

JAN SZYSZKO

Wpływ pożaru na biegaczowate (*Carabidae*, *Col.*) na przykładzie pożarzyska w Potrzebowicach.

Zależność między stanem rozwoju a stopniem destrukcji*

The impact of forest fire on carabids (*Carabidae*, *Col.*)
on the example of a post-fire site in Potrzebowice
The relationship between the developmental stage and extent
of destruction

Abstract. Fires in the pine forests have a destructive impact on the carabids living in this biotope. The extent of destruction depends on fauna development. The more advanced is the fauna development before fire the greater is the destruction of fauna caused by fire. Forest species typical for the late succession disappear after fire while the fire-related species and those typical for the early succession survive and increase their number.

Key words: forest fire, carabids, succession, destruction, regression

Wprowadzenie i cel pracy

Jednym z naturalnych czynników ekologicznych modyfikującym krajobraz środowisk naturalnych są pożary [2, 3, 5]. W przeszłości, przy braku gospodarczej działalności człowieka, to one różnicowały w przestrzeni procesy sukcesyjne stwarzając możliwości występowania gatunkom charakterystycznym dla różnych stadiów sukcesyjnych. Działalność gospodarcza, szczególnie w środowisku leśnym Europy środkowej, stara się eliminować ten czynnik ekologiczny, uznając go jako antropogenny czynnik niszczący [4, 6]. Coraz doskonalsze służby ochrony przeciwpożarowej w lasach starają się nie dopuszczać do powstawania pożarów, likwidując je w zarodku. W przeszłości pożary występowały

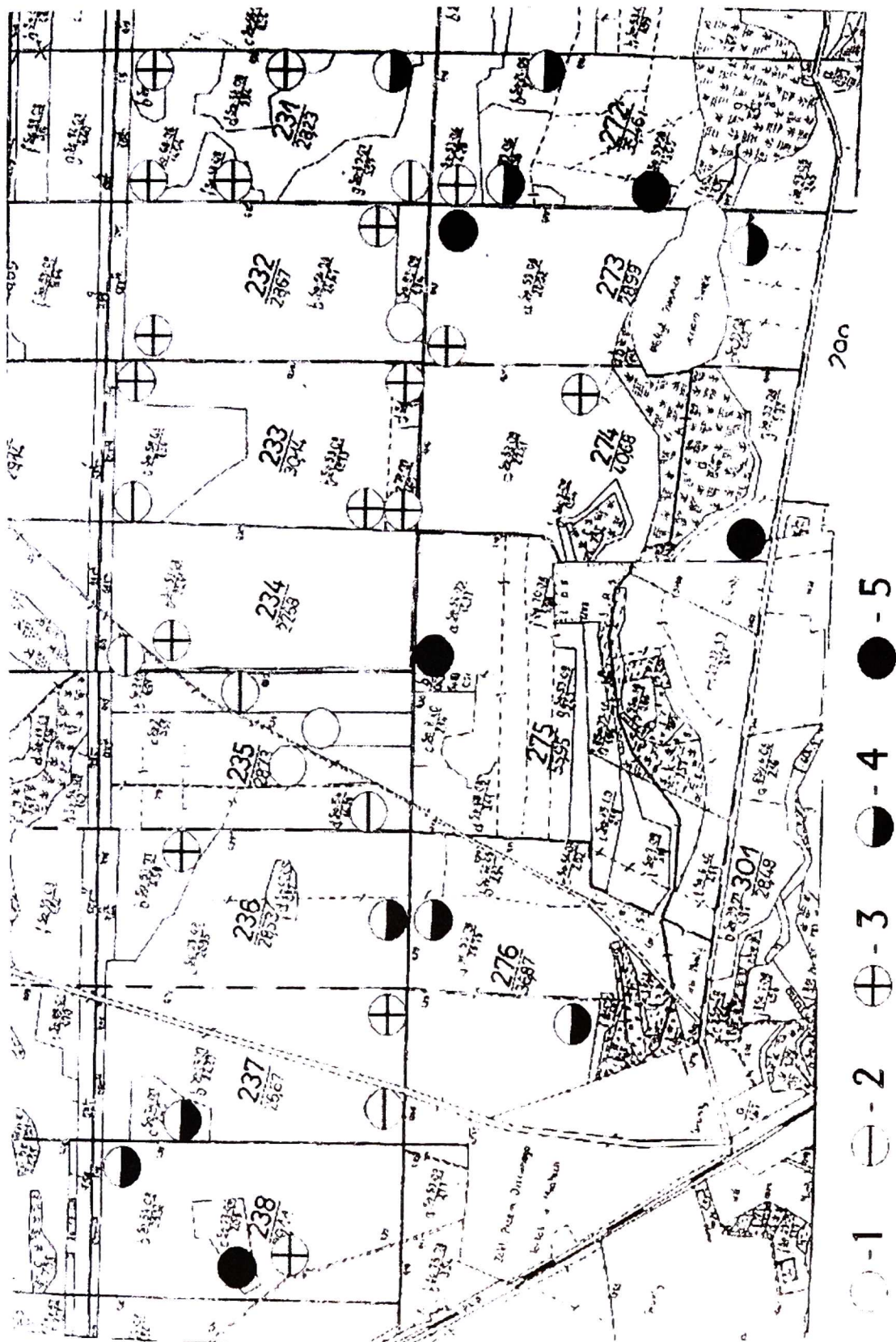
* Praca wykonana w ramach tematu DGLP "Metody prognozowania zagrożeń biocenoz borów sosnowych" nr 50604070001.

Komunikat nr 52 Pracowni Oceny i Wyceny Zasobów Przyrodniczych, Katedry Architektury Krajobrazu SGGW.

stosunkowo rzadko ale na dużych obszarach, podczas gdy obecnie są częstsze, powodowane głównie przez człowieka, ale obejmują powierzchnie niewielkie. Wyjątkiem a zarazem jednym z rekordów pod tym względem był pożar 10 sierpnia 1992 roku na terenie RDLP Piła w Nadleśnictwie Potrzebowice. W ciągu kilku godzin spaliło się ponad 5500 hektarów lasu i tylko dzięki krótkiej, ale bardzo intensywnej ulewie nie doszło do niespotykanej w skali Europy katastrofy. Na terenie objętym pożarem znajdował się około 400-hektarowy obiekt doświadczalny, stanowiący kompleks drzewostanów sosnowych o różnym wieku, rosnących na ubogich glebach piaszczystych siedliska boru świeżego. Zbierano tam materiały do tematu "Badanie możliwości sterowania dynamiką liczebności populacji ważniejszych szkodników leśnych w biocenozach borów sosnowych przy użyciu metod hylotechnicznych" [15]. W ramach jego realizacji obserwowano między innymi biegaczowate, śledząc od 1989 roku ich skład gatunkowy, występowanie ilościowe oraz dynamikę zmian liczebności poszczególnych gatunków. Zaistniały pożar przerwał obserwacje, stwarzając równocześnie wspaniały eksperyment i idealne warunki do opisu zmian zachodzących w biegaczowatych po spaleniu drzewostanów. Powstała niepowtarzalna możliwość sprawdzenia sugerowanej przez Szyszko [9, 10, 12] sugestii, że stopień destrukcji biegaczowatych przez ten sam czynnik niszczący zależy od stanu rozwoju tej fauny. Im wyższy stan rozwoju, tym większe zmiany destrukcyjne.

Metodyka

W latach 1989-1991 obserwacjami objęto kompleks drzewostanów Nadleśnictwa Potrzebowice obejmujących wydzielania 231bcdfg, 232bc, 233bcdf, 234b, 235bcd, 236bc, 237bc, 238bc, 272abcd, 273ac, 274ag, 276a (ryc. 1). Były to jednogatunkowe drzewostany sosnowe siedliska boru świeżego i boru mieszanego świeżego różniące się wiekiem, zadrzewieniem i klasą bonitacji (tab. 1). W każdym z wymienionych wydzieleni istniało minimum jedno stanowisko badawcze, na którym funkcjonowała powierzchniowa pułapka chwytana STN [11], której konstrukcja zezwalała na odłów biegaczowatych przez okres kilku miesięcy. W każdym roku obserwacji pułapki chwytne zakładano około 15 maja i likwidowano je około 15 września. Podobnie w roku 1992 pułapki założono 15 maja. Już 15 sierpnia, a więc w 5 dni po pożarze, odszukano je z wielkim trudem w terenie. Zebrano znajdujące się tam pojemniki z odłowionymi biegaczowatymi i zainstalowano nowe pułapki, które funkcjonowały do 15 października tegoż roku. W roku 1993 pułapki założono również 15 sierpnia i funkcjonowały one, podobnie jak w roku poprzednim do 15 października. Zebrane materiały z pułapek przewożono do pracowni, gdzie segregowano je i oznaczano gatunki wszystkich biegaczowatych. Występowanie ilościowe biegaczowatych scharakteryzowano za pomocą łowności, którą wyliczano dzieląc liczbę odłowionych osobników przez liczbę miesięcy w których je odławiano. Każdy miesiąc odłowu w jedną pułapkę traktowano jako jedną próbę. Wyliczenia tego dokonano dla okresów 1989-1991, 15.05-15.08.1992, 16.08-15.10.1992 oraz 16.08-15.10.1993 dla wszystkich biegaczowatych łącznie i poszczególnych gatunków, zarówno dla całego obiektu doświadczalnego jak i poszczególnych stanowisk badawczych. Dla tych samych okresów zarówno dla całego obiektu doświadczalnego jak i poszczególnych stanowisk badawczych wyliczono wartość średniej biomasy osobniczej biegaczowatych (SBO) w mg: Liczono ją jako iloraz odłowionej biomasy i liczby odłowionych osobników zgodnie z metodyką podaną w pracy Szyszko



RYC. 1. Mapa obiektu doświadczalnego w Nadlesnictwie Potrzebowice z oznaczeniem wartości średniej biomasy osobniczej SBO w μg przed pożarem na poszczególnych stanowiskach badawczych. 1: do 99 μg . 2: 100-149 mg, 3: 150-199 μg , 4: 200-249 μg , 5: więcej niż 250 μg

TABELA 1

Krótką charakterystyką spalonych drzewostanów obiektu badawczego na terenie nadleśnictwa Potrzebowice z uwzględnieniem liczby stanowisk badawczych (A) (z pracy Szyszko 1993)

Oddz. pododdz.	Typ siedliskowy	Wiek drzew. w 1990 r.	Pow. drzew. [ha]	Zadrze- wienie	Klasa bonitacji	A
231b	Bśw	65	1,34	0,8	III	1
231c	Bśw	75	14,04	0,6	III	2
231d	Bśw	65	3,84	0,8	III	1
231f	Bśw	65	1,94	0,8	III	1
231g	Bśw	67	5,57	0,7	III,5	1
232b	Bśw	55	24,67	0,8	III,5	2
232c	Bśw	90	1,94	0,6	III,5	1
233b	Bśw	60	18,73	0,8	III,5	2
233c	Bśw	65	7,34	0,8	III,5	1
233d	Bśw	50	1,00	1,0	III,5	1
233f	Bśw	85	1,60	0,7	III,5	1
234b	Bśw	60	25,61	0,8	III,5	1
234c	Bśw	16	0,63	1,0	III	1
235b	Bśw	16	6,91	1,0	III	1
235c	Bśw	9	5,65	0,9	III	1
235d	Bśw	61	14,21	0,8	III,5	1
235d	Bśw	2	-	-	-	1
236b	Bśw	60	4,68	0,7	III	1
236c	Bśw	70	20,95	0,8	IV	1
237b	Bśw	65	22,93	0,7	II,5	2
237c	Bśw	81	2,40	0,7	III,5	1
238b	Bśw	61	25,36	0,8	III,5	2
238c	Bśw	85	2,08	0,6	IV	1
272a	Bśw	60	4,28	0,6	III,5	1
272b	Bśw	31	2,46	0,9	II,5	1
272c	Bśw	100	3,58	0,6	III,5	1
272d	Bśw	60	13,05	0,8	II,5	1
273a	Bśw	60	20,02	0,8	III	2
273c	BMśw	60	8,02	0,8	II,5	1
274a	Bśw	60	22,61	0,9	III	1
274g	BMśw	60	5,92	0,8	II,5	1
275a	Bśw	60	14,22	0,9	III,5	1
276a	Bśw	60	25,79	0,8	III,5	2

[12]. Wskaźnik ten, zgodnie z pracami Szyszko [12] i Szyszko i in. [16] przyjęto jako miarę stanu rozwoju fauny. Im większa wartość SBO w mg, tym bardziej zaawansowana w rozwoju fauna i cała biocenoza. Różnice między wartością SBO uzyskaną na tych samych stanowiskach badawczych, dla materiałów zebranych w okresie przed pożarem i po pożarze, przyjęto jako wskaźnik destrukcji fauny tych stanowisk. Z uwagi na małą liczbę odławianych osobników po pożarze, wskaźnik ten wyliczano i poddano dalszej analizie tylko dla tych stanowisk, na których odłowiono więcej niż pięć osobników.

W rozpatrywanych okresach obserwacji, charakterystyki biegaczowatych dokonano także na podstawie składu gatunkowego oraz struktury występowania ilościowego, wyróżniając gatunek dominujący, gatunki pomocnicze oraz gatunki towarzyszące. Gatunkiem dominującym nazwano najliczniej odłowiony. Do gatunków pomocniczych zaliczono te, których procentowy udział odłowionych osobników był mniejszy od gatunku dominującego a większy od 5%. Wszystkie gatunki pozostałe, a więc te, których udział odłowionych osobników w liczbie odłowionych osobników wszystkich biegaczowatych był mniejszy od 5%. Celem określenia wpływu pożaru na biegaczowate z drzewostanów różniących się wiekiem, szczegółowej analizie poddano materiały zebrane na stanowiskach badawczych w poszczególnych grupach wiekowych drzewostanów a mianowicie 1-10, 11-20, 31-50, 51-60, 61-70 i starsze.

Wyniki

Ogółem w całym okresie obserwacji zebrano 608 prób (608 pułapko-miesiące) i odłowiono 12 271 osobników biegaczowatych należących do 35 gatunków (tab. 2). W stosunku do części zebranych prób można było jedynie ustalić rok i okres obserwacji (zniszczone napisy na pojemnikach po przewiezieniu do pracowni) i materiały te zdecydowano się włączyć jedynie do ogólnej charakterystyki fauny w poszczególnych okresach. W latach 1989-1991 w 388 próbach wykazano łącznie 10167 osobników i 23 gatunki. Średnia łowność próby pułapkowej wyniosła 26,2 osobnika, a wartość SBO tej próby równa była 185,2 µg. Najliczniej odławianym (dominującym) okazał się być *Pterostichus oblongopunctatus*, a kolejne miejsca według malejącego udziału zajęły: *Pterostichus niger* (19,6%), *Calathus micropterus* (18,6%), *Carabus violaceus* (15,3%) oraz *Leistus ferrugineus* (14,2%). Gatunków towarzyszących było 18 (tab. 2).

W roku 1992 w okresie od 15 maja do momentu pożaru a dokładnie do 15 sierpnia w 96 próbach odłowiono łącznie 1509 osobników należących do 19 gatunków (tab. 2). Średnia łowność próby pułapkowej wyniosła 15,7 osobnika, a wartość SBO tej próby 139,9 µg. Dominującym gatunkiem był *Leistus ferrugineus* (32,3%), do pomocniczych należało zaliczyć kolejno: *Pterostichus oblongopunctatus* (22,3%), *Calathus micropterus* (14,8%), *Carabus violaceus* (11,3%) oraz *Pterostichus niger* (6,9%) a gatunków towarzyszących było 13.

Dla całego materiału zebranego od roku 1989 do momentu pożaru, a dokładnie do 15 sierpnia 1992 r., zaobserwowano duże zróżnicowanie pod względem wartości SBO między poszczególnymi stanowiskami badawczymi (ryc. 1). Najmniejszą jej wartość wykazano na stanowisku w wydzielaniu 235c (57 mg), a największą na stanowisku badawczym w drzewostanie 238c (294 mg) (tab. 3, ryc. 1). Mimo, iż poddane obserwacjom drzewostany

TABELA 2

Charakterystyka występowania biegaczowatych na terenie obiektu badawczego w Nadleśnictwie Potrzebowice z uwzględnieniem liczby i biomasy odłowionych osobników w latach 1989-1991 (A) do momentu pożaru w roku 1992 (B) oraz po pożarze w roku 1992 (C) i 1993 (D)

Gatunek	Biomasa indywid. [mg]	Liczba odłowionych osobników [szt.]				Biomasa odłowionych osobników [µg]			
		A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Cicindela sylvatica</i> (L.)	185	2				370			
<i>Calosoma sycophanta</i> (L.)	600	6				3600			
<i>Carabus coriaceus</i> L.	1742	1	1			1742	1742		
<i>Carabus violaceus</i> L.	750	1559	171	1		1169250	128250	750	
<i>Carabus arcensis</i> Herbst	219	119	74			26061	16206		
<i>Carabus nemoralis</i> O.F. Müller	400	1				400			
<i>Leistus rufomarginatus</i> (Duft.)	36	36				1296			
<i>Leistus ferrugineus</i> (L.)	25	1474	488	8		36850	12200	200	
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabr.)	76	1				76			
<i>Nothophilus aquaticus</i> (L.)	7			3					21
<i>Nothophilus biguttatus</i> (Fabr.)	7	1		2	5	7	27	14	35
<i>Loricera caerulescens</i> (L.)	27		1						
<i>Brosicus cephalotes</i> (L.)					1				281
<i>Miscodera arctica</i> (Payk.)	19		1				19		
<i>Amara brunnea</i> (Gyll.)	13	6	3			78	39		
<i>Amara equestris</i> (Duft.)	61				1				61
<i>Pterostichus caerulescens</i> (L.)	56			3				168	
<i>Pterostichus virens</i> (O.F. Mull.)	84	21		2	2	1764	36	168	168
<i>Pterostichus angustatus</i> (Duft.)	36	17	1	4	299	612	144	10764	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabr.)	57	2793	336	28	2	159201	19152	1596	114

cd. tabeli 2 na następnej stronie

Gatunek	Biomasa indywid. [mg]	Liczba odłowionych osobników [szt.]				Biomasa odłowionych osobników [mg]			
		A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Pterostichus niger</i> (Schall.)	220	1997	105	6	4	439340	23100	1320	880
<i>Pterostichus vulgaris</i> (L.)	134	8				1072			
<i>Calathus ambiguus</i> (Payk.)	45				1				45
<i>Calathus erratus</i> (C.R. Sahlb.)	46	126	51	113	55	5796	2346	5198	2530
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze)	76		6			456			
<i>Calathus melanocephalus</i> (L.)	19	79	11	6	1	1501	209	114	19
<i>Calathus micropterus</i> (Duft.)	19	1887	223	35	2	35853	4237	665	38
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer)	126	2			2	252			252
<i>Harpalus fuliginosus</i> (Duft.)	61	2				122			
<i>Harpalus latus</i> (L.)	45	3	1			135	45		
<i>Harpalus rufitarsis</i> (Duft.)	41	16	1		1	656	41		41
<i>Harpalus smaragdinus</i> (Duft.)	46	1	3		3	46	138		138
<i>Dromius quadraticollis</i> A. Mor.	13	1				13			
<i>Cymindis axillaris</i> (Fabr.)	27				1				27
<i>Cymindis varporariorum</i> (L.)	27	17	25	2		459	675	54	
Liczba odłowionych osobników		10167	1509	212	383				
Liczba odłowionych gatunków		23	19	14	16				
Liczba prób (pułapko-miesięcy)		388	96	70	54				
Średnia łowność próby		26,2	15,7	3,0	7,1				
Odlowiona biomasa w mg						1882506	211146	12209	15414
Średnia biomasa osobnicza SBO w mg						185,2	139,9	57,6	40,2

różniły się typem siedliskowym lasu, zadrzewieniem i klasą bonitacji, wykazano podobnie jak w pracach Szyszko (1990), Szyszko i in. (2000) istotną zależność między wiekiem drzewostanu a wartością średniej biomasy osobniczej SBO (ryc. 2). Im starszy wiek drzewostanu tym większa wartość SBO w mg.

Podczas dwóch miesięcy po pożarze, czyli od 15 sierpnia do 15 października 1992 roku, w 70 próbach wykazano 212 osobników i 14 gatunków biegaczowatych (tab. 2). Średnia łowność próby pułapkowej wyniosła 3,0 osobnika a wartość SBO tej próby równa była 57,6 μg (tab. 2). Dominującym gatunkiem okazał się być *Calathus erratus* (53,3%), a do gatunków pomocniczych należało zaliczyć *Calathus micropterus* (16,5%) i *Pterostichus oblongopunctatus* (13,2%). Wykazano dwa gatunki nie stwierdzone w poprzednim okresie obserwacji i były to *Nebria brevicollis* i *Pterostichus caerulescens*.

W roku 1993, podczas ostatniego okresu obserwacji, którym był również czas między 15 sierpnia a 15 października, w 54 próbach pułpkowych wykazano 383 osobniki biegaczowatych należące do 16 gatunków (tab. 2). Średnia łowność próby pułpkowej wyniosła 7,1 osobnika a wartość SBO tej próby 40,2 μg (tab. 2). Zdecydowanym dominantem okazał się być *Pterostichus angustatus* (78,1%). Wykazano zaledwie jeden gatunek pomocniczy i był nim *Calathus erratus*. Gatunków towarzyszących było 14. Do nie wykazanych do tej pory gatunków należały: *Nothiophilus aquaticus*, *Broscus cephalotes*, *Amara equestris*, *Calathus ambiguus* i *Cymindis axillaris*.

Podsumowując należy stwierdzić, że zaobserwowano ogromne różnice między biegaczowatymi obiektu badawczego sprzed i po pożarze. Zmniejszyła się drastycznie łowność próby pułpkowej z 26,2 osobnika w latach 1989-1991 i 19,9 osobnika w roku 1992 przed pożarem, do 3,0 osobnika w roku 1992 i 7,1 w roku 1993 po pożarze. W tym to drugim okresie, w wypadku braku pożaru, łowność powinna być zdecydowanie większa i prawdopodobnie osiągnęłaby ona poziom z lat 1989-1991. Tak by prawdopodobnie nastąpiło ze względu na liczne występowanie w tym obiekcie takich gatunków jesiennego typu rozwoju [7] jak *Carabus violaceus* i *Pterostichus niger*, aktywnych w sierpniu i wrześniu.

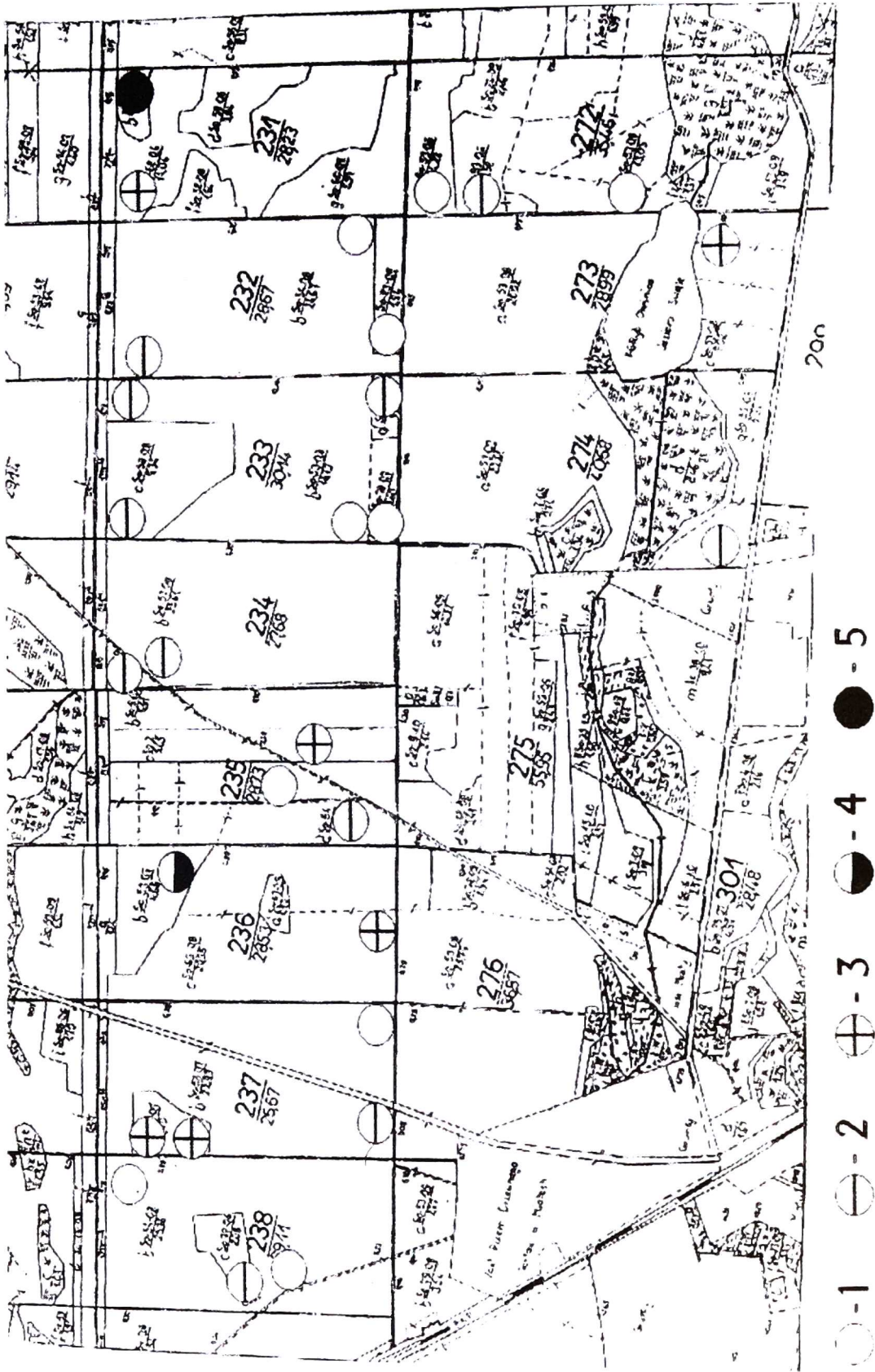
Po pożarze zdecydowanie zmniejszyła się również wartość SBO. Wynosiła ona 185,2 mg w latach 1989-1991, była mniejsza z tych samych powodów co przy łowności przed pożarem w roku 1992 (139,9 mg), malejąc wyraźnie po pożarze w tym roku (57,6 mg), osiągając najmniejszą wartość w roku 1993 (40,2 mg). Na poszczególnych stanowiskach badawczych wartość SBO po pożarze zawsze była mniejsza w porównaniu z okresem przed pożarem (tab. 3, ryc. 2, 3) i wykazała stosunkowo małe zróżnicowanie. Zawarta była w przedziale od 29 μg w wydzielaniu 238b do 80 μg w wydzielaniu 231b (tab. 3, ryc. 3). Wykazano natomiast duże zróżnicowanie w stopniu destrukcji (różnicą w wartości SBO przed i po pożarze) między poszczególnymi stanowiskami badawczymi (tab. 3). Największy stopień destrukcji (235 μg) wykazano w wydzielaniu 273a i najmniejszy (4 μg) w wydzielaniu 235c (tab. 3). Zaobserwowano zależność między stanem rozwoju biegaczowatych (wielkością SBO) przed pożarem a stopniem destrukcji biegaczowatych (różnicą między wartością SBO przed i po pożarze) (ryc. 4). Im wyższy stan rozwoju fauny przed pożarem, tym większy stopień destrukcji po pożarze. Podobną zależność zaobserwowano w odniesieniu do wieku drzewostanu. Im starszy drzewostan uległ spaleni, tym większy stopień destrukcji fauny (większe różnice w wartości SBO przed i po pożarze) (ryc. 5).

TABELA 3

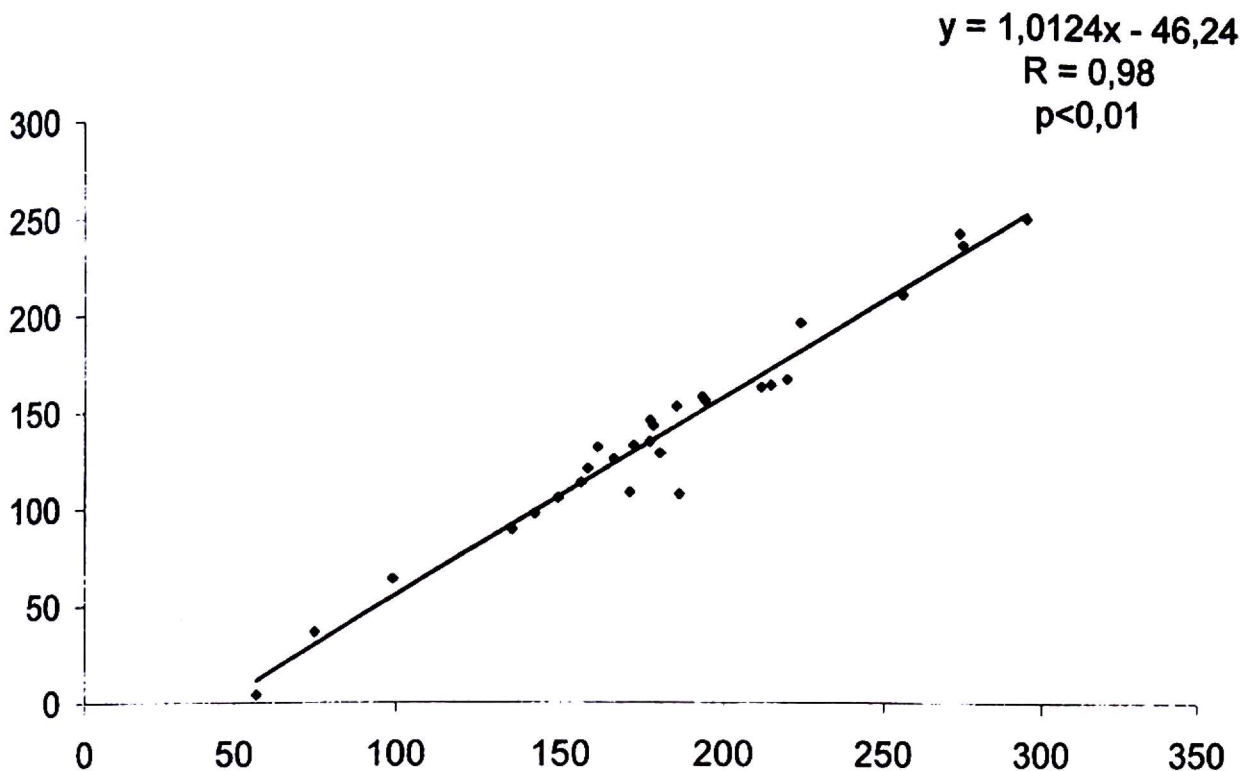
Biomasa odłowionych osobników, liczba odłowionych osobników oraz średnia biomasa osobnicza biegaczowatych SBO przed pożarem (A), po pożarze w roku 1992 (B) i w roku 1993 (C) oraz łącznie dla okresu po pożarze (B+C) na tle destrukcji liczonej jako różnica między wartością SBO przed i po pożarze na poszczególnych stanowiskach badawczych obiektu badawczego w Potrzebowicach

Stanowisko badawcze	Biomasa odłowionych osobników [µg]			Liczba odłowionych osobników			Średnia biomasa osobnicza SBO [µg]			Destrukcja [µg]
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
231b	57837	482	482	311	6	6	186	80	80	106
231c1	61250	475	475	340	9	9	180	53	53	127
231c2	68808			325			212			
231d	29662	65	65	161	2	2	184	32	32	
231f	46247	76	76	284	2	2	163	38	38	
231g	77880	217	217	537	5	5	145	43	43	
232b1	116830		237	602		6	194	36	40	154
232b2	36216	526	108	188	14	3	193	38	39	156
232c	69605		1800	703		50	99		36	63
233b1	32834	598	153	339	13	4	156	46	38	112
233b2	37264	141	187	211	4	6	177	35	31	144
233c	56019	742		394	16		142	46		96
233d	105727	368	216	637	8	6	166	46	36	124
233f	92997	141	1512	503	5	42	185	28	36	151
234b	42444	76	211	247	2	5	172	58	42	131
234c	31538	322	144	466	7	4	120	46	36	78
235b	11658	92		78	2		149	46		46
235c	3801	644	523	1167	14	8	57	46	65	4
235d	18945	431	1531	1962	119	13	149	33	49	104
235d2	52221	184	643	827	350	4	75	46	38	36

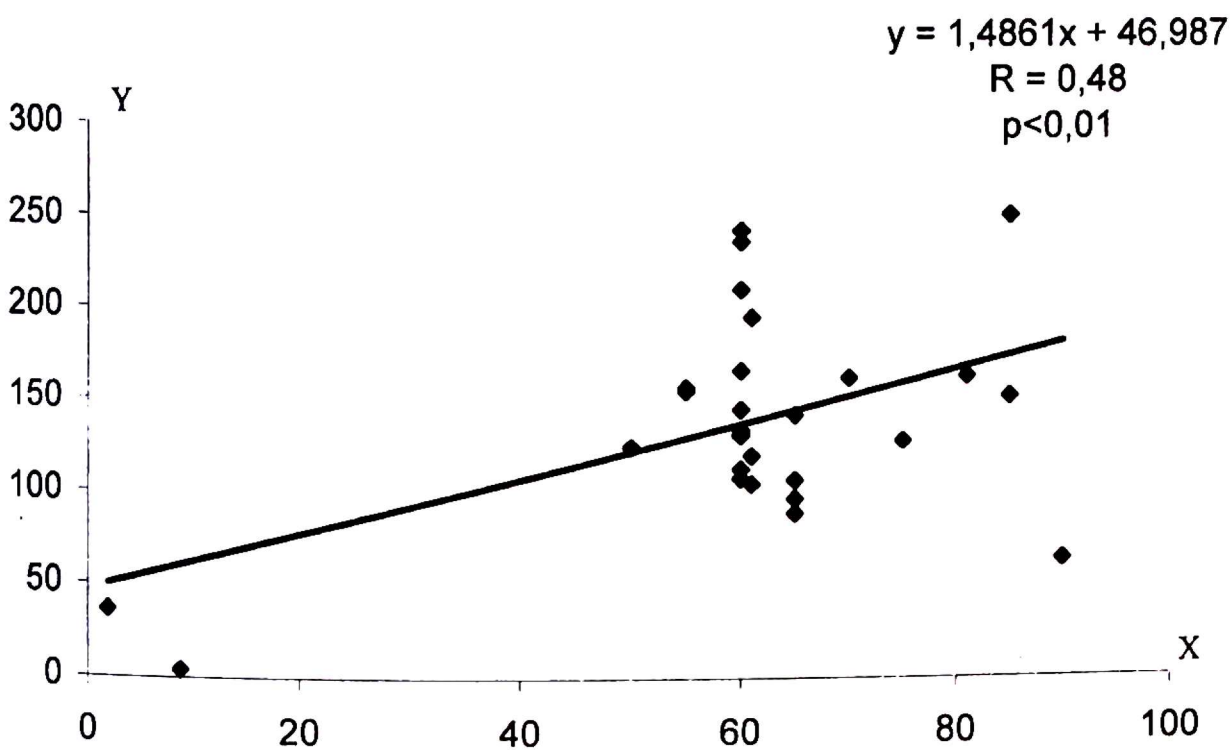
cd. tabeli 3 na następnej stronie



RYC. 3. Mapa obiektu doświadczalnego w Nadleśnictwie Potrzebówice z zaznaczeniem wartości średniej biomasy osobniczej SBO w μg po pożarze na poszczególnych stanowiskach badawczych. 1: do 39 μg . 2: 40-49 μg . 3: 50-59 μg . 4: 60-79 μg . 5: 80 i więcej μg



RYC. 4. Zależność między średnią biomasa osobniczą biegaczowatych (SBO) przed pożarem (x) a stopniem destrukcji biegaczowatych (różnica w SBO przed i po pożarze) (y) dla trzydziestu stanowisk badawczych, gdzie po pożarze w latach 1992-1993 odłowiono minimum pięć osobników



RYC. 5. Zależność między wiekiem drzewostanu (x) a stopniem destrukcji biegaczowatych (różnica w średniej biomase osobniczej przed i po pożarze) (y) dla trzydziestu stanowisk badawczych, gdzie po pożarze w latach 1992-1993 odłowiono minimum pięć osobników

TABELA 4

Łowność próby pułapkowej liczniejszych gatunków biegaczowatych na terenie obiektu badawczego Potrzebowice w latach 1989-1991 (A), przed pożarem w roku 1992 (B) oraz po pożarze w roku 1992 (C) i w roku 1993 (D)

Gatunek	A	B	C	D
<i>Carabus violaceus</i>	4,01	1,78	+	-
<i>Carabus arcensis</i>	0,31	0,77	-	-
<i>Leistus ferrugineus</i>	3,80	5,08	0,11	-
<i>Pterostichus angustatus</i>	0,04	+	0,06	5,54
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	7,20	3,50	0,40	0,04
<i>Pterostichus niger</i>	5,15	1,09	0,09	0,07
<i>Calathus erratus</i>	0,32	0,53	1,61	1,02
<i>Calathus melanocephalus</i>	0,20	0,11	0,09	+
<i>Calathus micropterus</i>	4,86	2,32	0,50	+
<i>Cymindis varporariorum</i>	0,04	0,26	0,03	+

różniących się wiekiem, zadrzewieniem, siedliskiem i bonitacją po raz kolejny potwierdziło, że wraz ze wzrostem wieku drzewostanów wzrasta ta syntetyczna charakterystyka. Im starszy drzewostan, tym większa wartość SBO. Stwierdzone z kolei zależności między wartością SBO przed pożarem a stopniem destrukcji po pożarze oraz między wiekiem spalonego drzewostanu a stopniem destrukcji po pożarze sugeruje, że im większa wartość SBO, a tym samym im starszy drzewostan, tym większy stopień destrukcji, potwierdzają wcześniej uzyskane dane [8, 9, 10, 12] sugerujące, że im wyższy stan rozwoju fauny a więc i całych biocenoz, tym głębsze zmiany destrukcyjne w tych biocenozach powodowane samym czynnikiem niszczącym. Na bazie zebranych materiałów, przyczyny tego zjawiska są łatwe do wytłumaczenia. Pożar eliminował bowiem gatunki charakterystyczne dla zaawansowanych stadiów sukcesji o dużych rozmiarach ciała. Przeżywały natomiast i zaczęły zwiększać swoją liczebność gatunki o małych rozmiarach ciała, charakterystyczne dla wczesnych stadiów sukcesyjnych. Stwierdzone zależności nabierają szczególnej wagi w świetle prac Szyszko [10, 12, 13, 14] sugerujących, że tempo regeneracji po zalesieniu będzie również szybsze tam gdzie był większy stopień destrukcji. Inaczej mówiąc, po zalesieniu pożarzyska, wzrost wartości SBO, a więc powrót gatunków leśnych o dużych rozmiarach ciała, szybciej będzie następował tam gdzie przed pożarem była również większa wartość SBO. Twierdząc, że wartość SBO jest dobrym wskaźnikiem żyzności gleb, Szyszko [13] sugeruje, iż będą również istniały możliwości manipulacji przyszłymi drzewostanami (zwarciem, składem gatunkowym) celem przyspieszenia tempa regeneracji przez wykorzystanie nagromadzonej i spalonej substancji organicznej. Nie ulega wątpliwości, że pożar stymuluje procesy mineralizacji i przyspiesza obieg substancji organicznej w środowisku leśnym [17]. Na ubogich glebach piaszczystych, a miało to miejsce na terenie Nadleśnictwa Potrzebowice, brak szaty roślinnej po pożarze powinien stymulować ten proces a intensywne wymywanie powinno prowadzić do zubożenia tych gleb. Z tych też powodów postulowano jak najszybsze odtworzenie szaty roślinnej [13]. Sugerowano także

dążenie do gęstej więźby, celem szybkiego przechwycenia powstałych związków mineralnych i włączenia ich w obieg w nowo nagromadzonej substancji organicznej. Z tych też względów, nie spodziewając się szybkiego zalesienia tak wielkiej powierzchni (ponad 5,5 tys. ha), sugerowano wcześniejsze zalesianie tych powierzchni, na których było nagromadzenie większej ilości substancji organicznej przed pożarem, a więc powierzchni po drzewostanach starszych. Z jednej strony chodziło tu o szybsze przechwycenie zmineralizowanej substancji organicznej, a z drugiej, spodziewając się szybszego tempa regeneracji, stworzenie warunków do szybszego wprowadzenia do założonych tam drzewostanów sosnowych takich gatunków liściastych jak dąb i buk. Spodziewając się różnego tempa regeneracji po zalesieniu, postulowano również o śledzenie zmian regeneracyjnych w środowisku glebowym różnicowanie w przyszłości zabiegów hodowlanych, w tym czyszczeń wczesnych, sugerując, iż rozluźnienie więźby powinno szybciej mieć miejsce w młodnikach i tyczkownikach rosnących na miejscu spalonych starszych drzewostanów, przy równoczesnej próbie ich przebudowy przez wprowadzanie tam gatunków liściastych. Z uwagi na spodziewane wolniejsze tempo regeneracji powierzchni po spalonych uprawach i młodnikach, celem wzbogacenia tych gleb, postulowano jako zasadę przyjąć pozostawianie całej masy drzew na miejscu.

Minęło dziewięć lat od powstania pożaru. Istnieje więc dobra pora ku temu aby przedstawione tutaj hipotezy poddać sprawdzeniu i wydaje się mieć to sens zarówno z teoretycznego jak i praktycznego punktu widzenia.

Pożar w Potrzebowicach był swoistym rekordem z uwagi na powierzchnię, tempo jego rozprzestrzenienia jak i sposób zakończenia. Był również rekordem zarówno pod względem organizacji prac związanych z odnowieniem jak i jakością tych prac. Już wiosną 1995 roku cała powierzchnia uległa odnowieniu, a każde z wydzieleń ma pełną dokumentację zarówno stanu przed pożarem jak i po odnowieniu. Sporządzona dokumentacja to ewenement w skali światowej pozwalający na prowadzenie badań, w tym wdrożeniowych, przez wiele lat. Za ten rekord, za taką pracę, wszystkim tym którzy się do tego przyczynili, serdecznie dziękuję.

*Pracownia Oceny i Wyceny Zasobów Przyrodniczych
Katedra Architektury Krajobrazu SGGW
ul. Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa*

Literatura

1. **Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J.** (1973, 1974): Chrząszcze - *Coleoptera*, Biegaczowate, W: Katalog Fauny Polski, cz. XXIII, t. 2, 3.
2. **Cancelado R., Yonke T.R.** 1970: Effect of prairie burning on insect populations. *J. Can. Ent. Soc.* 43: 274-281.
3. **Gillon D.** 1972: The effect of bush fire on the principal pentatomid bugs (*Hemiptera*) of an Ivory Coast savanna. *Proc. Tall Timbers Fire Ecol. Conf.* 11: 377-417.

4. **Goldmamer J., Page H.** 1998: Use of prescribed fire in forestry, nature conservation and landscape management of the Baltic Region. W: Pierwsza Bałtycka Konferencja nt. Pożarów Lasu. LeGraph. Warszawa: 59-76.
5. **Harris D.L., Whitcomb W.H.** 1974: Effects of fire on populations of certain species of ground beetles (*Coleoptera, Carabidae*). Flor. Entomol.. 57: 97-103.
6. **Karlikowski T.** 1979: Wpływ pożarów na środowisko leśne. I Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych. Wyd. SGGW-AR, Warszawa: 47-54.
7. **Larsson S.G.** 1939: Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der danischen Carabiden. Ent. Meddr. 20: 277-560.
8. **Skłodowski J.** 1994: Wpływ pożarów o różnej intensywności na zgrupowania biegaczowatych (*Coleoptera, Carabidae*) zamieszkujących drzewostany sosnowe w różnym wieku. Sylwan 12: 131-144.
9. **Szyszko J.** 1980: Wpływ pożarów przyziemnych o różnej intensywności na faunę epigeiczną ze szczególnym uwzględnieniem *Carabidae*. W: Sprawozdanie końcowe z tematu "Wpływ pożarów na kształtowanie entomocenoz" (maszynopis). Instytut Ochrony Lasu i Drewna SGGW-AR - Instytut Badawczy Leśnictwa. Warszawa.
10. **Szyszko J.** 1983: State of *Carabidae* (*Col.*) fauna in fresh pine forest and tentative valorisation of this environment. Treat and Monogr. 28: 1-80.
11. **Szyszko J.** 1985: STN – efektywna pułapka do odłowu epigeicznych *Carabidae* w środowisku leśnym. Wyd. Kom. Biol. Gleb. PTG.
12. **Szyszko J.** 1990: Planning of prophylaxis in the threatmented pine forest biocenoses based on analysis of the fauna of epigeic *Carabidae*. Warsaw of Agricultural Univ. Press.
13. **Szyszko J.** (1993): Destrukcja i regeneracja *Carabidae* na pożarzysku w Potrzebowicach w zależności od spalonego drzewostanu (maszynopis). Katedra Zoologii SGGW – Instytut Badawczy Leśnictwa.
14. **Szyszko J.** 1995: Wpływ pożarów w drzewostanach o różnym wieku na tempo regeneracji biegaczowatych (*Carabidae, Col.*) po zalesieniu pożarzysk. Sylwan 6: 15-22.
15. **Szyszko J., Szczęsny R.** 1993: Badanie możliwości sterowania dynamiką liczebności populacji ważniejszych szkodników leśnych w biocenozach borów sosnowych przy użyciu metod hylotechnicznych. Sprawozdanie z tematu badawczego NCR-416. Maszynopis IBL-SGGW.
16. **Szyszko J., Vermeulen H., Klimaszewski K., Abs M., Schwer A.** 2000: Mean Individual Biomass (MIB) of *Carabidae* as an indicator of the state of the environment. In: Natural History and Applied Ecology of Carabid Beetles edited by: P. Brandmayr, G. Lovei, A. Casale and A. Vigna Taglianti.: 289-294.
17. **Woodmanse R., Wallach L.** 1981: Effect of fire on biochemical cycles. In: Fire Regimes and Ecosystem Properties. Proc. of the Conference MAB. WO-26: 379-400.

Summary

The impact of forest fire on carabids (*Carabidae*, *Col.*) on the example of a post-fire site in Potrzebowice

The relationship between the developmental stage and extent of destruction

The 1993 fire in the Potrzebowice Forest District covered an area of 5 500 ha of pine forests of different age, growing on poor sandy soils. Observations of the abundance of the epigeic carabids using surface traps were started in 1988 in the study site of 400 ha located in pine forests and ended in 1993. The materials were collected immediately after the fire and observations were started again using the same method. During the whole study period 608 samples were taken (608 trap-months) and 12271 carabid specimens of 35 species were caught. Great differences were found between carabids before and after the fire. The catches and their mean individual biomass (SBO) in the traps reduced drastically from 26.2 specimens (185.2 mg) in the years 1989-1991 and 19.9 specimens (139.9 mg) in 1992 before the fire to 3.0 specimens (57.6 mg) in 1992 and 7.1 specimens (40.2 mg) in 1993 after the fire. A significant correlation was found between the fauna development measured with SBO in the stand before the fire and the extent of destruction (measured with the difference in SBO before and after the fire). The higher was the SBO value in the burnt stand the greater was the fauna destruction (greater differences in SBO before and after the fire). Similar relationships were found for the stand age. The older was the burnt stand the greater extent of destruction. The reason of this was a complete destruction of forest species typical for the late succession stages such as the *Carabus* and *Leistus* beetles, as well as *Pterostichus oblongopunctatus* and *P. niger*, however, the fire did not eliminate the eurytopic species such as *Calathus erratus*. It caused an increase in the number of the species typical for the burnt sites such as *P. angustatus*.