

**JAROSŁAW SKŁODOWSKI, PAWEŁ ZDZIOCH**

## Wpływ czyszczeń późnych i trzebieży wczesnych na skład i strukturę zgrupowań biegaczowatych zamieszkujących drzewostany sosnowe

The effect of late cleanings and early thinnings on the composition and structure of carabid assemblages of inhabiting pine forest

### ABSTRACT

The effect of late cleanings and early thinnings on carabid assemblages in a stand was established one year and three years following the treatment. Cuttings have caused changes in the composition of the main carabid species. The number of the representatives of the xerophilous, Palaearctic and Holarctic species has declined while the share of individuals of the autumn development type and of forest species has increased. Following the cuttings the SCP index and the Mean Individual Biomass have attained higher values. The results suggest that tending cuttings in the stand have a favourable effect on the carabid assemblages.

### KEY WORDS

Carabidae, assemblage structure, SBO, MIB, late cleanings, early thinnings

### Wstęp

Badania nad zgrupowaniami biegaczowatych borów sosnowych Polski prowadzone są w Katedrze Ochrony Lasu i Ekologii SSGW już od ponad 40 lat. Opisano skład i strukturę zgrupowań biegaczowatych borów sosnowych Polski w rozwojowym cyklu drzewostanów sosnowych, rosnących na gruntach leśnych i porolnych (Szujceki i inni 1983, Szyszko 1983), a także zmiany jakie zaszły w ciągu ostatnich 20 lat w składzie i strukturze zgrupowań biegaczowatych borów sosnowych [Skłodowski 1999 a].

Rozpoznano wpływ jaki na zgrupowania biegaczowatych wywierają silne zaburzenia, takie jak zręby zupełne [Szyszko 1983, 1997, Skłodowski 1995 a, 2002] i pożary drzewostanów [Skłodowski, 1994, 1995 a]. Zwrócono uwagę na możliwość ograniczenia zaburzeń związanych ze zrębami, zmniejszając ich szerokość [Skłodowski 2002], stosując gniazda [Flis i Skłodowski 1998, Skłodowski 2002] oraz pozostawiając na zrębach wyspy starodrzewów [Skłodowski 1999, 2002].

Opisano strukturę zgrupowań biegaczowatych ekotonów leśno-polnych, jak i przemieszczanie się w ich obrębie niektórych gatunków [Skłodowski 1995 d, 1997b, 1999 b]. Zbadano wpływ wielkości śródpolnych wysp leśnych na strukturę zgrupowań biegaczowatych [Skłodowski i Porowski 2000]. Ponadto zbadano wpływ niektórych stresorów na zgrupowanie biega-

#### JAROSŁAW SKŁODOWSKI

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii  
SGGW  
ul. Rakowiecka 26/30  
02-528 Warszawa  
e-mail: sklodowski@delta.sggw.waw.pl

#### PAWEŁ ZDZIOCH

ul. Żwirki i Wigury 32  
06-300 Przesnysz  
e-mail: pawelzdziach@hotmail.com

czowatych: stosowania insektycydów [Skłodowski 1995 b, 1996], a także nawożenia, wapnowania i zakwaszania gleby [Skłodowski 1995 c].

Nie zbadano natomiast wpływu słabszych zaburzeń na zgrupowania biegaczowatych, np. zabiegów pielęgnacyjnych drzewostanu. Procesy wymiany nieleśnej fauny biegaczowatych na leśną, najintensywniej zachodzą w drzewostanach 20-40 letnich [Szujewski i inni 1983, Skłodowski 1995 a]. Można przypuścić, że wpływ czyszczeń późnych lub trzebieży wczesnych będzie się wyrażać przyspieszeniem lub opóźnieniem formowania się leśnych zgrupowań biegaczowatych, ponieważ częściowe przerzedzenie koron drzewostanu, powinno doprowadzić do zmian w składzie i strukturze zgrupowań biegaczowatych. Celem pracy, jest zbadanie wpływu czyszczeń późnych i trzebieży wczesnych na rozwój zgrupowań biegaczowatych w drzewostanach sosnowych, a tym samym i ocena wpływu wspomnianych zabiegów na środowisko drzewostanu.

### Miejsce badań i metodyka prac

Badania wykonano w 2001 roku w drzewostanach sosnowych na terenie leśnictwa Wola i Sól, należących do Nadleśnictwa Biłgoraj. Drzewostany o zwarciu umiarkowanym, wzrastały na glebach bielcowych, wytworzonych z piasków luźnych na siedlisku boru świeżego. Za „kontrolne” przyjęto 20-letnie drzewostany przeznaczone do czyszczeń późnych (CPK) oraz 40-letnie do trzebieży wczesnych (TWK). Drzewostany będące rok oraz w 3 lata po zabiegu oznaczono odpowiednio symbolami: (CPK1 i TWK1 oraz CPK3 i TWK3). Warianty powtórzone 3 razy. W każdym powtórzeniu rozstawiono na planie trójkąta równobocznego po 3 pułapki STN (Szyszko 1985). Pułapki przeglądzano od maja do września co 4 tygodnie, pobierając ogółem 216 prób.

Osobniki oznaczano do gatunku, mierzono długość każdego z nich, aby przeliczyć ją na biomasa osobnika według formuły Szujewskiego i innych [1983]. Biegaczowate klasyfikowano według: typu rozwojowego do gatunków wiosennych i jesiennych, specjalizacji pokarmowej do małych zoofagów, dużych zoofagów i hemizoofagów, preferencji środowiskowej do gatunków leśnych, eurytopowych i terenów otwartych, zasięgu występowania do gatunków palearktycznych, holarktycznych i pozostałych oraz preferencji wobec wilgotności środowiska do higrofilii, mezofilii i kserofilii [Burakowski i inni 1973, 1974, Szujewski i inni 1983, Szyszko 1983, Turin 2000, Turin i inni 1977].

W obliczeniach statystycznych wykorzystano pakiet Statistica. Testem Shapiro-Wilka sprawdzano zgodność danych z rozkładem normalnym. Dane opisane rozkładem normalnym porównano testem T dla prób niezależnych, zaś równość wariancji sprawdzono testem Levene'a. Dane, których rozkład odbiegał od normalnego porównywano testem U-Manna Whitneya, którego zastosowanie w części wynikowej oznaczono symbolem „\*”. Dominację gatunków porównano „pudełkowym” 2x2 testem chi-kwadrat. Do prezentacji zmian zachodzących w zgrupowaniach biegaczowatych pod wpływem wykonanych zabiegów użyto model SCP/SBO, oparty na wskaźnikach SCP - Suma Cech Pozytywnych i SBO Średnia Biomasa Osobnicza (Skłodowski 1997 b).

### Wyniki

Podczas badań zловиło się około 1600 osobników biegaczowatych, należących do 21 gatunków (tab.). W dwudziestoletnich drzewostanach kontrolnych łowiło się średnio mniej osobników biegaczowatych w 1 pułapce, niż w drzewostanach średniowiekowych (15,2 vs.36,8;  $p=0,013^*$ ). Nie stwierdzono natomiast istotności różnic pomiędzy średnią liczbą gatunków łowionych

## Tabela

Lista złowionych biegaczowatych

The list of caught carabids

Oznaczenia:

CPK – dwudziestoletni drzewostan kontrolny, przeznaczony do wykonania czyszczeń,

TWK – czterdziestoletnie drzewostany kontrolne przeznaczone do trzebieży wczesnej,

CP1, CP3, TW1, TW3 – drzewostany w 1 i w 3 roku po zabiegu.

Description:

CPK – 20-year-old control stands designed for cleanings,

TWK – 40-year-old control stands designed for early thinning,

CP1, CP3, TW1, TW3 – stands after the first and third year from treatments.

Gatunek	CPK	CP1	CP3	TWK	TW1	TW3
<i>Amara lunicollis</i> (Schiodte, 1837) 1						
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	1	4				
<i>C. molis</i> (Marsham 1802)		1				
<i>Carabus arcensis</i> (Herbst, 1784)	43	51	11	86	66	52
<i>C. hortensis</i> (Linnaeus, 1758)	3	3				
<i>C. violaceus</i> (Linnaeus, 1758)	16	27	36	56	51	64
<i>Cicindela sylvatica</i> (Linnaeus, 1758)	1					
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	7	16	12	21	15	29
<i>Harpalus griseus</i> (Panzer, 1797)			1			
<i>H. quadripunctatus</i> (Dejean, 1829)	1					
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)		1				
<i>Leistus ferrugineus</i> (Linnaeus, 1758)		1				
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1799)			2			
<i>N. germinyi</i> (Fauvel in Grenier, 1863)				1		
<i>Patrobus atrorufus</i> (Stroem, 1768)		1	1			
<i>Pterostichus aethiops</i> (Panzer, 1797)	34	59	70	47	105	46
<i>P. madidus</i> (Fabricius 1775)	1					
<i>P. niger</i> (Schaller, 1783)	1	7	2	1	90	4
<i>P. oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	28	22	37	119	152	60
<i>P. virens</i> (Müll 1776)		1				
<i>P. nigrita</i> (Paykul, 1790)					1	
Liczba osobników	137	194	172	331	480	255
Liczba gatunków	12	13	9	7	7	6

w jednej pułapce w badanych drzewostanach ( $p=0,3^*$ ). Ani czyszczenia późne, ani trzebieże wczesne, nie wpłynęły istotnie na zmianę średniej liczby łowionych osobników czy gatunków biegaczowatych ( $p=0,25-0,76^*$ ).

W pierwszym roku od wykonania czyszczeń późnych wskaźnik dominacji małego leśnego gatunku *P. oblongopunctatus* uległ redukcji z 20% do 11% ( $p=0,013$ ), zaś dużego leśnego *C. arcensis* z 31% do 26% oraz do 6% w roku trzecim ( $p=0,002$ ). W trzecim roku wskaźnik dominacji leśnego *P. aethiops* zwiększył się z 25% do 41% ( $p=0,023$ ), zaś *P. oblongopunctatus* z 11% do 22% ( $p=0,03$ ) i dużego leśnego *C. violaceus* z 14% do 21% (n.i.).

W rok po trzebieży wczesnej wskaźnik dominacji *P. oblongopunctatus* zmniejszył się z 36% do 32% ( $p=0,05$ ) i do 24% w trzecim roku od ich wykonania (n.i.). Wskaźnik dominacji *C. arcensis* po trzebieży uległ redukcji z 26% do 14% ( $p=0,003$ ), ale w trzecim roku wzrósł do 20% ( $p=0,004$ ). Podobnym zmianom ulegał wskaźnik dominacji *C. violaceus*; z 17% do 11% po pierwszym roku ( $p=0,036$ ) i do 25% w trzecim ( $p < 0,001$ ). Wzrost wskaźników dominacji odnotowano w pierwszym roku u *P. niger* z 0% do 19% ( $p < 0,001$ ) oraz w trzecim u dużego leśnego zoofaga *C. caraboides* z 3% do 11% ( $p < 0,001$ ).

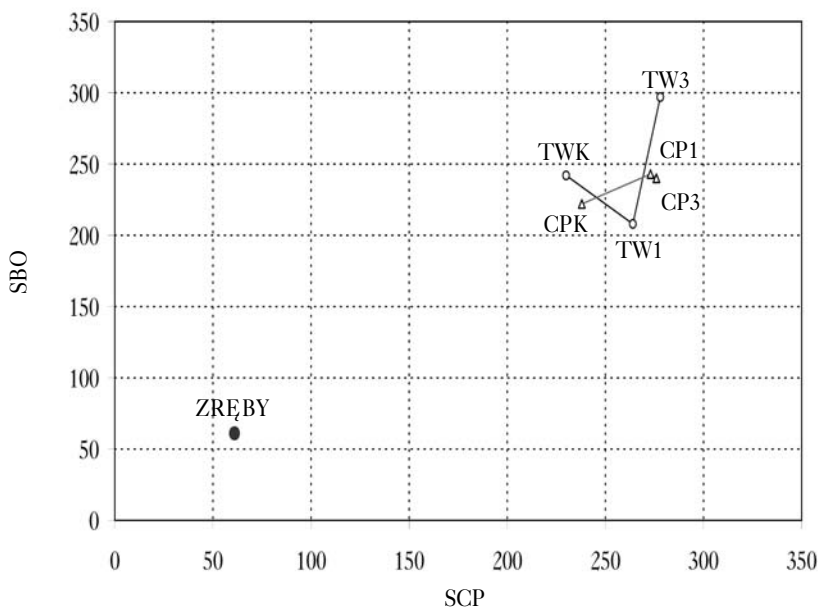
W pierwszym roku po trzebieży zanotowano wzrost udziału osobników gatunków jesienno-rozwojowego z 39,6%, do 56,9% ( $p=0,038^*$ ).

Udział małych zoofagów w zgrupowaniach zamieszkujących drzewostany dwudziestoletnie wzrósł w trzecim roku upływającym od czyszczeń z 45% do 65,1% ( $p=0,046^*$ ). Udział dużych zoofagów w zgrupowaniach dopiero w trzecim roku uległ redukcji z 50% do 34,6% ( $p=0,024^*$ ). W drzewostanach 40-letnich, redukcji udziału małych zoofagów o 11% i wzrostu udziału o 11% dużych zoofagów nie potwierdzono statystycznie. Udział hemizoofagów w zgrupowaniach był marginalny.

Udział fauny leśnej w zgrupowaniach biegaczowatych był bardzo wysoki, przekraczał bowiem 97%. Zarówno po czyszczeniach późnych, jak i trzebieżach, udział fauny leśnej osiągnął maksimum (dla wariantu czyszczeń  $p=0,021$ ).

Udział w zgrupowaniach gatunków o szerokim zasięgu występowania na półkuli północnej – palearktycznych i holarktycznych, zmniejszył się, w pierwszym i w trzecim roku zarówno po czyszczeniach późnych jak i trzebieżach wczesnych. Redukcja o 30% w wariancie trzebieżowym w pierwszym roku od wykonania zabiegu okazała się istotna ( $p=0,038$ ).

W zgrupowaniach dominowały mezofile, które w drzewostanach trzebieżowych osiągnęły 65%. W zgrupowaniach zamieszkujących drzewostany 20-letnie, udział mezofili w trzecim roku od wykonania czyszczeń wzrósł do 83,8% ( $p=0,006$ ), natomiast kserofili zmniejszył się z 35% (w warunkach kontrolnych) do 5% ( $p=0,004^*$ ). Redukcja ta, najsilniej przebiegała pomiędzy 1 a 3 rokiem upływającym od czyszczeń (31,2% vs. 5,4%;  $p=0,002^*$ ). Redukcję udziału kserofili zaobserwowano również w zgrupowaniach zamieszkujących drzewostany 40-letnie, którą nastąpiła w pierwszym roku po trzebieży – z 26,2% do 11,6% ( $p=0,004^*$ ). Udział higrofilii w pier-



Ryc.

Model zmian zachodzących w zgrupowaniach biegaczowatych po wykonaniu czyszczeń późnych i trzebieży wczesnych w drzewostanach. Dla porównania naniesiono punkt symbolizujący stopień rozwoju zgrupowań biegaczowatych zamieszkujących zręby. Oznaczenia wariantów jak w tabeli

The model of changes in carabid assemblages following the late cleanings and early thinnings. The point symbolising the development level of carabid assemblages occurring on the clear-cuts was mapped for comparison as a bib point. Description of variant as in Table

wszym roku po wykonaniu czyszczeń wzrósł z 4,6% do 13,7% ( $p=0,034$ ), natomiast po wykonaniu trzebieży z 7,9% do 24% ( $p=0,031^*$ ).

Zmiany jakie zaszły w zgrupowaniach biegaczowatych przedstawiono za pomocą modelu SCP/SBO (ryc.). Zgrupowania biegaczowatych zamieszkujące zręby, opisują małe wartości obu wskaźników, dlatego w modelu SCP/SBO układają się nisko, w lewej jego części. Zgrupowania żyjące w starodrzewach, opisane dużymi wartościami wskaźników układają się po prawej, górnej stronie takiego modelu. Model SCP/SBO wskazuje, że czyszczenia i trzebieże nie spowodowały „cofnięcia” zgrupowań w kierunku wielkości obserwowanych na zrębach (czarna kropka w lewym dolnym narożniku). Przeciwnie - po pierwszym lub trzecim roku, punkty charakteryzujące stan rozwoju zgrupowań biegaczowatych przesunęły się w kierunku prawego górnego narożnika, sugerując tym samym wzrost „jakości” zgrupowań.

W przypadku czyszczeń późnych potwierdzono wzrost wielkości SBO, oceniany w upływającym trzecim roku od wykonania zabiegu; z 222 do 243 mg ( $p=0,047^*$ ). Natomiast SBO zgrupowań badanych w drzewostanach 40-letnich, w pierwszym roku po trzebieży uległa redukcji z 242 do 208 mg ( $p < 0,001^*$ ), a po 3 roku - wzrosła do 297 mg ( $p < 0,001^*$ ). Wzrost wielkości wskaźnika SCP, jaki nastąpił po wykonaniu trzebieży, w trzecim roku z 231 do 279 jednostek okazał się na granicy istotności ( $p=0,056$ ).

## Dyskusja

Skład i struktura zgrupowań biegaczowatych zamienia się wraz ze wzrostem i dojrzewaniem zamieszkiwanego przez nie drzewostanu. Wraz ze zwarciem koron drzew, w zgrupowaniach przejmują dominację gatunki leśne, często klasyfikowane do dużych zoofagów o ograniczonym zasięgu występowania na półkuli północnej i należące do grupy jesiennych reproduktorów [Szyszko 1983, Szujewski i inni 1983, Skłodowski 1995a, 1997]. Naturalnym procesem towarzyszącym wzrostowi drzewostanu, jest „wydzielanie” się niektórych drzew. Człowiek czyszczeniami i trzebieżami wspomaga naturalne procesy ubytku drzew. Ta jednorazowa wycinka części drzew na krótko „przeświecła” drzewostan, co przypuszczalnie może wstrzymać, a nawet „cofnąć” proces rozwoju leśnej fauny Carabidae.

Jednak ani czyszczenia późne, ani trzebieże wczesne, nie wpłynęły istotnie na zmianę średniej liczby łowionych osobników czy gatunków biegaczowatych, pomimo że średnia liczba osobników łowiąca się w jednej pułapce w pierwszym roku po czyszczeniach wzrosła z 15,2 do 21,6, zaś po trzebieżach z 36,7 do 53,3. Podobnie Atlegrim i inni [1997] nie zanotowali jednoznacznych zmian liczby gatunków biegaczowatych, wobec pozyskiwania w drzewostanach pojedynczych drzew.

Natomiast reakcja Carabidae na wykonane zabiegi uwidoczniła się w zmianach dominacji gatunków i struktury zgrupowań. Czyszczenia późne wywołały redukcję wskaźnika dominacji małego leśnego zoofaga *P. oblongopunctatus* o połowę w pierwszym roku, jednak już w trzecim roku wielkość ta „powróciła” do pierwotnego poziomu. W trzecim roku po czyszczeniach, znacznej redukcji - aż do 6%, uległ wskaźnik dominacji dużego leśnego zoofaga *C. arcensis*. Jest to o tyle ważne spostrzeżenie, gdyż ten leśny gatunek preferuje nieco prześwietlone i suche drzewostany. Z innych badań wiadomo, że „przeświecenie” koron oraz wnętrza drzewostanu może być przyczyną zmiany aktywności oraz dominacji poszczególnych gatunków biegaczowatych [Martel i inni 1991]. Obserwacje te mogą świadczyć o zatrzymaniu rozwoju zgrupowań pod wpływem wykonania zabiegów pielęgnacyjnych.

Ale zanotowano również spostrzeżenia zupełnie przeciwne. Dominacja leśnego *P. aethiops* wzrastała w pierwszym i w trzecim roku po czyszczeniach, co może sugerować, że czyszczenia

późne przyspieszają jednak rozwój zgrupowań Carabidae. Przypuszczenie to potwierdza wzrost udziału o 1/3 przedstawicieli gatunków jesiennych (wprawdzie nie istotny), gatunków mezofilnych do 84%, bardzo wysoki udział fauny leśnej, osiągający w trzecim roku praktycznie 100%, oraz ubytek fauny kserofilnej i przedstawicieli gatunków palearktycznych i holarktycznych – choć w tym ostatnim przypadku obserwacji nie potwierdzono statystycznie. W trzecim roku natomiast od zabiegu zauważono redukcję udziału w zgrupowaniach dużych zoofagów. Uwagę zwraca krótkotrwały wzrost udziału fauny higrofilnej w zgrupowaniach z 5 do 14% w pierwszym roku po czyszczeniach. Przeważają zatem spostrzeżenia sugerujące poprawę „kondycji” zgrupowań po wykonaniu tego typu zabiegów.

Natomiast w wariantach „trzebieżowych” w pierwszym roku upływającym od zabiegu zauważono redukcję wskaźników dominacji dużych leśnych gatunków: *C. arcensis* i *C. violaceus* oraz małego leśnego *P. oblongopunctatus*. Jednak w tym samym czasie wzrastały wielkości wskaźników dominacji innych leśnych dużych wilgociolubnych zoofagów: *P. niger* (z 0 do 19%) i *C. caraboides* (z 3 do 11%).

Ponadto w pierwszym roku po wykonaniu trzebieży zanotowano wzrost udziału osobników gatunków jesiennych w zgrupowaniach, z 40 do 57%, jak i udziału fauny leśnej do 100. Po wykonaniu trzebieży, istotnej redukcji uległ udział kserofili, z 26% do 12%, jak i fauny szeroko rozpowszechnionej na półkuli północnej – aż o 30%. Ustępujące gatunki zastąpiły higrofile, których udział wzrósł do 24% - czyli jeszcze bardziej niż w przypadku czyszczeń. Potwierdzone statystycznie zmiany charakterystyk zgrupowań Carabidae, zaobserwowane po trzebieżach wydają się potwierdzać stymulujący wpływ tych zabiegów na rozwój zgrupowań biegaczowatych.

A zatem zarówno czyszczenia jak i trzebieże, sprzyjają przyspieszeniu rozwoju zgrupowań. Podobne wnioski wynikają z analizy modelu SCP/SBO, na którym zgrupowania w wyniku wykonania zabiegów przesunęły się w stronę górnego prawego narożnika, gdzie znajdują się zgrupowania obserwowane w dojrzałych drzewostanach.

Jakie mechanizmy przypuszczalnie przyspieszają rozwój zgrupowań? Prześwietlenie drzewostanu sprzyja przesuszeniu ściółki. Wraz ze zwiększoną porcją światła wpadającego do drzewostanu, doskonale warunki do rozwoju powinny znaleźć gatunki kserofilne. Tymczasem udział w zgrupowaniach tej grupy, zarówno po czyszczeniach jak i po trzebieżach uległ redukcji. Wzrósł natomiast wskaźnik dominacji gatunków higrofilnych.

Najwyraźniej chodzi tu o reakcję biegaczowatych wobec pojawienie się w drzewostanie tzw. leżaniny, którą tworzą pozostałe po zabiegu gałęzie, zachowujące komplet igieł. To one doskonale zacieniają ściółkę, a co więcej sprzyjają osiadananiu rosy – a w konsekwencji wzrostowi wilgotności. Korzystają na tym higrofile, tracą natomiast kserofile, dla których najwyraźniej nie ma tu dogodnych warunków występowania. Nierównomiernie leżące w drzewostanie gałęzie stwarzają środowisko mozaikowe, urozmaicające siedlisko.

Zróznicowane lokalnie siedlisko leśne, może mieć duże znaczenie do zwiększenia różnorodności gatunkowej lub wymiany gatunków nieleśnych na leśne. Niemelä i inni (1992) zwracają uwagę, że występowanie takich gatunków jak: *P. oblongopunctatus* czy *C. micropterus* zależy właśnie od mikrozróznicowania środowiska ściółkowego, względnie obecności tzw. źródeł, cechujących się odpowiednią dla tych gatunków budową ściółki, z których następuje migracja na tereny sąsiednie. Guillemain i inni (1987) zauważają, że od lokalnego mikrozróznicowania siedliska, w tym od grubości ściółki zależy liczba biegaczowatych. Jednak w przedstawionych badaniach, pomimo zmiany liczby gatunków pomiędzy wariantami, nie potwierdzono statystycznie różnic pomiędzy nimi. Znaczenia wpływu mikrozróznicowania ściółki na występowanie poszczególnych gatunków biegaczowatych trudno jest nie docenić

(Koivula i inni 1999, Magura i inni 2001). Można jednak przypuszczać, że rok lub 3 lata upływające od wykonania zabiegów to niewystarczający okres, aby pozostały po zabiegach materiał organiczny przykrywający ściółkę, wzbogacił „fizycznie” profil ściółkowo-glebowy.

Otrzymane wyniki każą zwrócić uwagę na zmiany zachodzące w środowisku ściółkowym, które towarzyszą rozluźnieniu więzby drzewostanu powstałego w wyniku wykonania zabiegów. Przedstawione charakterystyki wskazują, że zarówno czyszczenia późne, jak i trzebieże wczesne nie tylko poprawiają warunki wzrostowe sosny, ale i kondycję zamieszkujących je zgrupowań biegaczowatych.

## Wnioski

- reakcja fauny biegaczowatych wobec czyszczeń późnych i trzebieży wczesnych najlepiej wyraziła się w zmianach dominacji gatunków i struktury zgrupowań, co dobrze oddał model SCP/SBO,
- w pierwszym roku, zarówno po czyszczeniach późnych jak i trzebieżach wczesnych zanotowano zmniejszenie udziału gatunków kserofilnych na korzyść higrofilnych – co skojarzono ze wzrostem wilgotności ściółki związanym z pojawieniem się tzw. leżaniny,
- w dalszej perspektywie czasu, zarówno czyszczenia późne jak i trzebieże wczesne, pomimo że powodują chwilowe prześwietlenie drzewostanu, przyspieszają rozwój fauny w kierunku składu i struktury zgrupowań jaką zwykle obserwuje się w starodrzewach,
- „przyspieszenie” przemiany zgrupowań z pionierskiego w kierunku leśnego, pośrednio świadczy o korzystnych zmianach środowiska leśnego po wykonaniu zabiegów.

## Literatura

- Atlegrim O., Sjöberg K., Ball J.P. 1997. Forestry effects on a boreal ground beetle community in spring: selective logging and clear-cutting compared. *Entomologica Fennica* 8: 19-26.
- Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J. 1973. Katalog Fauny Polski, Chrząszcze *Coleoptera*, Biegaczowate *Carabidae*, cz. XXIII, t.3. PWN 1973.
- Burakowski B., Mroczkowski M., Stefańska J. 1974. Katalog Fauny Polski, Chrząszcze *Coleoptera*, Biegaczowate *Carabidae*, cz. XXIII, t.3. PWN 1974.
- Flis L., Skłodowski J. 1998. Rębnia zupełna gniazdowa, a struktura zamieszkujących ją zgrupowań biegaczowatych (*Col. Carabidae*). *Sylwan* 3: 57-65.
- Guillemain M., Loreau M., Dauffrense T. 1997. Relationship between the regional distribution of carabid beetles (*Coleoptera, Carabidae*) and the abundance of their potential prey. *Acta Oecologia* 18 (4): 465-483.
- Koivula M., Punttila P., Haila Y., Niemelä J. 1999. Leaf litter and the small-scale distribution of carabid beetles (*Coleoptera, Carabidae*) in the boreal forest. *Ecography* 22: 424-435.
- Magura T., Ködöböcz V., Bokor Zs. 2001. Effects of forestry practice on carabidas (*Coleoptera, Carabidae*) – implication for nature management. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 36 (1-2): 179-188.
- Martel J., Mauffette Y., Tousignant S. 1991. Secondary effects of canopy dieback: the epigeal carabid fauna in Quebec Appalachian maple forests. *The canadian entomologist* V.123: 851-859.
- Niemelä J., Haila Y., Halme E., Pajunen T., Punttila P. 1992. Small-scale heterogeneity in the spatial distribution of carabid beetles in the southern Finnish taiga. *Journal of Biogeography* 19: 173-181.
- Skłodowski J. 1994. Wpływ pożarów o różnej intensywności na zgrupowania biegaczowatych (*Coleoptera, Carabidae*) zamieszkujących drzewostany sosnowe w różnym wieku. *Sylwan* 12: 131-144.
- Skłodowski J. 1995a. Antropogeniczne przeobrażenia zespołów biegaczowatych (*Col. Carabidae*) w ekosystemach borów sosnowych Polski. [w] A.Szujecki i inni: Antropogeniczne przeobrażenia epigeicznej i glebowej entomofauny borów sosnowych. Katedra Ochrony Lasu i Ekologii. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa 1995: 17-174.
- Skłodowski J. 1995b. Wpływ 4 różnych stosowanych preparatów do zwalczania pierwotnych szkodników sosny na zgrupowania epigeicznych biegaczowatych (*Col. Carabidae*). *Sylwan* 3: 87-103.
- Skłodowski J. 1995c. Soil fertilization and acidification effect on the rate of development of epigeic carabid (*Coleoptera, Carabidae*) communities in a scots pine forest plantation. *Folia Forestalia Polonica, Ser. A - Forestry*, No. 37: 19-46.
- Skłodowski J. 1995d. Zgrupowania biegaczowatych (*Col. Carabidae*) różnych stref ekotonu *Leucobryo-pinetum*-ugór. *Sylwan* 10: 51-63.

- Skłodowski J. 1996. Zgrupowania epigeicznych biegaczowatych (*Col. Carabidae*) w rok po zwalczaniu brudnicy mniszki preparatami Trebon, Decis, Foray i Dimilin. Sylwan 2: 83-97.
- Skłodowski J. 1997a. Ekotonowe zgrupowania epigeicznych biegaczowatych (*Carabidae Col.*). Sylwan 10: 51-64.
- Skłodowski J. 1997b. Interpretacja stanu środowiska przyrodniczego za pomocą modelu SCP/SBO zgrupowań biegaczowatych (*Col. Carabidae*). [w] VI Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych: Waloryzacja ekosystemów leśnych metodami zooindykacyjnymi. Fundacja „Rozwój SGGW”: 69-87.
- Skłodowski J. 1999a. Ocena stanu fauny biegaczowatych (*Carabidae, Col.*) borów sosnowych Puszczy Człuchowskiej po dwudziestu latach. Sylwan 1999, Nr4: 67-89.
- Skłodowski J. 1999b. Movement of selected carabid species (*Col. Carabidae*) through a pine forest-fallow ecotone. Fol. Forest. Pol. A. - For. No. 41: 5-23.
- Skłodowski J. 2002. System kolonizacji zrębów leśnych przez biegaczowate oraz możliwości jego doskonalenia. Wydawnictwo SGGW, Pp. 134.
- Skłodowski J., Porowski J. 2000. Skład i struktura zgrupowań biegaczowatych (*Col. Carabidae*) zamieszkujących małe śród polne drzewostany sosnowe. Sylwan 3: 45-64.
- Szujecki A., Mazur S., Perliński S., Szyszko J. 1983. The process of forest soil macrofauna formation after afforestation of farmland. Warsaw Agricultural University Press, Warsaw 1983.
- Szyszko J. 1983. State of *Carabidae (Col.)* fauna in fresh pine forest and tentative valorisation of this environment. Warsaw Agricultural University Press, Warszawa, 1983.
- Szyszko J. 1985. STN – efektywna pułapka do odłowu epigenicznych *Carabidae* w środowisku leśnym. Wyd. Kom. Biol. Gleb. PTG.
- Szyszko J. 1997. Próba waloryzacji środowisk leśnych przy pomocy biegaczowatych (*Carabidae, Col.*). [w] VI Sympozjum Ochrony Ekosystemów, Jedlnia 2-3 grudnia 1996. Fundacja „Rozwój SGGW” 1997.
- Turin H. 2000. De nedrelandse loopkevers. Verspreiding en oecologie (*Coleoptera: Carabidae*). Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis KNNV Uitgeverij 662pp.
- Turin H., Haeck J., Hengeveld R. 1977. Atlas of the carabid beetles of the Netherlands. Nort Holland Publishing Company, Amsterdam 1977, 228 pp.

## SUMMARY

### The effect of late cleanings and early thinnings on the composition and structure of carabid assemblages of inhabiting pine forest

The objective of the studies was to provide the answer to the question whether the late cleanings and early thinnings in the 20-year-old stands (cleanings) and 40-year-old stands (thinnings) influence the composition and structure of carabid assemblages that occur in these stands. The experiment distinguished the following variants: control plots designed for cleanings CPK1? and thinnings TWK1?, cleaned and thinned plots CPK1 and TWK1 examined one year following the treatments and plots CPK3? and TWK3? examined three years following the treatments.

The treatments had no significant effect on the change in the number of individuals and species in the carabid assemblages, however they influenced the dominating species and the structure of the assemblages. It was demonstrated that the number of the representatives of the xerophilous, Palearctic and Holarctic species declined while the share of individuals of the autumn development type and of forest species increased. A short-term increase in the share of the hygrophilous fauna in the assemblages in the first year following cleanings and thinnings was notable. This increase was associated with the increased moisture content in the litter connected with fragments of cut trees left fallen and shading the litter.

The analysis of the SCP/SBO model pointed to the shift of carabid assemblages following the treatments towards the old-growth stands.

Most observations suggested an increase in both the quality of the assemblages and the level of their development following the treatments – a shift towards the highly organised assemblages of the old-growth stands.