 3 groups of species were distinguished (fig.2): lowland (900–1300 m), mountain (1300–2300 m), and alpine (2300–2500 m). Among the bumble-bees and cuckoo-bees of Hohe Tauern 7 zoogeographical elements were found; Euro-Siberian and mountain elements had the greatest percent share (species and specimens) (fig. 3 a, b).

The values of all investigated parameters (S, N, H', J') for bumble-bee communities from the Raurisertal were, in most cases, slightly higher than those for Gasteinertal communities (fig.4). It was found that in Gasteinertal altitude had a significant influence on the examined indices of bumble-bee communities, while that of exposure was only slight; in Raurisertal – inversely (Table III). Bumble-bees and cuckoo-bees visited 118 plant species

from 24 families, including 29 mountain species and 22 alpine (Table IV); besides the solitary bees, these insects were the most important pollinators of flowering plants in Hohe Tauern. The investigated hymenopterans pollinated from a few plant taxa to ca. 60 (fig.5). An evaluation of the attractiveness of flowering plants for bumble-bees showed that as much as 55 plant species were visited only by 1–2 bumble-bee species (fig.6). The plants preferred by bumble-bees and cuckoo-bees were *Trifolium pratense* L., *Rhododendron ferrugineum* L., *Cirsium palustre* (L.) Scop., *Calluna vulgaris* (L.) Salisb., and *Rhinanthus aristatus* Celak.

The existence of bumble-bees and cuckoo-bees in Hohe Tauern is threatened by frequent mowing of meadows and forest glades, use of pesticides and herbicides, use of machines in meadow and forest labours as well as by cattle, horse, and sheep grazing in glades, alpine meadows, and swards on rocks in the vegetation season. In the areas grazed the number of bumble-bee species and specimens were 2 and 4 times, respectively, lower than in the protected areas of Hohe Tauern (Table V). Among the bumble-bees and cuckoo-bees of the investigated areas (see Table I) as much as 20 species is threatened (13 – seriously). There is a need for legal protection of all bumble-bee species in this region.