

Stanisław HURUK

**Studia nad zgrupowaniami biegaczowatych (*Carabidae*, *Coleoptera*)
uroczysk Chelmowa Góra i Serwis w Świętokrzyskim Parku Narodowym**

[Z 9 tabelami i 13 rysunkami w tekście]

Abstract. In the ranges Chelmowa Góra and Serwis-Dąbrowa of the Świętokrzyski National Park 70 species of carabid beetles (*Carabidae*) were reported, among them 16 species new to the fauna of the Świętokrzyskie Mountains and one, *Amara littorea*, very rare in Poland. The communities of the carabid beetles in both ranges had a different ecological character. It was recorded that the mechanical structure and humidity of the soils had the greatest impact on the composition and structure of the carabid communities.

WSTĘP

Do 1981 roku biegaczowate były słabo poznaną grupą zwierząt w Świętokrzyskim Parku Narodowym. Z Gór Świętokrzyskich było znanych 127 gatunków na 511 znanych z kraju, a z samego Parku – 48, w tym tylko dwa z Chelmowej Góry (GŁAZEK 1939, SZUJECKI 1958, BURAKOWSKI i in. 1973, 1974). Badania LEŚNIAKA (1990) uzupełniły listę *Carabidae* ŚPN o dalszych 7 gatunków, które nie były wykazane także z regionu.

Podstawowym celem niniejszego opracowania było poznanie, porównanie i ocena składu gatunkowego i struktury zgrupowań biegaczowatych w dwóch fragmentach Świętokrzyskiego PN izolowanych od głównego kompleksu leśnego Parku. Zebrane materiały poddano analizie zoogeograficznej i ekologicznej. Podjęto próbę ustalenia, który z czynników środowiskowych (gleba, roślinność, warunki klimatyczne) ma największy wpływ na zgrupowania biegaczowatych i czy w różnych typach środowisk *Carabidae* tworzą odrębne zgrupowania, czy też stanowią jednolitą, względnie słabo zróżnicowaną grupę na całym badanym terenie. Analiza składu gatunkowego fauny *Carabidae* oraz struktury ich zgrupowań miała służyć także do oceny stopnia zniekształcenia środowisk.

TEREN BADAŃ I METODYKA

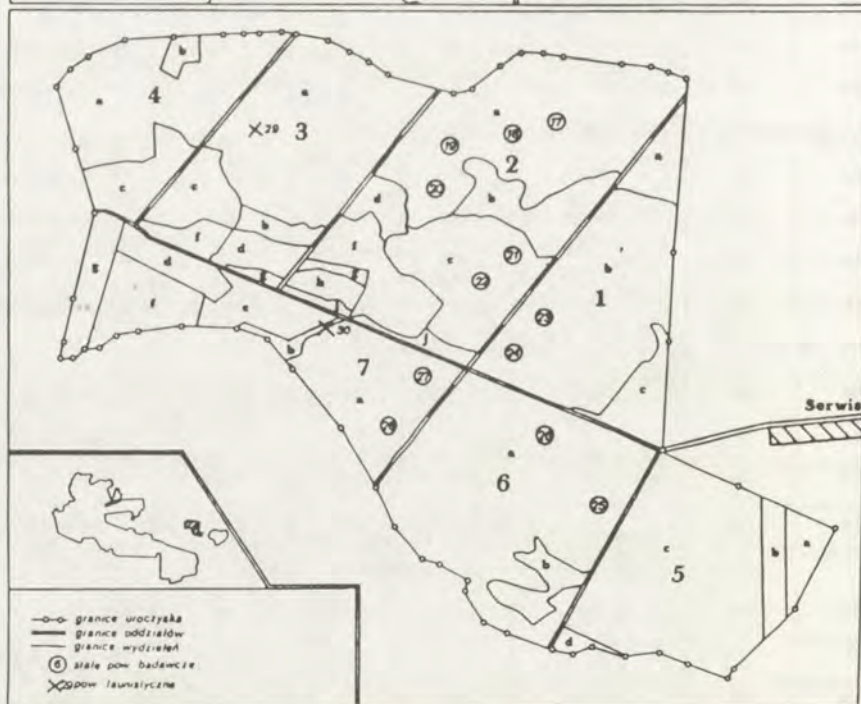
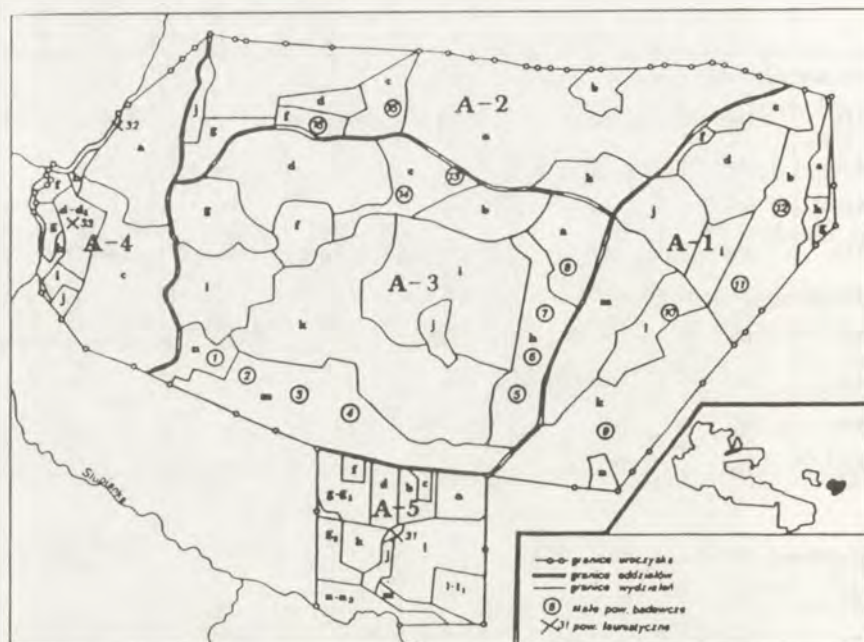
Badania przeprowadzono na terenie leśnictwa Chełmowa Góra, w skład którego wchodzi dwa uroczyska: Chełmowa Góra – 183,65 ha oraz Serwis-Dąbrowa – 167,34 ha (rys. 1 i 2). Chełmowa Góra jest odosobnionym, kopulastym wzgórzem, o wysokości 347 m n.p.m., zbudowanym ze skał dolnego dewonu. Uroczysko Serwis-Dąbrowa leży na wysokości 239–256 m n.p.m., na podłożu miękkich łupków i szarogłazów sylurskich. Teren uroczyska jest płaski, miejscami zabagniony.

Podstawowy materiał zebrano z 28 stałych powierzchni badawczych (16 na Chełmowej Górze i 12 w uroczysku Serwis). Powierzchnie reprezentowały siedem wariantów środowiskowych (po 4 powierzchnie na jeden wariant), dla charakterystyki których uwzględniono następujące cechy: panujący drzewostan i jego wiek, zespół fitosocjologiczny, typ siedliskowy lasu, grupę mechaniczną gleby. Rozmieszczenie powierzchni przedstawiono na rys. 1 i 2, a dane do ich charakterystyki w tabeli I.

Tabela I. Charakterystyka powierzchni badawczych (na podstawie planu urządzeniowego gospodarstwa rezerwatowego ŚPN na okres od 1971 do 1980 r.). Objasnienia skrótów: LM wyż. – las mieszany wyżynny, Lśw wyż. – las świeży wyżynny, Bk – buk, Db – dąb, Jd – jodła, Md – modrzew, Ol – olcha, Os – osika, So – sosna, Św – świerk.

Numer powierzchni	Numer oddziału i pododdziału	Drzewostan					Typ gleby
		Gatunek panujący	Gatunki domieszkowe	Wiek	Bonitacja	Zasobność w m ³ /ha	
1	2	3	4	5	6	7	8
Uroczysko Chełmowa Góra							
– Wariant I, LM wyż. /So/ <i>Quercus roboris</i> - <i>Pinetum</i> J. MAT. (mscr.)							
1	A3n	So	Db	164	III	183	brunatna kwaśna
2	A3m	So	Md,Db	124	II	133	brunatna kwaśna
3	A3m	So	Md,Db	124	II	133	brunatna kwaśna
4	A3m	So	Md,Db	124	II	133	brunatna kwaśna
– Wariant II, LM wyż. /Db/ <i>Quercus roboris</i> - <i>Pinetum</i> J. MAT. (mscr.)							
5	A3h	Db	So	164	IV	159	brunatna kwaśna
6	A3h	Db	So	164	IV	159	brunatna kwaśna
7	A3h	Db	So	164	IV	159	brunatna kwaśna
8	A3a	Db	Md	154	IV	104	brunatna kwaśna

1	2	3	4	5	6	7	8
- Wariant III, Lśw wyż./Md/ <i>Tilio-Carpinetum</i> TRACZ. 1962							
9	A1k	Md	Db	164	III	210	płowa
10	A1l	Md	Db	164	III	209	płowa
11	A1b	Md	Db	144	III	166	brunatna kwaśna
12	A1b	Md	Db	144	III	166	brunatna kwaśna
- Wariant IV, Lśw wyż./Bk/ <i>Luzulo pilosae-Fagetum</i> MAT. 1973							
13	A3c	Bk	Md,Db	164	IV	110	brunatna kwaśna
14	A3c	Bk	Md,Db	164	IV	110	brunatna kwaśna
15	A2c	Bk	Jd,Md	184	IV	167	brunatna kwaśna
16	A2f	Bk	Md,Jd	184	IV	167	brunatna kwaśna
Uroczysko Serwis-Dąbrowa							
- Wariant V, LM wyż./Jd/ <i>Quercu roboris-Pinetum</i> J. MAT. (mscr.)							
17	2a	Jd	So,Db,Św,Os,OI	49	II	90	brunatna kwaśna
18	2a	Jd	So,Db,Św,Os,OI	49	II	90	brunatna kwaśna
19	2a	Jd	So,Db,Św,Os,OI	49	II	90	brunatna kwaśna
20	2a	Jd	So,Db,Św,Os,OI	49	II	90	brunatna kwaśna
- Wariant VI, LM wyż./So/ <i>Quercu roboris-Pinetum</i> J. MAT. (mscr.)							
21	2c	So	Jd	109	II	190	brunatna kwaśna
22	2c	So	Jd	109	II	190	brunatna kwaśna
23	1b	So		109	I	310	brunatna kwaśna
24	1b	So		109	I	310	brunatna kwaśna
- Wariant VII, LM wyż./So/ <i>Quercu roboris-Pinetum</i> J. MAT. (mscr.)							
25	6a	So		59	I	290	brunatna kwaśna
26	6a	So		59	I	290	brunatna kwaśna
27	7a	So		59	I	250	brunatna kwaśna
28	7a	So		59	I	250	brunatna kwaśna
Powierzchnie faunistyczne							
29	3a	Jd	So,Db	49	I	90	brunatna kwaśna
30	7b	OI		44	III	80	brunatna kwaśna
31	A5j	OI	Db, So	55	III	30	brunatna kwaśna
32	A4a	skarpa nad Pokrzywianką, skraj NW Chelmowej Góry					
33	A4d-d ₁	łąka słabo użytkowana					



Rys. 1 i 2. Teren badań i rozmieszczenie powierzchni badawczych: 1 – Chełmowa Góra, 2 – Serwis-Dąbrowa (na małych mapkach pokazane położenie w stosunku do całego SPN)

Badania prowadzono w latach 1982–1984, przez pięć miesięcy w każdym roku, od maja do września. Na każdej powierzchni wykonano w sumie po 15 serii dwutygodniowych odłowów.

Główną metodą były odłowy w pułapki Barbera. Na każdej powierzchni zakopywano liniowo po 10 pułapek w odstępach co 3 m, zgodnie z propozycją BREYMEYER (1961). Zastosowano też metodę prób glebowych, pobieranych z powierzchni 50 × 50 cm, raz w miesiącu po cztery próby. Metoda ta okazała się mało efektywna, dlatego zaniechano jej po roku.

W 1982 roku, w celu lepszego poznania składu gatunkowego *Carabidae*, przeprowadzono dodatkowe jakościowe połowy faunistyczne z zastosowaniem pułapek Barbera. W środowiskach, w których spodziewano się odłowienia nowych gatunków, a pominiętych przy zakładaniu stałych powierzchni badawczych, rozmieszczano po 4 pułapki. Wykaz powierzchni „faunistycznych” przedstawiono w tab. I, a ich rozmieszczenie na rys. 1 i 2.

Analizę zoogeograficzną (określenie udziału elementów chorologicznych) przeprowadzono w oparciu o klasyfikację LEŚNIAKA (1987). Podobieństwo udziału elementów zoogeograficznych w wyróżnionych zgrupowaniach obliczono na podstawie wzoru Marczewskiego.

$$P = \frac{W}{200 - W} \times 100\%$$

gdzie: P – wskaźnik podobieństwa, W – suma mniejszych udziałów procentowych w parach tych samych grup porównywanych środowisk.

Charakterystykę stosunków ilościowych w poszczególnych zgrupowaniach przedstawiono w postaci liczb odłowionych gatunków lub osobników oraz wskaźnika dominacji (BALOGH 1958) i wskaźnika wierności (PAWŁOWSKI 1967).

$$D = \frac{n_i}{N} \times 100$$

gdzie: D – dominacja, n_i – liczba wszystkich osobników i-tego gatunku, N – liczba osobników wszystkich gatunków w zgrupowaniu.

$$W = \frac{a}{b} \times 100$$

gdzie: W – wierność, a – liczebność danego gatunku w badanym wariancie, b – liczebność tego samego gatunku we wszystkich wariantach badawczych.

Dla każdego wariantu badawczego podano jedynie gatunki charakterystyczne wyłącznie o wierności co najmniej 80%, których wierność w innych wariantach nie przekroczyła 25%. Jedynie w przypadku braku takich gatunków uwzględniano gatunki charakterystyczne wybierające o wierności 51%–80%.

Strukturę zgrupowań biegaczowatych poszczególnych wariantów badawczych określano za pomocą dwóch wskaźników:

– wskaźnika ogólnej różnorodności gatunkowej Shannona (za SZUJECKIM 1980)

$$H = \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

gdzie: p_i – frakcja $\frac{n_i}{N}$ i -tego gatunku w zespole złożonym z S gatunków, n_i – liczba osobników i -tego gatunku, N – liczba osobników wszystkich gatunków w danym zgrupowaniu.

– wskaźnika równomierności Pielou (za SZUJECKIM 1980)

$$J' = \frac{H}{\log_2 S}$$

gdzie: H – wskaźnik ogólnej różnorodności gatunkowej Shannona, S – liczba gatunków.

Zgrupowania *Carabidae* wyróżnionych wariantów badawczych porównano ze sobą stosując analizę skupień umożliwiającą ustalenie i uporządkowanie podobieństwa zgrupowań metodą dendrogramów w oparciu o miarę odległości między zgrupowaniami (MARCZEWSKI i STEINHAUS 1959).

$$d = 1 - \frac{w}{a + b - w}$$

gdzie: d – miara odległości między porównywanymi obiektami, $\frac{w}{a + b - w}$ – wskaźnik podobieństwa ilościowo-gatunkowego, a – liczba osobników w jednym wariancie badawczym, b – liczba osobników w drugim wariancie badawczym, w – liczba osobników gatunków wspólnych dla porównywanych wariantów.

Analizą skupień posłużono się także przy określaniu podobieństwa gleb na podstawie ich właściwości chemicznych. W tym przypadku jako miarę (d) zastosowano kwadrat odległości Euklidesowej wyrażonej wzorem

$$d = \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2$$

gdzie: x_i – i -ta właściwość chemiczna gleby jednego wariantu badawczego, y_i – i -ta właściwość chemiczna gleby drugiego wariantu badawczego.

Sezonowy i wieloletni rytm aktywności określano na podstawie liczebności osobników odławianych w poszczególnych miesiącach. Dla dodatkowego ilościowego scharakteryzowania zgrupowań wprowadzono tzw. wskaźnik łośności,

oznaczający średnią liczbę osobników schwytanych do 10 pułapek w ciągu dwutygodniowego odłowu. Ponadto, na podstawie prób glebowych, obliczono zagęszczenie osobników *Carabidae* w przeliczeniu na powierzchnię 0,25 m².

Dane o liczebności *Carabidae* zestawiono z warunkami meteorologicznymi w kolejnych latach badań (tab. II).

Strukturę ekologiczną zgrupowań biegaczowatych analizowano na podstawie przynależności biegaczowatych do grup wyróżnionych w oparciu o następujące cechy:

1) ogólne wymagania środowiskowe; wyróżniono gatunki leśne, terenów otwartych, terenów przejściowych, nadbrzeżne, synantropijne;

2) wymagania wilgotnościowe; wyróżniono gatunki higrofilne, mezohigrofilne i kserofilne;

3) typ fagizmu; zastosowano podział (zgodnie z propozycją LEŚNIAKA 1979) na zoofagi duże, zoofagi małe i hemizoofagi;

4) fenologiczny typ rozwojowy; wyróżniono gatunki wiosenne i jesienne.

W roku 1984 z każdej powierzchni badawczej pobrano próbki wierzchniej warstwy gleby (do 20 cm) i wykonano analizy glebowe. Na ich podstawie opracowano dendrogram podobieństwa gleb (rys. 13).

Tabela II. Warunki meteorologiczne w ŚPN w latach 1981–1984 (dane ze stacji meteorologicznej w Bodzentynie) i liczba odłowionych biegaczowatych.

Rozpatrywany czynnik	1981	1982	1983	1984
1. Temperatura				
– średnia temperatura roku w °C	7,3	7,7	8,5	7,1
– sumy średnich temperatur sezonu wegetacyjnego w °C	89,9	91,3	98,0	87,9
– sumy temperatur maksymalnych sezonu wegetacyjnego w °C	183,5	187,1	192,9	183,5
– sumy temperatur minimalnych w roku w °C		–48,1	–54,7	–55,2
2. Opady				
– sumy opadów roczne w mm	695,0	369,1	560,4	508,8
– sumy opadów sezonu wegetacyjnego w mm	460,0	240,4	368,1	367,4
Ogólna liczba biegaczowatych odłowionych w uroczysku Chelmowa Góra		9054	5281	2785
Ogólna liczba biegaczowatych odłowionych w uroczysku Serwis-Dąbrowa		3737	2054	2747
Ogólna liczba biegaczowatych odłowionych w obu uroczyskach		12791	7335	5532

MATERIAŁ

Łącznie odłowiono 27 498 osobników *Carabidae* należących do 70 gatunków i 24 rodzajów. Na powierzchniach stałych odłowiono 25 657 osobników należących do 64 gatunków. Na tzw. powierzchniach faunistycznych stwierdzono 5 dodatkowych gatunków, nie odłowionych w pułapki Barbera na powierzchniach stałych ani w przesiewkach, a w materiale z przesiewek jeden taki gatunek.

Tabela III. Skład gatunkowy zgrupowań *Carabidae* w poszczególnych wariantach badawczych. Objasnienia symboli: PF – powierzchnie faunistyczne, PG – próby glebowe, * – gatunki nowe dla Gór Świętokrzyskich.

Gatunek		Wariant badawczy							PF	PG
		I	II	III	IV	V	VI	VII		
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	<i>Calosoma inquisitor</i> (L.)	1	3							
2.	<i>Carabus coriaceus</i> L.	36	26	36	6	6	37	58	27	
3.	<i>Carabus violaceus</i> L.	210	283	150	59	154	499	212	182	
4.	<i>Carabus granulatus</i> L.	1		1	1			3	6	
5.	<i>Carabus cancellatus</i> LIL.	4	6	11	1	4	1	5	50	
6.	<i>Carabus arcensis</i> HERBST		1	1					2	
*7.	<i>Carabus nemoralis</i> O. F. MÜLL.	3					1	9	1	
8.	<i>Carabus hortensis</i> L.	433	409	236	48	403	272	41	134	1
9.	<i>Carabus linnaei</i> DUFT.	3								
10.	<i>Leistus rufomarginatus</i> (DUFT.)				1					
11.	<i>Leistus ferrugineus</i> (L.)	2		11	3		1	1		
12.	<i>Nebria brevicollis</i> (FABR.)						1	1	1	
13.	<i>Notiophilus aquaticus</i> (L.)	2			8	4	6	1	1	
14.	<i>Notiophilus biguttatus</i> (FABR.)	4	1	2	6	2	3	2	3	5
15.	<i>Notiophilus palustris</i> (DUFT.)				1		1	1		
16.	<i>Loricera caerulescens</i> (L.)	2	3	3	1			1	5	1
17.	<i>Clivina fossor</i> (L.)						7			
18.	<i>Asaphidion flavipes</i> (L.)			1						
19.	<i>Bembidion lampros</i> (HERBST)			1	3		1			
*20.	<i>Bembidion mannerheimi</i> (C. SAHLB.)						4	38		3
21.	<i>Epaphius secalis</i> (PAYK.)	11	1	7	48	926	1281	590	143	16
22.	<i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRANK)				1					2
23.	<i>Patrobus atrorufus</i> (STROEM)	12				5	232	11	332	
24.	<i>Amara plebeja</i> (GYLL.)	15	7	10	4	2	3	4	4	4
25.	<i>Amara aenea</i> (DE GEER)						2			5
*26.	<i>Amara curta</i> DEJ.	1			1					
27.	<i>Amara familiaris</i> (DUFT.)		1							
*28.	<i>Amara littorea</i> THOMS.	1								
29.	<i>Amara lunicollis</i> SCHÖDTE							1		
30.	<i>Amara similata</i> (GYLL.)			1	1		1			
31.	<i>Amara bifrons</i> (GYLL.)			1					3	
*32.	<i>Amara pallens</i> STURM							1		
*33.	<i>Amara brunnea</i> (GYLL.)				1					
34.	<i>Pterostichus caerulescens</i> (L.)				1				15	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35. <i>Pterostichus cupreus</i> (L.)		1		1		1			
36. <i>Pterostichus virens</i> (O. F. MÜLL.)								5	
37. <i>Pterostichus vernalis</i> (PANZ.)			1						
*38. <i>Pterostichus angustatus</i> (DUFT.)	9			1	1	1		1	
39. <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (FABR.)	2241	2108	1722	3039	445	547	205	243	25
40. <i>Pterostichus niger</i> (SCHALL.)	94	52	32	13	30	104	125	310	
41. <i>Pterostichus vulgaris</i> (L.)	3	1		8	3	15	6	9	
42. <i>Pterostichus nigrita</i> (FABR.)	11	3	1		1	3		19	
*43. <i>Pterostichus diligens</i> (STURM)			1						
44. <i>Pterostichus strenuus</i> (PANZ.)	3	1	3			6	39	3	4
45. <i>Pterostichus burmeisteri</i> HEER	8		22	1175					
46. <i>Abax carinatus</i> (DUFT.)	374	46	148	103	481	762	125	99	
47. <i>Abax ovalis</i> (DUFT.)	55	8	165	1035				24	
48. <i>Molops piceus</i> (PANZ.)	59			156					
49. <i>Calathus erratus</i> (C. R. SAHLB.)				1				8	
50. <i>Calathus fuscipes</i> (GOEZE)	1			1					
51. <i>Calathus micropterus</i> (DUFT.)	85	76	5	1590	174	27	3	6	7
52. <i>Aechmites terricola</i> (HERBST)		1							
53. <i>Synuchus nivalis</i> (PANZ.)	3		4	3	1	1	8		
54. <i>Agonum gracilipes</i> (DUFT.)				2					
*55. <i>Agonum lugens</i> (DUFT.)								1	
56. <i>Agonum muelleri</i> (HERBST)				5			1		
57. <i>Agonum sexpunctatum</i> (L.)								1	
58. <i>Agonum assimile</i> (PAYK.)			1	3		1	2	90	
*59. <i>Agonum obscurum</i> (HERBST)							1	1	
*60. <i>Agonum fuliginosum</i> (PANZ.)	1		2			31	63		
*61. <i>Badister bipustulatus</i> (FABR.)							1		
62. <i>Anisodactylus binotatus</i> (FABR.)	1	1	1					1	
*63. <i>Anisodactylus signatus</i> (PANZ.)	1	1							
64. <i>Harpalus rufipes</i> (DE GEER)	1		1					1	
*65. <i>Harpalus flavescens</i> (PILL. et MITT.)								2	
66. <i>Harpalus fuliginosus</i> (DUFT.)								16	1
67. <i>Harpalus latus</i> (L.)	54	39	83	8	62	86	30	6	5
68. <i>Harpalus quadripunctatus</i> DEJ.	117	8	67	98	117	173	17	2	
*69. <i>Acupalpus elegans</i> (DEJ.)									2
*70. <i>Acupalpus skrimshiranius</i> (STEPH.)	1								
R a z e m	3863	3084	2734	7437	2821	4111	1606	1760	81

Wykaz zebranych gatunków przedstawiono w tabeli III. Pełna dokumentacja badań znajduje się w maszynopisie rozprawy doktorskiej (HURUK 1988) dostępnym w bibliotece Świętokrzyskiego PN na Świętym Krzyżu.

CHARAKTERYSTYKA ZOOGEOGRAFICZNA ZEBRANYCH CARABIDAE

Szczegółowe wyniki analizy zoogeograficznej przedstawiono w tabeli IV.

We wszystkich wariantach badawczych zdecydowanie dominuje element palearktyczny. Duży jest również udział w zgrupowaniach *Carabidae* elementu europejskiej prowincji leśnej (z wyjątkiem wariantu II – dąbrowy na Chełmowej Górze).

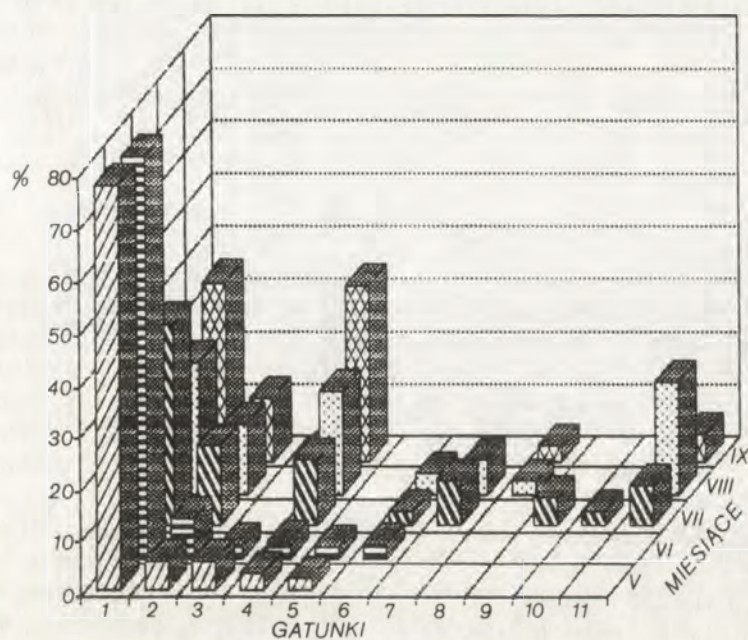
Tabela IV. Procentowy udział elementów zoogeograficznych w faunie *Carabidae* (aspekt ilościowy)

Wyszczególnienie	Wariant badawczy							Chełmowa Góra	Serwis
	I	II	III	IV	V	VI	VII		
Element holarktyczny	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,31	0,25	0,15	0,25
Element palearktyczny	71,40	82,10	75,50	65,40	66,80	64,85	72,91	71,40	67,00
Element eurasyjczyński	3,04	1,90	1,80	0,36	1,50	8,70	12,20	1,47	6,98
Element euroarktyczny	0,10		0,40	0,40		0,02	0,06	0,10	0,02
Element eurośroziemnomorski	0,06	0,10				0,02	0,06	0,02	0,02
Element europejskiej prowincji leśnej	12,40	14,10	10,00	0,80	14,50	7,60	6,72	7,26	9,71
Element górski europejskiej prowincji leśnej	12,90	1,70	12,20	33,20	17,10	18,50	7,80	19,60	16,02

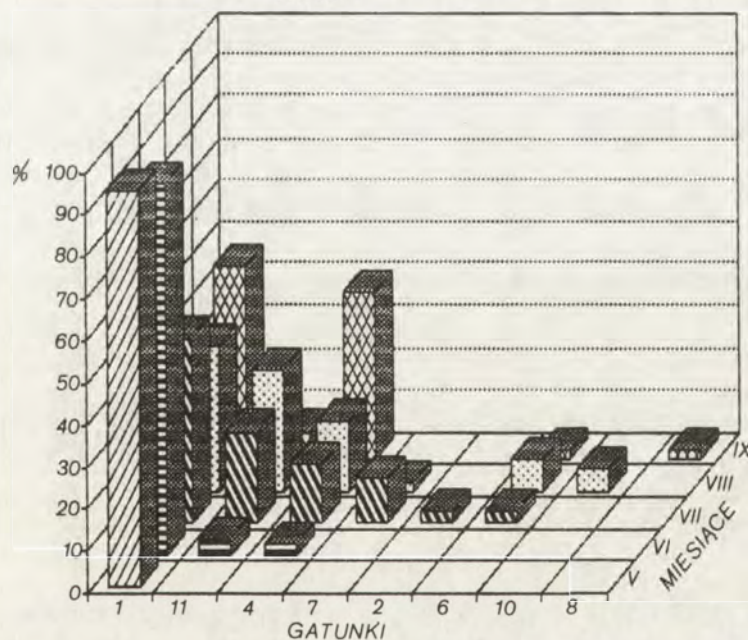
Na tle wszystkich zgrupowań wyróżnia się zdecydowanie zgrupowanie wariantu IV (buczyna na Chełmowej Górze) wyjątkowo wysokim udziałem – 33,2% – gatunków górskich europejskiej prowincji leśnej.

Tabela V. Podobieństwo składu chorologicznego (aspekt ilościowy)

Wariant badawczy	I	II	III	IV	V	VI	Serwis
I							
II	77,87						
III	91,57	80,34					
IV	66,25	51,97	65,15				
V	88,15	72,71	82,81	72,05			
VI	79,42	61,51	76,32	73,50	83,74		
VII	80,47	71,51	80,81	59,48	70,82	79,14	
Chełmowa Góra							85,08



3



4

Rys. 3 i 4. Struktura dominacji zgrupowań *Carabidae* w poszczególnych wariantach badawczych: 3 - wariant I, 4 - wariant II. Na osi x oznaczono gatunki: 1 - *Pterostichus oblongopunctatus*, 2 - *Abax carinatus*, 3 - *Harpalus quadripunctatus*, 4 - *Carabus hortensis*, 5 - *Molops piceus*, 6 - *Calathus micropterus*, 7 - *Pterostichus niger*, 8 - *Carabus coriaceus*, 9 - *Abax ovalis*, 10 - *Harpalus latus*, 11 - *Carabus violaceus*.

Podobieństwo udziału elementów zoogeograficznych osiąga dla poszczególnych zgrupowań różne wartości (tab. V). Najmniejsze podobieństwo do innych wykazują zgrupowania wariantu IV i II, największe – zgrupowania wariantu I oraz III. Faunę obu badanych uroczysk łączy duży stopień podobieństwa, wynosi ono 85,08%.

CHARAKTERYSTYKA ZGRUPOWAŃ

Liczebność biegaczowatych była bardzo zróżnicowana w poszczególnych wariantach badawczych. W skrajnych przypadkach różnice sięgały kilkuset procent. Najwięcej *Carabidae* odłowiono w drzewostanie bukowym na Chełmowej Górze (wariant IV) – 7437 osobników, najmniej – 1606 osobników – w młodszym drzewostanie sosnowym w Serwisie (wariant VII). W wariantach badawczych Chełmowej Góry odławiano ogólnie więcej *Carabidae* niż w Serwisie. Średnio na jeden wariant na Chełmowej Górze przypadało 4279 odłowionych *Carabidae*, podczas gdy w Serwisie – 2846.

W kolejnych latach badań malała liczba odławianych owadów (tab. II), w trzecim roku odłowiono ich o 56,8% mniej niż w pierwszym roku badań. Zmiany te jednak różnie wyglądały w obu uroczyskach: na Chełmowej Górze następował stały spadek, w Serwisie minimum miało miejsce w drugim roku badań.

Na Chełmowej Górze w zebranych materiałach stwierdzono 56, a w Serwisie 39 gatunków *Carabidae*. Spośród gatunków odłowionych na Chełmowej Górze 26 nie stwierdzono w Serwisie, z kolei 9 zebranych w Serwisie nie łowiono w pierwszym z wymienionych uroczysk. Tempo ujawniania nowych gatunków było szybkie, w obydwu uroczyskach po dwu latach stwierdzono ponad 90% wszystkich gatunków wykazanych w całym okresie badań.

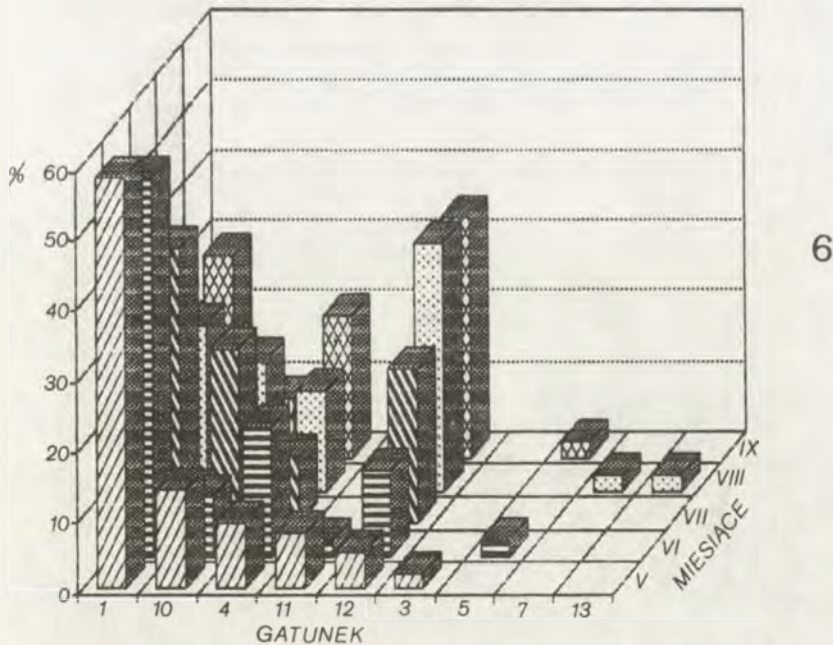
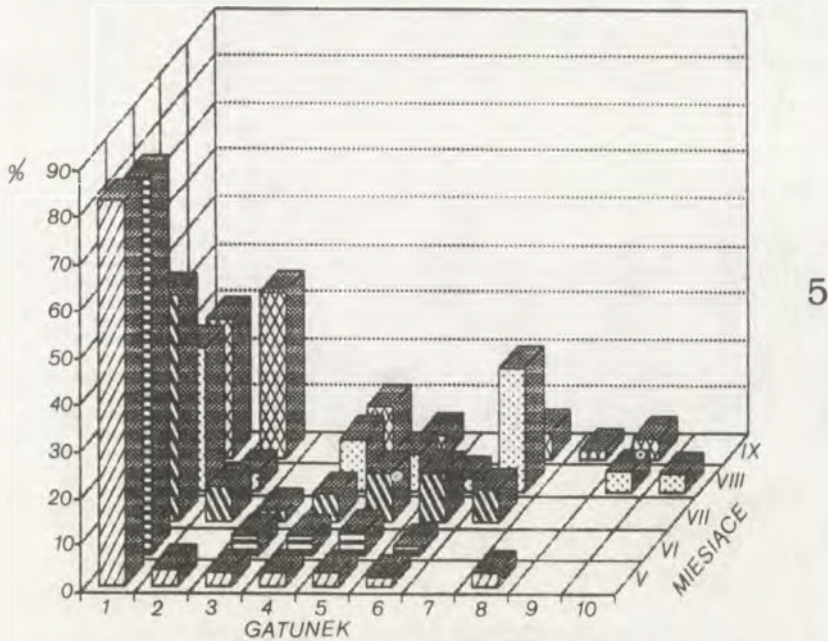
Tabela VI. Liczebność *Carabidae* w materiałach pułapkowych i zagęszczenie na podstawie prób biocenometrycznych (powierzchnia 0,25 m²)

Wskaźnik	Wariant badawczy							Chełmowa Góra	Serwis	Ogółem
	I	II	III	IV	V	VI	VII			
Liczebność osobników	64,40	51,40	45,60	123,90	47,00	68,50	28,70	71,30	48,50	61,60
Zagęszczenie osobników	0,85	0,55	0,15	0,50	0,70	0,40	0,90	0,51	0,71	0,59

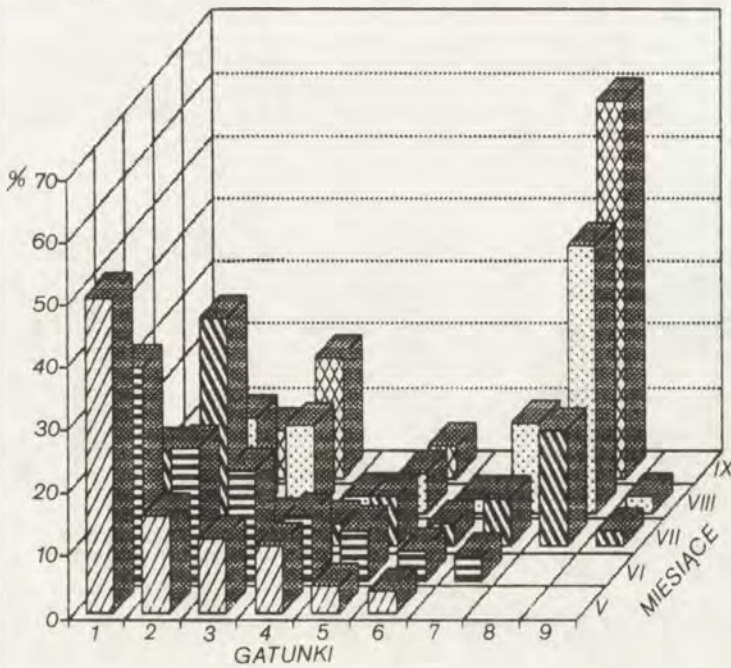
Struktura dominacji

W zebranym materiale stwierdzono dwa główne dominanty o znacznej przewadze ilościowej nad pozostałymi gatunkami. We wszystkich wariantach badawczych Chełmowej Góry był to *Pterostichus oblongopunctatus*, a w Serwisie – *Epaphius secalis* (tab. VII).

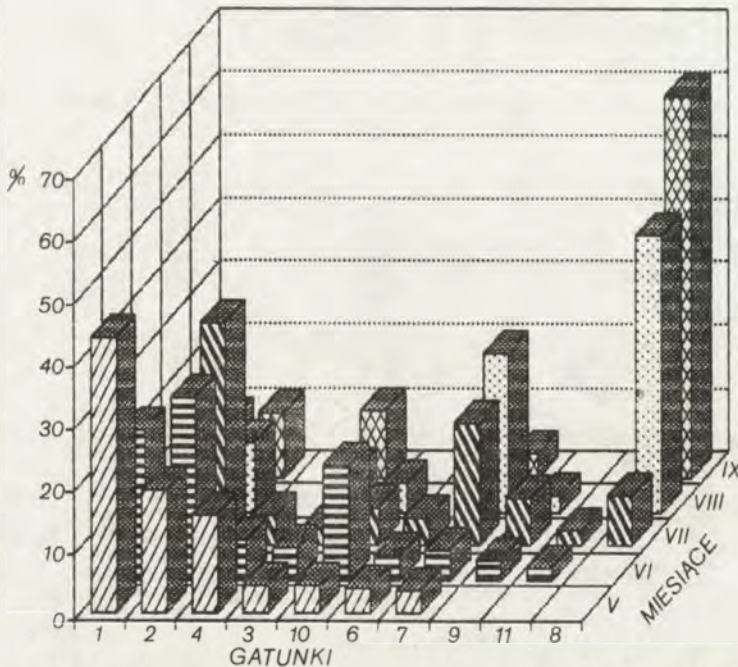
Grupa dominantów była stała, rzadko zdarzało się, aby w kolejnych latach badań dołączały do niej gatunki z niższych klas w strukturze dominacyjnej.



Rys. 5 i 6. Struktura dominacji zgrupowań Carabidae: 5 - wariant III, 6 - wariant IV. Na osi x oznaczono gatunki: 1 - *Pterostichus oblongopunctatus*, 2 - *Carabus hortensis*, 3 - *Harpalus quadrupunctatus*, 4 - *Abax ovalis*, 5 - *A. carinatus*, 6 - *Harpalus latus*, 7 - *Carabus violaceus*, 8 - *Pterostichus niger*, 9 - *Carabus coriaceus*, 10 - *Pterostichus burmeisteri*, 11 - *Molops piceus*, 12 - *Calathus micropterus*, 13 - *Epaphius secalis*



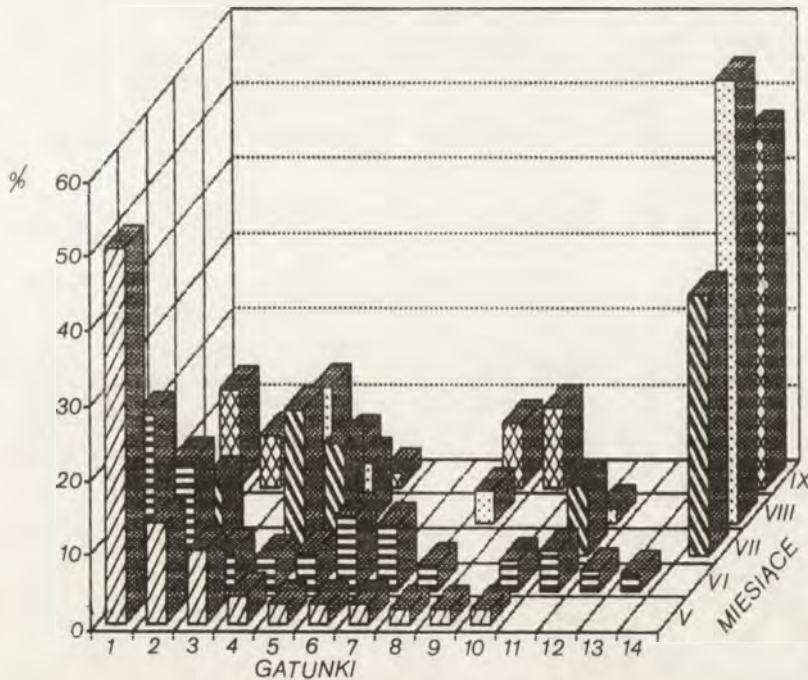
7



8

Rys. 7 i 8. Struktura dominacji zgrupowań *Carabidae*: 7 - wariant V, 8 - wariant VI. Na osi x oznaczono gatunki: 1 - *Pterostichus oblongopunctatus*, 2 - *Abax carinatus*, 3 - *Carabus hortensis*, 4 - *Harpalus quadripunctatus*, 5 - *Calathus micropterus*, 6 - *H. latus*, 7 - *Carabus violaceus*, 8 - *Epaphius secalis*, 9 - *Pt. niger*, 10 - *Patrobus atrorufus*, 11 - *Agonum fuliginosum*.

Struktura dominacyjna kształtuje się różnie w ciągu sezonu wegetacyjnego. Najmniejsze zmiany obserwujemy w wariantach I, II i III (rys. 3–8). Przez cały sezon dominantem jest w nich *Pterostichus oblongopunctatus*. W wariacie IV na Chelmowej Górze od maja do lipca dominantem jest także *P. oblongopunctatus*, ale w pozostałych miesiącach rolę dominanta przejmuje *Calathus micropterus* (rys. 6). W wariacie VII (Serwis) rolę głównego dominanta w maju i czerwcu pełni *P. oblongopunctatus*, a w pozostałych miesiącach *Epaphius secalis*. W drzewostanach jodłowych i sosnowych w Serwisie (warianty V i VI), trzy gatunki pełnią rolę głównych dominantów: na początku sezonu wegetacyjnego – *P. oblongopunctatus*, w połowie – *Abax carinatus*, a w końcu – *Epaphius secalis* (rys. 7 i 8).



Rys. 9. Struktura dominacji zgrupowania *Carabidae* w wariacie VII. Na osi x oznaczono gatunki: 1 – *Pterostichus oblongopunctatus*, 2 – *Abax carinatus*, 3 – *Bembidion mannerheimi*, 4 – *Carabus violaceus*, 5 – *Pt. niger*, 6 – *Pt. strenuus*, 7 – *Harpalus latus*, 8 – *C. coriaceus*, 9 – *C. hortensis*, 10 – *H. quadripunctatus*, 11 – *Agonum fuliginosum*, 12 – *C. nemoralis*, 13 – *Patrobus atrorufus*, 14 – *Epaphius secalis*.

Tabela VII. Gatunki dominujące (eudominanty i dominanty) w zgrupowaniach *Carabidae* w różnych wariantach badawczych

Wyszczególnienie	Procentowy udział gatunków w latach		
	1982	1983	1984
1	2	3	4
Uroczysko Chelmowa Góra			
- Wariant I, drzewostan sosnowy			
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	61,93	58,66	41,06
<i>Abax carinatus</i>	6,82	9,21	22,05
<i>Carabus hortensis</i>	12,77	8,11	12,55
<i>Carabus violaceus</i>		7,09	
r a z e m	81,52	83,07	75,66
- Wariant II, drzewostan dębowy			
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	73,11	59,87	67,54
<i>Carabus hortensis</i>	12,69	16,85	7,64
<i>Carabus violaceus</i>	7,21	12,55	9,79
<i>Calathus micropterus</i>			7,16
r a z e m	93,01	89,27	92,13
- Wariant III, drzewostan modrzewiowy			
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	69,53	56,89	51,67
<i>Carabus hortensis</i>	6,93	10,90	10,28
<i>Abax ovalis</i>	5,67	5,33	8,64
<i>Abax carinatus</i>		6,09	8,41
<i>Carabus violaceus</i>		7,06	7,24
<i>Harpalus latus</i>			6,31
r a z e m	82,13	86,27	92,55
- Wariant IV, drzewostan bukowy			
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	42,04	44,63	31,68
<i>Calathus micropterus</i>	13,27	25,13	36,92
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	18,94	12,41	12,90
<i>Abax ovalis</i>	17,82	11,44	7,51
r a z e m	92,07	93,61	89,01
Uroczysko Serwis-Dabrowa			
- Wariant V, drzewostan jodłowy			
<i>Epaphius secalis</i>	36,75	25,76	32,75
<i>Abax carinatus</i>	17,77	18,76	14,69
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	11,85	18,05	19,55
<i>Carabus hortensis</i>	15,61	14,70	12,09
<i>Calathus violaceus</i>	7,21	6,26	
<i>Harpalus quadripunctatus</i>		6,70	7,34
r a z e m	95,03	90,25	94,35

1	2	3	4
- Wariant VI, starszy drzewostan sosnowy			
<i>Epaphius secalis</i>	25,16	29,98	40,18
<i>Abax carinatus</i>	20,98	20,61	13,62
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	15,23	9,37	13,77
<i>Carabus violaceus</i>	13,42	10,35	11,80
<i>Carabus hortensis</i>	5,81	7,13	7,31
<i>Patrobus atrorufus</i>	5,36	9,18	
r a z e m	85,96	86,62	86,68
- Wariant VII, młodszy drzewostan sosnowy			
<i>Epaphius secalis</i>	60,00	5,54	25,91
<i>Carabus violaceus</i>	6,99	24,49	14,23
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	9,37	9,62	19,26
<i>Pterostichus niger</i>	5,17	14,87	6,75
<i>Abax carinatus</i>	6,85	6,71	9,67
<i>Agonum fuliginosum</i>		7,58	
<i>Carabus coriaceus</i>		7,00	
<i>Pterostichus strenuus</i>		5,83	
<i>Bembidion mannerheimi</i>			5,29
r a z e m	88,38	81,64	81,11

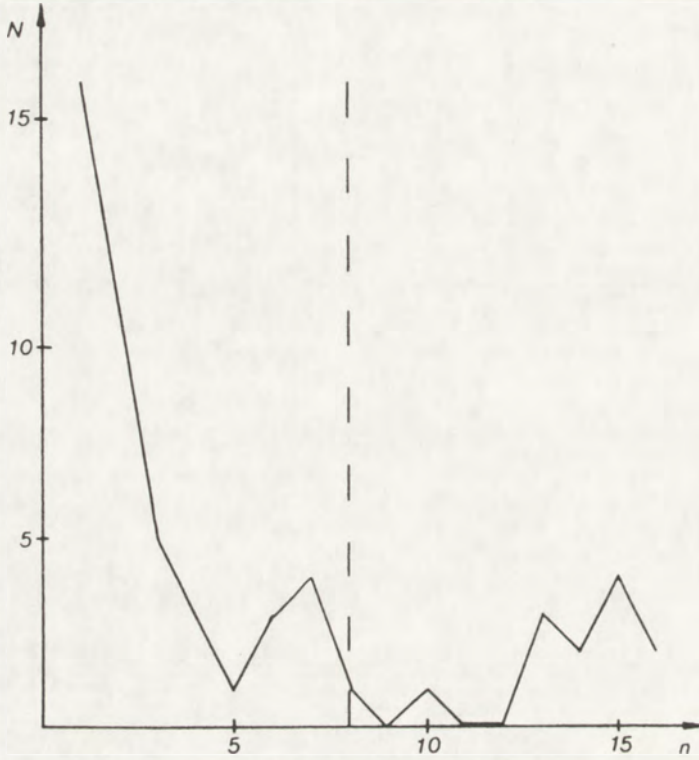
Frekwencja

W obu uroczyskach frekwencja gatunków na powierzchniach badawczych przedstawia się odmiennie. Wykres frekwencji na Chelmowej Górze ma wygląd asymetryczny (rys. 10). Wynika to z przewagi gatunków rzadkich, występujących tylko na niektórych powierzchniach. Wykres frekwencji z Serwisu ma wygląd bardziej symetryczny (rys. 11).

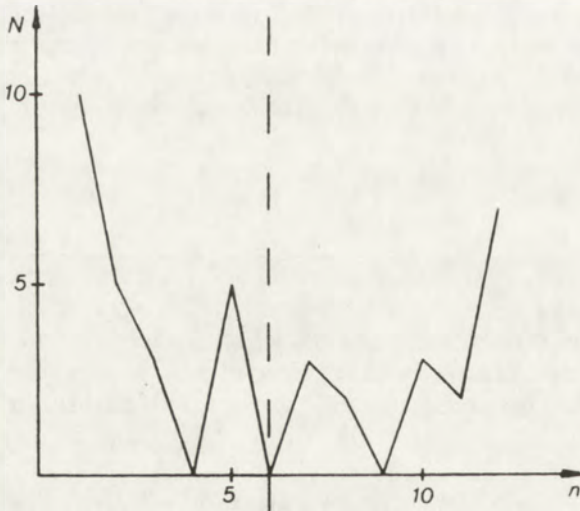
Wierność

Wskaźnik ten kształtował się różnie w poszczególnych wariantach środowiskowych. W wariacie I gatunkiem charakterystycznym wyłącznym był *Carabus linnaei*. W wariacie II nie stwierdzono obecności gatunków charakterystycznych, w wariacie III gatunkami charakterystycznymi, wybierającymi były: *Calosoma inquisitor* oraz *Leistus ferrugineus*. W wariacie IV gatunkami charakterystycznymi wyłącznymi były: *Pterostichus burmeisteri*, *Abax ovalis*, *Calathus micropterus*.

W wariacie V (Serwis) nie stwierdzono gatunków charakterystycznych, w wariacie VI gatunkami wyłącznymi były: *Clivina fossor* oraz *Patrobus atrorufus*, a w wariacie VII gatunkiem wyłącznym był *Bembidion mannerheimi*.



10



11

Rys. 10–11. Struktura frekwencji *Carabidae*: 10 – na Chelmowej Górze, 11 – w Serwisie. Symbolami oznaczono: N – liczba gatunków, n – liczba powierzchni.

Wskaźniki struktury zgrupowań

Wskaźnik równomierności Pielou największą wartość (0,65) przyjmuje w zgrupowaniu wariantu V, co wskazywałoby iż jest ono najbardziej zrównoważone pod względem struktury dominacji. Najmniejszą wartość omawiany wskaźnik osiąga w zgrupowaniu wariantu II, co wskazywałoby, iż jest ono najmniej prawidłowe pod względem struktury dominacyjnej (tab. VIII).

Wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona najwyższą wartość osiąga w wariancie VII ($H = 3,13$), a najniższą w wariancie II ($H = 1,68$) (tab. VIII).

Analiza wykonana w oparciu o wskaźnik Shannona nie wykazała dodatniej korelacji różnorodności gatunkowej badanych zgrupowań z liczbą stwierdzonych w zgrupowaniu gatunków i osobników. Stwierdzono natomiast, że w miarę wzrostu wartości wskaźnika dominacji maleje różnorodność gatunkowa zgrupowania. Zależność ta szczególnie wyraźnie wystąpiła w zgrupowaniach *Carabidae* Chełmowej Góry.

Wartości wskaźników struktury zgrupowań ulegają zmianom w ciągu sezonu wegetacyjnego. Co roku, niezależnie od liczby odławianych *Carabidae* obserwowano ten sam cykl, polegający na osiąganiu przez zgrupowanie w połowie sezonu najbardziej zrównoważonej struktury dominacji i największej różnorodności gatunkowej (obliczanej według wskaźnika Shannona). Zarówno wcześniej, jak i później, oba te wskaźniki osiągają niższe wartości.

Porównanie zgrupowań

Najbardziej podobnymi do siebie są zgrupowania biegaczowatych drzewostanu sosnowego i dębowego na Chełmowej Górze (wariant I i II). W dendrogramie podobieństw (rys. 12) łączą się one ze sobą na poziomie 0,24. Do skupienia tego na poziomie 0,37 przyłącza się zgrupowanie wariantu III (drzewostan modrzewiowy Chełmowej Góry), potem na poziomie 0,42 następuje połączenie zgrupowań wariantów V i VI (drzewostan jodłowy i starszy sosnowy w Serwisie), do których na poziomie 0,66 przyłącza się zgrupowanie wariantu VII w Serwisie. Do zgrupowań wariantów I, II, III przyłącza się zgrupowanie wariantu IV.

Tak więc zgrupowania *Carabidae* łączą się ze sobą w obrębie danego uroczyska. Zaskakujące jest, że zgrupowania *Carabidae* w drzewostanach sosnowych Serwisu i Chełmowej Góry nie tworzą wspólnych skupień. Tworzą natomiast takie skupienia zgrupowania *Carabidae* w drzewostanach iglastych i liściastych Chełmowej Góry. Fakty te wskazują na istnienie istotnych różnic środowiskowych między obydwoma uroczyskami.

Pod względem udziału elementów ekologicznych różnice pomiędzy poszczególnymi wariantami badawczymi (środowiskowymi) są małe i na obecnym etapie znajomości ekologii biegaczowatych praktycznie niemożliwe do zinterpretowania. Bardzo wyraźne są natomiast różnice pomiędzy uroczyskami.

Tabela VIII. Wskaźniki różnorodności gatunkowej zgrupowań biegaczowatych w różnych wariantach badawczych (H – wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona, J – wskaźnik równomierności Pielou)

Wariant badawczy, wskaźnik		Rok badań			Cały okres
		1982	1983	1984	
Uroczysko Chełmowa Góra					
- Wariant I	H	2,14	2,34	2,63	2,35
drzewostan sosnowy	J	0,45	0,51	0,61	0,45
- Wariant II	H	1,44	1,89	1,80	1,68
drzewostan dębowy	J	0,36	0,49	0,46	0,37
- Wariant III	H	1,88	2,34	2,47	2,17
drzewostan modrzewiowy	J	0,42	0,52	0,59	0,43
- Wariant IV	H	2,33	2,20	2,39	2,38
drzewostan bukowy	J	0,52	0,47	0,54	0,46
Uroczysko Serwis-Dąbrowa					
- Wariant V	H	2,60	2,81	2,68	2,74
drzewostan jodłowy	J	0,65	0,76	0,67	0,65
- Wariant VI	H	3,04	3,00	2,72	2,97
starszy drzewostan sosnowy	J	0,65	0,68	0,65	0,59
- Wariant VII	H	2,25	3,61	3,23	3,13
młodszy drzewostan sosnowy	J	0,53	0,77	0,74	0,63

Fauna obu uroczysk ma charakter leśny, ale w Serwisie udział gatunków leśnych jest mniejszy. Ogólnie w zebranych materiale przeważają elementy mezohigrofilne, w Serwisie jednak udział elementów higrofilnych wzrasta do ponad 40%. W obu uroczyskach przeważają zoofagi małe, ale w Serwisie ich liczba jest dwa razy większa niż na Chełmowej Górze. Wreszcie, na Chełmowej Górze przeważają gatunki wiosenne, a w Serwisie – gatunki jesienne.

SEZONOWY RYTM AKTYWNOŚCI

W uroczysku Chełmowa Góra największą aktywność zgrupowań *Carabidae* obserwuje się na wiosnę, a w uroczysku Serwis – jesienią. Aktywność sezonowa poszczególnych gatunków tworzących zgrupowania jest różna w poszczególnych miesiącach. W maju największą aktywność obserwowano w przypadku *Pterostichus oblongopunctatus*, w czerwcu i lipcu – *Abax carinatus*, w sierpniu – *Carabus violaceus*, *Epaphius secalis* i *Calathus micropterus*, we wrześniu – *Carabus hortensis* i *E. secalis*. Na ogół oprócz głównego szczytu aktywności występuje drugi, a czasami trzeci szczyt aktywności. Tylko u *C. violaceus* i *C. micropterus* stwierdzono jeden szczyt aktywności we wszystkich badanych wariantach środowiskowych.

Tak więc poszczególne gatunki charakteryzują się odmienną aktywnością sezonową. Różny jest termin pojawiania się pierwszego szczytu, jego wielkość, liczba szczytów aktywności w sezonie oraz dynamika zmian aktywności. Co roku

w zgrupowaniach powtarza się podobny rytm, z dwoma szczytami aktywności. We wszystkich wariantach Chełmowej Góry główny szczyt aktywności przypada na wiosnę lub lato, w Serwisie – na jesień, przy czym wiosenny jest znacznie mniejszy. Różnice w aktywności zgrupowań obu uroczysk wynikają prawdopodobnie z tego, że na Chełmowej Górze przeważają gatunki wiosenne, a w Serwisie gatunki jesienne.

WARUNKI GLEBOWE A CHARAKTER ZGRUPOWAŃ BIEGACZOWATYCH

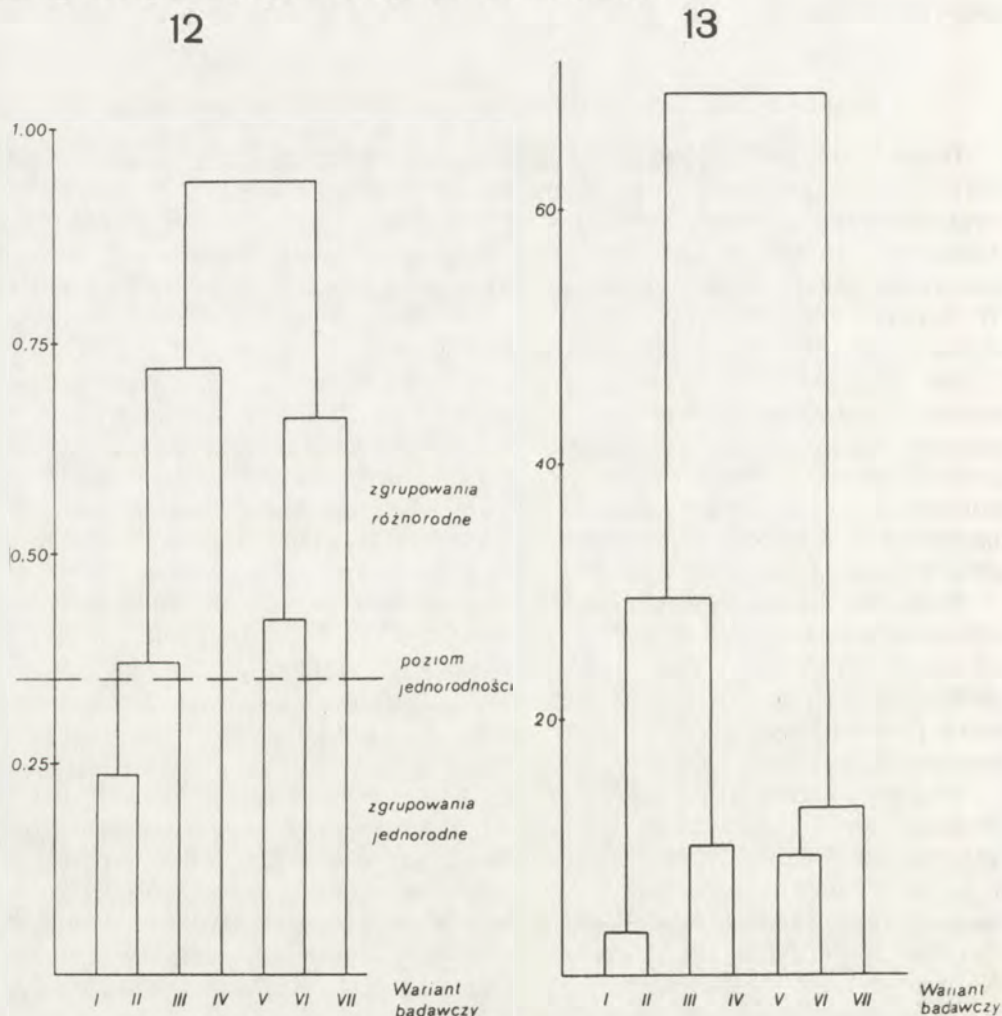
Gleby badanych uroczysk należą do dwóch odrębnych grup mechanicznych: na Chełmowej Górze do grupy pyłów, a w Serwisie do grupy glin. Uwzględniając sygnalizowane wcześniej fakty można wymienić następujące różnice w faunie *Carabidae* obu uroczysk: w Serwisie (gleby z grupy glin) lowiono mniej zarówno gatunków jak i osobników niż na Chełmowej Górze (gleby z grupy pyłów). W Serwisie obserwujemy współdominację określonych elementów ekologicznych, a nie zdecydowaną dominację jednego, jak to ma miejsce na Chełmowej Górze. Mianowicie w Serwisie współdominują elementy leśne i przejściowe, mezo- i higrofilne, zoofagi małe i zoofagi duże. Także w przypadku udziału gatunków reprezentujących fenologiczne typy rozwojowe obserwujemy podobną prawidłowość: choć w Serwisie dominują gatunki jesienne (na Chełmowej Górze zdecydowanie wiosenne), jednak gatunki wiosenne stanowią tu ponad 30% osobników. Nasuwa się wniosek o istnieniu korelacji między charakterem ekologicznym fauny *Carabidae* a typem gleby w danym uroczysku.

W obrębie tej samej grupy mechanicznej gleby tego samego uroczyska wyodrębniono warianty badawcze, różniące się nieraz bardzo znacznie liczbą odławianych gatunków i osobników. Nie stwierdzono jednak żadnych stałych zależności między zmianami w liczebności zgrupowań biegaczowatych a zmianami procentowego udziału frakcji (piasku, pyłu oraz ilu) w obrębie danej grupy mechanicznej gleby.

Podjęto również próbę ustalenia wpływu właściwości chemicznych gleb na ilościowe wyniki odłowów. W uroczysku Serwis gleby mają nieco wyższe wartości pH niż gleby Góry Chełmowej, zawierają zarówno więcej jonów wodoru jak i kationów metali o charakterze zasadowym. Ich pojemność sorpcyjna oraz stopień nasycenia zasadami kompleksu sorpcyjnego są większe. W glebach Serwisu stwierdzono także większą zawartość azotu oraz magnezu i potasu. Natomiast mniej jest w nich fosforu i gorszy jest stosunek węgla do azotu, a średnia zawartość węgla i substancji organicznych jest o 0,01% większa niż w glebach Chełmowej Góry. Tak więc wspomnianym różnicom w składzie i liczebności zgrupowań *Carabidae* towarzyszą istotne różnice we właściwościach chemicznych gleb obu uroczysk. Natomiast zmianom liczebności odłowów na poszczególnych powierzchniach badawczych raczej nie towarzyszą stałe zmiany badanych czynników, choć pewne tendencje były do uchwycenia.

Dla dokładniejszego porównania właściwości chemicznych poszczególnych wariantów badawczych przeprowadzono analizę skupień w oparciu o miarę odległości. Pozwoliło to na opracowanie dendrogramu podobieństwa gleb

(rys. 13), na wzór dendrogramu podobieństwa zgrupowań biegaczowatych (rys. 12). Uderza podobieństwo między tymi dendrogramami. Podobnie jak zgrupowania biegaczowatych, gleby badanych wariantów środowiskowych tworzą skupienia w obrębie uroczysk. Najbardziej podobne są gleby wariantów I i II, analogicznie jak w przypadku zgrupowań *Carabidae*.



Rys. 12 i 13. Dendrogramy podobieństw: 12 - zgrupowań *Carabidae*, 13 - gleb (poziom 0-20 cm)
Cyframi rzymskimi oznaczono warianty środowiskowe zgodnie z tabelą 1.

W Serwisie gleby poszczególnych wariantów tworzą takie same skupienia jak zgrupowania *Carabidae*. Porównanie dendrogramów sugeruje istnienie bezpośredniego wpływu właściwości gleb na jakościowy i ilościowy skład zgrupowań biegaczowatych.

WPLYW ROŚLINNOŚCI NA ZGRUPOWANIA CARABIDAE

Gdyby charakter zbiorowiska roślinnego miał bezpośredni i wyraźny wpływ na tworzenie się zgrupowań *Carabidae*, należałoby oczekiwać, że w wariantach środowiskowych reprezentujących ten sam zespół roślinny, jak np. warianty I i II na Chełmowej Górze oraz V, VI i VII w Serwisie, klasyfikowane jako kontynentalny bór mieszany (tab. I), zgrupowania *Carabidae* będą wykazywały znaczne podobieństwo. Tymczasem tylko zgrupowania wariantu I i II na Chełmowej Górze są bardzo podobne, pozostałe wykazują znacznie mniejsze, a niekiedy tyłco nikłe podobieństwo (zgrupowania wariantu I i VII lub II i VII) (rys. 12).

Spośród zgrupowań *Carabidae* pięciu wymienionych powyżej wariantów reprezentujących ten sam zespół roślinny tylko zgrupowania wariantów V, VI i VII tworzą wspólne skupienie. Dwa pozostałe, I i II, nie przyłączają się do zgrupowań wariantów w Serwisie, lecz tworzą własne skupienie, do którego dołączają zgrupowania ągru i buczyny (warianty III i IV na Chełmowej Górze).

Wpływ roślinności na zgrupowania *Carabidae* można również rozpatrywać w odniesieniu do głównych gatunków lasotwórczych. Gdyby to główny gatunek lasotwórczy, występujący w danym środowisku, miał decydujące znaczenie dla kształtowania się zgrupowań, to zgrupowania wariantów I, VI i VII, gdzie głównym gatunkiem lasotwórczym jest sosna, powinny być najbardziej podobne i ewentualnie tworzyć jednorodne skupienie. Tymczasem zgrupowania drzewostanów sosnowych ani nie są najbardziej do siebie podobne, ani też nie tworzą wspólnego skupienia. Na Chełmowej Górze jako pierwsze łączą się zgrupowania *Carabidae* drzewostanu sosnowego (wariant I) i dębowego (wariant II), wykazując największe podobieństwo. W uroczysku Serwis jako pierwsze łączą się zgrupowania drzewostanów jodlowych (wariant V) i starszych sosnowych (wariant VI).

Powyższe wyniki sugerują, że bezpośredni wpływ roślinności (jako zespołu roślinnego lub głównego gatunku lasotwórczego) na tworzenie się zgrupowań biegaczowatych jest ograniczony.

Warto tu dodać, iż najliczniej odławiano biegaczowate w jednopiętrowym drzewostanie bukowym (wariant IV), z pojedynczymi krzewami w podsycie i z bardzo słabo rozwiniętym runem. W pozostałych wariantach, z lepiej rozwiniętymi piętrami i warstwami roślinności, liczebność odławianych *Carabidae* była zdecydowanie mniejsza.

DYSKUSJA

Podstawowym celem badań było poznanie struktury zgrupowań biegaczowatych w dwóch uroczyskach ŚPN i próba wyjaśnienia przyczyn obserwowanych różnic. Obfitość i charakter uzyskanego materiału pozwoliły także na podjęcie innych kwestii, jak np. zoogeograficzna charakterystyka fauny biegaczowatych. W faunie tej przeważają elementy szeroko rozprzestrzenione, palearktyczne (tab. IV). Zwraca jednak uwagę znaczny udział elementów górskich. W obu zbadanych uroczyskach jest on mniejszy w porównaniu z fauną Łysogór (BURAKOWSKI i in. 1973, 1974, LEŚNIAK 1990), wyraźnie jednak większy niż w całym regionie Gór Świętokrzyskich.

Do kontrowersyjnych problemów w badaniach nad *Carabidae* należy możliwość oceny zagęszczenia zgrupowań tych chrząszczy na podstawie ich łowności. Część autorów (GRÜM 1959, HEYDEMANN 1963, SZYSZKO 1974, 1975, 1977, 1985 i inni) wskazuje na małą korelację liczby odławianych osobników z ich zagęszczeniem na 1 m^2 ($0,25\text{ m}^2$) w próbach glebowych. Badania innych autorów wskazują natomiast na istnienie korelacji między wynikami ilościowych odłowów w pułapki a rzeczywistym zagęszczeniem biegaczowatych, szczególnie na terenach otwartych (MEIJER 1974, DEN BOER 1977, BAARS 1979). Próby glebowe pobrane w omawianych uroczyskach charakteryzowała mała liczebność odłowionych *Carabidae*, dlatego trudno je interpretować. Wariantach o ogólnie najmniejszej liczbie odłowionych biegaczowatych (warianty III i VII) stwierdzono jednocześnie (w oparciu o stosowane wskaźniki) najmniejsze i największe zagęszczenie (tab. VI). Zarazem w wariantach o najliczniejszych odłowach (wariant I i IV) stwierdzono różnice w zagęszczeniu dochodzące do 60%.

Zdaniem niektórych autorów (SZYSZKO 1975, 1985, CZECHOWSKI 1982) na wielkość tego wskaźnika może wpływać ruchliwość biegaczowatych. Duża ruchliwość może przy mniejszym zagęszczeniu powodować wzrost liczebności odławianych biegaczowatych. Na ruchliwość mają wpływ m.in. rozmiary biegaczowatych (gatunki duże przemierzają większe odległości) oraz czynniki zewnętrzne, jak obecność runa, podszytu, stopień pokrycia terenu przez roślinność itp. SZYSZKO (1985) uważa, iż na łąkach występuje korelacja między łownością i zagęszczeniem (np. dużemu zagęszczeniu odpowiada duża łowność) ze względu na wyrównane rozmiary występujących tu gatunków, a w konsekwencji podobną ich ruchliwość. W środowiskach leśnych odławiane są biegaczowate o bardzo zróżnicowanych rozmiarach, a w konsekwencji – o bardzo różnej ruchliwości, stąd korelacja między łownością i zagęszczeniem jest w tych środowiskach mniej wyraźna.

Powyższe opinie nie wyczerpują w pełni zagadnienia. MURDOCH (1966) stwierdził istnienie korelacji między omawianymi wskaźnikami w zgrupowaniach leśnych na podstawie danych GRÜMA (1959), z których sam GRÜM wyciągnął wniosek przeciwny. Wydaje się, że korelacja między łownością i zagęszczeniem w środowiskach leśnych jest niemożliwa lub trudna do uchwycenia w oparciu o wyniki z prób glebowych. Na terenie otwartym mamy możliwość odłowienia za pomocą prób glebowych wszystkich przebywających tam aktualnie gatunków, także tych mało aktywnych, lecz nie dysponujących dobrymi kryjówkami. Natomiast podczas pobierania prób glebowych w lesie pomija się rozliczne miejsca, w których mogą przebywać zarówno gatunki aktualnie nieaktywne, jak i aktywne. Próby glebowe cechuje więc mała efektywność i znaczna wybiórczość. Przykładowo, w prezentowanych badaniach nie odłowiono za pomocą prób glebowych ani jednego osobnika z następujących gatunków: *Carabus coriaceus*, *C. violaceus*, *C. hortensis*, *Patrobus atrorufus*, *Pterostichus niger*, *P. burmeisteri*, *Abax carinatus*, *Molops piceus*, *Harpalus quadripunctatus*. W pułapki chwytnie odłowiono łącznie 8380 osobników należących do tych gatunków. Fakty te w połączeniu z wynikami wspomnianych wyżej autorów wskazują, iż metodyka prób glebowych wymaga jeszcze dopracowania.

Zaobserwowano znaczną stabilność struktur dominacji zgrupowań biegaczowatych w całym okresie badań. Dominanty ujawnione w pierwszym roku utrzymują się na ogół na tej samej pozycji przez cały okres badań. Jeśli nawet zachodzą zmiany w strukturze dominacji, to tylko wyjątkowo dotyczą pozycji głównego dominanta (tab. VII).

Podczas całego sezonu wegetacyjnego w zgrupowaniach biegaczowatych zachodzą niezwykle dynamiczne zmiany, których nie oddaje, opracowywana najczęściej dla całego okresu badań, statyczna struktura dominacji. W danym wariancie badawczym, w tym samym sezonie wegetacyjnym, może dominować jeden lub kilku głównych dominantów. Nawet drastyczny spadek liczebności jakiegoś gatunku nie powoduje załamania się struktury dominacji zgrupowania i przerwania jego funkcji. Pojawiają się bowiem licznie inne gatunki, o innym cyklu życiowym. Szczególnie dobre tego przykłady mamy w wariantach IV, V, VI i VII (rys. 6–9). W wariantach badawczych, w których trzy gatunki dochodzą do roli głównego dominanta, zmiany liczebności następują bardzo szybko i są szczególnie intensywne w lecie (czerwiec–sierpień). Powodem tak szybkich zmian może być bardzo krótki okres sprzyjający rozwojowi tych gatunków.

Zgrupowanie biegaczowatych ma więc w miarę stałą strukturę dominacji i aktywności, co zapewnia ciągłość jego funkcjonowania. Rozważając zagadnienie stałości struktury i funkcji zgrupowań *Carabidae* należy pamiętać o obecności w tych samych środowiskach larw biegaczowatych, na co zwracali uwagę KARPIŃSKI i MAKÓLSKI (1954).

Przyjmuje się, że prawidłowa struktura dominacji polega na mniej więcej równomiernym rozkładzie liczebności poszczególnych gatunków (SZUJECKI 1980, ODUM 1982). W świetle tego założenia struktury dominacji zgrupowań biegaczowatych na Chelmowej Górze wydają się mniej prawidłowe niż w Serwisie (tab. VII). W ciągu sezonu wegetacyjnego struktury dominacji ulegają dużym zmianom i najbardziej prawidłowe wydają się w środku sezonu wegetacyjnego (lipiec i sierpień) (rys. 3–9).

Za wskaźnik prawidłowej struktury zgrupowań uważa się także strukturę frekwencji gatunków. Graficzne przedstawienie tej struktury w obu uroczyskach (rys. 10, 11) sygnalizuje nieprawidłowości w zgrupowaniach uroczyska Serwis, a więc prowadzi do wniosku przeciwnego niż przy uwzględnieniu struktury dominacji.

Nieprawidłowa wydaje się w badanych zgrupowaniach struktura funkcji, przez którą LEŚNIAK (1979) rozumie udział poszczególnych grup troficznych: zoofagów dużych, zoofagów małych i hemizoofagów. Z dotychczasowych badań wynika, że na żyznych siedliskach w strukturze dominacyjnej zgrupowania przeważają zoofagi duże, mniej jest zoofagów małych, a najmniej hemizoofagów (LEŚNIAK 1979, 1980).

Struktury dominacji, frekwencji i funkcji zgrupowań uważane są za istotne wskaźniki niekorzystnych zmian zachodzących w środowisku pod presją czynników zewnętrznych (LEŚNIAK 1979, TROJAN 1980). Przejawem takich zmian w strukturze dominacji jest wzrost liczebności gatunków dominujących, w strukturze frekwencji – wzrost liczby gatunków stałych i częstych, wreszcie w

strukturze funkcji – wzrost udziału zoofagów małych, a przy szczególnie dużych zmianach w środowisku – wzrost liczby hemizoofagów.

Zastosowanie do oceny zgrupowań *Carabidae* struktury dominacji i struktury frekwencji dało – jak widać – skrajnie odmienne wyniki. Zbieżne wyniki uzyskano natomiast przy porównywaniu struktur dominacji i funkcji. W świetle tej analizy wątpliwa wydaje się przydatność wskaźnika frekwencji do oceny struktury zgrupowań w niewielkich kompleksach leśnych, otoczonych polami i łąkami. Do takiego kompleksu mogą bowiem wnikać gatunki środowisk otwartych reprezentowane często przez pojedyncze osobniki, o niewielkim wpływie na stosunki dominacji i funkcji zgrupowania. Ich obecność zmienia natomiast jakościowy skład fauny i wpływa istotnie na zmianę struktury frekwencji.

Wyodrębnianie i definiowanie zgrupowań, rozpoznawanie stopnia ich wykształcenia i określenie podobieństwa jest możliwe na podstawie analizy udziału gatunków charakterystycznych (GÓRNY, GRÜM 1981). W celu wyodrębnienia zgrupowań powinno się stosować także inne wskaźniki analityczne.

Pod względem udziału gatunków charakterystycznych wyjątkową pozycję zajmuje drzewostan bukowy na Chełmowej Górze (wariant IV). Gatunki charakterystyczne należą w zgrupowaniu tego wariantu do dominantów i odłowiono ich tutaj kilka tysięcy osobników. Odrębność zarówno zgrupowania jak warunków środowiskowych w jakich się ono wykształciło nie może budzić wątpliwości.

Za odrębne można uznać również zgrupowania wariantów VI i VII, w których stwierdzono kilka gatunków charakterystycznych, reprezentowanych w próbach przez kilkadziesiąt osobników. Mniej pewna wydaje się odrębność zgrupowań pozostałych wariantów. Łowiono w nich nieliczne gatunki charakterystyczne (warianty I i III) lub w ogóle takich gatunków nie stwierdzano (warianty II i V).

Odrębność obu uroczysk nie ulega wątpliwości, w obu stwierdzono dużą liczbę gatunków charakterystycznych. Wartości wskaźnika równomierności Pielou są niższe w wariantach badawczych Chełmowej Góry niż w Serwisie. Sugerowałoby to, iż struktura dominacji jest mniej prawidłowa w zgrupowaniach tego pierwszego uroczyska. Jest zastanawiające, dlaczego tak dalece różnią się struktury zgrupowań biegaczowatych w dwóch nieopodal położonych kompleksach leśnych. Nie można wykluczyć większego, w przypadku Chełmowej Góry, wpływu zanieczyszczenia środowiska przez pyły, SO₂ i NO_x. Jak wiadomo, Świętokrzyski Park Narodowy znajduje się na trzecim miejscu wśród krajowych parków pod względem stopnia zanieczyszczenia. Chełmowa Góra – samotne, dość znacznie wyniesione wzgórze – może być bardziej niż Serwis narażona na opad zanieczyszczeń.

Trzeba jeszcze przypomnieć, że struktura zgrupowań w ciągu sezonu wegetacyjnego ulega poprawie, tak że w pełni sezonu jest ona z reguły dobra, nawet w wariantach o ogólnie nieprawidłowej strukturze. Ocena zgrupowań biegaczowatych przy zastosowaniu wskaźnika Shannona prowadzi do wniosku, iż wyższe wartości wskaźnik ten przyjmuje w zgrupowaniach o dobrej strukturze a zarazem mało liczebnych, tak pod względem liczby gatunków jak i osobników. Wartość wskaźnika wzrasta wraz ze zwiększeniem liczby gatunków i spadkiem stopnia dominacji. Wskaźnik Shannona przyjmuje najwyższe wartości w lipcu i sierpniu, gdy stosunki ilościowe w zgrupowaniach są najbardziej zrównoważone.

ne (tab. IX). Przeprowadzona analiza wskazuje, iż każde zgrupowanie może osiągnąć wysoką wartość wskaźnika ogólnej różnorodności gatunkowej, jeśli charakteryzuje się zrównoważoną strukturą dominacji.

Tabela IX. Wskaźniki różnorodności gatunkowej zgrupowań biegaczowatych w ciągu sezonu wegetacyjnego (H – wskaźnik ogólnej różnorodności Shannona, J – wskaźnik równomierności Pielou)

Wariant badawczy, wskaźnik		Lata i miesiące odłowów																	
		1982					1983					1984							
		V	VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	IX	V	VI	VII	VIII	IX			
Uroczysko Chełmowa Góra																			
– Wariant I	H	1,18	0,70	2,79	2,66	2,22	1,28	1,87	2,22	2,63	2,54	2,41	1,87	2,40	2,47	2,28			
drzewostan sosnowy	J	0,32	0,22	0,68	0,70	0,54	0,34	0,47	0,64	0,76	0,74	0,59	0,62	0,80	0,74	0,76			
– Wariant II	H	0,36	0,42	2,38	2,06	1,40	0,34	1,24	2,00	2,34	1,86	1,09	0,50	1,48	2,31	2,25			
drzewostan dębowy	J	0,11	0,14	0,75	0,62	0,40	0,12	0,39	0,77	0,74	0,54	0,32	0,22	0,53	0,77	0,80			
– Wariant III	H	1,00	0,79	2,52	2,75	2,20	1,13	1,78	2,07	2,85	2,54	1,49	1,43	2,68	2,71	2,79			
drzewostan modrzewiowy	J	0,28	0,23	0,70	0,74	0,61	0,38	0,51	0,60	0,79	0,71	0,43	0,72	0,84	0,85	0,81			
– Wariant IV	H	1,76	2,08	2,16	2,46	2,29	2,04	1,75	2,07	2,14	1,88	2,12	1,83	1,94	1,88	2,07			
drzewostan bukowy	J	0,55	0,63	0,60	0,60	0,60	0,51	0,55	0,60	0,60	0,52	0,54	0,58	0,61	0,51	0,62			
Uroczysko Serwis-Dąbrowa																			
– Wariant V	H	1,57	2,47	2,47	2,43	1,68	2,02	2,47	2,26	2,48	1,89	2,27	2,19	2,47	2,08	1,85			
drzewostan jodłowy	J	0,56	0,71	0,74	0,75	0,51	0,72	0,82	0,75	0,78	0,57	0,66	0,85	0,78	0,66	0,58			
– Wariant VI	H	2,37	2,91	2,84	2,38	2,29	2,64	2,55	2,88	2,37	1,75	2,27	2,69	2,78	2,15	1,77			
starszy drzewostan sosnowy	J	0,62	0,74	0,73	0,69	0,59	0,74	0,69	0,78	0,75	0,49	0,68	0,75	0,78	0,58	0,48			
– Wariant VII	H	0,00	3,01	2,05	1,47	1,84	2,27	3,78	2,68	2,34	2,85	2,59	3,34	2,87	1,93	2,44			
młodszy drzewostan sosnowy	J	0,00	0,74	0,55	0,42	0,66	0,81	0,88	0,70	0,68	0,82	0,62	0,88	0,80	0,56	0,77			

Dla dokładniejszego ustalenia podobieństw i różnic między badanymi zgrupowaniami zastosowano jeszcze metodę analizy skupień. Metoda ta pozwala na wyłonienie najbardziej podobnych zgrupowań, nie udziela jednak odpowiedzi na pytanie, które ze zgrupowań są rzeczywiście odrębne, a które można uznać za wspólne i jednorodne.

W niniejszej pracy przyjęto za HAGMAJEREM (UDVARDY 1978), że faunę dwóch wariantów badawczych można uznać za jednorodną, gdy ich podobieństwo jest wyższe niż 65%. Poniżej tej granicy, którą nazwano „poziomem jednorodności”, zgrupowania traktowane są jako odrębne. Ustalono, że na badanym terenie można wydzielić sześć odrębnych zgrupowań biegaczowatych, po trzy w każdym uroczysku (rys. 12). Na Górze Chełmowej są to: jednorodne zgrupowanie wariantu I i II, zgrupowanie wariantu III oraz zgrupowanie wariantu IV. W Serwisie liczba wyodrębnionych zgrupowań odpowiada liczbie wariantów badawczych.

Pod względem udziału elementów ekologicznych różnice pomiędzy poszczególnymi wariantami badawczymi są niewielkie i na obecnym etapie znajomości ekologii *Carabidae* niemożliwe do zinterpretowania. Bardzo wyraźne są nato-

miast różnice pomiędzy uroczyskami, na co zwrócono już uwagę wcześniej. Kilka odnotowanych faktów zasługuje na bardziej szczegółowe omówienie.

Interesującym faktem jest dominacja *Epaphius secalis*, który w niniejszej pracy uznano za przejściowy, ponieważ zamieszkuje zarówno lasy jak tereny otwarte (BURAKOWSKI i in. 1973, PAWŁOWSKI 1975). Niski stopień jego wierności świadczy, iż jest słabo związany z którymkolwiek z badanych biotopów.

Na Chełmowej Górze przeważają gatunki wiosenne, a w Serwisie – jesienne. Wyniki te częściowo potwierdzają spostrzeżenia GÓRNEGO (1971), iż na polach przeważają gatunki jesienne, a w lasach – wiosenne. Nie potwierdzono spostrzeżenia MURDOCHA (1967), jakoby w środowiskach wilgotniejszych dominowały formy wiosenne, a w suchszych – jesienne, zaobserwowano bowiem zjawisko odwrotne. Dominacja gatunków wiosennych na Chełmowej Górze, a jesiennych w Serwisie powoduje, że zgrupowania tych uroczysk różnią się także aktywnością. Szczyt aktywności biegaczowatych na Chełmowej Górze przypada na wiosnę, a w Serwisie na jesień.

Wpływ właściwości gleby na liczebność odławianych *Carabidae* jest bardzo wyraźny. Na podmokłych, gliniastych glebach Serwisu odławiano mniej biegaczowatych niż na suchych, lessowych glebach Chełmowej Góry. Potwierdza to wcześniejsze obserwacje GÓRNEGO (1975). Duży wpływ składu mechanicznego gleb na zróżnicowanie fauny biegaczowatych stwierdził także SZYSZKO (1972, 1985). Podał on, iż liczba odławianych biegaczowatych zależy od procentowej zawartości piasku (frakcji o średnicy 0,1–1,0 mm) w wierzchniej warstwie gleby. W opisywanych tu badaniach nie stwierdzono stałej korelacji udziału dowolnej frakcji mechanicznej gleby z liczbą odławianych *Carabidae*. Można mówić jedynie o zależności składu gatunkowego fauny biegaczowatych od ogólnego charakteru gleby, od jej właściwości mechanicznych.

Nie stwierdzono, aby którakolwiek z wziętych pod uwagę właściwości chemicznych gleby korelowała w sposób stały ze zmianami liczebności biegaczowatych. Uznano wobec tego za istotne ustalenie ogólnego chemicznego podobieństwa gleb wariantów badawczych oraz określenie jego korelacji z podobieństwem zgrupowań *Carabidae*. Dokonano tego w oparciu o metodę analizy skupień.

Ustalono, iż gleby poszczególnych wariantów, pobrane z poziomu 0–20 cm, tworzą prawie identyczne skupienia jak zgrupowania biegaczowatych (rys. 12, 13). Zaobserwowane rozbieżności mogą być spowodowane przez czynniki osłabiające wpływ gleb na charakter tworzących się zgrupowań. Czynnikiem takim może być np. ukształtowanie terenu, jak jest w przypadku wariantu IV położonego na zboczu północnym i wariantu III położonego na zboczu południowo-wschodnim Chełmowej Góry.

Na charakter zgrupowań może mieć wpływ także roślinność. Jednak z przeprowadzonych badań wynika, iż wpływ jest drugorzędny. Na przykład zgrupowania wariantu I i II Chełmowej Góry oraz V, VI i VII Serwisu nie tworzą wspólnego skupienia, mimo iż zasiedlają ten sam typ zespołu roślinnego. Natomiast zgrupowania biegaczowatych w wariantach tego samego uroczyska, reprezentujących różne zbiorowiska roślinne, ale z tą samą grupą mechaniczną gleby, tworzą wspólne skupienia.

Można się spodziewać, że wpływ roślinności na biegaczowate ma raczej charakter pośredni, polegający na kształtowaniu warunków mikroklimatycznych (SZUJECKI 1980). SZYSZKO (1972, 1975) zauważył, że wprowadzenie podszytów do uboższych siedlisk zmniejsza liczebność odławianych gatunków i osobników. W siedliskach bogatszych w takiej sytuacji następuje wzrost zarówno liczby odławianych gatunków, jak i osobników *Carabidae*. W prezentowanych tu badaniach również stwierdzono, że w wielopiętrowych i wielowarstwowych wariantach badawczych odławia się mniej biegaczowatych niż w jednopiętrowym drzewostanie bukowym.

Zmniejszenia liczebności biegaczowatych w drzewostanach o urozmaiconym składzie nie należy kojarzyć z pogorszeniem możliwości samoobronnych lasu, zależą one bowiem nie tylko od liczebności *Carabidae*. Badania LEŚNIAKA (1972) wykazały, iż biegaczowate na wzrost dostępności pokarmu nie reagują wzrostem liczebności, jak wiele typowych entomofagów. Ochronna dla lasu rola biegaczowatych polega na ich dużej liczebności we wszystkich biocenozach. Ciągłość pozytywnego oddziaływania bazuje na całych kompleksach *Carabidae*, a nie na poszczególnych gatunkach (KRYŻANOVSKIJ 1983). Wzrost ich efektywności może następować poprzez zwiększenie aktywności, bez zwiększania liczebności (SZUJECKI 1980).

Na podstawie uzyskanych danych można by wnioskować, iż właściwości mechaniczne gleby stwarzają barierę nie do przebycia dla określonych gatunków *Carabidae*, lub że są czynnikiem poważnie hamującym ich rozwój, a więc zmieniającym charakter zgrupowań. W obrębie określonej grupy mechanicznej najbardziej podobne zgrupowania wykształcają się na glebach o zbliżonych właściwościach fizyko-chemicznych (rys. 12 i 13).

Gdy stopień podobieństwa gleb zmniejsza się, powyższa reguła może się nie sprawdzać. Dobrym przykładem jest przypadek wariantu III i IV. Gleby tych wariantów są do siebie bardziej podobne niż do gleb innych wariantów. Mimo to zgrupowania *Carabidae* obu wariantów nie tworzą wspólnego skupienia (zgrupowanie wariantu III przyłącza się do zgrupowań wariantu I i II). Do takich sytuacji dochodzi prawdopodobnie, gdy silnie wzrasta rola czynników pozaglebowych, jak np. ukształtowanie terenu, jego ekspozycja, roślinność, mikroklimat itd.

Czynniki pozaglebowe w wariacie IV: położenie na stoku północnym, w drzewostanie bukowym zacieńającym całkowicie dno lasu, kształtują w sposób wyjątkowy warunki środowiskowe. Powoduje to powstanie wybitnie odrębnego zgrupowania biegaczowatych. Jego wyjątkowy charakter potwierdza większość zastosowanych w pracy wskaźników analitycznych.

Badania nie potwierdziły opinii GÓRNEGO (1968a, b) jakoby zmniejszanie ilości opadów ograniczało bardziej liczebność gatunków higrofilnych niż kserofilnych, a liczebność *Carabidae* wzrastała w roku suchym. Podobnie jak LEŚNIAK (1972) obserwowałem zależność odwrotną. Ustalenie wpływu temperatur na liczebność odłowów jest bardzo trudne wobec odmiennego kształtowania się wyników odłowów w obu uroczyiskach. Eksperymentalne badania VAN DIJKA (1983) wskazują, że liczba jaj składanych przez biegaczowate roślinie wraz ze wzrostem temperatury. Wątpliwe, aby istniała tak prosta zależność w warunkach natural-

nych, nie potwierdzają jej też moje badania. Mimo wzrostu temperatur średnich roku, temperatur średnich sezonu wegetacyjnego i temperatur maksymalnych w latach poprzedzających odłow, liczba odławianych biegaczowatych nie wzrosła (tab. II).

U biegaczowatych obserwuje się coroczne zmiany wielkości populacji (GÓRNY 1968b, 1971, LEŚNIAK 1972), które czasami (choć rzadko) wykazują olbrzymie, nieznanego rodzaju wahania (GÓRNY 1975). Wahania liczebności biegaczowatych mogą więc wynikać z wieloletnich rytmów rozwojowych *Carabidae* na danym terenie, a warunki meteorologiczne procesy te zacieraają lub uwydatniają. Trzyletni okres badań jest z pewnością za krótki, aby uchwycić zależności między czynnikami meteorologicznymi a liczebnością owadów.

PODSUMOWANIE

- Fauna badanego terenu ma charakter niejednorodny i tworzy dwa główne ugrupowania: faunę uroczyska Chełmowa Góra i faunę uroczyska Serwis, o odmiennym charakterze ekologicznym.

- Na zróżnicowanie fauny *Carabidae* najbardziej wpływa skład mechaniczny gleb oraz ich wilgotność. Dwie grupy gleb: pylaste, suche na Chełmowej Górze oraz gliniaste, wilgotne, a nawet podmokłe w Serwisie, wpływają tak mocno na zróżnicowanie faun obu uroczysk, że ich podobieństwo ilościowo-gatunkowe według wskaźnika Beklemiszewa-Niefiedowa wynosi tylko około 20%. Wpływu żadnego innego spośród badanych czynników na to zróżnicowanie nie można udowodnić.

- Dalsze różnicowanie fauny na glebie o określonym składzie mechanicznym powodowane jest m.in. właściwościami chemicznymi gleb, o czym świadczy tworzenie przez gleby i zgrupowania biegaczowatych prawie identycznych skupień. Różnice między dendrogramami przemawiają za istnieniem jeszcze innych czynników wpływających na tworzenie się odrębnych zgrupowań, m.in. ukształtowania i ekspozycji terenu, roślinności, mikroklimatu.

- Warianty badawcze o najbardziej podobnych zgrupowaniach *Carabidae* mają najbardziej podobne gleby. Przyjęty poziom podobieństwa pozwala na wydzielenie na badanym terenie sześciu odrębnych zgrupowań biegaczowatych o podobieństwie mniejszym niż 65%.

- Struktury funkcji, dominacji oraz rytmy aktywności wykazują sezonową i wieloletnią stałość, co zapewnia ciągłość funkcjonowania zgrupowań i jest niezwykle ważne z uwagi na rolę *Carabidae* w biocenozach leśnych.

- W drzewostanach wielopiętrowych i wielowarstwowych liczebność odławianych biegaczowatych jest mniejsza niż w drzewostanie jednopiętrowym.

- Fauna badanego terenu jest zróżnicowana pod względem zoogeograficznym, największy w niej udział ma element palearktyczny, a następnie element górski europejskiej prowincji leśnej.

- W zebranych materiale stwierdzono łącznie 70 gatunków *Carabidae*, w tym 16 gatunków nowych dla Gór Świętokrzyskich (tab. III). *Amara littorea* odłowiona na Chełmowej Górze ma obecnie w Górach Świętokrzyskich drugie znane w kraju stanowisko.

PIŚMIENNICTWO

- BAARS M. A. 1979. Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia*, Berlin, **41**: 25-46.
- BALOGH J. 1958. Lebensgemeinschaften der Landtiere. ihre Erforschung unter besonderer Berücksichtigung der zoözoologischen Arbeitsmethoden. Budapest, 560 pp.
- BREYMEYER A. 1961. Uwagi o stosowaniu różnych ilości pułapek Barbera. *Ekol. pol.*, B, Warszawa, **7**: 103-110.
- BURAKOWSKI B., MROCZKOWSKI M., STEFAŃSKA J. 1973. Chrząszcze - *Coleoptera*. Biegaczowate - *Carabidae*, cz. 1. Katalog fauny Polski, 23, 2. Warszawa, 232 pp.
- BURAKOWSKI B., MROCZKOWSKI M., STEFAŃSKA J. 1974. Chrząszcze - *Coleoptera*. Biegaczowate - *Carabidae*, cz. 2. Katalog fauny Polski, 23, 3. Warszawa, 430 pp.
- CZECHOWSKI W. 1982. Occurrence of carabids (*Coleoptera*, *Carabidae*) in the urban greenery of Warsaw according to the land utilization and cultivation. *Memorabilia zool.*, Warszawa, **39**: 3-108.
- DEN BOER P. J. 1977. Dispersal power and survival. Carabids in a cultivated countryside. *Miscell. Papers L. H. Wageningen*, **14**: 1-190.
- DIJK van S. 1983. The influence of food and temperature on the amount of reproduction in carabid beetles. In: Report of the fourth meeting of Europea Carabidologists. Westfalia, pp. 105-124.
- GLĄZEK S. 1939. Notatki koleopterologiczne z Gór Świętokrzyskich. *Fragm. faun. Mus. zool. pol.*, Warszawa, **4**: 221-224.
- GÓRNY M. 1968a. Synecological studies of the soil macroentomofauna in two different agricultural biotopes. *Ekol. pol.*, Warszawa, **20**: 411-443.
- GÓRNY M. 1968b. Dynamics of the soil insect communities in two biotopes of an agricultural landscape. *Ekol. pol.*, Warszawa, **36**: 705-727.
- GÓRNY M. 1971. Z badań nad biegaczowatymi (*Carabidae*) zadrzewienia śródpolnego i pól. *Pol. Pismo ent.*, Wrocław, **40**: 386-415.
- GÓRNY M. 1975. Zooekologia gleb leśnych. Warszawa, 311 pp.
- GÓRNY M., GRŪM L. 1981. Metody stosowane w ekologii gleby. Warszawa, 482 pp.
- GRŪM L. 1959. Seasonal changes of activity of the *Carabidae*. *Ekol. pol.*, A, Warszawa, **7**: 255-268.
- HEYDEMANN B. 1963. Die biozönotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. Vergleichend-ökologische Untersuchungen an der Nordseeküste. II. Teil: Käfer (*Coleoptera*). *Abh. nat.-wiss. Kl. Akad. Wiss. Mainz, Mainz*, (1962), **11**: 765 (171)-964 (370).
- HURUK S. 1988. Studia nad zgrupowaniami biegaczowatych (*Carabidae*, *Coleoptera*) uroczysk Chelmowa Góra i Serwis Świętokrzyskiego Parku Narodowego. Praca doktorska. Bodzentyn (mscr.).
- KARPIŃSKI J., MAKÓLSKI J. 1954. Biegaczowate (*Carabidae*, *Coeloptera*) w biocenozie lasu Białowieskiego Parku Narodowego. *Prace IBL*, Warszawa, **121**: 1-32.
- KRYŻANOVSKIJ O. L. 1983. Żuki podotrjada *Adephaga*: semyjstva *Rhysodidae*, *Trachypachidae*, semyjstvo *Carabidae* (vvodnaja časť i obzor fauny SSSR). W: *Fauna SSSR, Żestokrylyje I*, 2. Leningrad, 341 pp.
- LEŚNIAK A. 1972. Badania składu i struktury zespołów biegaczowatych (*Carabidae*, *Coleoptera*) w zależności od występowania niektórych szkodników pierwotnych. *Prace IBL*, Warszawa, **407**: 3-47.
- LEŚNIAK A. 1979. Wpływ niektórych czynników antropogenicznych na owady leśne. *Prace IBL*, Warszawa, **545**: 113-134.
- LEŚNIAK A. 1980. Badania zmian w strukturach zgrupowań entomofauny naziemnej jako wskaźnik zniekształceń ekosystemów leśnych. Dokumentacja IBL, Warszawa (mscr.).
- LEŚNIAK A. 1984. Biegaczowate (*Carabidae*, *Col.*) lasów Karkonoskiego Parku Narodowego. *Prace Karkonoskiego Tow. nauk.*, Jelenia Góra, **41**: 37-70.
- LEŚNIAK A. 1987. Zoogeographical analysis of the *Carabidae* (*Coleoptera*) of Poland. *Fragm. faun.*, Warszawa, **30**: 297-312.
- LEŚNIAK A. 1990. Biegaczowate (*Coleoptera*, *Carabidae*) głównych typów siedliskowych lasu w Świętokrzyskim Parku Narodowym. *Fragm. faun.*, Warszawa, **33**: 247-259.
- MARCZEWSKI E., STEINHAUS H. 1959. O odległości systematycznej biotopów. W: *Zastosowania matamatyki*. Warszawa-Wrocław, pp. 195-203.
- MEIJER J. 1947. A comparative study of the immigration of carabids (*Coleoptera*, *Carabidae*) into a new polder. *Oecologia*, Berlin-Heidelberg, **16**: 185-208.
- MURDOCH W. W. 1966. Sampling *Carabidae* by pitfall trapping. *Ekol. pol.*, B, Warszawa, **12**: 125-128.

- MURDOCH W. W. 1967. Life history patterns of some British *Carabidae* (Coleoptera) and their ecological significance. *Oikos*, Copenhagen, **18**: 25-32.
- ODUM E. P. 1982. Podstawy ekologii. Warszawa, 661 pp.
- PAWŁOWSKI J. 1967. Chrzaszczę (Coleoptera) Babiej Góry. Acta zool. crac., Kraków, **12**: 419-665.
- PAWŁOWSKI J. 1975. *Trechinae* (Coleoptera, Carabidae) Polski. W: Monografie fauny Polski, 4. Warszawa-Kraków, 210 pp.
- SZUJECKI A. 1958. Spostrzeżenia o faunie chrzaszczy Świętokrzyskiego Parku Narodowego. Zesz. nauk. SGGW, Leśn., Warszawa, **1**: 83-93.
- SZUJECKI A. 1980. Ekologia owadów leśnych. Warszawa, 603 pp.
- SZYSZKO J. 1972. Zależność występowania epigeicznych biegaczowatych (Col., Carabidae) od niektórych właściwości gleby i składu gatunkowego drzewostanu. Praca doktorska, SGGW, Warszawa (mscr.).
- SZYSZKO J. 1974. Relationship between the occurrence of epigeic Carabids (Coleoptera, Carabidae), certain soil properties, and species composition of forest stand. *Ekol. pol.*, Warszawa, **22**: 237-274.
- SZYSZKO J. 1975. Próba oceny wpływu stosowania odłowów pułapkowych na zgrupowania epigeicznych biegaczowatych (Col., Carabidae) w kilku wybranych środowiskach leśnych. Zesz. nauk. AR Warszawa, Leśn., Warszawa, **21**: 167-177.
- SZYSZKO J. 1977. Zmiany łowności w czasie u *Carabus arcensis* Herbst (Col., Carabidae) w różnych środowiskach leśnych. Zesz. nauk. SGGW-AR, Warszawa, **24**: 87-95.
- SZYSZKO J. 1985. Analiza odłowów *Carabidae* w różnych siedliskach leśnych. Pr. Kom. nauk. PTG, Warszawa, **91**: 1-33.
- TROJAN P. 1980. Homeostaza ekosystemów. Wrocław, 149 pp.
- UDVARDY M. D. F. 1978. Zoogeografia dynamiczna. Warszawa, 460 pp.

Instytut Biologii
Wyższa Szkoła Pedagogiczna
ul. Warszawska 33, 25-518 Kielce

SUMMARY

[Title: Studies on the carabid beetle communities (*Carabidae*, *Coleoptera*) in Chełmowa Góra and Serwis-Dąbrowa ranges in the Świętokrzyski National Park]

From 1982-1984 investigation on carabid beetles (*Carabidae*) were carried out in two forest ranges in the Świętokrzyski National Park: Chełmowa Góra and Serwis-Dąbrowa. The object of this investigation was species composition and structure of the carabid communities under different environmental conditions. There were 28 stationary plots in seven habitat variants selected and systematic samples were made in these plots with the help of Barber's traps.

It was recorded that the fauna of carabid beetles in both forest ranges had a different ecological character and separate carabid communities have been formed in these ranges (the degree of their similarity is only about 20%). The mechanical soil composition, its humidity and to a lesser degree its chemical properties, had the greatest impact on the carabid communities.

The species belonging to the Palearctic zoogeographical element make the greatest percentage of the carabid fauna in the area studied. The second place is occupied by the species belonging to the mountain element of the European Forest Province.

A total of 70 species of carabid beetles have been recorded in both ranges, among them 16 are new to the fauna of the Świętokrzyskie Mts. The site of the *Amara littorea* on Chełmowa Góra is a new one and the second known in Poland.
