

JAROSŁAW J.W. SKŁODOWSKI

## Wpływ skażenia środowiska na faunę *Carabidae* (Col.) borów sosnowych Polski\*

The Effect of Environmet Pollution on *Carabidae* Fauna  
of Mesic Sites of Scots Pine Forest

### Wstęp, miejsca badań

Celem pracy było ustalenie kondycji zgrupowań biegaczowatych, żyjących w różnych rejonach Polski, cechujących się różnym stopniem skażenia środowiska. Próbie poddano zgrupowania *Carabidae* zamieszkujące 12 stałych powierzchni IBL (tab. 1).

TABELA 1

Charakterystyka badanych powierzchni próbnych IBL. Oznaczenia: SO<sub>2</sub> — zawartość mg. SO<sub>2</sub> w 1 m<sup>3</sup> powietrza/rok: I>40, II 26–40, III 16–25, IV 11–15, V<11, NO<sub>2</sub> — zawartość mg. NO<sub>2</sub> w 1 m<sup>3</sup> powietrza/rok: I>40, II 31–40, III 26–30, IV 21–25, V<21. Siarka — zawartość siarki w suchej masie igliwia: I>0,180%, II — 0,161% — 0,180%, III — 0,141% — 0,160%, IV — 0,121–0,140%, V<0,121%

Nadleśnictwo	Nr pow.	Wiek	Oddział	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Siarka
Augustów	3	65	236	IV	V	IV
Rajgród	92	64	184	IV	V	V
Szczebra	?	65	170	IV	V	IV
Browsk	11	83	742	IV	V	IV
Ostrów Maz.	127	87	58a	IV	IV	IV
Kampinos	?	65	134a	III	IV	III
Garwolin	6	43	20	III	IV/III	IV
Łągów	27	83	207i	III	III/II	III
Konieczpol	21	74	183	II	II	III
Olkusz	28	64	25	I	I	II
Złoty Potok	60	52	150a	II/I	II/I	I
Świerklaniec	?	58	102	I	I	I

\*Badania wykonano na zlecenie IBL, finansowano ze środków pochodzących z pomocy Rządu Japonii dla Polski.

Drzewostany, w których prowadzono badania, były w różnym wieku. Najmłodszy drzewostan w wieku 43 lat usytuowany jest w Garwolinie, zaś najstarszy 87-letni w Ostrowi Mazowieckiej. Pierwsze 4 drzewostany (Augustów-Browsk), wymienione w tabeli 1, położone są w strefie najmniejszych skażeń, następne 4 drzewostany (Ostrów Mazowiecka — Łagów) w strefie skażeń średnich i kolejne 4 drzewostany (Konięcpol — Świerklaniec) w strefie wysokich skażeń.

## Metodyka

Wiosną 1994 roku, na każdej powierzchni próbnej zakopano po 5 zmodyfikowanych pułapek Barbera. Wymiany pułapek dokonano w trzech terminach: 11.VII, 22.VIII i 6.IX. Podczas oznaczania chrząszczy z rodziny *Carabidae*, mierzono długość każdego osobnika z dokładnością do 1 mm. Umożliwiło to wyliczenie biomasy dla każdego osobnika, na podstawie formuły przedstawionej przez Szujeckiego i innych (4).

## Wyniki

Listę gatunków biegaczowatych, zanotowanych w poszczególnych miejscowościach, przedstawiono w tabeli 2. Natomiast poniżej przedstawiono najważniejsze charakterystyki, opisujące stan badanych zgrupowań.

### Udział gatunków jesiennych *Carabidae* w poszczególnych zgrupowaniach

Rycina 1 przedstawia udział osobników należących do gatunków jesiennych i wiosennych. Uwagę zwraca spory rozrzut udziału przedstawicieli gatunków jesiennego typu rozwojowego pomiędzy poszczególnymi zgrupowaniami, zamieszkującymi bory sosnowe położone w różnych rejonach Polski, (większy udział osobników gatunków jesiennych może wskazywać na bardziej dojrzałe zgrupowania — (7, 4, 5), a także (6) i (1).

W zgrupowaniach *Carabidae*, żyjących w zasięgu strefy skażeń najmniejszych (Augustów, Browsk, Rajgród, Szczerba), średni udział osobników gatunków jesiennych równy jest 46,8%. W strefie skażeń średnich (Garwolin, Kampinos, Łagów, Ostrów Mazowiecka) udział omawianej grupy gatunków wynosi 37,8%. Natomiast w strefie skażeń dużych (Konięcpol, Olkusz, Świerklaniec, Złoty Potok), udział przedstawicieli gatunków jesiennych, okazał się największy 58%. Wynik ten jest nieco zaskakujący, gdyż o drzewostanach sosnowych, rosnących w zasięgu strefy wysokich skażeń, wiadomo, że są zazwyczaj gorszej jakości i prześwietlone. Udział przedstawicieli gatunków jesiennych *Carabidae* w takich drzewostanach powinien być raczej mały. Być może otrzymany tak wysoki średni udział gatunków jesiennych w III strefie, można tłumaczyć przypuszczeniem, zawartym w pracy Skłodowskiego (2), dotyczącym przyjęcia przez zgrupowanie strategii “jesiennego typu rozwojowego” wobec uciążliwego skażenia środowiska.

### Udział osobników należących do różnych grup troficznych

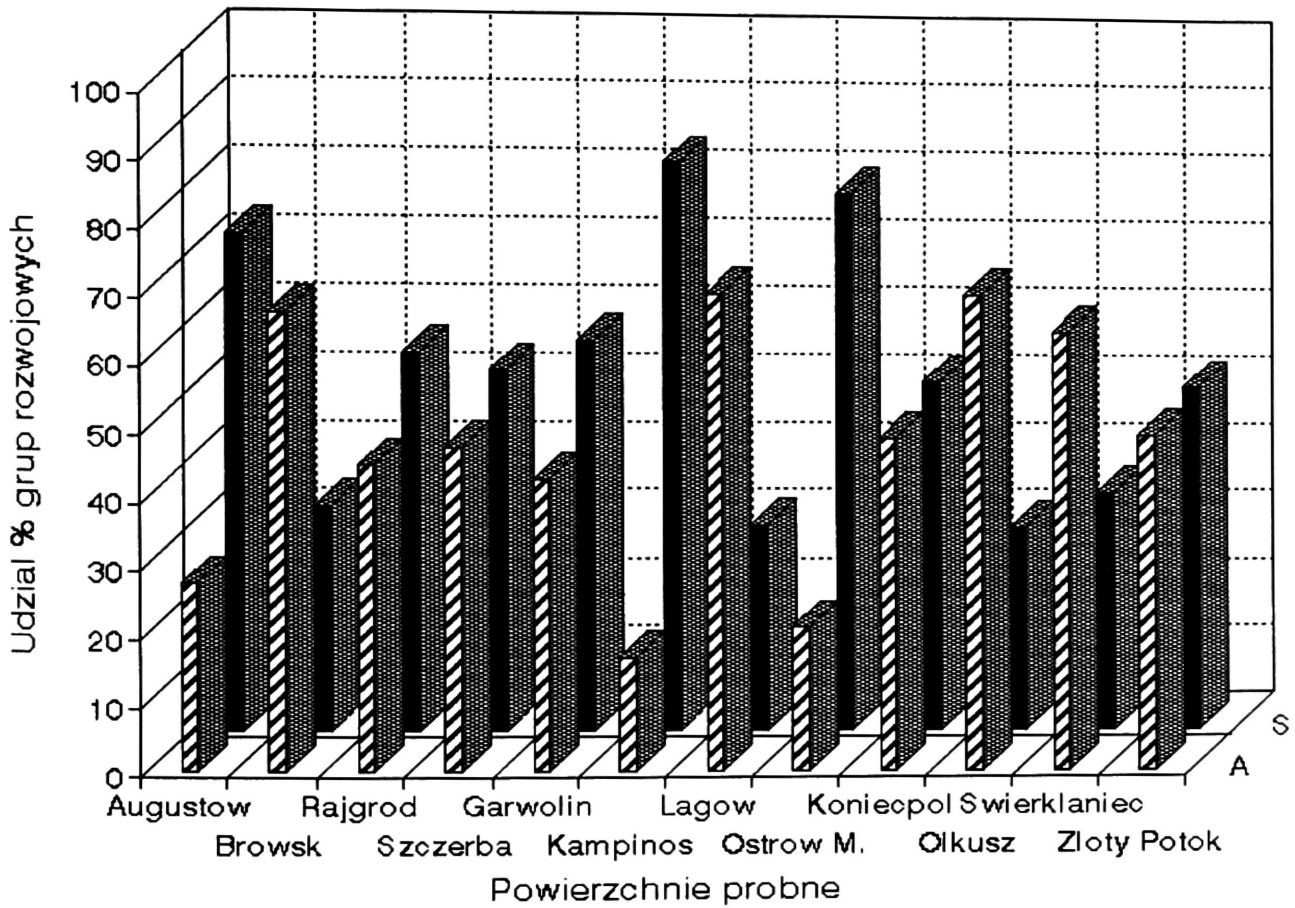
Ze względu na pobierany pokarm, *Carabidae* dzielimy na zoofagi (drapieżniki) i hemizoofagi. Te ostatnie pobierają pokarm nie tylko zwierzęcy, ale i roślinny. Zoofagi dzieli się na małe zoofagi (o masie ciała do 150 mg) i duże zoofagi (o masie ciała większej niż 150

TABELA 2  
Lista gatunków biegaczowatych zanotowanych w poszczególnych miejscowościach

Gatunek	Augus- tów	Browsk	Garwo- lin	4	5	Kampi- nos	Koniec- pol	7	8	Olkusz	Ostrów Maz.	Rajgród	Świerk- laniec	Szczerba	Złoty Potok
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Amara brunnea</i> (Gyll.)					10							1			
<i>A. consularis</i> (Duft.)					1										
<i>A. lunicollis</i> Schiodte					3		1							1	
<i>A. tibialis</i> (Payk.)					4		1								
<i>Abax ovalis</i> (Duth.)					1		19								11
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst.)	1	2												1	
<i>Calathus erratus</i> (C.R. Sahlb.)	1			13				1	1	1	1	1	1	1	
<i>C. melanocephalus</i> (L.)					1				3						
<i>C. micropterus</i> (Duth.)	24	8	20	8	60	20	69	12	19	3	20	10			
<i>Carabus arcensis</i> Herbst.	128	21	7	181	58	8	8	458	55	44	130	21			
<i>C. auratus</i> L.				1											
<i>C. auronitens</i> Fabr.				13			1			1		1			1
<i>C. convexus</i> Fabr.		1							2						
<i>C. coriaceus</i> L.			20	5	1	4	1	6			1				
<i>C. glabratus</i> Payk.		5									1				
<i>C. hortensis</i> L.		15		2					9	2	1	4			
<i>C. nemoralis</i> O.F. Muller					2		3	2	1	7		1			
<i>C. problematicus</i> Herbst.					1					1		3			
<i>C. violaceus</i> L.	12	16			7	12		10	5	86	30	17			
<i>Cychrus caraboides</i> (L.)	1	2	6	2				10	10	1					

cd. tabeli 2 na nast. stronie

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Cymindis humeralis</i> (Fouror.)							1						1
<i>C. vaporariorum</i> (L.)					1		1						
<i>Dromius quadricollis</i> A.Mor.											1		
<i>Harpalus fuliginosus</i> (Duth.)					1				1	1			
<i>H. latus</i> (L.)		1										1	1
<i>H. quadripunctatus</i> Dej.										1			
<i>H. rufipes</i> (de Geer)		1			1								
<i>H. rufitarsis</i> (Duth.)							1						
<i>Leistus ferrugineus</i> (L.)			1	1	1		17	8	3	2			
<i>L. piceus</i> Frol.													1
<i>Loricera cerulescens</i> (L.)										1			
<i>Nothophilus aquaticus</i> (L.)				1				2		1			2
<i>N. biguttatus</i> (Fabr.)		1			1			1	2	1	1		1
<i>N. germinyi</i> Fauv.								2					
<i>N. palustris</i> (Duth.)													
<i>Pterostichus aethiops</i> (Panz.)		49	2				15		58	22	1	18	
<i>P. angustatus</i> (Duth.)					2								
<i>P. niger</i> (Schell.)		47	58		4	12	1	8	97	58	218	108	54
<i>P. oblongapunctatus</i> (Fabr.)		55	25	57	20	15	9	22	28	49	112	30	73
<i>P. strenuus</i> (Panz.)		2											
<i>P. virens</i> (O.F. Mull.)		2					1		9				
<i>P. vulgaris</i> (L.)												1	
Liczba osobników	323	156	112	7	245	190	107	128	707	239	479	342	202
Liczba gatunków	14	12	7	7	14	16	13	14	14	18	14	14	16



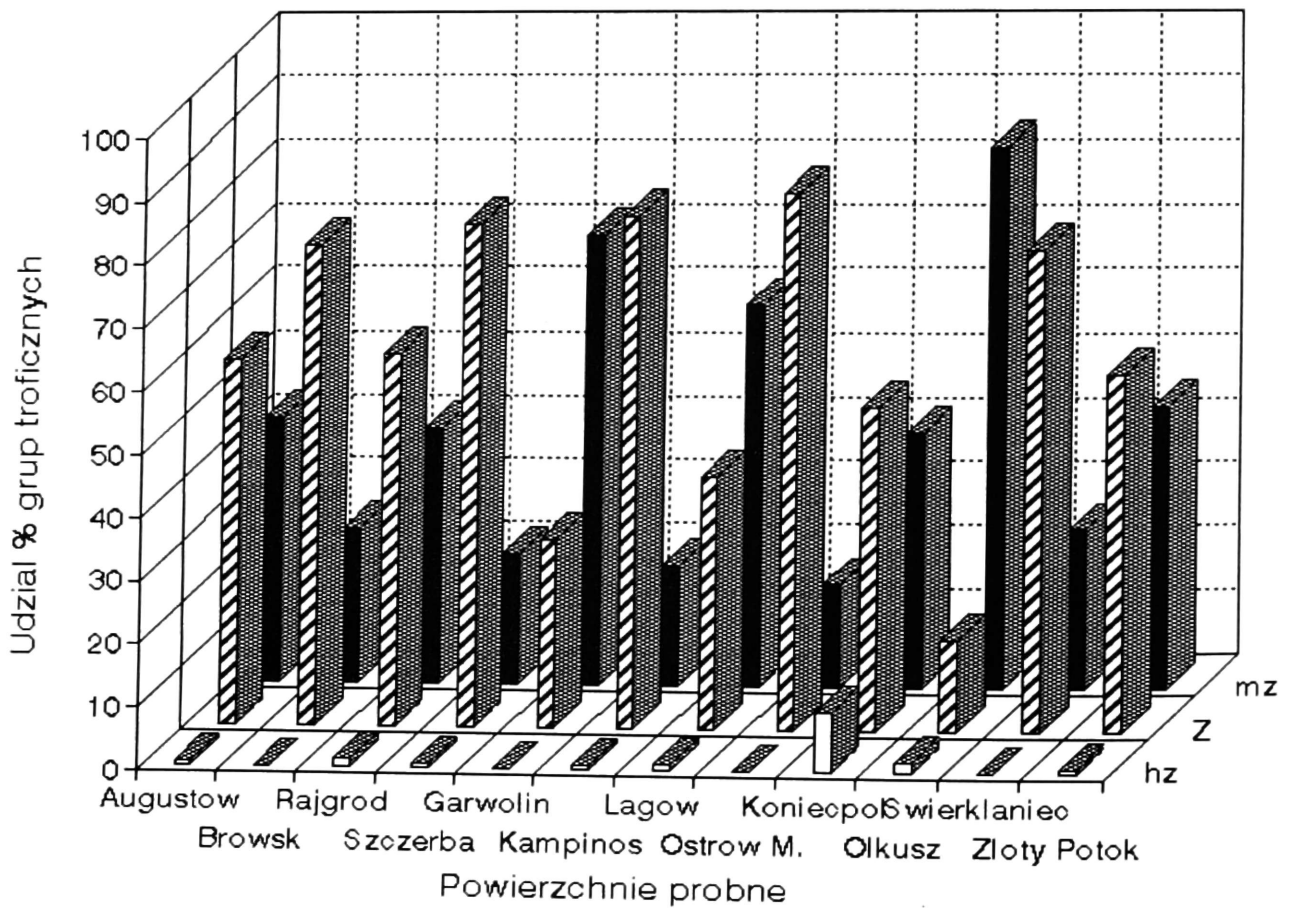
RYC. 1. Udział osobników biegaczowatych klasyfikowanych do gatunków wiosennego typu rozwojowego "S" (z tyłu rysunku) i jesiennego typu rozwojowego "A" (na przodzie rysunku)

mg). Z reguły w trakcie wzrostu i rozwoju drzewostanu sosnowego w całym cyklu produkcyjnym zmniejsza się udział w zgrupowaniu małych zoofagów i hemizoofagów, zaś zwiększa się udział dużych zoofagów (7), (4), (5), (3).

Na rycinie 2 ukazano udział poszczególnych grup troficznych w badanych zgrupowaniach *Carabidae*. Najmniejszy udział przedstawicieli dużych zoofagów zanotowano w Olkuszu, Garwolinie, Łagowie i Koniecpolu. Natomiast największy udział omawianej grupy zanotowano w zgrupowaniach badanych w Browku, Szerbie, Kampinosie, Ostrowi Mazowieckiej i tylko nieco mniejszy w Świerkłańcu.

Przedstawione wyniki, skonfrontowane z położeniem poszczególnych miejscowości w 3 strefach zanieczyszczeń, nie wydają się wskazywać na układającą się wyraźną zależność pomiędzy stanem zanieczyszczenia środowiska, a udziałem dużych zoofagów.

Średnie udziały przedstawicieli dużych zoofagów w 3 strefach zanieczyszczeń układają się następująco: Pierwszą strefę niskich zanieczyszczeń charakteryzuje największy średni udział dużych zoofagów w zgrupowaniach *Carabidae* (67,7%). Drugą strefę zanieczyszczeń średnich cechuje mniejsza wartość średniej (58,3%). Wreszcie strefę zanieczyszczeń silnych opisuje najmniejsza wielkość średniego udziału osobników gatunków dużych zoofagów (48,8%).

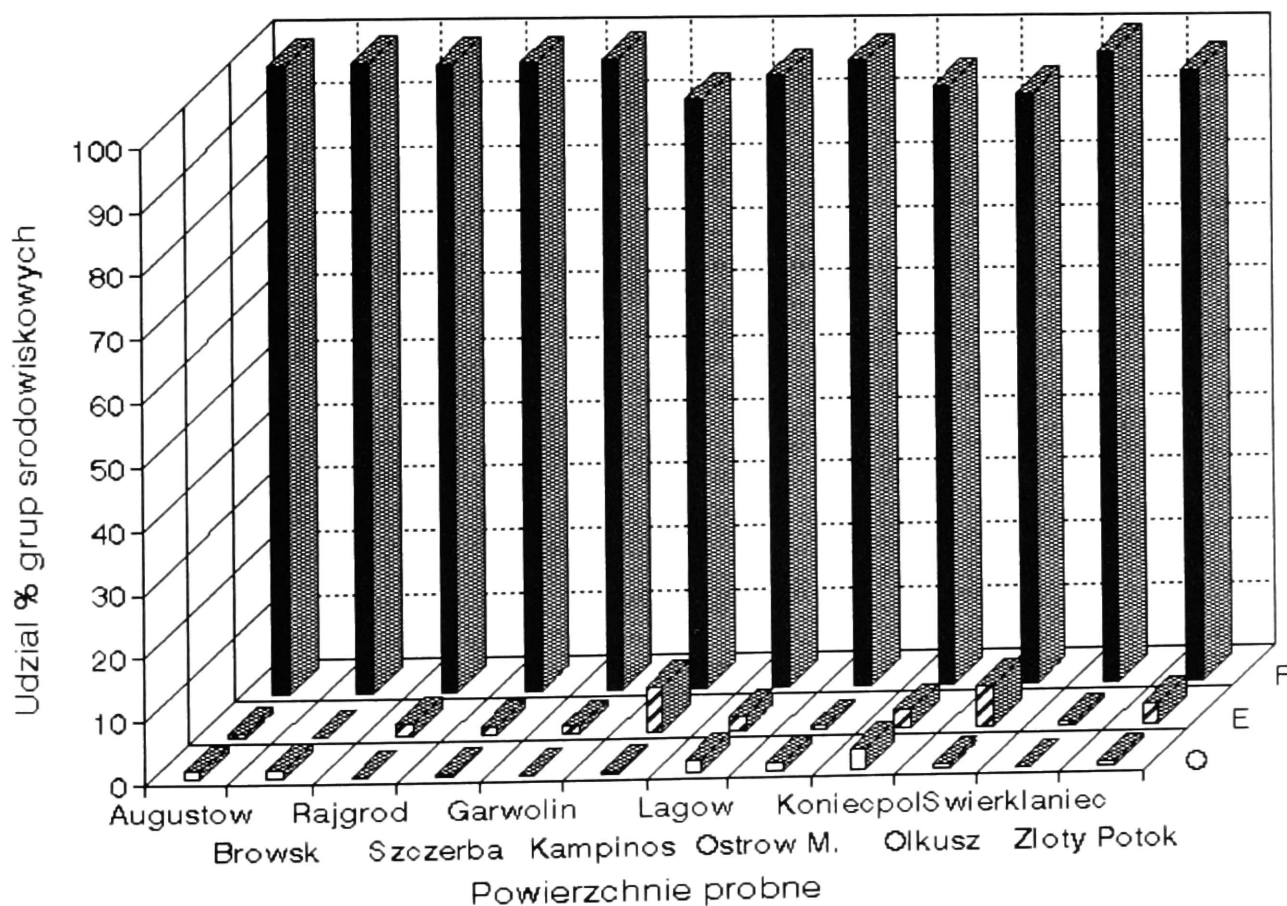


RYC. 2. Udział przedstawicieli poszczególnych grup troficznych w analizowanych zgrupowaniach *Carabidae*. Oznaczenia: "mz" — małe zoofagi, "z" — duże zoofagi, "hz" — hemizoofagi

### Udział gatunków *Carabidae* należących do różnych grup środowiskowych w badanych zgrupowaniach

Ze względu na występowanie poszczególnych gatunków, biegaczowate dzieli się na gatunki: leśne (występujące głównie w lasach), terenów otwartych i eurytopowe (czyli występujące zarówno w lasach, jak i w terenie otwartym). Udział przedstawicieli gatunków leśnych w zgrupowaniach biegaczowatych zwiększa się w miarę wzrostu drzewostanów.

Rycina 3 przedstawia udział poszczególnych grup środowiskowych *Carabidae*. Największym udziałem w zgrupowaniach cechują się przedstawiciele gatunków leśnych. Różnice w obrębie tej grupy są stosunkowo niewielkie. Zgrupowania badane w strefie małych zanieczyszczeń (Ist.), cechują się małym zróżnicowaniem udziału osobników gatunków leśnych — wartość ta praktycznie wynosi 98%. Średni udział przedstawicieli gatunków leśnych, obliczony dla tych zgrupowań jest równy 98,4%. Kolejne 4 zgrupowania, żyjące w zasięgu II strefy, opisuje większe zróżnicowanie udziału osobników gatunków leśnych, waha się od 99,1% (Garwolin) do 92,7% (Kampinos). Średni udział przedstawicieli gatunków leśnych w tej strefie oceniono na 96,6% i uplasował się on pomiędzy analogicznymi wartościami obliczonymi dla stref niskich i wysokich zanieczyszczeń. Udział osobników gatunków leśnych w zgrupowaniach *Carabidae*, położonych w III strefie najwię-

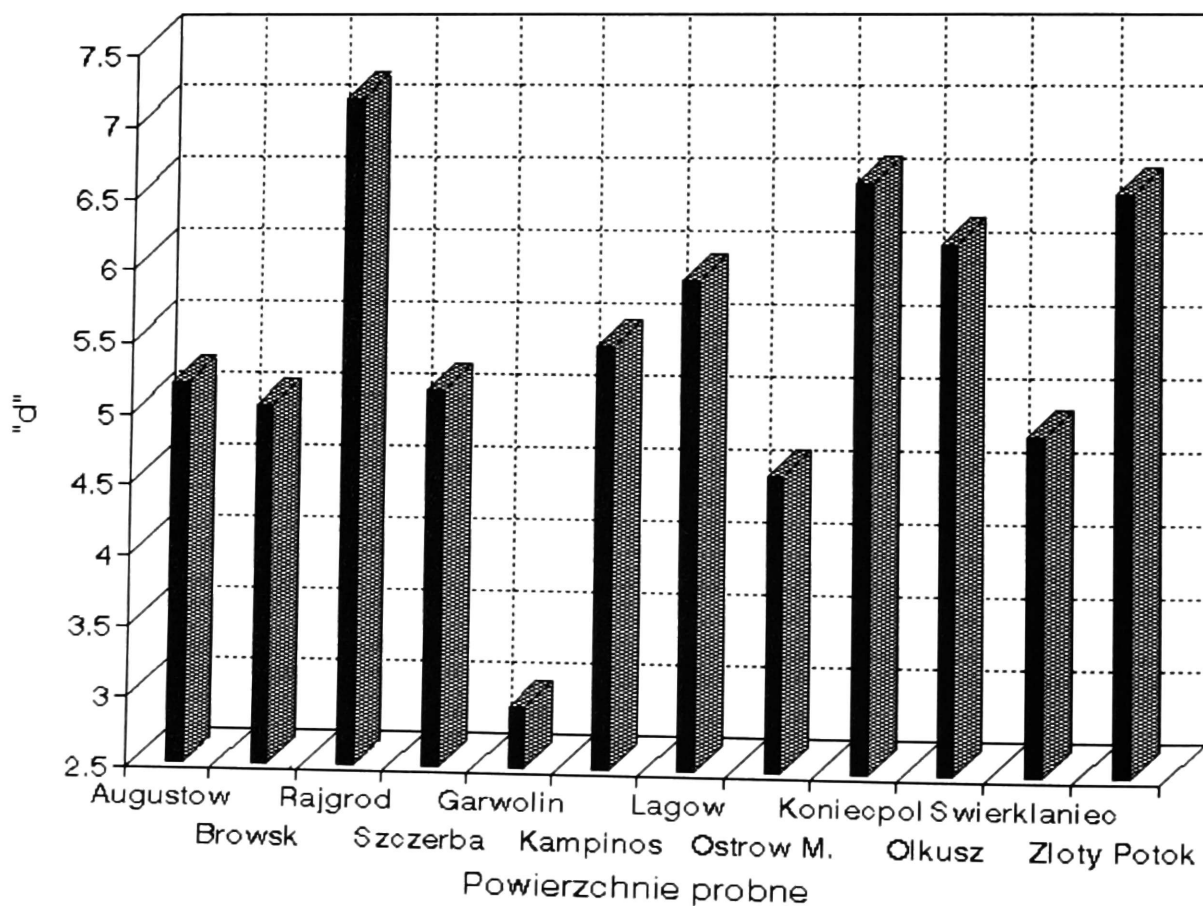


RYC. 3. Udział osobników *Carabidae*, należących do gatunków leśnych "f", eurytopowych "e" i terenów otwartych "o"

kszych zanieczyszczeń, jest nieznacznie zróżnicowany, od 99,6% (Świerklaniec) do 93% (Olkusz). Średni udział tej grupy w zgrupowaniach biegaczowatych, zlokalizowanych w strefie najwyższych zanieczyszczeń, okazał się najmniejszy (95,8%).

#### Wskaźnik zróżnicowania gatunkowego "d" zgrupowań *Carabidae*

Na rycinie 4 przedstawiono wartości wskaźnika "d", poszczególnych zgrupowań *Carabidae*. Otrzymany wynik cechuje się znacznym zróżnicowaniem. Wielkości średnich wskaźników zróżnicowania gatunkowego zgrupowań w 3 strefach ułożyły się następująco. W I strefie małych zanieczyszczeń, wartość średniego wskaźnika "d" oceniono na 5,62, w II strefie, średnich zanieczyszczeń — zanotowano najniższą wartość wskaźnika (4,71), zaś w III strefie zanieczyszczeń dużych — największą wielkość wskaźnika "d" (6,03). Przypuszczalnie należy, że otrzymany obraz jest nieco zaskakujący. Zazwyczaj wielkość wskaźnika "d" zgrupowań *Carabidae* w drzewostanach średniowiekowych i bliskorębnych ulega redukcji (5). Gdyby wzrost tego wskaźnika przyjmować jako sygnał zaburzenia rozwoju zgrupowań biegaczowatych, to w II strefie — zanieczyszczeń średnich, powinniśmy otrzymać średnią wielkość wskaźnika plasującą się pomiędzy 5,62, a 6,03. Tak jednak nie jest. Przypuszczalnie, na otrzymanym wyniku mogło zaważyć różne rozlokowanie badanych zgrupowań w



RYC. 4. Kształtowanie się wskaźnika różnicowania gatunkowego "d" w poszczególnych zgrupowaniach biegaczowatych

transekcje północ-południe, jak i z drugiej strony dość zróżnicowany wiek badanych drzewostanów — od 43 lat (Garwolin) do 87 (Ostrów Mazowiecka) — tabela 1.

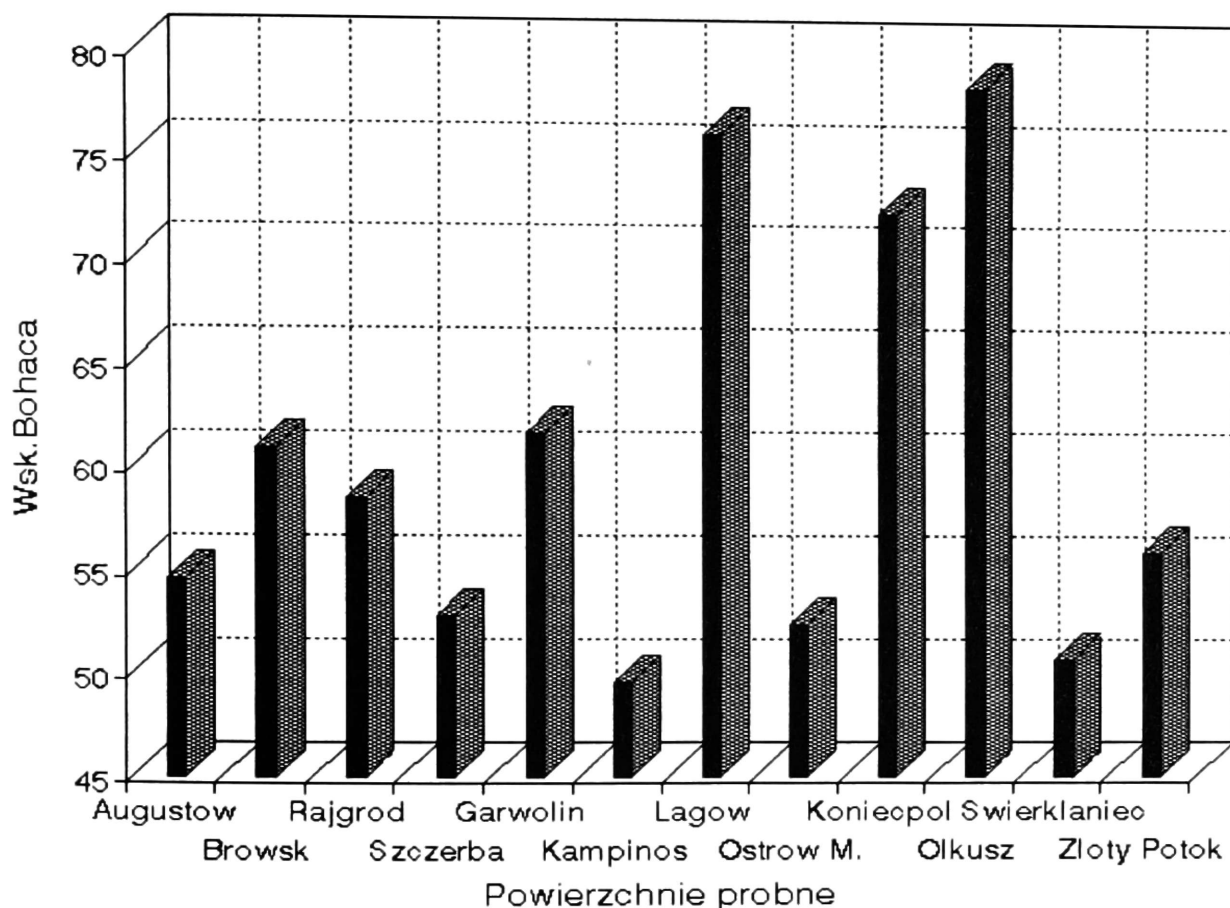
Dlatego, wydaje się, że wyniki te można również analizować biorąc pod uwagę wiek drzewostanów. Przykładowo, w grupie drzewostanów zbliżonych wiekowo, 65-letnich położonych w Augustowie, Kampinosie, i Olkuszu (z wyjątkiem zgrupowania badanego w Rajgradzie), obserwujemy wzrost wskaźnika "d", w miarę przechodzenia od strefy najniższych do strefy najwyższych stężeń zanieczyszczeń (ryc. 4).

### Wskaźnik naturalności zgrupowań Bohača

Wskaźnik naturalności zgrupowań biegaczowatych policzono zgodnie z metodyką, zamieszczoną w pracy Szujeckiego i innych (5). Im mniejszą wartość przyjmuje wskaźnik Bohača, tym większym stopniem synantropizacji odznacza się zgrupowanie *Carabidae*.

Wielkości wskaźników dla poszczególnych zgrupowań ukazano na rycinie 5. Gdyby nie brać pod uwagę zgrupowań badanych w: Łagowie, Koniecpolu i Świerkłańcu, można by przyjąć, że wraz ze wzrostem stężeń zanieczyszczeń w powietrzu, czy też zawartości siarki w igłach sosnowych, wskaźnik Bohača wykazuje tendencję redukcji swojej wartości.





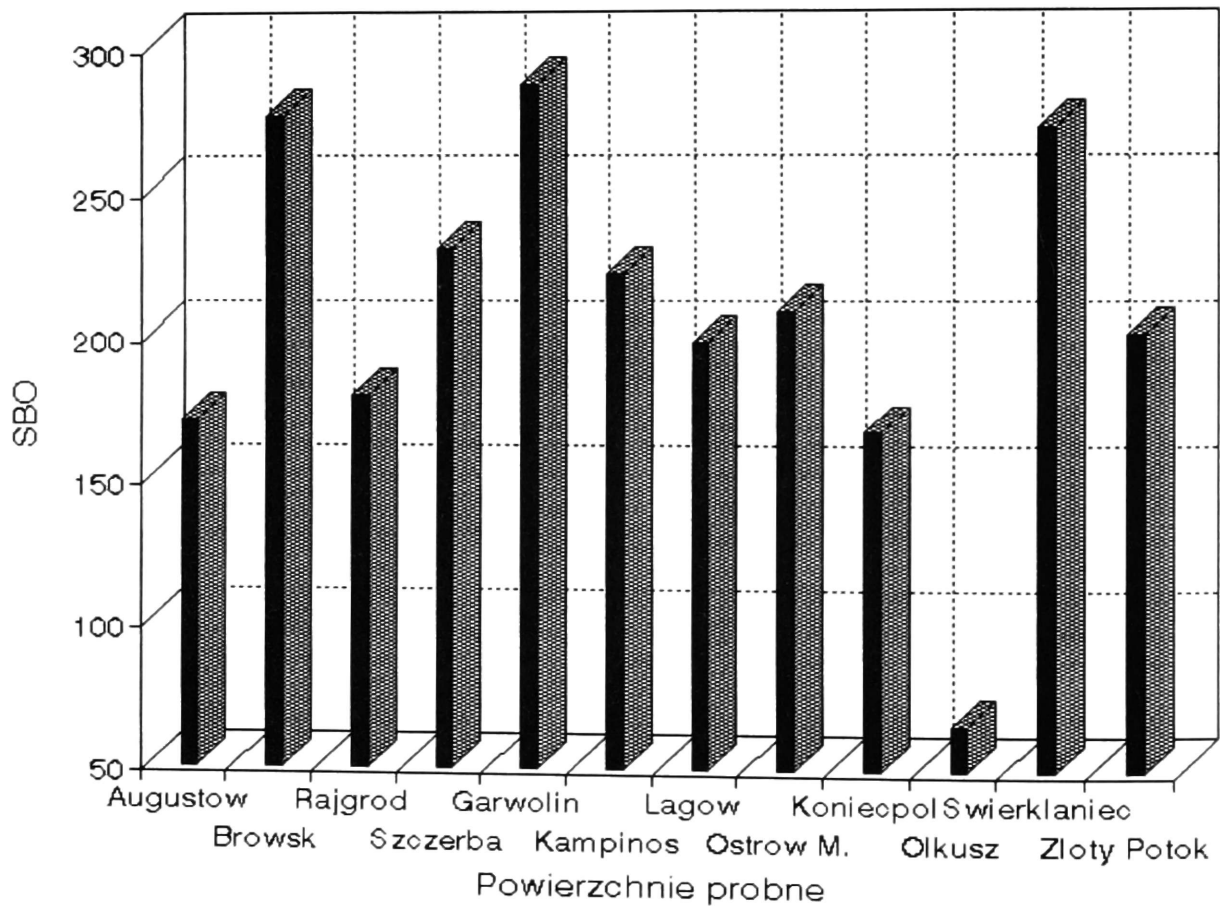
RYC. 5. Wskaźnik Bohacza naturalności zgrupowań

### Średnia biomasa osobnicza SBO zgrupowań biegaczowatych

Podczas oznaczania do gatunku osobników *Carabidae*, mierzono długość każdego z nich z dokładnością do 1 mm. Następnie, stosując formułę prezentowaną przez Szujeckiego i innych (4), przeliczono długości osobników na ich biomasa, co umożliwiło wyliczenie SBO.

Rycina 6 przedstawia SBO badanych zgrupowań *Carabidae*. Największą SBO wykazano w zgrupowaniach badanych w Brovsku, Garwolinie i Świerklańcu. Natomiast zdecydowanie najmniejszą wartość SBO stwierdzono w Olkuszu.

W I strefie — najmniejszych stężeń zanieczyszczeń wielkość SBO obliczono na poziomie 214 mg. Analogiczną średnią SBO zgrupowań żyjących w zasięgu drugiej strefy, oceniono na 229 mg. Natomiast uśredniona SBO zgrupowań biegaczowatych badanych w trzeciej strefie była najmniejsza i wynosiła zaledwie 176 mg. Wydaje się, że logicznie byłoby gdyby uśredniona wielkość SBO zgrupowań *Carabidae* zlokalizowanych w strefie średnich stężeń zanieczyszczeń, uplasowała się pomiędzy analogicznymi wielkościami SBO zgrupowań badanych w strefach niskich i wysokich stężeń zanieczyszczeń. W tym miejscu warto przypomnieć wyniki prac Szyszko (8). Otóż autor ten stwierdził, że zgrupowania badane na południu kraju cechują mniejsze wartości SBO, niż zgrupowania obserwowane na



RYC. 6. Średnia biomasa osobnicza SBO poszczególnych zgrupowań biegaczowatych

północy Polski. Dodatkowo, z mapy i wykresu, zamieszczonych przez Szyszko (8) w tej samej pracy, wynika, że zgrupowania biegaczowatych zamieszkujące bory sosnowe w centralnej Polsce opisuje większa SBO, niż zgrupowania zamieszkujące północne rejony kraju. Tym samym oznacza to, że SBO zgrupowań *Carabidae* zlokalizowanych w centrum Polski jest znacznie większa niż zgrupowań obserwowanych w południowej części kraju. Obserwacje te wydają się być podobne do opisywanych wyników badań w tym rozdziale.

#### Ważniejsze gatunki dominujące *Carabidae* w badanych zgrupowaniach

Do analizy przyjęto gatunki *Carabidae*, które uzyskały wskaźnik dominacji powyżej 5% (tab. 3).

Dominującymi gatunkami w zgrupowaniach biegaczowatych, badanych w I strefie są: *C. arcensis*, *P. niger*. W II strefie dominują: *C. arcensis* i gatunki klasyfikowane do małych zoofagów: *P. oblongopunctatus* i *C. micropterus*. W III strefie dominantami są: *P. niger* i małe zoofagi: *P. oblongopunctatus* i *C. micropterus*. Wysoka pozycja *C. micropterus* w zgrupowaniach zamieszkujących stare drzewostany Łagowa, Koniecpola i Olkusza, może wskazywać na pewne zniekształcenie tych zgrupowań.

W zgrupowaniach *Carabidae* badanych w strefie najniższych stężeń, najbardziej zbliżonymi zgrupowaniami pod względem podobieństwa dominacji były badane w Augustowie,

TABELA 3

Wykaz ważniejszych dominujących gatunków *Carabidae*, zanotowanych w poszczególnych zgrupowaniach.  
Skróty nazw rodzajowych: A — *Amara*, Ab — *Abax*, C — *Carabus*, Ca — *Calathus*, Cy — *Cychrus*,  
L — *Leistus*, P — *Pterostichus*

<b>AUGUSTÓW</b>	<b>BROWSK</b>
<i>C. arcensis</i> 39%	<i>P. niger</i> 37,2%
<i>P. oblongopunctatus</i> 17%	<i>P. oblongopunctatus</i> 16%
<i>P. aethiops</i> 15%	<i>C. arcensis</i> 13,5%
<i>P. niger</i> 14,6%	<i>C. violaceus</i> 10,3%
<i>Ca. micropterus</i> 7%	<i>C. hortensis</i> 9,6%
Wskaźnik skośności = 267	<i>Ca. micropterus</i> 5%
	Wskaźnik skośności = 301
<b>RAJGRÓD</b>	<b>SZCZEBRA</b>
<i>P. niger</i> 24,3%	<i>C. arcensis</i> 38%
<i>C. arcensis</i> 23%	<i>P. niger</i> 31%
<i>P. oblongopunctatus</i> 20,5%	<i>P. oblongopunctatus</i> 8,8%
<i>P. aethiops</i> 9%	<i>C. violaceus</i> 8,8%
<i>Ca. micropterus</i> 8%	<i>Ca. micropterus</i> 5,9%
Wskaźnik skośności = 341	<i>P. aethiops</i> 5,3%
	Wskaźnik skośności = 246,5%
<b>GARWOLIN</b>	<b>KAMPINOS</b>
<i>P. oblongopunctatus</i> 50,9%	<i>C. arcensis</i> 73,9%
<i>Ca. micropterus</i> 17,9%	<i>P. oblongopunctatus</i> 8,2%
<i>C. coriaceus</i> 17,9%	<i>Ca. erratus</i> 5,3%
<i>C. arcensis</i> 6,3%	
<i>Cy. caraboides</i> 5,4%	
Wskaźnik skośności = 203,6	Wskaźnik skośności = 189
<b>ŁAGÓW</b>	<b>OSTRÓW MAZOWIECKA</b>
<i>Ca. micropterus</i> 18,7%	<i>C. arcensis</i> 66%
<i>Ab. ovalis</i> 17,8%	<i>P. niger</i> 13,7%
<i>L. ferrugineus</i> 15,9%	<i>P. aethiops</i> 8,2%
<i>P. aethiops</i> 14%	
<i>C. violaceus</i> 11,2%	
<i>P. oblongopunctatus</i> 8,4%	
<i>C. arcensis</i> 5,6%	
Wskaźnik skośności = 384	Wskaźnik skośności = 193
<b>KONIECPOL</b>	<b>OLKUSZ</b>
<i>Ca. micropterus</i> 31,6%	<i>Ca. micropterus</i> 53,9%
<i>C. arcensis</i> 30,5%	<i>P. oblongopunctatus</i> 17,2%
<i>P. oblongopunctatus</i> 7,9%	<i>L. ferrugineus</i> 6,3%
<i>C. auronitens</i> 6,8%	<i>C. arcensis</i> 6,3%
<i>P. niger</i> 6,3%	
<i>A. brunnea</i> 5,3%	
Wskaźnik skośności = 317	Wskaźnik skośności = 259

cd. tabeli 3 na nast. stronie

ŚWIERKLANIEC	ZŁOTY POTOK
<i>P. niger</i> 45,5%	<i>P. oblongopunctatus</i> 36%
<i>P. oblongopunctatus</i> 23,4%	<i>P. niger</i> 26,7%
<i>C. violaceus</i> 18%	<i>C. arcensis</i> 10,4%
<i>C. arcensis</i> 9,2%	<i>C. violaceus</i> 8,4%
	<i>Ab. ovalis</i> 5,5%
Wskaźnik skośności = 213	Wskaźnik skośności = 291

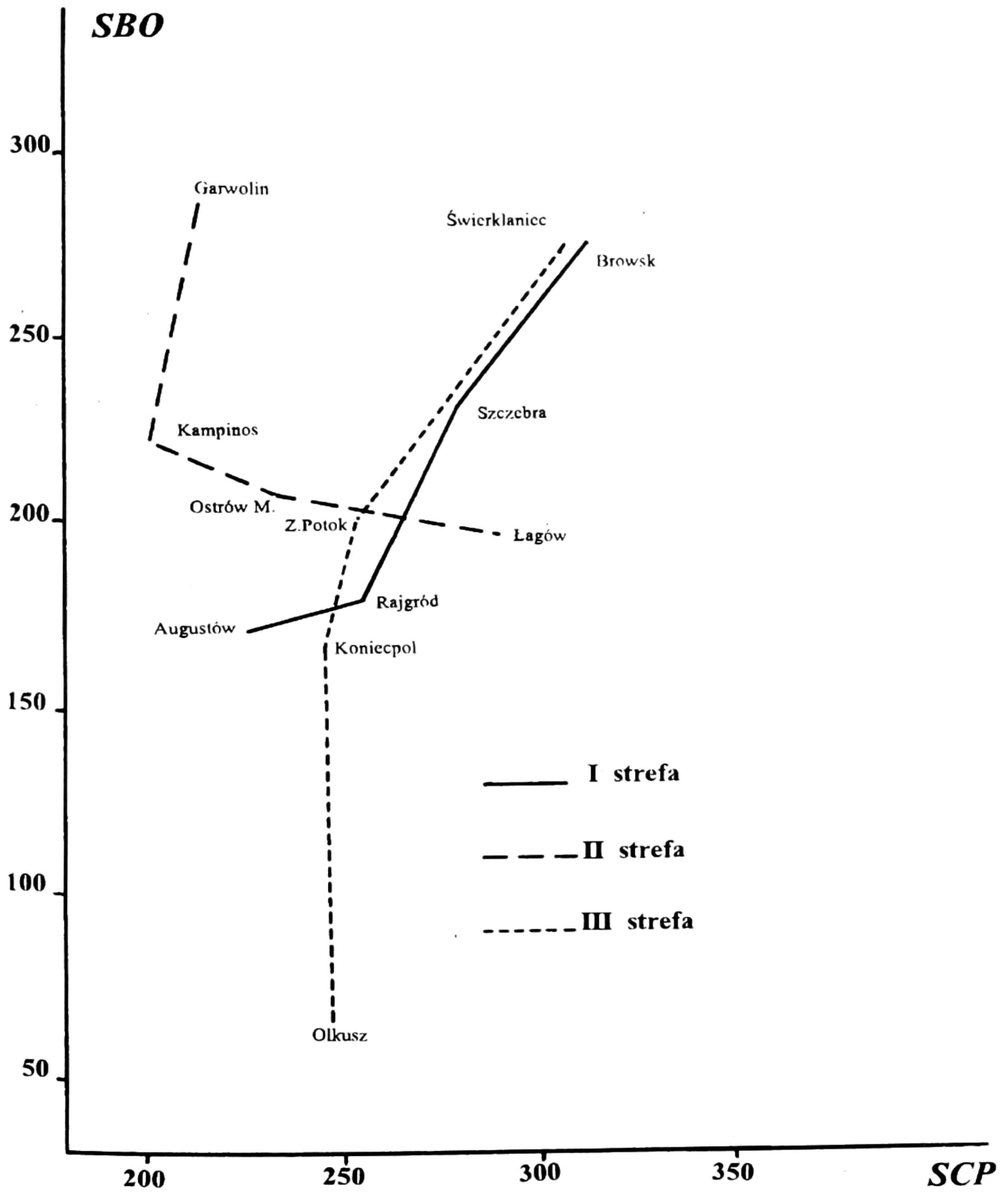
Szczebrze i Rajgrodzie (w granicach 70%). Przypomnę, że zgrupowania te zamieszkiwały drzewostany będące prawie w jednym wieku — około 65 lat.

W drugiej grupie badanych drzewostanów, położonych w strefie średnich skażeń, tylko 2 zgrupowania biegaczowatych wykazały stosunkowo wysokie podobieństwo dominacji — 73,74%. Zgrupowania te zamieszkiwały 65-letni drzewostan w Kampinosie i 87-letni drzewostan rosnący na terenie Nadleśnictwa Ostrów Mazowiecka. Warto podkreślić, że dla obu zgrupowań wykazano bardzo niskie wartości wskaźnika skośności struktury dominacji — Kampinos (189 jednostek) i Ostrów Mazowiecka (193 jednostki), świadczące o dużym “zaostreniu” struktury dominacji (5). W zgrupowaniach żyjących w zasięgu najwyższych skażeń powietrza, zanotowano mniejsze wskaźniki podobieństwa dominacji. Zgrupowanie badane w Koniecpolu (741) było podobne w 53% do zgrupowania badanego w Olkuszu (641). Zgrupowanie obserwowane w Świerklańcu (581) było podobne pod względem wskaźników dominacji poszczególnych gatunków w 65% do zgrupowania żyjącego w Złotym Potoku (521).

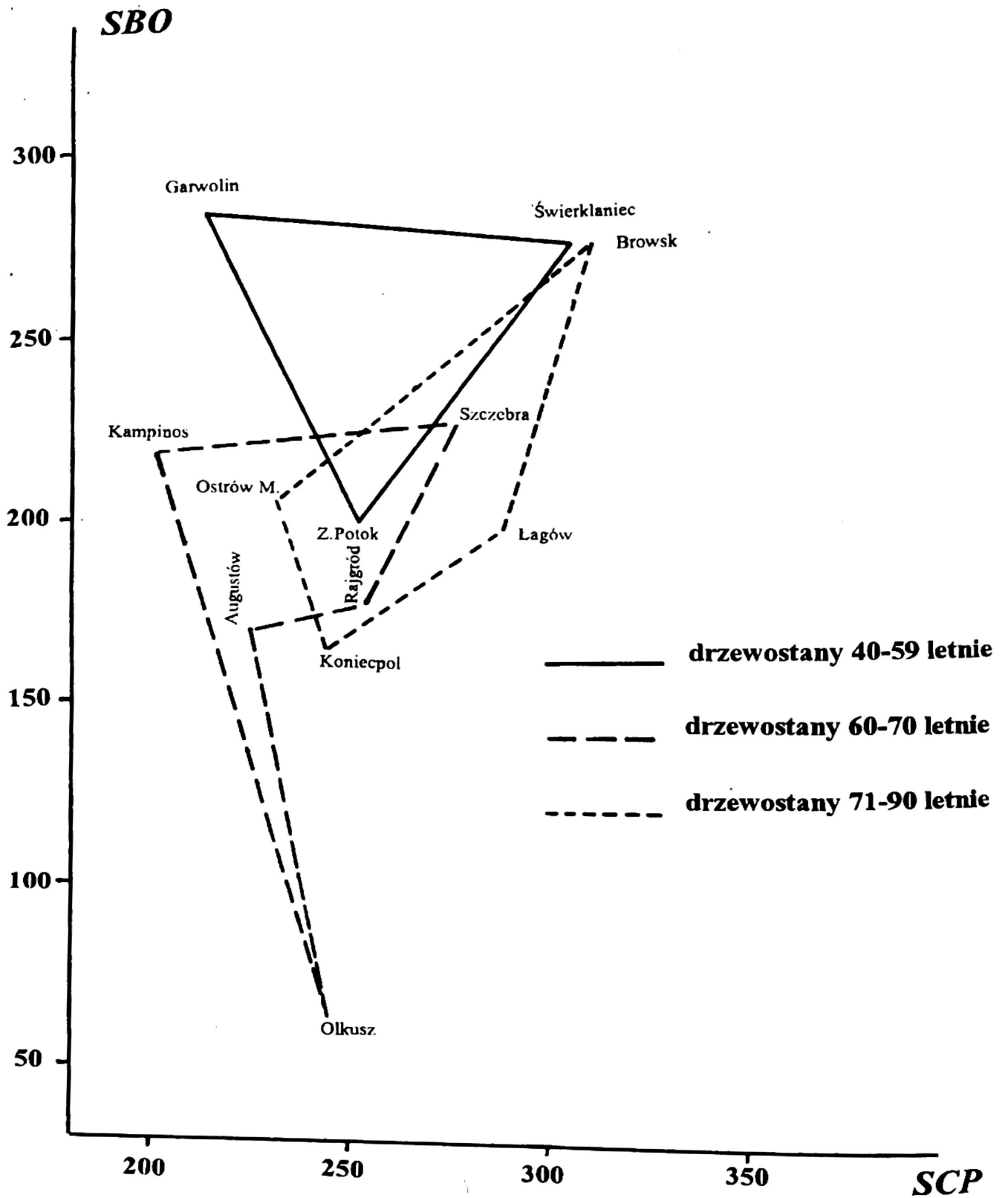
Największe podobieństwa dominacji obliczone pomiędzy zgrupowaniami położonymi w zasięgu różnych stref zanieczyszczeń dotyczą I i II strefy. Zgrupowanie badane na terenie Nadleśnictwa Szczebra (651 — Ist.) przypominało w 64% zgrupowanie badane w lasach Nadleśnictwa Ostrów Mazowiecka (871—IIst.). Zgrupowanie zamieszkujące lasy Augustowskie (651 — Ist.) było podobne pod względem dominacji do zgrupowań nadleśnictw: Kampinos 60,2% (651— IIst.) i Ostrów Mazowiecka 69,4% (871 — IIst.). Zgrupowanie z Nadleśnictwa Rajgród (641 — Ist.) podobne było w 54,7% do zgrupowania badanego w Borach Ostrowskich (871. — IIst.).

Żadne ze zgrupowań znajdujących się w zasięgu II i III strefy zanieczyszczeń, nie wykazało wzajemnego podobieństwa dominacji większego niż 50%.

Natomiast pomiędzy zgrupowaniami żyjącymi w I i III strefie wykazano pewne podobieństwa dominacji. Zgrupowanie Augustowskie (651 — Ist.) było podobne w 55,9% do zgrupowania w Koniecpolu (741 — III st.) i w 51,3% do zgrupowania ze Złotego Potoku (521 — IIIst.). Zgrupowanie zamieszkujące bory Nadleśnictwa Szczebra (651 — Ist.) zbliżone było w 59% do zgrupowania ze Świerklańca (581 — IIIst.), w 54,1% do zgrupowania Koniecpolskiego (741 — IIIst.) i w 59,8% do zgrupowania borów Złotego Potoku (521 — IIIst.). Zgrupowanie badane w Nadleśnictwie Rajgród (641 — IIIst.), podobne było w 58,4% do zgrupowania ze Świerklańca (581 — IIIst.) i w 65,4% do zgrupowania badanego w Złotym Potoku (521 — IIIst.).



RYC. 7. Graf syntetycznego wskaźnika SCP i SBO, przedstawiony według stref skażeń



RYC. 8. Ten sam graf SCP/SBO co na ryc. 7, ale przedstawiony według wieku badanych drzewostanów

Na podstawie przytoczonych faktów, wydaje się, zarówno wiek drzewostanów, jak i położenie w danej strefie skażeń wpływa na skład gatunkowy poszczególnych zgrupowań. Najbardziej uderzającą obserwacją jest fakt większego podobieństwa zgrupowań biegaczowatych badanych w zasięgu I strefy (najniższych stężeń zanieczyszczeń) i III strefy, niż badanych w II i III strefie.

### Graf syntetycznego wskaźnika SCP i SBO

Rycina 7 przedstawia wykres charakterystyk SCP i SBO (wskaźnik SCP tworzony jest przez zsumowanie udziału w zgrupowaniach *Carabidae*, tych grup gatunków, które są najliczniejsze w dojrzałym drzewostanie (5)). Liniami połączono zgrupowania badane w drzewostanach, znajdujących się w tych samych strefach skażeń środowiska. Okazuje się, że zgrupowania *Carabidae*, zamieszkujące drzewostany rosnące w warunkach niskich i średnich skażeń środowiska, cechuje stosunkowo zwarta charakterystyka SCP/SBO. Z charakterystyki tej wynika (ryc. 7), że kondycja zgrupowań zamieszkujących strefę najniższych skażeń jest lepsza, niż zgrupowań biegaczowatych badanych w strefie skażeń średnich. Zgrupowania badane w strefie skażeń wysokich cechuje natomiast spory rozrzut punktów charakterystyki SCP/SBO. Drugą cechą zgrupowań badanych w trzeciej strefie, jest częściowe "zachodzenie" charakterystyki SCP/SBO (Złoty Potok, Świerklaniec) na analogiczną charakterystykę wykreśloną dla zgrupowań badanych w strefie najniższych skażeń. Być może, że pomimo iż drzewostany Złotego Potoku i Świerklańca leżą w zasięgu strefy wysokich skażeń środowiska, otrzymane wysokie wartości SCP/SBO należy powiązać z miejscowymi (mikro) warunkami środowiskowymi. Z drugiej strony, należy pamiętać o zróżnicowaniu wiekowym badanych drzewostanów (tab. 1).

Dlatego na rycinie 8 na dane SCP/SBO, nałożono nie strefy skażeń lecz wiek poszczególnych drzewostanów. Zgrupowania *Carabidae*, zamieszkujące drzewostany 40–59 opisuje podobna charakterystyka jak zgrupowania badane w drzewostanach starszych. Zdecydowanie najgorszą kondycję w tej grupie wiekowej drzewostanów (40–59 lat), wykazało zgrupowanie ze Złotego Potoku (III strefa), zaś najlepszą — z Świerklańca (III strefa) i Garwolina (II strefa).

W grupie drzewostanów 60–70-letnich najlepszy wynik uzyskało zgrupowanie biegaczowatych badane w Nadleśnictwie Szczebra (I strefa). Nieznacznie niższy poziom rozwoju wykazały zgrupowania badane w nadleśnictwach: Kampinos (II strefa), Rajgród (I strefa), Augustów (I strefa). Zdecydowanie najgorszy stan rozwoju, w tej grupie wiekowej drzewostanów, stwierdzono w zgrupowaniu badanym na terenie Nadleśnictwa Olkusz (III strefa).

W grupie drzewostanów najstarszych (powyżej 70 lat), największy stopień rozwoju wykazano w przypadku zgrupowania biegaczowatych, zamieszkującego drzewostany Nadleśnictwa Browsk (I strefa). Średni stan rozwojowy zanotowano dla zgrupowań badanych na terenie nadleśnictw: Ostrów Mazowiecka (II strefa) i Łagów (II strefa). Najmniej rozwiniętym zgrupowaniem w tej grupie wiekowej drzewostanów, okazało się zgrupowanie obserwowane na terenie Nadleśnictwa Koniecpol.

## Wnioski

Analizowane charakterystyki wydają się wskazywać, że **na stan rozwojowy zgrupowań biegaczowatych największy wpływ ma wiek zamieszkiwanego przez nie drzewostanu. Natomiast stężenia zanieczyszczeń w powietrzu, czy też zawartość siarki w igłach sosny, wydają się mieć nieco mniejsze znaczenie.** (Średnia wieku rozpatrywanych drzewostanów w poszczególnych strefach kształtowała się następująco: Ist. – 69 1, IIst. – 691 i IIIst. – 621). Z drugiej strony na przykładzie analizy SBO wykazano, że pewien wpływ na otrzymany wynik może mieć również położenie badanych powierzchni: północne, centralne lub południowe. Wyniki opisywane w punkcie dotyczącym SBO okazały się zbieżne z wynikami otrzymanymi przez Szyszko (8). Dlatego podczas analizowania zgrupowań *Carabidae* położonych na transekcie północ-południe, można spodziewać się wystąpienia pewnych “nieciągłości” charakterystyk zgrupowań, polegających na tym, że trend zmian badanej cechy będzie “zaburzony” w zgrupowaniach zlokalizowanych w centrum kraju. Przypuszczenie to wydaje się być potwierdzone obserwacjami: wskaźnika zróżnicowania gatunkowego “d”, wskaźnika Bohača, średniej biomasy osobniczej SBO i syntetyzowanego wskaźnika SCP, a także ogólnego podobieństwa dominacji, wykazanego w punkcie H.

Opierając się na wieku drzewostanów i charakterystykach zgrupowań przedstawionych w pracy, można przypuszczać, że:

- Spośród zgrupowań biegaczowatych, zamieszkujących drzewostany 40–59-letnie, najlepszą kondycję wykazało zgrupowanie badane w Świerkłańcu (IIIst.), nieco słabszą w Garwolinie (IIst.), zaś najgorszą zgrupowanie ze Złotego Potoku (IIIst.).
- W grupie drzewostanów 60–70-letnich, najlepszą kondycję stwierdzono dla zgrupowania zamieszkującego lasy Nadleśnictwa Szczebra (Ist.), stosunkowo dobrą kondycję przypisano zgrupowaniom z nadleśnictw: Rajgród (Ist.), Augustów (Ist.), i Kampinos (IIst.), zaś zdecydowanie najgorszy stan rozwojowy wykazało zgrupowanie z Olkusza (IIIst.),
- W grupie drzewostanów 70–89-letnich zdecydowanie najlepiej wypadło zgrupowanie obserwowane w Nadleśnictwie Browsk (Ist.), wynik średni uzyskało zgrupowanie z Ostrowi Mazowieckiej (IIst.), gorszy zgrupowanie badane w Łagowie (IIst.), a najgorszy — zgrupowanie Konięcpolskie (III st.).

## Literatura

1. **Grüm L.**, 1976: “An attempt to characterize matter transfer by carabid communities inhabiting forest”. *Ekol. Pol.* 23.3: 35–375, 1976.
2. **Skłodowski J.**, w druku A: “Zgrupowania biegaczowatych (*Col. Carabidae*) młodników sosnowych w pobliżu zakładów przemysłowych na tle wstępnych wyników chemizacji młodnika w Starej Brdzie Pilskiej. *Sylwan* — w druku.



3. **Skłodowski J.**, w druku B: "Soil fertilization and acidification effect on the rate of development of epigeic carabid (*Coleoptera, Carabidae*) communities in a Scots pine forest plantation. *Folia Forestalia*.
4. **Szujecki A., Szyszko J., Mazur S., Perliński S.**, 1983: "The process of forest soil macrofauna formation after afforestation of farmland". Warsaw Agricultural Press, Warsaw 1983.
5. **Szujecki A., Borowski J., Łęgowski D., Mazur S., Perliński S., Skłodowski J.**, 1995: "Antropogenne przeobrażenia zespołów stawonogów borów sosnowych Polski".
6. **Szyszko J.**, 1974: "Relationship between the occurrence of epigeic carabids (*Coleoptera Carabidae*), certain soil properties, and species composition of a forest stand". *Ekol. Pol.* 22: 237–274, 1974.
7. **Szyszko J.**, 1983: "State of *Carabidae (Col.)* fauna in fresh pine forest and tentative valorisation of this environment". Warsaw Agricultural University Press, Warszawa, 1983.
8. **Szyszko J.**, 1990: "Planning of prophylaxis in threatened pine forest biocenoses based on an analysis of the fauna of epigeic *Carabidae*". Warsaw Agricultural University Press, 1990.

## Summary

Investigated were communities of epigeic *Carabidae* living in three different zones of atmospheric pollution: zone I of weak pollution degree (Table 1, forest districts: Augustów, Rajgród, Szczerba, Browsk); zone II — of moderate pollution intensity (Table 1, forest districts: Ostrów Mazowiecka, Kampinos, Garwolin, Łagów); and zone III — of severe pollution (Table 1, forest districts: Koniecpol, Olkusz, Złoty Potok, Świerklaniec). The proportions of individuals belonging to the "autumn" (A) and the "spring" (S) development types were varying (Fig. 1). On average, "autumn" species amounted to 46.8% in zone I; 37.8% in zone II; and 58.0% in zone III. Commonly, in the more advanced communities the portion of autumn species found was relatively high [2], [3], [4], [5], [7], [8]. Also, the proportion of small zoophages "mz", large zoophages "Z" and hemizoophages "hz", were varying between zones (Fig. 2). Large zoophages constituted 67.7% of the beetle community in zone I; 58.3% — in zone II and 48.8% in zone III. Usually, in mature communities the percentage of large zoophages was relatively high. The portion of forest species "F" was relatively stable. On average, it amounted to: 98.4% in zone I; 96.6% in zone II and 95.8% in zone III. The values of index of species diversity are presented in Figure 4, while those of Boháč's index of naturalness are shown in Figure 5. The higher a value of the latter index the less natural is the community under question. Mean individual Biomass "SBO" was 214 mg for zone I; 229 mg for zone II; and 176 mg for zone III. The more important dominant species of *Carabidae* are listed in Table 3. Figure 7 shows the distribution of "SBO" value and that of "SCP" index in the three zones. The "SCP" index is a sum of 7 characters (out of 14 possible), suiting best the high degree of maturation of the *Carabidae* communities [5]. Well developed communities are characteristic of both high values of "SBO" and "SCP" indices. It can be concluded on the basis of the Figure that in zone III

two communities are present, both in a good condition (Świerklaniec, Złoty Potok). This is why the same data are presented in Figure 8 but this time the age of the stands has been taken into consideration (that is, 40–59 years, 60–70 years and 71–90 years). It appeared that the developmental status of *Carabidae* communities is influenced both by the age of the stand and by the intensity of environmental contamination. In the case of stands 40–59 years old, the best condition was found for the beetle community in Świerklaniec (zone III — microgeographic conditions are likely to have participated in this finding); worse was condition of the Garwolin community (zone II) and the worst condition was stated in Złoty Potok (zone III). In the case of stands of age between 60 and 70 years, the best condition of beetle community was found in Szczerba (zone I), still good was condition of the Rajgród and Augustów communities (zone I), and the poorest condition was found in Olkusz (zone III)., In the case of stands between 70 and 89 years old, the best was condition of carabid communities in Browsk (zone I), somewhat poorer was condition of the Łagów and Ostrów Mazowiecka communities (zone II), and the poorest condition was found in Koniczpol (zone III). Additionally, a varying development status of the communities of north, central and south Poland were observed, this observation being in agreement with Szyszko [8]. To conclude, *Carabidae* seem to be a proper group to serve in monitoring of forest environment.