

**ANALIZA ZGRUPOWANIA BIEGACZOWATYCH
(COLEOPTERA, CARABIDAE)
LASU MIESZANEGO ŚWIEŻEGO W SŁUPSKU**

**CARABID ASSEMBLY (COLEOPTERA: CARABIDAE)
ANALYSIS OF MIXTURE FRESH DECIDUOUS FOREST
IN SŁUPSK**

Oleg Aleksandrowicz
Natalia Aleksandrovich
Paulina Pawłowska

Akademia Pomorska w Słupsku
Instytut Biologii i Ochrony Środowiska
Zakład Zoologii
ul. Arciszewskiego 22 b, 76-200 Słupsk
oleg.aleksandrowicz@apsl.edu.pl

ABSTRACT

The study was carried out from 15th of April to end of November in 2009 in the South Municipal Forest in Słupsk (UTM XA33; 54,452402°N, 17,041115°E). The research was conducted in the mixture fresh deciduous forest (transformed oak-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum*). Aims of study concerned the species composition and the ecological structure of the assembly of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Using Barber traps with 25% ethylene glycol solution, 1389 specimens belonging to 32 species were caught. The research confirmed the existence of 5 dominants (*Nebria brevicollis*, *Calathus rotundicollis*, *P. niger*, *P. melanarius*, *P. oblongopunctatus*) and 1 subdominants: *Leistus rufomarginatus*. Two peaks of imagines' activity were observed: in the beginning of June and the beginning of September. In terms of ecological preferences, the assembly was dominated by westpaleartic mesofilous forest species, not able to fly, with overwintering larvae. The analysis of trophic structure confirmed that generalist predators, and specialist predators of springtails (Collembola) constituted an overwhelming majority of the total specimen number. Presence in dominant group *Nebria brevicollis* and *Pterostichus melanarius* indicate effect of urbanization to carabid' assembly.

Słowa kluczowe: północno-zachodnia Polska, Słupsk, las miejski, Carabidae, biegaczowate, bogactwo gatunkowe, struktura zgromadzenia, dynamika sezonowa

Key words: NE Poland, Słupsk, municipal forest, Carabidae, ground beetles, species richness, assembly structure, seasonal dynamic

WSTĘP

Biegaczowate to bardzo bogata gatunkowo i zróżnicowana ekologicznie rodzina chrząszczy. Szczególne zainteresowanie wywołuje znaczenie gatunków drapieżnych jako wrogów naturalnych szkodników upraw polowych i leśnych oraz gatunków stenotopowych, a także jako czułych indykatorów zmian środowiskowych (Kotze i in. 2011). W Europie zainteresowanie biegaczowatymi miast rozpoczęło się około 50 lat temu, od opracowania fauny Wiednia przez Schweigera (1962). Popularny ostatnio trend badawczy dotyczył zagadnień biogeografii wyspowej w stosunku do fauny miast (Alaruikka i in. 2002, Niemela i in. 2002, Bohác i in. 2004, Lehvävirta i in. 2006, Cárdenas, Buddle 2009), lecz nie był zbyt owocny: ustalono zubożenie fauny w kierunku od terenów podmiejskich do centrum miast, co było dużo wcześniej przekonująco opracowane w miastach niemieckich (Becker 1977, Klausnitzer, Richter 1983).

Możliwe kierunki kształtowania fauny miast w Niemczech analizowali Topp (1972), Klausnitzer i Richter (1980) oraz Klausnitzer (1983). Ustalono szczególną rolę parków pochodzących od lasów podmiejskich w zachowaniu różnorodności gatunkowej.

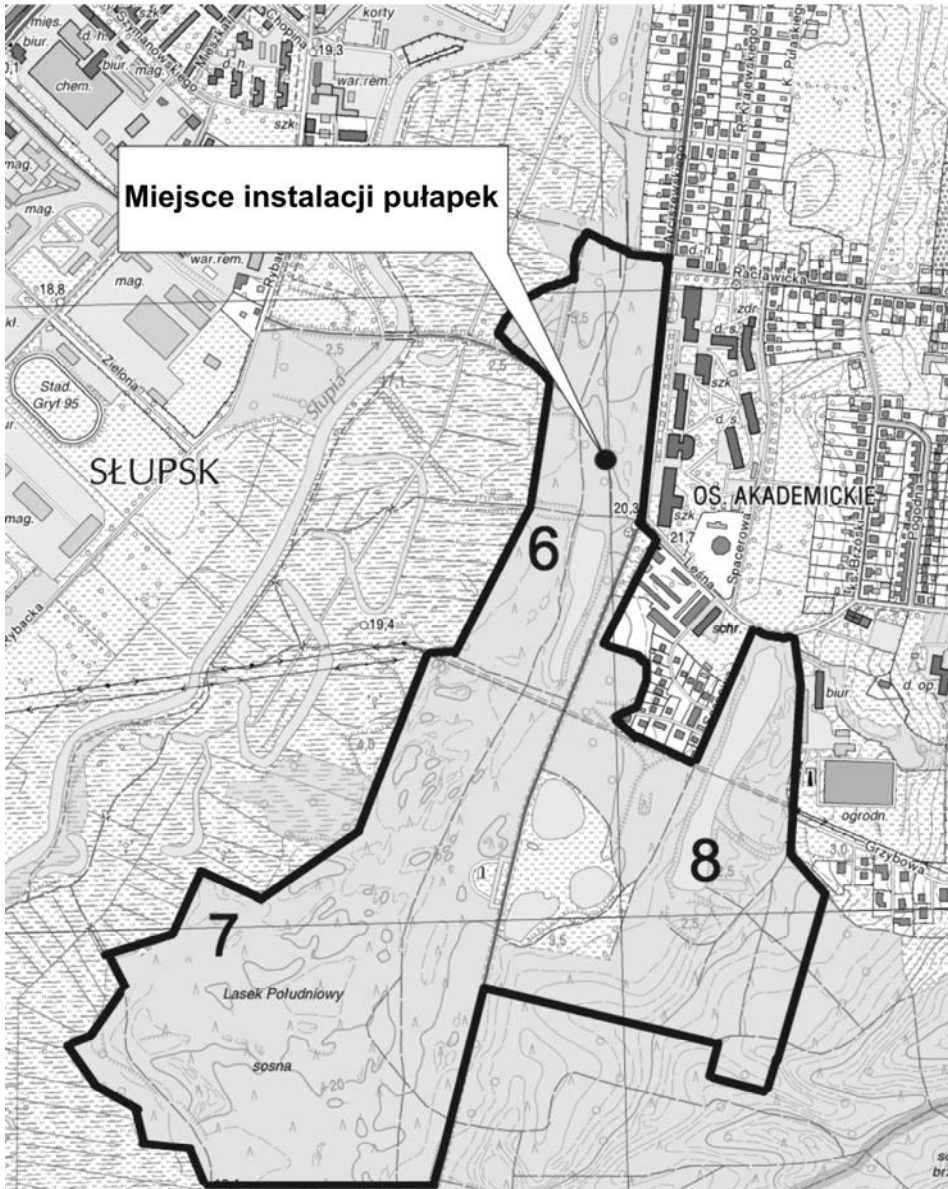
W Polsce biegaczowate miejskich i podmiejskich parków oraz zieleni miejskiej poznane są w Warszawie (Czechowski 1989), Szczecinie (Wolender 1999), Łodzi (Markowski i in. 2004), Bydgoszczy (Żelazna, Błażejewicz-Zawadzińska 2003) i Olsztynie (Aleksandrowicz, Krzętowski 2004, Aleksandrowicz 2008).

Na Pomorzu specjalnych badań fauny biegaczowatych parków i zieleni miejskich jeszcze nie przeprowadzono, więc celem pracy jest ocena aktualnego stanu tego zgrupowania w Lasku Południowym w Słupsku.

MIEJSCE BADAŃ

Lasek Południowy jest jednym z dwóch kompleksów leśnych wchodzących w skład lasu komunalnego gminy miejskiej Słupsk, zajmuje oddziały 6,7 i 8. Badania prowadzone były w oddziale 6 (ryc. 1).

Lasek ten graniczy od północy z gruntami zabudowanymi osiedli Westerplatte i Akademickiego, od zachodu z gruntami zabudowanymi, następnie z lasami Nadleśnictwa Leśny Dwór oraz z gruntami należącymi do Ministerstwa Obrony Narodowej. Od strony południowej graniczy z lasami Nadleśnictwa Leśny Dwór, a w zachodniej części z doliną Słupi. Teren ten jest położony w większej części w pradolinie Słupi, gdzie dominują piaski rzeczne, a w obniżeniach terenu utwory organiczne. Przeważają tutaj ziemie rdzawe (59% pow. leśnej), z czego rdzawe brunatne zajmują 45%, a rdzawe bielcowe 14% powierzchni. Na utworach gliniastych uformowały się gleby brunatne kwaśne (37% powierzchni leśnej). Pozostałe typy gleb mają znikome znaczenie (Uproszczone... 2008).



Ryc. 1. Lokalizacja miejsca badań w Lasku Południowym w Słupsku
Fig. 1. Place of investigation in the South Forest at Słupsk

Badania prowadzone były w lesie mieszanym świeżym, znajdującym się w odległości około 100 metrów od drogi (54,452402°N, 17,041115°E). W drzewostanie przeważają tam dęby, sosny, świerki, występują również klony, jawory, graby oraz buki. W II partii występują takie gatunki, jak buk, dąb, jesion, sosna i modrzew. Podszyt jest reprezentowany przez klon, bez czarny i jarzębinę (Uproszczony... 2008).

METODY BADAŃ

Do odłowów biegaczowatych użyto zmodyfikowanych pułapek Barbera: plastikowych kubków o pojemności 500 ml. Rozmieszczono na badanym terenie 10 pułapek w odległości 10-15 metrów od siebie. Chroniąc pułapki przed zalaniem i zatknięciem przez opadające liście, stosowano daszki. Były to duże liście wspierające się na drewnianych patyczkach, co najmniej 3 cm nad pułapką. Jako środka konserwującego używano 25% roztworu glikolu etylowego. Do każdej z pułapek wiano ok. 100 ml roztworu. Wykonywano kontrole co około 10 dni, od 15 kwietnia do 30 listopada 2009 roku. Zebrany materiał z każdej pułapki płukano i wykładano do specjalnie do tych celów przygotowanych papierowych kopert, wypełnionych warstwą waty. Koperty dokładnie opisywano: miejsce badań, data i numer pułapki.

Wykonano analizę ekologiczną zebranego materiału z uwzględnieniem preferencji wilgotnościowych, siedliskowych, pokarmowych, zdolności do lotu oraz typu rozrodczego (według Lindrotha 1949). Do analizy zoogeograficznej wykorzystano informacje o rozmieszczeniu gatunków według Freudego i in. (2005). Przy ocenie średniej łowności biegaczowatych na pułapkę korzystano ze standardowych metod statystycznych (Łomnicki 2007). Do oceny struktury zgrupowań korzystano z indeksów: różnorodności Shannona (H'_{ln}) oraz równomierności Pielou (e). Do oceny dominacji była wykorzystana skala Renkonena (1938), według której dominantami są gatunki z udziałem powyżej 5%, subdominantami – z udziałem od 5% do 2%, recedentami – od 2% do 1%, subrecedentami $> 1\%$.

WYNIKI

W lesie mieszanym świeżym na terenie Lasku Południowego zebrano 1389 okazów, należących do 32 gatunków (tab. 1). Łowność wynosiła $0,70 \pm 0,06$ okazu/pułapkę/dobę w ciągu 198 dni badań.

Wyróżniono 5 gatunków dominantów: *Nebria brevicollis*, *Calathus rotundicollis*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus melanarius* oraz *Pterostichus oblongopunctatus*, jednego subdominanta: *Leistus rufomarginatus*, 3 gatunki recedentów: *Carabus granulatus*, *Carabus violaceus*, *Carabus nemoralis*, pozostałe 23 gatunki to subrecedenci.

Między innymi ustalono obecność gatunków prawnie chronionych: *Laemostenus terricola*, Czerwona księga, kategoria CR (Pawłowski 2004) i 5 gatunków biegaczy: *Carabus granulatus*, *C. violaceus*, *C. nemoralis*, *C. convexus*, *C. hortensis*. Cztery gatunki są pospolite, lecz *C. convexus* jest na liście gatunków zagrożonych (Pawłowski i in. 2002).

Fauna ta została ukształtowana przez 5 elementów zoogeograficznych: atlantycki, zachodnio-centralnopalearktyczny, transeurazjatycki, eurosyberyjski oraz zachodniopalearktyczny (ryc. 2). Pod względem jakościowym przeważały elementy zachodniopalearktyczne (przeważnie europejskie): 37% gatunków. Mniejszy był udział elementów eurosyberyjskiego i transeurazjatyckiego: po 27%. Udział elementu zachodnio-centralnopalearktycznego był nieznaczny: 7%. Atlantycki element reprezentowany był przez jeden gatunek, stanowiący 2% składu gatunkowego.

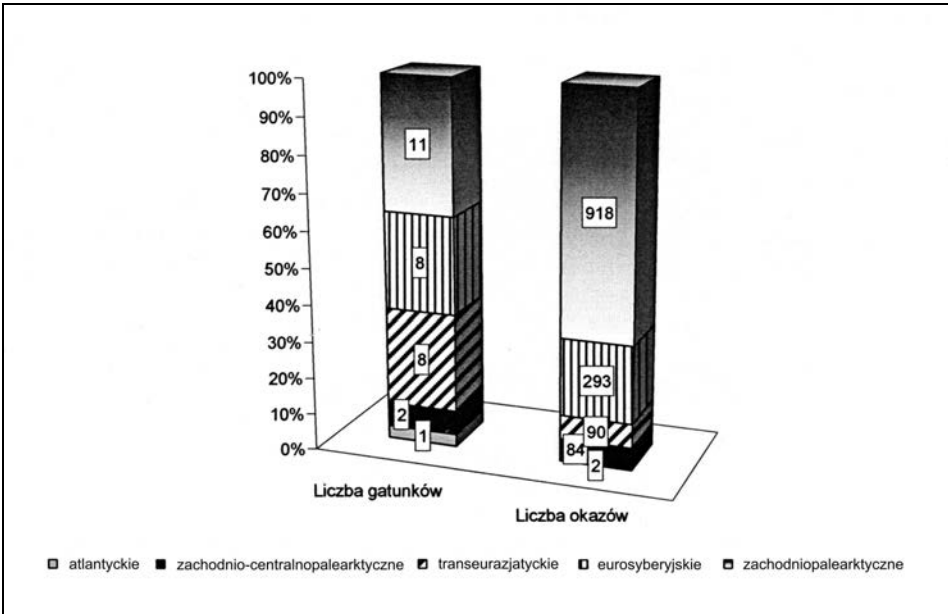
Tabela 1

Skład gatunkowy i struktura dominacyjna w zgrupowaniu biegaczowatych w lesie mieszanym świeżym w Lasku Południowym w Słupsku w 2009 roku

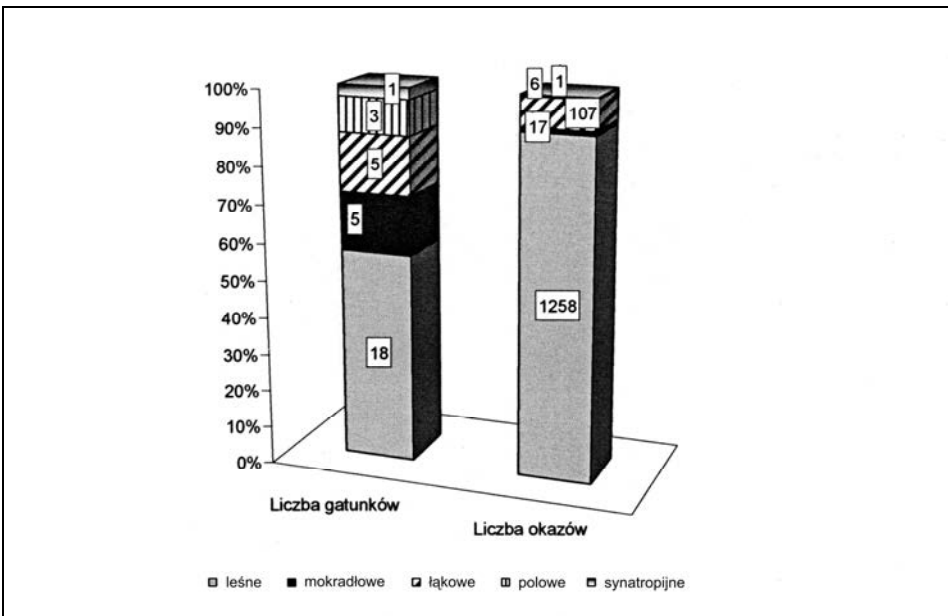
Table 1

Species composition and the structure of domination in carabid's assembly in the fresh mixed forest in the South Forest at Słupsk in 2009

Gatunek	Liczba okazów	Dominacja, %
Dominanci		
<i>Nebria brevicollis</i> Fabricius, 1792	469	33,79
<i>Calathus rotundicollis</i> Dejean, 1828	384	27,65
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	175	12,60
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	97	6,98
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	75	5,40
Subdominanci		
<i>Leistus rufomarginatus</i> (Duftschmid, 1812)	56	4,03
Recedenci		
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	25	1,80
<i>Carabus violaceus</i> Linnaeus, 1758	16	1,15
<i>Carabus nemoralis</i> O.F.Müller, 1764	14	1,01
Subrecedenci		
<i>Agonum emarginatum</i> Gyllenhal, 1827	1	0,07
<i>Agonum fuliginosum</i> (Panzer, 1809)	1	0,07
<i>Agonum viduum</i> (Panzer, 1797)	4	0,29
<i>Amara aenea</i> (Degeer, 1774)	3	0,22
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)	1	0,07
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	5	0,36
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,07
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	2	0,14
<i>Carabus convexus</i> Fabricius, 1775	7	0,50
<i>Carabus hortensis</i> Linnaeus, 1758	7	0,50
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	11	0,79
<i>Harpalus laevipes</i> Zetterstedt, 1828	9	0,65
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	3	0,22
<i>Harpalus rufipes</i> (Degeer, 1774)	2	0,14
<i>Laemostenus terricola</i> (Herbst, 1784)	1	0,07
<i>Leistus ferrugineus</i> (Linnaeus, 1758)	3	0,22
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	2	0,14
<i>Notiophilus biguttatum</i> (Fabricius, 1779)	1	0,07
<i>Patrobus atrorufus</i> (Strom, 1768)	2	0,14
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,07
<i>Pterostichus nigrata</i> (Paykull, 1790)	9	0,65
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1797)	1	0,07
<i>Stomis pumicatus</i> (Panzer, 1796)	1	0,07
Liczba okazów	1389	100,00



Ryc. 2. Udział poszczególnych elementów zoogeograficznych w zgrupowaniu biegaczowatych
 Fig. 2. Participation of the zoogeographical elements in carabid's assembly



Ryc. 3. Udział elementów o różnej preferencji siedliskowej w zgrupowaniu biegaczowatych
 Fig. 3. The structure of the carabid's assembly according habitat preference

Pod względem ilościowym przewaga elementu zachodniopalearktycznego była jeszcze bardziej widoczna: około 66% okazów. Na drugim miejscu znajdował się element euroszyberyjski – 21%. Dużo mniejszy był udział elementu transeurazjatyckiego – 7% i zachodnio-centralnopalearktycznego – 6%, a atlantyckiego – znikomy.

W zgrupowaniu stwierdzono obecność gatunków terenów leśnych, mokradłowych, łąkowych, polowych i synantropijnych (ryc. 3).

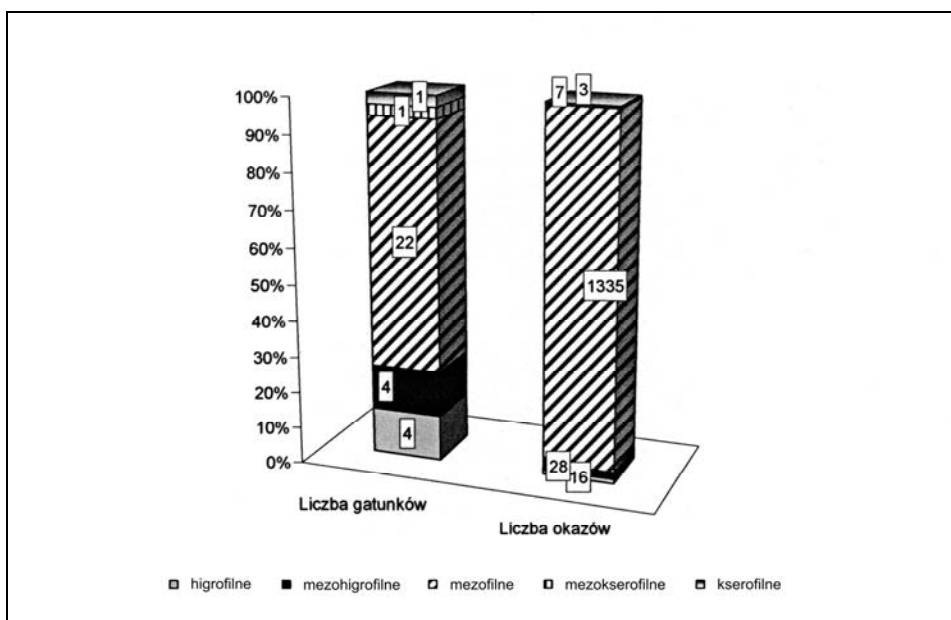
Znaczną przewagę miały gatunki terenów leśnych: 56%, dużo mniej było gatunków terenów mokradłowych i łąkowych: po 16%. Niewiele było gatunków polowych – 9%.

Pod względem ilościowym również dominowały gatunki terenów leśnych, a ich przewaga była jeszcze bardziej widoczna: 91% osobników. Na drugim miejscu znajdowały się gatunki łąkowe – 8% osobników. Udział ilościowy gatunków mokradłowych, polowych i synantropijnych był znikomy.

W badanym zgrupowaniu wyróżniono wszystkie typy preferencji wilgotnościowych (ryc. 4). Najwięcej wykazano gatunków mezofilnych – 70%. Na drugim miejscu znajdowały się mezohigrofile i higrofile: po 12%. Udział kserofili oraz mezo-kserofili był mały: po 3%.

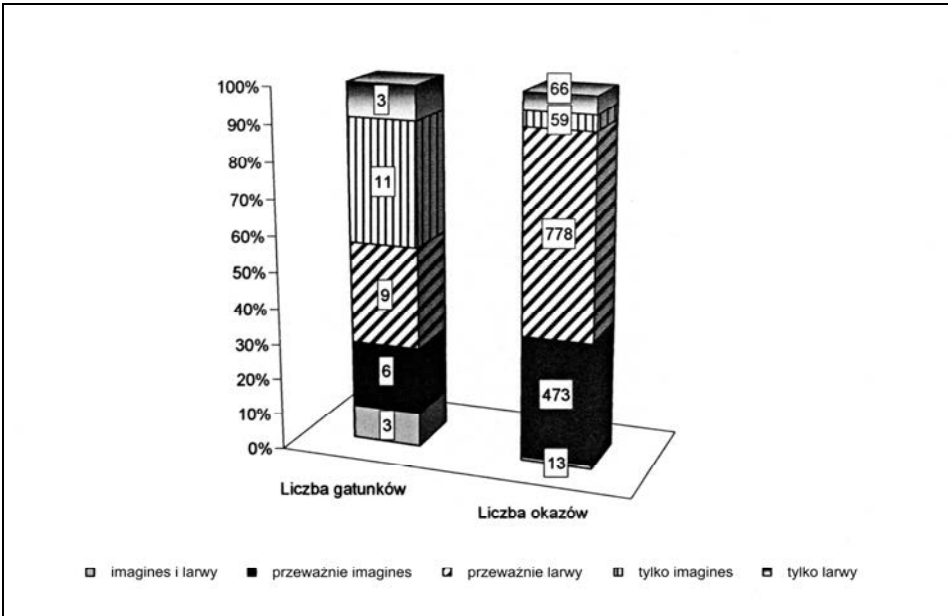
W aspekcie ilościowym panowanie mezofilów było jeszcze większe: 96% okazów. Udział osobników z inną higropreferencją wynosił około 4% (ryc. 4).

W zgrupowaniu wykazano gatunki, które zimują: w stadium imagines i larwy, przeważnie w stadium larwy, tylko jako imagines lub tylko jako larwy (ryc. 5).

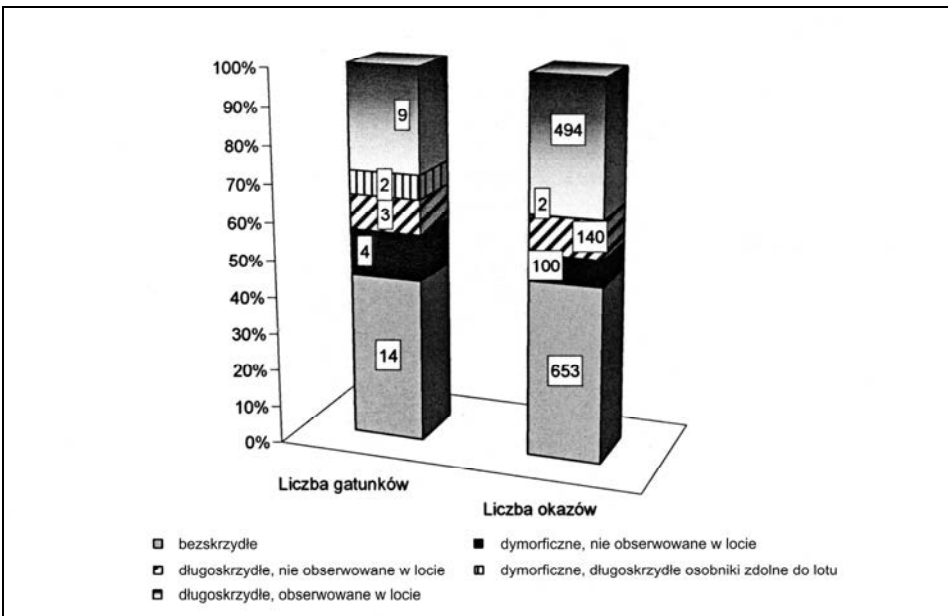


Ryc. 4. Udział elementów o różnej preferencji wilgotnościowej w zgrupowaniu biegaczowatych

Fig. 4. The structure of the carabid's assembly according hygropreference



Ryc. 5. Udział gatunków i osobników zimujących w różnych stadiach rozwojowych w zgrupowaniu biegaczowatych
 Fig. 5. The structure of the carabid's assembly according overwintering stage



Ryc. 6. Udział gatunków i osobników o różnym stopniu rozwoju skrzydeł w zgrupowaniu biegaczowatych
 Fig. 6. The structure of the carabid's assembly according of wing polymorphism and possibility to fly

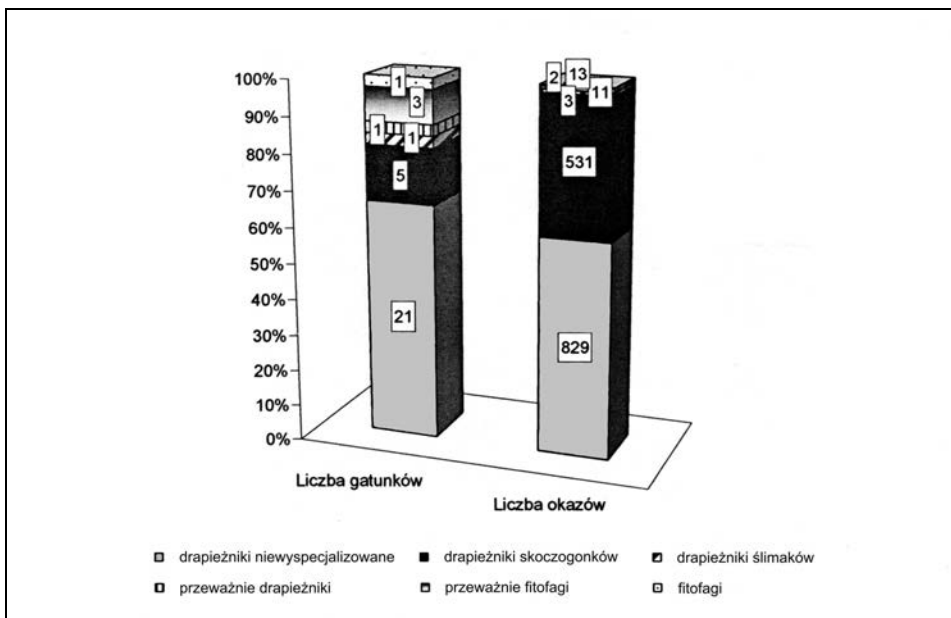
W ujęciu jakościowym przewagę miały gatunki zimujące w stadium imagines (35% gatunków). Mniej znaleziono gatunków zimujących przeważnie w stadium larwalnym (28%), oraz zimujących przeważnie w stadium imagines (19%). Zarówno gatunki zimujące w stadium larwy, jak i o zimujących imagines i larwach stanowią po 9%.

Pod względem ilościowym sytuacja wygląda inaczej: znaczną przewagę miały gatunki zimujące przeważnie w stadium larwy (56% okazów), jako kolejne zimujące przeważnie w stadium imagines (34% okazów). Znacznie mniej było osobników, które zimują tylko w stadium larwy (5% okazów), tylko w stadium imagines (4%) oraz w stadium zarówno imagines, jak i larwy (1%).

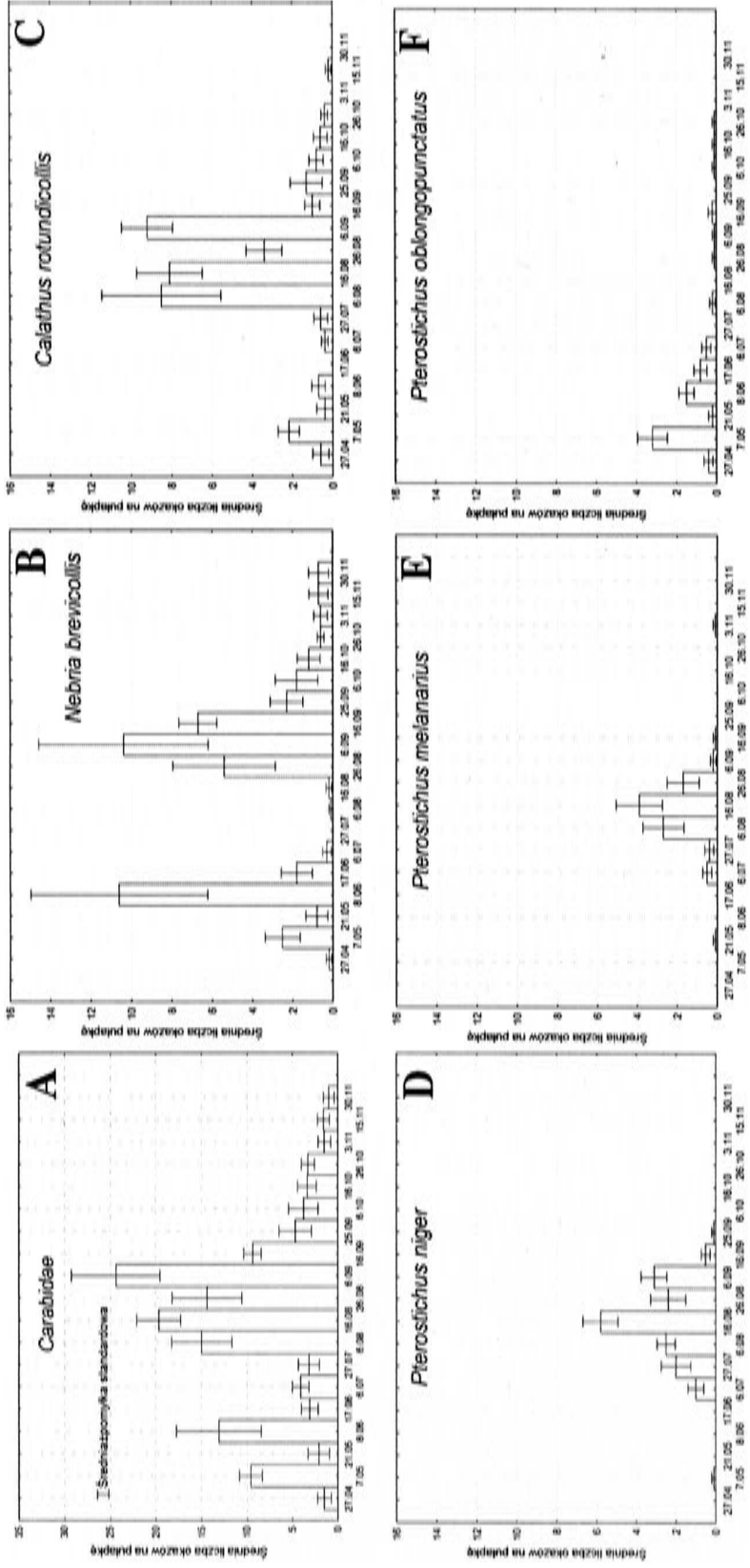
Biegaczowate mają zróżnicowane zdolności do lotu. Zdolności te uzależnione są od stopnia rozwoju skrzydeł, uwarunkowanego genetycznie (Thiele 1977). Za Lindrothem (1949) w badanym materiale możemy wyróżnić gatunki: bezskrzydłe, dymorficzne i nie obserwowane w locie, długoskrzydłe i nie obserwowane w locie, dymorficzne i długoskrzydłe zdolne do lotu oraz długoskrzydłe obserwowane w locie (ryc. 6).

Pod względem jakościowym znaczną przewagę mają gatunki bezskrzydłe: 44% składu gatunkowego. Gatunki długoskrzydłe, obserwowane w locie stanowią 28%. Na trzecim miejscu są gatunki dymorficzne i nie obserwowane w locie: 13%. Mniejszy udział jest gatunków długoskrzydłych, których nie obserwowano w locie (8%), oraz dymorficznych, długoskrzydłych gatunków zdolnych do lotu (7%).

Struktura ilościowa układu się podobnie. Dominują osobniki nie mające skrzydeł: około 47% całego zgrupowania. Na drugim miejscu są długoskrzydłe, obserwowane w locie – około 36%. Osobników długoskrzydłych nie obserwowanych



Ryc. 7. Struktura troficzna w zgrupowaniu biegaczowatych
 Fig. 7. The structure of the carabid's assembly according of trophic specialisation



Ryc. 8. Sezonowa dynamika aktywności dominujących gatunków biegaczowatych w lesie mieszanym świeżym na terenie Lasu Południowego w Słupsku w roku 2009

Fig. 8. The seasonal dynamic of dominant carabid species activity in fresh mixed forest in South Forest at Słupsk in 2009

w locie jest 10%, dymorficznych nie obserwowanych w locie 7%, natomiast dymorficznych, długoskrzydłych, które zdolne są do lotu, było mniej – 1%.

W zgrupowaniu dominują gatunki i osobniki niezdolne do lotu, z ograniczonymi możliwościami migracyjnymi.

Analiza specjalizacji pokarmowej wyraźnie wskazuje na dominację drapieżników w zgrupowaniu (ryc. 7). Zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym przeważały drapieżniki niewyspecjalizowane. Stanowiły one 66% gatunków oraz 60% osobników. Na drugiej pozycji były drapieżniki żywiące się skoczogonkami (*Collembola*): 16% gatunków oraz 38% osobników. Na trzeciej były przeważnie fitofagi: 9% gatunków i 1% osobników. Udział innych, tj. gatunków odżywiających się ślimakami oraz fitofagów był znikomy.

Wyniki analizy sezonowej dynamiki aktywności w okresie od 15 kwietnia do 30 listopada 2009 roku wskazują dwa szczyty: pierwszy na początku czerwca, zaś drugi na początku września (ryc. 8A). Przebieg dynamiki sezonowej był ukształtowany przez gatunki dominujące (ryc. 8B-F).

Nebria brevicollis, główny dominant, miał dwa szczyty aktywności i diapauzę letnią w lipcu (ryc. 8B). Pierwszy szczyt zaobserwowano na początku czerwca, zaś drugi był widoczny na przełomie sierpnia i września. Drugi szczyt łowności trwał dłużej.

Calathus rotundicollis wykazał wysoką łowność na początku sierpnia, pod koniec sierpnia aktywność znacznie zmalała. Kolejny szczyt występowania osiągnął na początku września. Niewielki wzrost łowności wystąpił również na początku maja (ryc. 8C).

Aktywność *Pterostichus niger* wzrastała od początku lipca, w połowie sierpnia osiągnęła szczyt występowania, po którym pod koniec sierpnia nastąpił spadek (ryc. 8D).

Pterostichus melanarius wykazywał wzrost występowania w sierpniu, osiągając szczyt w połowie tego miesiąca (ryc. 8E).

Szczyt łowności *Pterostichus oblongopunctatus* wystąpił na początku maja. Nieznaczny wzrost łowności tego gatunku wykazano również na początku czerwca (ryc. 8F).

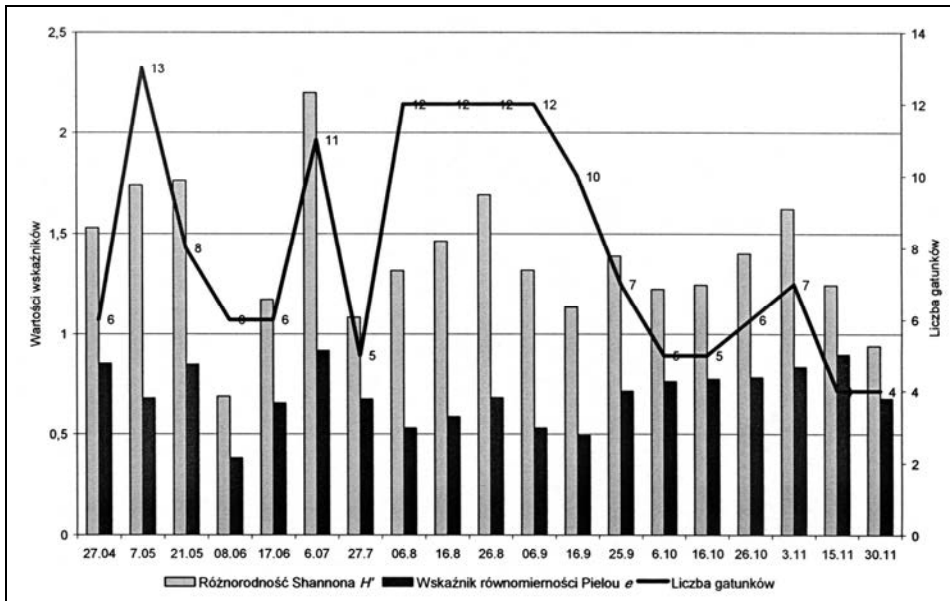
WSKAŹNIKI STRUKTURY ZGRUPOWANIA I ICH DYNAMIKA SEZONOWA

Wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona wynosił dla zgrupowania H'_1 $n = 1,94$. Wskaźnik równomierności Pielou był niższy i wynosił $e = 0,56$, zaś wskaźnik dominacji Simpsons $D = 0,22$.

Bogactwo gatunkowe wahało się w okresie sezonu wegetacyjnego (ryc. 9). Najwyższą wartość zanotowano 7 maja, kiedy wykazano 13 gatunków. Dnia 6, 16 i 26 sierpnia było po 12 gatunków, natomiast 6 lipca – 11. 15 i 30 listopada zanotowano największy spadek – do 4 gatunków. W pozostałych dniach liczba zanotowanych gatunków wahała się od 5 do 8.

Przebieg dynamiki sezonowej wskaźników Shannona i Pielou był podobny do wahań bogactwa gatunkowego (ryc. 9).

Szczyt wartości wskaźniki różnorodności (2,20) i równomierności (0,92) nastąpił 6 lipca, natomiast wskaźnik dominacji osiągnął wtedy wartość najniższą (0,11).



Ryc. 9. Dynamika sezonowa wskaźników struktury zgrupowania
 Fig. 9. The seasonal dynamic of indexes of assembly structure

DYSKUSJA

W grądach w Europie Środkowej liczba gatunków odłowionych w czasie badań jednorocznych nie przekraczała 20-30 (Thiele 1977).

Według Karpińskiego i Makólskiego (1954) w grądzie Puszczy Białowieskiej odłowiono 45 gatunków. Później w Puszczy Białowieskiej Skłodowski (2001) zarejestrował w lesie mieszanym świeżym 51 gatunków, zaś w lesie świeżym 55. Liczba gatunków sięgnęła 37 w badaniach biegaczowatych grądów Borów Tucholskich (Stachowiak, Wilcz 2001).

W Warszawie w grądach podmiejskich Czechowski (1989) zarejestrował 37 gatunków.

W parkach (lasy mieszane i grądy) w Szczecinie Wolender (1999) stwierdziła obecność 57 gatunków. Żelazna i Błazejewicz-Zawadzińska (2003) w parkach miejskich i podmiejskich Bydgoszczy znalazły 24-27 gatunków. W podmiejskich grądach Olsztyna wykazano 48 gatunków chrząszczy biegaczowatych (Aleksandrowicz, Krzętowski 2004, Aleksandrowicz 2008).

Mniej gatunków odnotowano w grądach otuliny rezerwatu „Zwierzyniec”: jedynie 18 (Twardowski, Kornalewicz 2004). Najmniejsze bogactwo gatunkowe wykazano w dąbrowach (lasy gospodarcze) w Bartoszycach, zaledwie 14 gatunków (Leśniak, Dąbrowska-Ejmont 1999). Większość z przedstawionych przykładów to jednak badania wieloletnie.

W Słupsku w ciągu jednego sezonu odłowiono 32 gatunki. Badania wykazały wysokie bogactwo gatunkowe, co świadczy o dobrej reprezentatywności uzyskanych wyników.

Średnia łowność biegaczowatych w ciągu 198 dni w badanym lesie wynosiła $0,70 \pm 0,06$ osobnika/pułapkę/dobę. W grądach Białorusi łowność była niższa: $0,46 \pm 0,01$ (Aleksandrowicz 1996). Poziom łowności w grądzie Lasu Miejskiego w Olsztynie był około 10-krotnie niższy: $0,06 \pm 0,02$ osobnika/pułapkę/dobę (Aleksandrowicz 2008). Takie wahania trudno wyjaśnić, konieczna jest zatem kontynuacja badań.

Wartość wskaźnika różnorodności Shannona była porównywalna z odpowiednimi wartościami dla zgrupowań biegaczowatych w Puszczy Białowieskiej (obliczono z tabeli Skłodowskiego 2001): 1,93 w Słupsku oraz 1,92 i 2,31 w lasach mieszanych świeżych Puszczy Białowieskiej. Bliski poziom wartości wskaźnika Shannona był również obliczony dla zgrupowań parków w Bydgoszczy (z tabeli Żelaznej i Błażewicz-Zawadzińskiej 2003): 1,82-2,36. W grądach Lasu Miejskiego w Olsztynie wskaźnik Shannona wahał w granicach 1,89-2,31 (Aleksandrowicz, Krzętowski 2004, Aleksandrowicz 2008). Niższe wartości obliczono z danych Leśniaka i Dąbrowskiej-Ejmont (1999) w drzewostanach dębowych nadleśnictwa Bartoszyce: $H'_{in}=1,28-1,41$.

Bogactwo gatunkowe *Carabidae* w północnej i północno-wschodniej Polsce jest stosunkowo dobrze poznane i bardzo zbliżone. Skład gatunkowy biegaczowatych Lasku Południowego w Słupsku był najbardziej podobny do składu grądów i lasów świeżych w Puszczy Białowieskiej (Karpiński, Makólski 1954, Skłodowski 2001, Aleksandrowicz 2002) oraz grądów Lasu Miejskiego Olsztyna (Aleksandrowicz, Krzętowski 2004, Aleksandrowicz 2008).

Analiza spektrum dominacji pozwoliła ustalić grupę dominantów, najczęściej i najliczniej występujących w zgrupowaniach grądów północnej i północno-wschodniej Polski: *Carabus hortensis*, *Pterostichus niger*, *P. melanarius*, *Pterostichus oblongopunctatus* (Karpiński, Makólski 1954, Skłodowski 2001, Aleksandrowicz 2002, Aleksandrowicz, Krzętowski 2004, Aleksandrowicz 2008). Natomiast w Słupsku udział dużych niewyspecjalizowanych drapieżników z rodzaju *Carabus* jest mniejszy – *Carabus granulatus*, *C. violaceus* oraz *C. nemoralis* należą do recedentów, *C. hortensis* – to subrecedent.

Tylko w lesie świeżym mieszanym Lasku Południowego w Słupsku dominują *Nebria brevicollis* i *Calathus rotundicollis*. Ostatni jest gatunkiem wszędzie rzadkim i licznie występuje jedynie w Słupsku. Obecność wśród grupy dominantów gatunku *Nebria brevicollis* oraz *Pterostichus melanarius* wskazuje na degradację fauny pod wpływem urbanizacji (Czechowski 1980, 1982).

Leistus rufomarginatus, będący w Lasku Południowym subdominantem, był liczny jedynie w Lesie Miejskim Olsztyna (Aleksandrowicz 2008).

Prawdopodobną przyczyną niskiej liczebności dużych niewyspecjalizowanych drapieżników z rodzaju *Carabus* w Lasku Południowym jest jego parkowy, rekreacyjny charakter. Obfitość opadłych liści tworzy optymalne warunki do rozwoju skoczogonków (*Collembola*), co może wyjaśnić dominację w zgrupowaniu ich wyspecjalizowanych drapieżników: *Nebria brevicollis* i *Leistus rufomarginatus*, aktywnych jesienią, kiedy obciążenie rekreacyjne tego terenu maleje.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W wyniku badań przeprowadzonych w 2009 roku na terenie Lasku Południowego w Słupsku wykazano występowanie 32 gatunków, a w tym 1389 okazów *Carabidae*.

Stwierdzono występowanie gatunków objętych w Polsce ochroną ścisłą: *Carabus granulatus*, *C. violaceus*, *C. nemoralis*, *C. convexus*, *C. hortensis*. Cztery gatunki biegaczy są pospolite, lecz *C. convexus* jest na Czerwonej liście gatunków zagrożonych. Natomiast *Laemostenus terricola* zaliczony jest w Czerwonej księdze zwierząt (Pawłowski 2004) do gatunków skrajnie zagrożonych (CR).

Zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym badana fauna była ukształtowana zasadniczo przez gatunki o zasięgu zachodniopalearktycznym. Znaczny udział miały również elementy eurosyberyjskie i transeurazjatyckie.

Badane zgrupowanie wykazało oligodominację. Grupa dominantów reprezentowana była przez 5 gatunków: *Nebria brevicollis*, *Calathus rotundicollis*, *Pterostichus niger*, *Pterostichus melanarius*, *Pterostichus oblongopunctatus*. Dominanty łącznie stanowiły około 87% wszystkich odłowionych osobników. Jeden gatunek został zaliczony do subdominantów, 3 do recedentów i 23 do subrecedentów.

Badanie struktury ekologicznej zgrupowania wykazało znaczną przewagę nie-latających leśnych mezofilnych gatunków drapieżnych o zimujących przeważnie larwach.

Mały udział w zgrupowaniu dużych niewyspecjalizowanych drapieżników i przewaga małych wyspecjalizowanych drapieżników skoczogonków wskazuje na zmiany struktury ekologicznej zgrupowania prawdopodobnie pod wpływem rekreacji na tym terenie.

Charakterystyczną cechą zgrupowania jest dominacja *Nebria brevicollis* oraz *Calathus rotundicollis*, przy czym ten drugi jest w Polsce gatunkiem rzadkim i znanym z nielicznych okazów.

LITERATURA

- Alaruikka D., Kotze D.J., Matveinen K., Niemela J. 2002. Carabid beetle and spider assemblages along a forested urban-rural gradient in southern Finland. *Journal of Insect Conservation*, 6: 195-206.
- Aleksandrowicz O. 1996. Carabids (Coleoptera, Carabidae) the West of a forest zone of Russian plain (fauna, zoogeography, ecology, genesis of fauna). Belarus' Institute of Plant Protection, Minsk [in Russian].
- Aleksandrowicz O. 2002. Zmiany składu gatunkowego i struktury zgrupowań biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) w grądach (*Querceto-Carpinetum*) Puszczy Białowieskiej na przestrzeni 40 lat (1949-1990). W: Zmiany liczebności i różnorodności zgrupowań chrząszczy w badanych środowiskach. Streszczenia materiałów z VII Międzynarodowego Sympozjum Karabidologów i XXVII Sympozjum Sekcji Koleopterologicznej PTE. S. Huruk (red.). Kielce: 9-12.
- Aleksandrowicz O. 2008. Biegaczowate (Coleoptera, Carabidae) grądu Lasu Miejskiego w Olsztynie. *Słupskie Prace Biologiczne*, 5: 5-14.
- Aleksandrowicz O., Krzętowski B. 2004. Zgrupowania epigeicznych chrząszczy (Insecta: Coleoptera) na skarpie Łyny w Olsztynie. W: Fauna miast Europy Środkowej 21. wieku. P. Indykiewicz, T. Barczak (red.). Wyd. LOGO, Bydgoszcz: 213-224.

- Becker J. 1977. Die Carabiden des Flughafens Köln/Bonn als Bioindikatoren für die Belastung eines anthropogenen Ökosystems. *Dechenia*, 20: 1-9.
- Bohác J., Hanousková I., Matejka K. 2004. Effect of habitat fragmentation due to traffic impact of different intensity on epigeic beetle communities in cultural landscape of the Czech Republic. *Ekologia (Bratislava)*, 23, Supplement 1: 35-46.
- Cárdenas A.M., Buddle C.M. 2009. Introduced and native ground beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) along a successional gradient in an urban landscape. *Journal of Insect Conservation*, 13:151-163.
- Czechowski W. 1980. Influence of the manner of managing park areas and their situation on the formation of the communities of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *Fragmenta Faunistica*, 25 (10): 199-219.
- Czechowski W. 1982. Occurrence of carabids (Coleoptera, Carabidae) in the urban greenery of Warsaw according to the land utilization and cultivation. *Memorabilia Zoologica*, 39: 3-108.
- Czechowski W. 1989. Carabidae (Coleoptera) of linden oak hornbeam and thermophilous oak forests of the Mazovian Lowland. *Fragmenta Faunistica (Warsaw)*, 32 (7): 95-155.
- Freude H., Harde K.W., Lohse G.A., Klausnitzer B. 2005. *Die Käfer Mitteleuropas*. Elsevier, Krefeld.
- Karpiński J.J., Makólski I., 1954. Biegaczowate (Carabidae, Coleoptera) w biocenozie Białowieckiego Parku Narodowego. *Roczniki Nauk Leśnych*, 121 (3): 105-136.
- Klausnitzer B. 1983. Faunistisch-ökologische Untersuchungen über die Laufkäfer (Col., Carabidae) des Stadtgebietes von Leipzig. *Entomologische Nachrichten und Berichte*, 27(6): 241-261.
- Klausnitzer B., Richter K. 1980. Qualitative und Quantitative Aspekte der Carabidenfauna der Stadt Leipzig. *Wiss. Z. der Universität Leipzig, Math.-Naturwiss. R.* 29: 567-573.
- Klausnitzer B., Richter K. 1983. Presence of an urban gradient demonstrated for carabid associations. *Oecologia*, 59 (1): 79-82.
- Kotze D.J., Brandmayr P., Casale A., Dauffy-Richard E., Dekoninck W., Koivula M.J., Lövei G.L., Mossakowski D., Noordijk J., Paarmann W., Pizzolotto R., Saska P., Schwerk A., Serrano J., Szyszko J., Taboada A., Turin H., Venn S., Vermeulen R., Zetto T. 2011. Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys* 100: 55-148.
- Lehvävirta S., Kotze D., Niemelä J., Mäntysaari M., O'Hara B. 2006. Effects of fragmentation and trampling on carabid beetle assemblages in urban woodlands in Helsinki, Finland. *Urban Ecosystems*, 9(1): 13-26.
- Leśniak A., Dabrowska-Ejmont M. 1999. Zgrupowania epigeicznych chrząszczy wybranych drzewostanów (dębowego i sosnowego) Nadleśnictwa Bartoszyce. *Sylwan*, 143 (12): 35-49.
- Lindroth C.H. 1949. Die Fennoskandischen Carabidae: Eine Tiergeographische Studie. 3. Allgemeiner Teil. Zugleich eine biogeographische Prinzipdiskussion. *Goteborgs Kungl. Vetenskaps- och Vitterhets-Samhälles, Slätte Följden*, Bd 4, N. 3, Göteborg.
- Łomnicki A., 2007. *Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników*. PWN, Warszawa.
- Markowski J., Kowalczyk J.K., Janiszewski T., Wojciechowski Z., Szczepko K., Domański J. 2004. Fauna Łodzi – stan poznania, zmiany, gatunki chronione i zagrożone. W: *Fauna miast Europy Środkowej 21. wieku*. P. Indykiewicz, T. Barczak (red.). Wyd. LOGO, Bydgoszcz: 19-36.
- Niemela J., Kotze D.J., Venn S., Penev L., Stoyanov I., Spence J., Hartley D., Montes de Oca E. 2002. Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban-rural gradients: an international comparison. *Landscape Ecology*, 17: 387-401.

- Pawłowski J. 2004. *Aechmites terricola* (Herbst, 1784). W: Czerwona księga zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce. Bezkręgowce. Z. Głowaciński, J. Nowacki (red.). Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Akademia Rolnicza w Poznaniu: 97-98.
- Pawłowski J., Kubisz D., Mazur M. 2002. *Coleoptera* Chrząszcze. Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce. Z. Głowaciński (red.). Polska Akademia Nauk, Instytut Ochrony Przyrody, Kraków: 88-110.
- Renkonen O. 1938. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fennicae, Vanamo, 6: 1-231.
- Schweiger H. 1962. Die Insektenfauna des Wiener Stadtgebietes als Beispiel einer kontinentalen Großstadtfäuna. 11. Internat. Kongr. Ent. Wien 1960, 3: 184-193.
- Skłodowski J. 2001. Waloryzacja siedlisk leśnych Puszczy Białowieskiej na podstawie Carabidae. W: Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. A. Szujewski (red.). SGGW, Warszawa: 73-104.
- Stachowiak M., Wilcz M. 2001. Biegaczowate (Coleoptera, Carabidae) rezerwatu „Cisy Staropolskie im. Leona Wyczółkowskiego” w Wierchlesie. W: Badania przyrodnicze wybranych typów środowisk wschodniej części Borów Tucholskich. M. Wiśniewska, M. Stachowiak, J. Cieściński (red.). Wyd. FIL, Bydgoszcz: 36-49.
- Thiele H.U. 1977. Carabid beetles in their environments. Springer Verlag, Berlin.
- Topp W. 1972. Die Besiedlung eines Stadtparks durch Käfer. Pedobiologia, 12:336-346.
- Twardowski J., Kornalewicz W. 2004. Wstępne badania nad fauną biegaczowatych (Coleoptera: Carabidae) otuliny rezerwatu przyrody „Zwierzyniec”. Wiadomości Entomologiczne, 23 Supl. 2: 210-212.
- Uproszczony Plan Urządzenia Lasu Komunalnego Gminy Miejskiej Słupsk na lata 2008-2017, Słupsk 2008.
- Wolender M. 1999. Próba oceny bioróżnorodności biegaczowatych (Carabidae) w niektórych parkach Szczecina. W: Dylematy ochrony przyrody XXI wieku. Ochrona bioróżnorodności 1. M. Ciaciura (red.). Uniwersytet Szczeciński, Szczecin: 80-82.
- Żelazna E., Błażejewicz-Zawadzińska M. 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of the Bydgoszcz green belts and suburban wood complexes. Baltic Journal of Coleopterology, 3 (2): 121-127.