

Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy STUDIA PRZYRODNICZE Scientific Papers of Pedagogical University in Bydgoszcz NATURAL STUDIES (Zeszyty Nauk. WSP, Stud. Przyr.)	14	87–106	1998
--	----	--------	------

**ZMIANY W STRUKTURZE ZGRUPOWAŃ PSZCZÓŁ
 (APOIDEA) ŚRODOWISK LEŚNYCH WYWOŁANE
 URBANIZACJĄ NA PRZYKŁADZIE WIELKOPOLSKIEGO
 PARKU NARODOWEGO**

**CHANGES IN THE STRUCTURE OF FOREST BEES
 COMMUNITIES CAUSED BY URBANIZATION IN THE
 WIELKOPOLSKI NATIONAL PARK**

Tomasz Cierzniak

WSP w Bydgoszczy Katedra Biologii i Ochrony Środowiska 85-667 Bydgoszcz, ul. Chodkiewicza 51

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate changes in the structure of bee communities resulting from transformation of natural oak-hornbeam and pine forests into suburbs. In forest plots 55 species of *Apoidea* have been found, compared to 81 in urban plots. The increasing of bee diversity can be explained by a) a large suburb environment mosaics and b) a coexistence of forest species and preferring deforested habitats ones.

KEY WORDS: bee assemblages, forest ecosystems, urbicenos

1. Wstęp

Jednym z kierunków badań nad dziko żyjącymi pszczołowatymi (*Apoidea*) jest ocena zasobów naturalnych tych owadów w różnego typu ekosystemach. Pojęcie zasoby naturalne jest tu rozumiane jako skład gatunkowy i liczebność tych owadów w ich naturalnych miejscach bytowania, tzn. w ujęciu proponowanym przez Banaszaka (1983). Badania nad zasobami naturalnymi prowadzone są zarówno w środowiskach naturalnych i seminaturalnych, jak i

w środowiskach silnie zmienionych przez człowieka. Pszczolowate były oceniane również w środowiskach najbardziej przekształconych przez człowieka m. in. na terenach osadnictwa zarówno wiejskiego, jak i miejskiego (Anasiewicz 1971, Banaszak 1976, 1982, 1985, 1994a, 1994b, Noskiewicz 1960, Pawlikowski, Rajkowska 1996, Pawlikowski, Pająk 1994, Pawlikowski, Leski 1994, Ruszkowski i in. 1981, Wójtowski, Szymaś 1973). Interesującym zagadnieniem jest ocena zmian, jakie zachodzą w zgrupowaniach zwierząt w wyniku przekształcania ekosystemów naturalnych w urbicenozy.

Niniejsza praca prezentuje ocenę zmian struktury oraz fenologii zgrupowań pszczół (*Apoidea*) zaistniałych w wyniku przekształcenia ekosystemów leśnych w tereny osadnictwa podmiejskiego.

2. Teren i metody badań

Badania prowadzono w latach 1987-1988 na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego oraz w latach 1991-1992 i 1995 roku w miejscowości Puszczykowo (15 km na południe od Poznania) leżącej przy granicy Wielkopolskiego Parku Narodowego. Tereny obecnego Puszczykowa zostały wylesione w okresie średniowiecza i do końca XIX wieku miały głównie charakter rolniczy i zajęte były pod uprawy. Na przełomie XIX i XX wieku zaczęto na omawianym terenie budować wille i pensjonaty. Wsie tu znajdujące się nabierały charakteru letniskowego. W okresie powojennym, zwłaszcza w latach 60. i 70. intensywnie rozwijało się budownictwo jednorodzinne, zajmując nowe obszary upraw. Obecnie Puszczykowo liczy ok. 8300 mieszkańców. Panującym typem zabudowy jest budownictwo jednorodzinne, na działkach o powierzchni od 400 do 2000 m². Większość działek jest użytkowana w części jako ogród warzywny, w części jako teren rekreacyjny (trawniki, skalniaki, drzewa ozdobne). Wykorzystując typologię A. J. Matuszkiewicz (1990), która wyróżniła cztery strefy regionu miejskiego (strefa nieurbanizowana, strefa podmiejska dalsza, strefa podmiejska bliższa, miasto), badany teren należy zaliczyć do strefy podmiejskiej bliższej, która charakteryzuje się dużym udziałem roślin ruderalnych, występowaniem dużych powierzchni zabudowy jednorodzinnej na działkach typu podmiejskiego, przy braku zabudowy zagrodowej i minimalnej roli agrocenoz.

Na terenie miasta nie ma zakładów przemysłowych uciążliwych dla środowiska. Głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza są kotłownie węglowe indywidualne oraz imisje z sąsiednich rejonów, głównie aglomeracji poznańskiej, co powoduje duży opad pyłów (73,2 g/m²/rok i stosunkowo duże stężenie SO₂ i silne zakwaszenie deszczy do 4 pH) (Pilc 1992, Walna i in. 1992).

Badania przeprowadzono na 4 powierzchniach badawczych zlokalizowanych w obrębie Puszczykowa (określanych dalej jako T1, T2...itd) oraz na

trzech powierzchniach leśnych (GC1, GC2, LC). Powierzchnie miejskie reprezentowały przeważający typ zagospodarowania działek. Na powierzchni 1500-2000 m² 10-15% powierzchni zajmował budynek i zabudowania gospodarcze. Pozostała część działki w 50% zajęta była przez ogród warzywny z drzewami owocowymi i krzewami porzeczki i agrestu. 50% powierzchni zajmowały trawniki, klomby kwiatowe, żywopłoty (ligustr, bez lilak) oraz powierzchnia niezagospodarowana z roślinnością ruderalną. Potencjalną roślinność powierzchni badawczych stanowiły zespoły *Pino-Quercetum* oraz *Galio-silvatici Carpinetum*. Obecnie pod względem fitosocjologicznym dominują zbiorowiska kadłubowe z klasy *Stellarietea mediae* (powierzchnia zajęta pod uprawy ogrodowe), zbiorowiska *Lolio-Cynosuretum* i *Convolvulo-Agropyretum* (trawniki) oraz zbiorowiska ruderalne (tab. 1). Na powierzchniach badawczych stwierdzono od 144 (T3) do 177 (T2) roślin naczyniowych zarówno dziko rosnących, jak i uprawianych (tab. 2).

Trzy powierzchnie leśne wyznaczono wewnątrz kompleksu leśnego w odległości od 3 do 4 km od powierzchni miejskich. Reprezentowały one dwa zespoły fitosocjologiczne: grąd niski o charakterze naturalnym (*Galio silvatici Carpinetum*) - powierzchnia „GC1”, sztuczny drzewostan dębowy na siedlisku grądu *Galio silvatici Carpinetum* - powierzchnia „GC2” oraz bór sosnowy *Leucobryo-Pinetum* - powierzchnia „LC”. Powierzchnie badawcze były zlokalizowane w jednorodnych płatach roślinności i nie graniczyły bezpośrednio z innymi typami fitocenoz. Bliższy opis leśnych powierzchni badawczych znajduje się w pracy Banaszaka i Cierzniaka (1994).

Na powierzchniach badawczych w okresie od 1 kwietnia do 30 września ustawiano pułapki barwne Moerickego. Zastosowano miski plastikowe o średnicy 20 cm i głębokości 10 cm. Miski zawierały w 2/3 płyn wabiąco-konserwujący o składzie: woda 95%, glikol etylenowy 4,8% i detergent 0,2%. Na powierzchniach leśnych stosowano miski w trzech kolorach (biała, żółta i niebieska). W mieście zastosowano tylko pułapki barwy białej, ponieważ stwierdzono, że najefektywniej zwabiają pszczołowate (Banaszak i in. 1994). Na powierzchniach leśnych ustawiono po 6 pułapek w warstwie runa oraz 6 pułapek zawieszano w koronach drzew (w drugim roku badań zwiększono liczbę pułapek do 9 w każdej warstwie lasu). W mieście na każdej powierzchni badawczej ustawiono po 6 pułapek. Liczbę pobranych prób dla każdej powierzchni reprezentuje liczba dobomisek tzn. iloczyn liczby pułapek i dni, w ciągu których pułapki odławiały owady (tab. 2). Odłowione owady wybierano z pułapek w odstępach 7-10-dniowych.

Liczbę odłowionych w pułapki owadów przeliczono na liczbę owadów odławionych przez 1 pułapkę w ciągu doby (dobomiskę). W analizie zgrupowań pszczół wykorzystano współczynnik dominacji D określający udział procentowy danego gatunku w całości zgrupowania, współczynnik różnorodno-

ści gatunkowej Shannona -Weavera (H'): $H' \hat{=} p_i * \ln p_i$ gdzie $p_i = n_i/N$ (n_i - liczba osobników i-tego gatunku, N - liczba wszystkich osobników w zgrupowaniu). Istotność różnic między współczynnikami H' obliczono, wykorzystując formułę Hutchensona (1970).

TABELA 1. Charakterystyka fitosocjologiczna powierzchni badawczych według skali Brauna-Blanqueta w modyfikacji Barkmana i in. (1964)

TABLE 1. Phytosociological character of plots according Braun-Blanquet scale with Barkmana et al. (1964) modification

Zbiorowisko	Powierzchnia badawcza Plot					
	Miasto Town			Lasy Forests		
Plant community	Miasto 2 Town 2 (T2)	Miasto 3 Town 3 (T3)	Miasto 4 Town 4 (T4)	Grąd 1 Oak- hombeam forest 1 (GC1)	Grąd 2 Oak- hombeam forest 2 (GC2)	Bór Pine forest (LP)
<i>Galio silvatici Carpinetum</i>				5	5	
<i>Leucobryo-Pinetum</i>						5
<i>Stellarietea mediae kadlub.</i>	4	3	3			
<i>Lolio-Cynosuretum</i>	2m	2b	3			
<i>Convolvulo-Agropyretum</i>	+	2b	r			
<i>Rudbeckio-Solidaginetum</i>	+	1				
zb. z <i>Syringa vulgaris</i>	+	1				
zb. z <i>Urtica dioica</i>	+	+				
zb. z <i>Rubus caesius</i>	r	+				
<i>Poetum annuae</i>	+					
zb. z <i>Bromus sterilis</i>	r					
<i>Galio-Veronicetum</i>	r					
<i>Pruno-Crataegetum sztuczne</i>		1				
<i>Lolio-Cynosuretum</i>		+				
<i>Heliantetum tuberosi</i>		+				
<i>Lolio-Plantaginetum</i>	+		+			
zb. z <i>Rubus idaeus</i>	+		r			
zb. z <i>Saponaria officinalis</i>			r			
<i>Sagino-Bryetum</i>			+			

Wyniki

Skład gatunkowy i dominacja

W czasie badań odłowiono w pułapki łącznie 2355 osobników pszczoł. Na stanowiskach leśnych odłowiono 969 pszczoł, a na stanowiskach miejskich 1386. Na powierzchniach miejskich stwierdzono występowanie 81 gatunków *Apoidea*. Na poszczególnych powierzchniach stwierdzono zbliżone liczby gatunków - od 37 do 52. Na powierzchniach leśnych odłowiono łącznie 55 gatunków pszczoł (od 39 do 48 gatunków na poszczególnych powierzchniach) (tab. 2). W przypadku obszaru Wielkopolskiego Parku Narodowego, gdzie stwierdzono dotychczas 182 gatunki (Banaszak 1987a), fauna miasteczka stanowi 45% fauny lokalnej *Apoidea*, natomiast na powierzchniach leśnych wykazano 30% fauny Parku.

Przekształcenie biocenoz leśnych na urbicenozy spowodowało spadek udziału *Andrenidae*, co jest zrozumiałe zważywszy, że większość *Andrenidae* Polski to gatunki związane ze strefą lasów. Spadkiem udziału zareagowały także *Anthophoridae* i *Apidae*. Pierwsze w środowiskach leśnych były reprezentowane głównie przez gatunki z rodzaju *Nomada* pasożytujące u *Andrena*. Nastąpił natomiast wzrost udziału *Halictidae* zwłaszcza gatunków społecznych oraz *Megachilidae*.

Wskaźnik różnicowania gatunkowego na powierzchniach miejskich wahał się w zakresie od 2,54 do 3,09 i wynosił średnio 3,02. Na powierzchniach leśnych wskaźnik H' wahał się w zakresie od 2,50 do 2,96 i średnio wynosił 2,82 (tab. 2). Porównanie współczynnika różnicowania gatunkowego Shannona obliczonego dla ogółu pszczoł badanych środowisk leśnych i miejskich wykazało statystycznie istotne różnice ($p < 0,001$).

Stwierdzono różnice w strukturze dominacji zgrupowań pszczoł porównywanych środowisk. Gatunkami dominującymi w obu środowiskach była pszczoła miodna. Co ciekawe w środowisku leśnym wykazywała większą dominację aniżeli w urbicenozie. Jest to związane zapewne z niedużą wielkością kompleksu leśnego Wielkopolskiego Parku Narodowego, ale również wskazuje na intensywną penetrację środowisk leśnych przez ten gatunek. Spośród dziko żyjących pszczoł w obu badanych środowiskach dominowała *Andrena haemorrhoa* (ryc. 2). Pozostałe gatunki subdominantów różnicują wyraźnie porównywane struktury dominacji.

TABELA 2. Charakterystyka zgrupowań pszczół i powierzchni badawczych w mieście i przyległych biocenozach leśnych
TABLE 2. Characteristics of bee assemblages and plots in the town and adjacent forest

	Powierzchnie badawcze Plots									
	Miasto Town					Lasy Forests				
	T1	T2	T3	T4	å	GCI	GC2	LC	å	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Liczba odłowionych osobników Number of caught individuals	261	483	400	242	1386	202	262	505	969	
Liczba gatunków pszczół Number of bee species	37	52	41	44	81	39	37	48	55	
Wskaźnik różnicowania gatunkowego H' Species diversity index H'	2.54	2.71	2.66	3.09	3.02	2.96	2.50	2.69	2.82	
Wskaźnik równocенności J' Evenness index J'	0.70	0.69	0.72	0.82	0.69	0.81	0.69	0.69	0.70	
Liczba dobomisek Number of trap-day	315	1917	1500	1500	5232	5029	5159	3792	13980	
Osobn./dobomiskę Individuals/trap-day	0.829	0.252	0.267	0.161	0.265	0.040	0.051	0.133	0.069	
Liczba zbiorowisk roślinnych Number of plant communities	?	12	10	7	17	1	1	2	4	
Liczba gatunków roślin naczyniowych Number of plant species	?	91	144	177	267	46	38	21	60	

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gatunek Species										
<i>Colletes cunicularius</i> (Linnaeus)		.	1	.	.	1	.	.	.	.
<i>Colletes daviesanus</i> Smith		.	.	.	2	2	.	.	.	.
<i>Hylaeus annulatus</i> (Linnaeus)		.	1	.	.	1	.	.	.	.
<i>Hylaeus brevicornis</i> Nylander		.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Hylaeus communis</i> Nylander		.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Hylaeus confusus</i> Nylander		1	3	.	.	4	.	.	.	.
<i>Hylaeus gibbus</i> Saunders		1	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Hylaeus hyalinatus</i> Smith	16	7	7	2	3	28	.	.	.	.
<i>Andrena apicata</i> Smith	3	2	2	.	7	12	.	.	.	.
<i>Andrena barbilabris</i> (Kirby)	6	10	3	3	1	20	4	3	.	7
<i>Andrena cineraria</i> (Linnaeus)	.	.	3	1	2	6	.	2	9	11
<i>Andrena clarkella</i> (Kirby)	.	.	.	.	.	.	2	2	3	7
<i>Andrena falsifica</i> Perkins	.	.	.	.	2	2	.	.	1	1
<i>Andrena flavipes</i> Panzer	1	1	1	.	.	2	.	.	.	.
<i>Andrena fucata</i> Smith	4	7	4	4	7	22	5	8	1	14
<i>Andrena fulva</i> (Müller)	15	80	36	36	35	166	2	7	12	21
<i>Andrena gravida</i> Imhoff	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
<i>Andrena haemorrhoa</i> (Fabricius)	68	90	8	8	4	170	38	21	42	101
<i>Andrena helvola</i> (Linnaeus)	.	1	1	1	.	2	11	21	17	49
<i>Andrena humilis</i> Imhoff	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Andrena jakobi</i> Perkins	.	.	1	1	.	1	1	1	2	4
<i>Andrena labiata</i> Fabricius	.	.	1	1	.	1	.	.	.	.
<i>Andrena lapponica</i> Zetterstedt	.	.	1	1	1	2	21	13	67	101
<i>Andrena minutula</i> Kirby	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2
<i>Andrena minutuloides</i> Perkins	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gatunek Species										
<i>Andrena nigroaenea</i> (Kirby)	1	2	7	.	10	.	.	.	3	3
<i>Andrena nitida</i> (Müller)	2	6	.	.	10	1	2	2	2	5
<i>Andrena praecox</i> (Scopoli)	1	1	.	.	2	2	.	.	1	3
<i>Andrena subopaca</i> Nylander	1	1	1	1	1	4	5	15	23	43
<i>Andrena tibialis</i> (Kirby)	.	2	.	.	2	2	.	2	2	4
<i>Andrena vaga</i> Panzer	2	5	.	.	1	8	5	.	.	5
<i>Andrena varians</i> Rossi	1	1	.	.	2	2	.	.	.	.
<i>Andrena ventralis</i> Imhoff	7	.	.	.	1	8	.	.	.	.
<i>Halictus perkinsi</i> Blüthgen	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.
<i>Halictus rubicundus</i> (Christ)	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Halictus subauratus</i> Rossi	.	1	7	3	3	11	.	.	.	.
<i>Halictus tumulorum</i> (Linnaeus)	.	4	5	5	1	10	1	1	.	2
<i>Lasioglossum albipes</i> (Fabricius)	.	.	.	.	.	.	1	1	.	2
<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scopoli)	18	26	42	8	8	94	1	2	3	6
<i>Lasioglossum fulvicorne</i> (Kirby)	.	1	2	.	.	3	.	.	.	12
<i>Lasioglossum laticeps</i> (Schenck)	.	.	.	2	2	2	.	1	.	.
<i>Lasioglossum lativentre</i> (Schenck)	.	.	.	.	1	1	1	1	2	4
<i>Lasioglossum leucopus</i> (Kirby)	.	.	.	.	3	3	.	.	.	.
<i>Lasioglossum lucidulum</i> (Schenck)	.	3	24	25	25	52	.	.	.	.
<i>Lasioglossum leucozonium</i> (Schränk)	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Lasioglossum minutissimum</i> (Kirby)	.	.	15	6	6	21	.	.	.	.
<i>Lasioglossum morio</i> (Fabricius)	2	2	52	21	21	77	.	.	.	.
<i>Lasioglossum parvulum</i> (Schenck)	1	7	12	6	6	26	1	1	.	2
<i>Lasioglossum punctatissimum</i> (Schenck)	1	1	8	3	3	13	1	.	5	6
<i>Lasioglossum quadrinotatum</i> (Schenck)	.	.	1	.	1	1	.	.	.	.

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gatunek Species										
	<i>Lasioglossum quadrinotatum</i> (Kirby)	.	.	.	.	.	.	1	.	2
	<i>Lasioglossum rufitarse</i> (Zetterstedt)	.	.	.	.	.	1	2	9	12
	<i>Lasioglossum sexnotatum</i> (Kirby)	.	.	2	.	2	.	.	.	.
	<i>Lasioglossum sexirigatum</i> (Schenck)	.	.	3	3	6	.	1	.	1
	<i>Lasioglossum subfasciatum</i> (Imhoff)	.	3	4	5	12	6	10	6	22
	<i>Sphecodes ephippus</i> (Linnaeus)	.	.	4	2	6	1	.	1	2
	<i>Sphecodes ferruginatus</i> Hagens	1	1	.	.	2	.	.	.	.
	<i>Sphecodes marginatus</i> Hagens	.	.	1	.	1	.	.	.	.
	<i>Sphecodes puniciceps</i> Thomson	.	1	3	4	8	.	.	.	.
	<i>Sphecodes reticulatus</i> Thomson	.	.	.	.	.	1	.	1	2
	<i>Sphecodes rubicundus</i> Hagens	.	.	1	.	1	.	.	.	.
	<i>Dasypoda hirtipes</i> (Fabricius)	.	1	.	.	1	.	.	.	.
	<i>Megachile willughbiella</i> (Kirby)	.	1	.	.	1	.	.	.	.
	<i>Hoplitis leucomelana</i> (Kirby)	.	.	.	1	1	.	.	.	.
	<i>Osmia coerulescens</i> (Linnaeus)	3	1	2	.	6	.	.	.	.
	<i>Osmia rufa</i> (Linnaeus)	12	63	24	6	105	.	5	1	6
	<i>Chelostoma fuliginosum</i> (Panzer)	2	1	.	.	3	.	.	.	.
	<i>Heriades truncorum</i> (Linnaeus)	1	.	1	.	2	.	.	.	.
	<i>Anthidium manicatum</i> (Linnaeus)	.	2	.	.	2	.	.	.	.
	<i>Proanthidium oblongatum</i> Latreille	.	.	.	1	1	.	.	.	.
	<i>Stelis minuta</i> Lepeletier et Serville	1	.	.	.	1	.	.	.	.
	<i>Anthophora furcata</i> (Panzer)	.	1	.	.	1	.	.	.	.
	<i>Anthophora plumipes</i> (Pallas)	.	10	1	6	17	1	.	1	2
	<i>Melecta albifrons</i> Förster	.	.	1	.	1	.	.	.	.
	<i>Nomada fabriciana</i> (Linnaeus)	.	1	.	.	1	.	.	1	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gatunek Species									
<i>Nomada flavoguttata</i> (Kirby)	.	.	.	.	.	.	1	1	2
<i>Nomada flava</i> Panzer	1	1	.	.	2	.	.	.	.
<i>Nomada furva</i> Panzer	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Nomada integra</i> Brullé	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Nomada leucophthalma</i> (Kirby)	.	1	.	.	1	3	1	8	12
<i>Nomada marshamella</i> (Kirby)	.	.	.	.	.	.	1	1	2
<i>Nomada moeschleri</i> Alfken	1	.	.	.	1	3	3	11	17
<i>Nomada panzeri</i> Lepeletier	.	.	.	.	.	5	2	4	11
<i>Nomada ruficornis</i> (Linnaeus)	.	.	.	.	.	1	1	2	4
<i>Nomada striata</i> Fabricius	.	.	.	.	.	2	.	4	6
<i>Nomada signata</i> Jurine	.	5	2	8	15	1	2	5	8
<i>Nomada zonata</i> Panzer	.	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Bombus cryptarum</i> (Fabricius)	1	1	.	.	2	.	.	.	.
<i>Bombus hortorum</i> (Linnaeus)	1	.	.	.	1	1	.	1	2
<i>Bombus hypnorum</i> (Linnaeus)	1	1	.	.	2	.	.	.	.
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus)	3	2	1	1	7	4	2	5	11
<i>Bombus lucorum</i> (Linnaeus)	5	3	1	1	10	26	12	41	79
<i>Bombus muscorum</i> (Linnaeus)	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli)	14	7	2	3	26	9	3	9	21
<i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus)	1	17	3	4	25	8	2	8	18
<i>Bombus terrestris</i> auct.	1	8	.	5	14	5	2	8	15
<i>Psithyrus bohemicus</i> (Seidl)	.	1	.	.	1	2	2	5	9
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus)	60	80	109	40	289	17	104	161	282
Suma Sum	261	483	400	242	1386	202	262	505	969

Szczegółowa analiza udziału poszczególnych gatunków pszczół w zgrupowaniach badanej urbicenozy oraz biocenoz leśnych pozwoliła wyodrębnić trzy grupy gatunków pszczół, które odmiennie zareagowały na przekształcenia ekosystemu leśnego w urbicenozę o charakterze podmiejskim (tab. 3). Pierwszą grupę tworzą gatunki, które zmniejszyły swój udział w zgrupowaniu (lub wycofały się całkowicie) po zaistnieniu zmian w ekosystemie. Zaliczyć tutaj można: *Andrena lapponica*, *Bombus lucorum*, *Andrena helvola*, *A. subopaca*, *Lasioglossum subfasciatum*, *Nomada leucophtalma*, *N. panzeri*, *N. meschleri*. Drugą grupę tworzą gatunki, które zwiększyły swój udział w zgrupowaniu; do tej grupy można zaliczyć: *Andrena fulva*, *Lasioglossum calceatum*, *Osmia rufa*, *Lasioglossum morio*, *L. lucidulum*, *Hylaeus hyalinatus*. Wreszcie trzecią grupę tworzą gatunki, które nie zareagowały wyraźnie na zaistniałe zmiany i utrzymały swój udział w zgrupowaniu na zbliżonym poziomie; są to: *Andrena haemorrhoa*, *A. vaga*, *A. barbilabris*, *A. fucata* oraz trzmiele: *Bombus terrestris*, *B. pratorum*, *B. lapidarius*, *B. pascuorum*. Reasumując można stwierdzić, że gatunki oligotopowe i politopowe związane z ekosystemami leśnymi, jak *Andrena helvola*, *A. lapponica*, *Bombus lucorum* zastępowane są w zgrupowaniach ogrodów przez gatunki politopowe preferujące środowiska ekotonowe lasów i zadrzewienia (*Andrena fulva*, *Osmia rufa*, *Hylaeus hyalinatus* oraz gatunki związane ekologicznie z niezadrzewionymi murawami (*Lasioglossum calceatum*, *L. morio*, *L. lucidulum*). Zwracają uwagę niewielkie zmiany w grupie trzmieli, które poza *Bombus lucorum*, nie zmieniły swego udziału w porównywanych zgrupowaniach, co może wskazywać na ich dużą tolerancję ekologiczną. W biocenozach leśnych akcentują swój udział gatunki z rodzaju *Andrena* oraz *Bombus lucorum*.

TABELA 3. Porównanie dominacji (%) liczniejszych ($D > 2\%$) gatunków pszczół w zgrupowaniach miasta i sąsiednich ekosystemów leśnych. * - istotne statystycznie różnice ($p \leq 0,05$) dla testu χ^2

TABLE 3. Comparison of the predominance (%) of more numerous bee species ($D > 2\%$) in the town and forest ecosystems. * - significant differences ($p \leq 0.05$) for χ^2 test

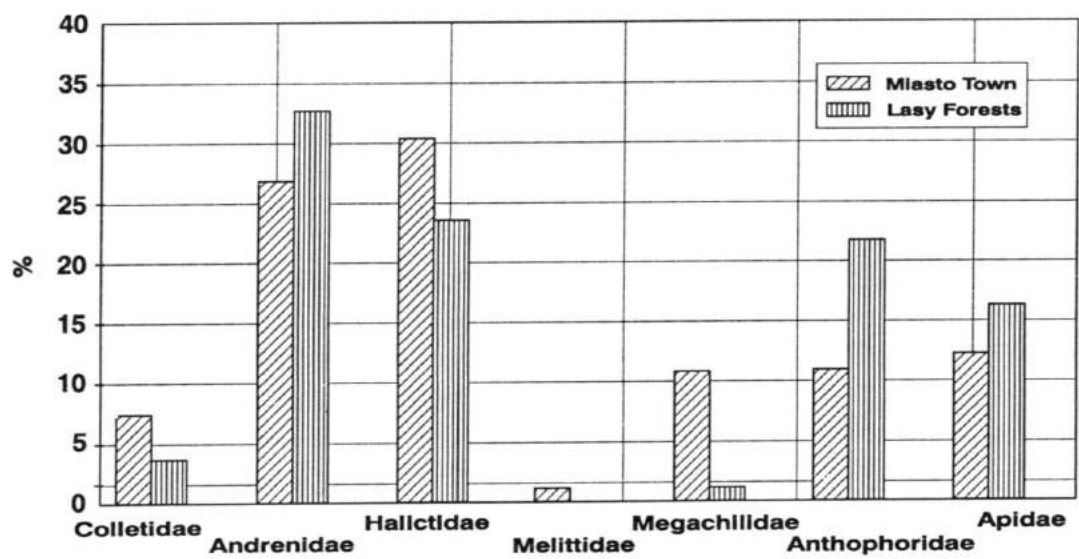
Gatunek pszczoły Bee species	Ekosystemy Ecosystems			
	Oak-hornbeam forest 1 <i>Galio silvatici-Carpinetum</i> (GC1)	Oak-hornbeam forest 2 <i>Galio silvatici-Carpinetum</i> (GC2)	bór sosnowy Pine forest <i>Leucobrio-Pinetum</i> (LP)	miasto Town (T1-T4)
<i>Andrena lapponica</i>	10,4*	5,0*	13,4*	0,1
<i>Bombus lucorum</i>	12,9*	4,6*	8,2*	0,7
<i>Andrena helvola</i>	5,4*	8,0*	3,4*	0,1
<i>Andrena subopaca</i>	2,5*	5,7*	4,6*	0,3
<i>Lasioglossum subfasciatum</i>	3,0*	3,8*	1,2*	0,9
<i>Nomada leucophtalma</i>	1,5*	0,4*	1,6*	0,1
<i>Nomada ruficornis</i>	2,5*	0,8*	0,8*	0,0
<i>Nomada moeschleri</i>	1,5*	1,1*	2,2*	0,1
<i>Andrena fulva</i>	1,5*	2,7*	2,4*	12,0
<i>Lasioglossum calceatum</i>	0,5*	0,2*	1,8*	6,8
<i>Osmia rufa</i>	0,0*	1,9*	0,2*	7,6
<i>Lasioglossum morio</i>	0,0*	0,0*	0,0*	5,6
<i>Lasioglossum lucidulum</i>	0,0*	0,0*	0,0*	3,8
<i>Hylaeus hyalinatus</i>	0,0*	0,0*	0,0*	2,0
<i>Andrena haemorrhoa</i>	18,8*	8,0	8,4	12,3
<i>Bombus pascuorum</i>	4,4*	1,1	1,8	1,9
<i>Bombus pratorum</i>	4,0	0,8	1,6	1,8
<i>Andrena vaga</i>	2,5	0,0	0,0	0,6
<i>Andrena fucata</i>	2,5	3,0	0,2	1,6
<i>Bombus terrestris</i>	2,5	0,8	1,6	1,0
<i>Andrena barbilabris</i>	2,0	1,1	0,0	1,4
<i>Bombus lapidarius</i>	2,0	0,8	1,0	0,5
<i>Lasioglossum parvulum</i>	0,5	0,4	0,0	1,9

Dynamika liczebności

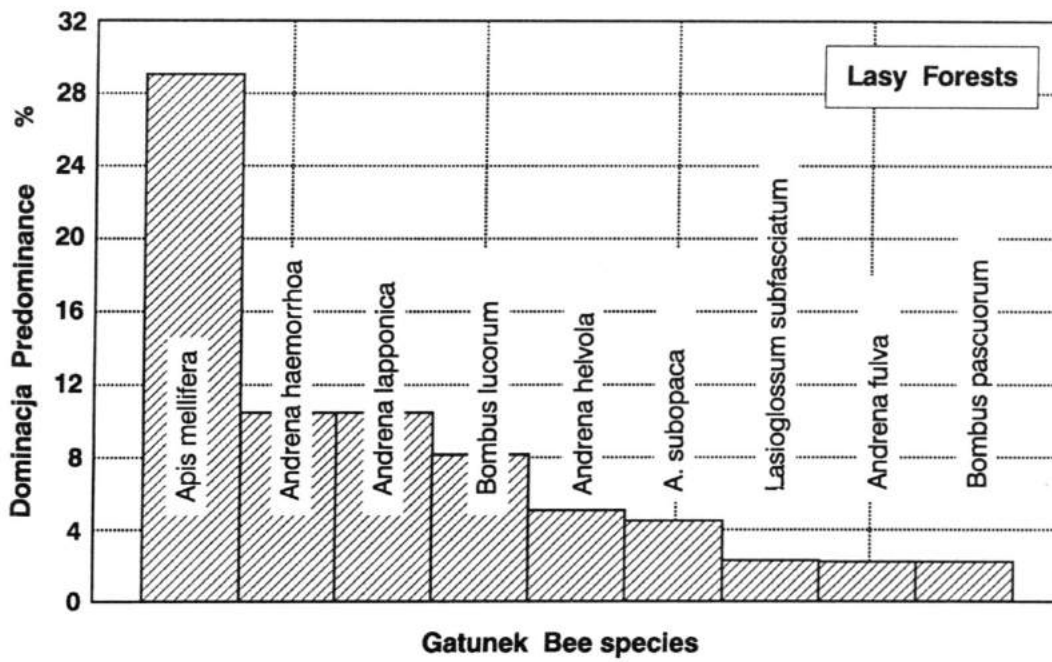
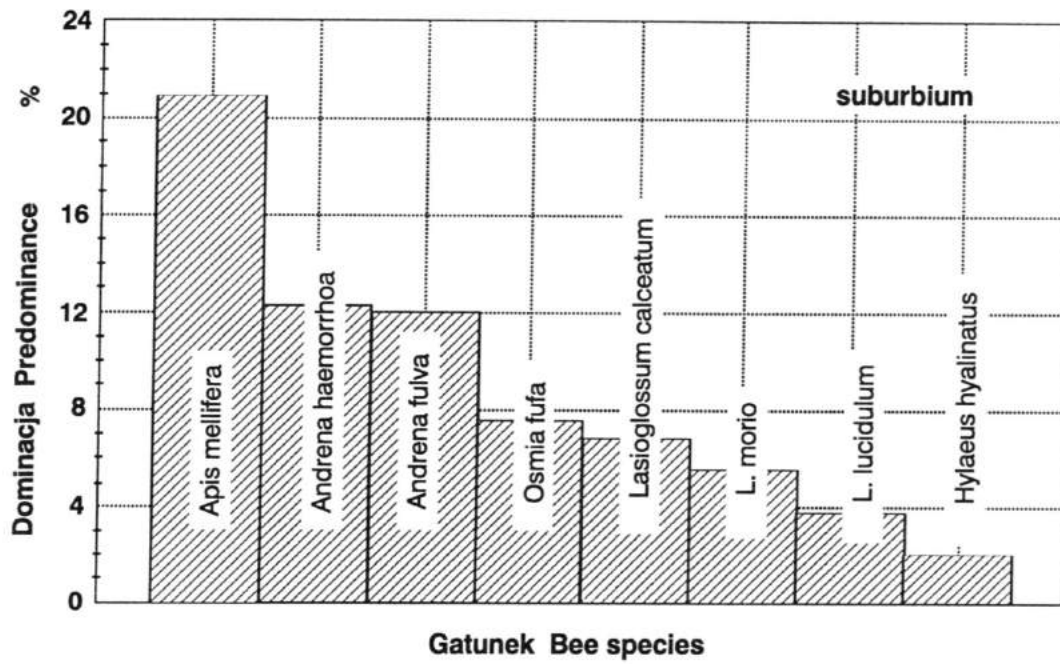
Względna liczebność odławianych *Apoidea* była prawie 4-krotnie wyższa w biocenozie miasta aniżeli w lasach i wynosiła odpowiednio 0,265 i 0,069 osobników/dobomiskę. Dynamika odłowu pszczół w mieście wykazywała zbliżony przebieg w kolejnych latach badań i na poszczególnych powierzchniach badawczych. Szczyt liczebności pszczół następował w ostatnich dniach kwietnia (ryc. 3). W tym okresie dominowały, poza *Apis mellifera*, *Andrena haemorrhoa*, *A. fulva*, *Osmia rufa*. Zaznaczały także swój udział wiosenne gatunki pszczolinek: *Andrena barbilabris*, *A. fucata*, *A. apicata* i *A. ventralis*. W okresie wiosennym pojawiały się również gatunki, które kontynuują loty przez cały sezon wegetacyjny, takie jak: *Lasioglossum calceatum*, *L. morio*, *L. lucidulum*, *L. minutissimum*, *L. punctatissimum*, *Halictus tumulorum*, *H. subauratus* oraz trzmiele. W okresie wiosenno-letnim wśród dziko żyjących pszczół dominowały trzmiele oraz osiągające pod koniec tego okresu pierwszy szczyt liczebności smukliki: *Lasioglossum calceatum*, *L. morio*, *L. lucidulum*, a także stwierdzony tylko w tym okresie *Hylaeus hyalinatus*. Okres letni charakteryzował się dominacją gatunków występujących przez cały sezon wegetacyjny (*L. calceatum*, *L. morio*, *Halictus subauratus*), które osiągają w tym czasie kolejny szczyt liczebności.

Na powierzchniach grądowych dynamika liczebności pszczół wykazuje wyraźny szczyt w okresie wiosennym (kwiecień, I dekada maja) (ryc. 3). Liczny pojaw pszczół w tym okresie związany jest z zakwitem roślin runa lasu oraz drzew (ryc. 3). Dominują w tym okresie *Andrena haemorrhoa*, *A. lapponica*, *A. helvola*, *Bombus lucorum*. W pierwszej dekadzie maja następuje gwałtowny spadek liczby odławianych pszczół i w późniejszym okresie odławiane są tylko pojedyncze trzmiele i pszczoły miodne. W borze przebieg dynamiki odłowów ma bardziej wyrównany przebieg. Widoczny jest wiosenny szczyt liczebności w okresie kwitnienia *Vaccinium myrtillus*, następnie liczba odławianych pszczół spada, jednak są one odławiane nadal stosunkowo licznie w ciągu całego okresu wegetacyjnego, a na przełomie sierpnia i września występuje kolejny szczyt liczebności związany z kwitnieniem *Calluna vulgaris*.

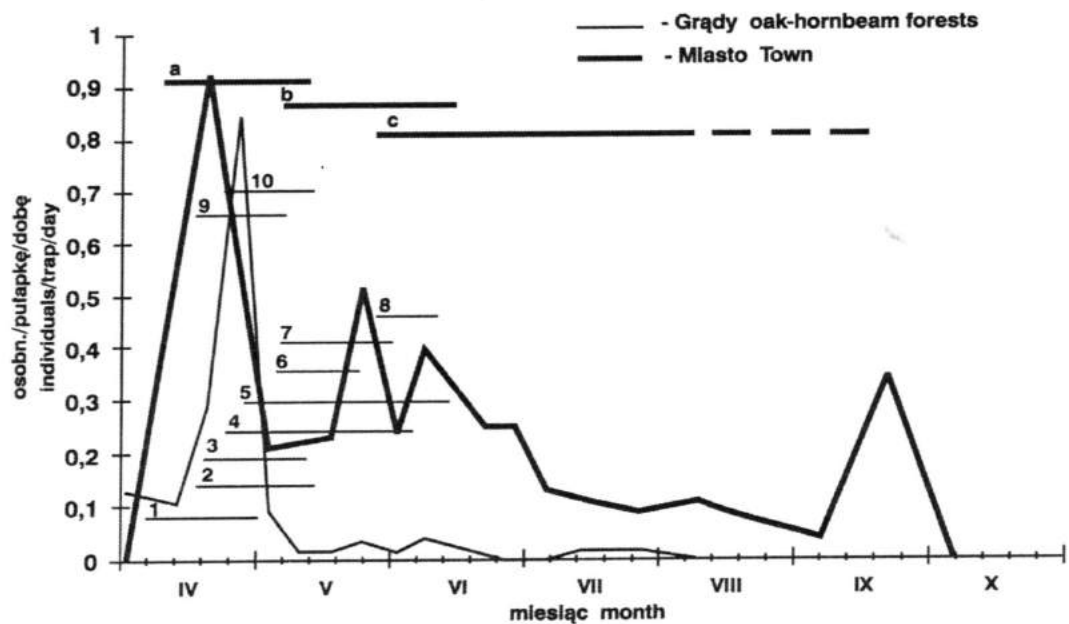
Dynamika odłowów różnicuje wyraźnie zgrupowania pszczół urbicenozy i grądów. W grądach większość dominantów (poza *Bombus*) to gatunki wiosenne lub wiosenno-letnie ograniczone swym występowaniem w badanych biocenozach do krótkiego okresu zakwitu geofitów wiosennych i drzew. Natomiast w urbicenozy poza gatunkami wiosennymi znaczny udział mają także gatunki wiosenno-letnie i letnie zwłaszcza z rodzaju *Lasioglossum*, które występują stosunkowo licznie w ciągu całego sezonu wegetacyjnego.



RYC. 1. Udział rodzin *Apoidea* w faunie miasta i przyległych ekosystemów leśnych
 FIG. 1. Participation of *Apoidea* families in bee fauna of the town and adjacent forests



RYC. 2. Struktura dominacji zgrupowań pszczół (*Apoidea*) w mieście i przyległych lasach
 FIG. 2. Predominance structure of *Apoidea* assemblages in the town and adjacent forests



RYC. 3. Porównanie dynamiki odłowów pszczół *Apoidea* w mieście i grądach
FIG. 3. Comparison of *Apoidea* catch dynamics in the town and oak-hornbeam forest

a - *Ribes grossularia*, *R. aureum*, *R. rubrum*, *Malus domestica*, *Prunus domestica*, *Pirus communis*, *Cerasus avium*, *C. vulgaris*, *Taraxacum officinale*, b - *Fragaria ananasa*, *F. vesca*, *Morus alba*, *Vitis vinifera*, *Lupinus sp.*, *Phaseolus vulgaris*, *Solanum lycopersicum*, *Cucumis sativus*, *Trifolium arvense*, *Cerastium arvense*, c - *Ligustrum vulgare*, *Rubus caesius*, *R. idaeus*, *Rubus sp.*, *Rosa canina*, *R. rugosa*, *Rosa sp.*, *Malva sp.*, *Mentha sp.*, *Saxifraga sp.*, *Helianthus annuus*, *Sedum acre*, *Sedum sp.*, *Lathyrus sp.*, *Dahlia sp.*, *Trifolium arvense*, *T. repens*, *T. pratense*, *Vicia angustifolia*, *V. hirsuta*, *Medicago lupulina*, *Potentilla argentea*, *Galeopsis pubescens*, *Ballota nigra*, *Hypericum perforatum*, *Tanacetum vulgare*, *Solidago canadensis*; 1 - *Ficaria verna*, 2 - *Viola silvestris*, 3 - *Oxalis acetosella*, 4 - *Galeobdolon luteum*, 5 - *Alliaria officinalis*, 6 - *Ajuga reptans*, 7 - *Convalaria majalis*, 8 - *Majanthemum bifolium*, 9 - *Carpinus betulus*, 10 - *Quercus robur*

Dyskusja

Objęta badaniami biocenoza miasta charakteryzuje się bogatymi zasobami naturalnymi pszczoł. Na małej powierzchni badawczej stanowiącej zaledwie 0,65 ha stwierdzono występowanie 81 gatunków pszczoł, co stanowi 45% potencjalnej fauny lokalnej. Po przekształceniu pierwotnie występujących tu ekosystemów leśnych na tereny osadnictwa miejskiego o charakterze strefy podmiejskiej wzrosło zróżnicowanie gatunkowe. W urbicenozie wykazano łącznie większą liczbę gatunków (81) aniżeli w ekosystemach leśnych (55); również względna liczebność pszczoł była średnio prawie 4-krotnie wyższa.

Wydaje się, że głównymi czynnikami kształtującymi zasoby pszczoł na terenach osadnictwa są, z jednej strony silna antropopresja oddziałująca ograniczająco na *Apoidea*, z drugiej strony duża mozaikowość środowiska wpływająca korzystnie na faunę pszczoł. Mozaikowość środowiska zwiększa bogactwo jakościowe i ilościowe pszczoł na terenach miejskich o dużym zróżnicowaniu biotopów i roślinności, takich jak ogrody botaniczne i zoologiczne, parki czy ogrody przydomowe (Noskiewicz 1960 Wójtowski, Szymaś 1973, Banaszak 1976, Dorn 1977, Dathe 1969, 1971). W badanych urbicenozach Puszczykowa mozaikowość środowiska odzwierciedlona jest przez duże zróżnicowanie florystyczne i fitosocjologiczne. Na powierzchni 0,65 hektara stwierdzono występowanie 17 zbiorowisk roślinnych, ukształtowanych z jednej strony przez różnorodną działalność człowieka, z drugiej strony przez spontaniczne procesy sukcesji wtórnej. Zapewnia to pszczołom bogatą i ciągłą w czasie bazę pokarmową. Związki pszczoł z roślinnością odzwierciedla dynamika liczebności tych owadów. Wiosenny szczyt liczebności zbiega się z kwitnieniem drzew i krzewów owocowych. W okresie wiosenno-letnim główne źródło pokarmu pszczoł na badanych powierzchniach stanowiły kwitnące truskawki, poziomki, winorośl. W okresie letnim obserwowano oblot uprawianych bylin ozdobnych, warzyw, a głównie roślinności ruderalnej (ryc. 3). Badania Anasiewicz (1972) przeprowadzone na terenie sadów również wykazały duże znaczenie drzew owocowych i krzewów jako źródła pokarmu dla pszczoł dziko żyjących, zwłaszcza wiosennego pokolenia pszczolinek (*Andrena*). Oblatują one intensywnie rośliny sadownicze, a w przypadku porzeczki czarnej liczebnością przewyższały nawet pszczołę miodną. Banaszak (1985) analizując zgrupowania pszczoł środowisk wiejskich, zwraca uwagę na znaczenie roślinności ruderalnej w kształtowaniu bogatych zasobów naturalnych tych owadów. Także Saure (1996) podkreśla znaczenie roślinności ruderalnej dla zachowania fauny pszczoł w urbicenozach.

Miejsca niezagospodarowane w miastach porośnięte roślinnością ruderalną, a także parki, ogrody, trawniki, ogródki skalne itp. tworzą z kolei dogodne miejsca dla gniazdowania pszczoł. Pawlikowski i współautorzy (Pawlikowski, Pokorniecka 1990, Pawlikowski, Pająk 1995, Pawlikowski, Leski 1994,

Pawlikowski, Rajkowska 1996) w cyklu badań nad zgrupowaniami trzmieli miast stwierdzili, że najbogatsze jakościowo i ilościowo zgrupowania trzmieli występują zazwyczaj na przedmieściach, ubożając zarówno w kierunku centrum miasta, jak i w kierunku strefy podmiejskiej. Autorzy podkreślają dodatni wpływ mozaikowości środowiska i związanego z tym zróżnicowania roślinności na bogactwo gatunkowe i ilościowe zgrupowań trzmieli. Również badania nad innymi żądłowkami (*Sphecidae*, *Vespoidea*) wykazały podobne zmiany liczby gatunków przy przechodzeniu od ekosystemów naturalnych do centrum miasta (Skibińska 1986, Gaspar, Thirion 1978).

Wnioski

1. W wyniku przekształcenia biocenoz leśnych w biocenozy strefy podmiejskiej zwiększyła się liczba gatunków pszczół oraz ich względna liczebność. Na powierzchni 0,65 ha stwierdzono występowanie 81 gatunków *Apoidea*, co stanowi 45% lokalnej apidofauny.
2. Duża różnorodność gatunkowa pszczół związana jest z występowaniem w badanych biocenozach miasta zarówno gatunków związanych ekologicznie z lasami, jak również gatunków charakterystycznych dla otwartych, niezadrzewionych muraw.
3. Bogate zasoby pszczół badanej urbicenozy są wynikiem dużej mozaikowości środowiska.

Literatura:

- Anasiewicz A. 1971: *Observations on the bumblebees in Lublin*. Ekol. Pol., 19: 401-417.
- Banaszak J. 1976: *Pszczoly (Hymenoptera; Apoidea) Ogródu botanicznego w Poznaniu*. Bad. Fizjograf. Pol. Zach., Zoologia, 29: 71-85.
- Banaszak J. 1982: *Apoidea (Hymenoptera) of Warsaw and Mazovia*. Memorabilia Zool., 36: 129-142.
- Banaszak J. 1983: *Ecology of bees in an agricultural landscape*. Pol. Ecol. Study: 9,4: 421-505
- Banaszak J. 1985: *Zgrupowania pszczół (Apoidea) w środowisku wiejskim*. Pol. Pismo Entomol., 55: 115-133.
- Banaszak J. 1987: *Pszczoly (Hymenoptera, Apoidea) wybranych zespołów roślinnych Wielkopolskiego Parku Narodowego*. Badania Fizjogr. Pol. Zach., Seria C - Zoologia, 35: 5-23.
- Banaszak J. 1994a: *Zgrupowania pszczół w parkach wiejskich (Hymenoptera, Apoidea)*. Zeszyty Nauk. WSP, Stud. Przynr., 11: 65-75.

- Banaszak J. 1994b: *Aktualna i prognozowana fauna pszczół osiedla mieszkaniowego Białołęka Dworska w Warszawie (Hymenoptera, Apoidea)*. Zeszyty Nauk. WSP, Stud. Przyr., 11: 51-63.
- Banaszak J., Cierzniak T. 1994: *Spatial and temporal differentiation of bees (Apoidea) in the forests of Wielkopolski National Park, Western Poland*. Acta Univ. Lodz., Folia Zool. et Anthrop., 2: 3-28.
- Banaszak J., Cierzniak T., Szymański R. 1994: *Influence of colour of Moericke traps on numbers and diversity of collected bees (Apoidea, Hymenoptera)*. Acta Univ. Lodz., Folia Zool., 2: 29-35.
- Barkman J. J., Doing H., Segal S. 1964: *Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse*. Acta Bot. Nederl., 13:394-419.
- Dathe H. H. 1969: *Zur Hymenopterenfauna im Tierpark Berlin*. I. Milu, 2(5): 430-443.
- Gaspar Ch., Thirion C. 1978: *Modification des populations d'Hymenopteres sociaux des milieux antropogenes*. Memorabilia Zool., 29: 61-77.
- Hutcheson K. 1970: *A test for comparing diversities based on the Shannon formula*. J. Theor. Biol., 29; 151-154.
- Matuszkiewicz A.J. 1990: *Typologia i analiza funkcjonalna układów ponadekosystemalnych Warszawy i gmin przyległych na przykładzie Dolnego Mokotowa i miasta Konstancin*. (W:) *Kształtowanie układów ekologicznych w strefie podmiejskiej Warszawy*, red. A. S. Kostrowicki, SGGW-AR Warszawa, 51, ss. 168-176.
- Noskiewicz J. 1960: *Pszczółowate*. (W:) *Przewodnik po Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Wrocławskiego*, Wrocław, ss. 179-181.
- Pawlikowski T., Leski T. 1994: *Materiały do studiów nad strukturą zespołów żądłówek (Hymenoptera, Aculeata) Polski. 4. Trzmiel (Apoidea, Bombus Latr.) Nowego Miasta Lubawskiego*. AUNC, Biologia 49, 94:19-32.
- Pawlikowski T., Pająk E. 1994: *Materiały do studiów nad strukturą zespołów żądłówek (Hymenoptera, Aculeata) Polski. 3. Trzmiel (Apoidea, Bombus Latr.) miasta Wałcza*. AUNC, Biologia 49, 94: 3-17.
- Pawlikowski T., Pokorniecka J. 1990: *Obserwacje nad strukturą zgrupowań trzmieli (Apoidea, Bombus Latr.) z obszarów miejsko-leśnych Kotliny Toruńskiej*. AUNC, Biologia 37, 75: 3-22.
- Pawlikowski T., Rajkowska J. 1996: *Materiały do studiów nad strukturą zespołów żądłówek (Hymenoptera, Aculeata) Polski. Trzmiel (Apoidea, Bombus Latr.) Węgorzewa*. AUNC, Biologia 51, 96: 57-69.
- Pilc L. 1992: *Zagrożenia Wielkopolskiego Parku Narodowego*. (W:) *Przyroda Wielkopolskiego Parku Narodowego*. Mat. z konf. nauk. UAM Poznań, ss. 151-154.
- Ruszkowski A., Zadura M., Kaczmarska K. 1981: *Skład gatunkowy trzmieli - Bombus Latr. (Apidae, Hymenoptera) w Puławach w latach 1961-1972*. Pol. Pismo Entomol., 51: 307-322.
- Skibińska E. 1986: *Effect of anthropogenic pressure on Vespoidea and Sphecidae communities*. Memorabilia Zool., 42: 55-66.
- Walna B., Sobczyński T., Kabaciński M., Siepak J. 1992: *Badania kwaśnych deszczy w Stacji Ekologicznej Jezioro Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu na terenie*

Wielkopolskiego Parku Narodowego. (W:) *Przyroda Wielkopolskiego Parku Narodowego*. Mat. z konf. nauk. UAM Poznań, ss. 41-42.

Wójtowski F., Szymaś B. 1973: *Dziko żyjące pszczołowate (Hym. Apoidea) terenów zieleni miejskiej Poznania*. Roczn. AR w Poznaniu, 66: 163-169.

Summary

The aim of this study was to evaluate changes in the structure of bee communities resulting from transformation of natural oak-hornbeam and pine forests into suburbs. The research was carried out in forests of the Wielkopolski National Park and nearby town of Puszczykowo, where experimental plots were set up in sites suitable for this type of forest. The urban areas have been deforested in the Middle Ages and transformed into arable fields. At the end of the 19th century their urbanisation was started.

In forest plots 55 species of *Apoidea* have been found, compared to 81 in urban plots. A comparative analysis of the domination structure of the bee communities allowed for identification of three groups of species which reacted differently to transformation of the forest ecosystems into suburbs. The first group comprises species that declined or disappeared after the transformation of the habitat. This group includes *Andrena lapponica* Zett., *A. helvola* (L.), *A. subopaca* Nyl., *Bombus lucorum* (L.), *Lasioglossum subfasciatum* (Imh.), *Nomada leucophthalma* (Kby), *N. ruficornis* (L.) and *N. moeschleri* (Alfk.). The second group consist of species which became more abundant after the transformation, e.g. *Andrena fulva* (Müll.), *Lasioglossum calceatum* (Scop.), *Osmia rufa* (L.), *Lasioglossum morio* (Fabr.), *L. lucidulum* (Schck.) and *Hylaeus hyalinatus* (Sm.). The third group is composed of species which constitute a similar percentage of the total bee numbers in the two types of habitat, namely *Andrena haemorrhoa* (Fabr.), *A. vaga* (Pz.), *A. barbilabris* (Kby.), *A. fucata* Sm., *Bombus terrestris* (auct), *B. pratorum* (L.), *B. lapidarius* (L.) and *B. pascuorum* (Scop.). All in all, oligotopic and polytopic species associated with forest ecosystems are replaced by polytopic species preferring ecotones of forests and wood lots (*Andrena fulva* (Müll.), *Osmia rufa* (L.), *Hylaeus hyalinatus* (Sm.)), and species associated with treeless grasslands (*Lasioglossum calceatum* (Scop.), *L. morio* (Fabr.) and *L. lucidulum* (Schck.)). It is interesting that relatively small changes in the abundance of bumblebees have been recorded. Except for *Bombus lucorum* (L.), the percentage of the total numbers of *Apoidea* constituted by individual bumblebee species has not changed significantly, which may reflect their considerable ecological tolerance.