

# Waloryzacja ekosystemów leśnych Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Lasy Spalsko-Rogowskie” na podstawie epigeiczno-glebowych zgrupowań skoczogonków (Collembola, Hexapoda)

Valorization of forest ecosystems of Forest Promotional Complex “Lasy Spalsko-Rogowskie” based on epigeic and soil springtail communities (Collembola, Hexapoda)

*Małgorzata Sławska, Marek Sławski*

**Abstrakt.** W dojrzałych w drzewostanach reprezentujących wszystkie siedliskowe typy lasu występujące w LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie” odłowiono 15,5 tys. egzemplarzy skoczogonków. Lista faunistyczna zawiera 92 gatunki oraz 26 taksonów wyższego rzędu takich jak rodzaj (21) lub rodzina (4). W zgrupowaniach, w zależności od typu siedliskowego lasu, wystąpiło od 29 do 49 taksonów. Generalnie bogatsze gatunkowo są zgrupowania siedlisk lasowych niż borów. Wartość pozostałych wskaźników waloryzacyjnych takich jak: wskaźnik form lokalnych, polisa zgrupowań i wartość faunistyczna również były wyższe dla siedlisk lasowych, zwłaszcza wilgotnych i bagiennych. W efekcie najwyższą wartość przyrodniczą przypisano takim siedliskom jak Lw, Ol, Lśw, LMb, OIJ, i LMw. Z siedlisk borowych do tej grupy zaliczono BMśw położony na terenie rezerwatu Żądłowice. Dane z Lasów Spalsko-Rogowskich wzbogaciły krajową faunę o 5 nowych gatunków skoczogonków. Są to: *Folsomia kuznetsovae* Potapov, 2009, *Cryptopygus exilis* (Gisin, 1960), *Arrhopalites elegans* Cassagnau, Del.-Deboutteville, 1953, *Sminthurinus signatus* (Krausbauer 1898) i *Sminthurinus reticulatus* Cassagnau, 1964.

**Słowa kluczowe:** LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”, siedliska leśne, waloryzacja, skoczogonki, gatunki nowe dla Polski

**Abstract.** In mature stands of all types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie” 15,5 thousands of springtail specimens were captured. Faunal list consists of 92 species and 26 higher taxa such as genus (12) or family (4). The number of taxa in a single community varied from 29 to 49 in different forest sites. Communities of deciduous forest were richer in species than coniferous ones. Other valorization indices such as local form index, insurance index, or faunal index, were higher for deciduous sites, especially for wet and bog deciduous forests. In result, the group of forest sites with the highest nature value consists of following type of forests: wet deciduous forest, alder bog forest, mesic deciduous forest, mixed bog forest, alder carr forest, and mixed wet forest. The only coniferous forest with high nature value index was mesic mixed coniferous forest in Żądłowice Nature Reserve. Data from Spalsko-Rogowskie

Forest enriched Polish fauna in 5 new collembola species: *Folsomia kuznetsovae* Potapov, 2009, *Cryptopygus exilis* (Gisin, 1960), *Arrhopalites elegans* Casagnau, Del.-Deboutteville, 1953, *Sminthurinus signatus* (Krausbauer, 1898) i *Sminthurinus reticulatus* Cassagnau, 1964.

**Key words:** FPC “Łasy Spalsko-Rogowskie”, forest sites, valorization, spring-tails, species new to Polish fauna

## Wstęp

### Charakterystyka skoczogonków jako obiektu zainteresowania zoindykacji

Skoczogonki to bezkręgowce o niewielkich rozmiarach ciała występujące bardzo licznie w ściółce i glebie wszystkich ekosystemów lądowych. Znaleźć je można również w innych środowiskach, w których rozkładająca się materia organiczna dostarcza schronienia i pożywienia. Powszechność występowania w środowiskach naturalnych, półnaturalnych i antropogenicznych jest zatem pierwszą cechą grupy pozwalającą na szerokie jej wykorzystanie w bioindykacji. Drugim argumentem jest dostatecznie dobre poznanie grupy, zarówno pod względem taksonomicznym jak i ekologicznym. W ostatnich kilkunastu latach wydanych zostało wiele opracowań dotyczących fauny Europy zawierających klucze do oznaczania jak również dane na temat rozmieszczenia i wymagań gatunków. Znajomość preferencji środowiskowych taksonów ma pierwszorzędne znaczenie w bioindykacji. Kolejną ważną cechą skoczogonków, które nie posiadają skrzydeł, jest bardzo mała siła dyspersji i osiadły tryb życia. Ponadto w ekosystemach naturalnych i seminaturalnych, do których można zaliczyć lasy, zgrupowania ściółkowo-glebowe cechują się względną stałością składu i struktury. Fauna lasów, a zwłaszcza borów wielu regionów strefy umiarkowanej jest dobrze udokumentowana i stąd wiadomo, że skład gatunkowy i udział gatunków dominujących jest w dużym stopniu przewidywalny. W obrębie borów największy stopień stałości wykazują zgrupowania siedlisk umiarkowanie wilgotnych natomiast bory bagienne i suche cechuje większa zmienność zarówno sezonowa jak i wieloletnia. Na tej podstawie Kuznietsova (2002a) zaproponowała klasyfikację borowych zgrupowań Collembola Europy Wschodniej. Stan poznania fauny lasów liściastych jest niestety znacznie słabszy (Kuznietsova 2002b). Z tego względu badania obejmujące pełne spektrum siedliskowe lasów, jak ma to miejsce w przypadku waloryzacji LKP „Łasy Spalsko-Rogowskie”, są bardzo cenne. W badaniach dużych obszarów znacznym utrudnieniem jest duża pracochłonność sortowania prób, oznaczania i liczenia materiału faunistycznego. Dlatego też, mimo że sposoby zbioru prób ilościowych i wpląsania większości grup bezkręgowców ściółkowo-glebowych są metodycznie dopracowane, skoczogonki, podobnie jak inne małe pod względem rozmiarów taksony, nie są wykorzystywane w zoindykacji na dużą skalę.

### Stan poznania Collembola Wyżyny Małopolskiej

Leśny Kompleks Promocyjny „Łasy Spalsko-Rogowskie” znajduje się w granicach VI Małopolskiej Krainy Przyrodniczo-leśnej, Dzielnicy Łódzko-Opoczyńskiej. W podziale na krainy wg Katalogu Fauny Polski jest to region 11, czyli Wyżyna Małopolska. W dotychczasowych

badaniach Collembola region ten był całkowicie pomijany i w efekcie brak jest jakichkolwiek danych na temat występowania skoczogonków w tej części Polski. Jako wstępne doniesienia można potraktować publikacje dotyczące występowania roślin, grzybów i bezkręgowców na powierzchniach w Arboretum SGGW w Rogowie. Dane te dotyczą głównie poletek doświadczalnych z introdukowanymi gatunkami drzew i tylko trzy powierzchnie mają charakter lasów półnaturalnych. Wydane dotychczas prace zawierają wykaz gatunków skoczogonków w nasadzeniach niektórych obcych drzew (Jagodziński i in. 2011, Kasprzowicz i in. 2011, Skorupski i in. 2011) a materiał zebrany w drzewostanach rodzimych jest w trakcie publikacji.

## Metodyka zbioru materiału

Powierzchnie badawcze zostały założone w większości przypadków w dojrzałych drzewostanach reprezentujących wszystkie siedliskowe typy lasu występujące w LKP „Lasy Spalско-Rogowskie” Szczegółowe dane na temat lokalizacji oraz wieku poszczególnych drzewostanów zawiera tabela 1. W pierwszym roku badań (2010) materiał faunistyczny zbierany był metodą prób ściółkowo-glebowych, z których bezkręgowce wyplaszane były w uproszonym aparacie Tullgrena i konserwowane w skażonym alkoholu. Na każdej powierzchni, przy pomocy armatki glebowej o średnicy 5 cm i długości 150 cm pobrano po 5 próbek w trzech powtórzeniach. Dwa terminy zbioru w okresach wzmożonej aktywności skoczogonków (późna wiosna i jesień) zapewniły reprezentatywność materiału faunistycznego do analiz ilościowych. W drugim roku badań zbiór materiału miał charakter uzupełniający. Dokładna penetracja wybranych mikrosiedlisk takich jak płyty mchu, grzyby, próchno, gnijące resztki organiczne przez otrząsanie lub wyplaszanie w aparacie Tullgrena, dostarczyła materiału jakościowego. Materiał ten nie został uwzględniony przy obliczaniu wskaźników waloryzacyjnych, dostarczył natomiast dojrzałych egzemplarzy skoczogonków, przydatnych do weryfikacji oznaczeń. Efektem zbiorów uzupełniających może być znalezienia gatunków, które nie wystąpiły w próbach ściółkowo-glebowych, jednak w tym przypadku nie stwierdzono żadnych nowych taksonów.

**Tab. 1.** Wykaz powierzchni badawczych na terenie LKP „Lasy Spalско-Rogowskie”

*Table 1. List of research plots in the area of FPC “Lasy Spalско-Rogowskie”*

Nr pow	Siedlisko	Lokalizacja	Lokalizacja GPS	Wiek [lata]	Gatunek panujący
1	Bs	Oddz. 177i; Nadl. Rogów, leśn. Głuchów, Uroczysko Gutkowice	N 51°45'15" E 20°01'00"	47	sosna
2	Bśw	Oddz. 234; Nadl. Brzeziny, leśn. Żywocin	N 51°34'55" E 19°55'17"	107	sosna
3	Bw	Oddz. 215a; Nadl. Spała, leśn. Żądłowice, Rez. Żądłowice	N 51°34'42" E 20°18'06"	60	sosna
4	Bb	Oddz. 93h; Nadl. Spała, leśn. Jasioń	N 51°36'00" E 20°08'11"	121	sosna
5	BMśw	Oddz. 216a; Nadl. Spała, leśn. Żądłowice, Rez. Żądłowice	N 51°34'22" E 20°18'04"	102	sosna
6	BMw	Oddz. 113f; Nadl. Spała, leśn. Małecz, Rez. Małecz	N 51°36'50" E 19°58'20"	125	sosna
7	BMb	Oddz. 298d; Nadl. Brzeziny, leśn. Rokiciny	N 51°43'00" E 19°46'51"	68	sosna

Nr pow	Siedlisko	Lokalizacja	Lokalizacja GPS	Wiek [lata]	Gatunek panujący
8	LMśw	Oddz. 153; Nadl. Spała, leśn. Małomierz, Rez. Konewka	N 51°34'32" E 20°10'07"	153	dąb
9	LMw	Oddz. 224; Nadl. Spała, leśn. Żądłowice, Rez. Żądłowice	N 51°33'43" E 20°17'35"	98	sosna
10	LMB	Oddz. 111k; Nadl. Brzeziny, leśn. Zieleń	N 51°41'01" E 19°53'50"	87	olcha
11	Lśw	Oddz. 170b; Nadl. Rogów, leśn. Jasień, Uroczysko Popień, Rez. Popień	N 51°46'39" E 19°55'43"	178	sosna
12	Lw	Oddz. 267f; Nadl. Spała, leśn. Borki, Rez. Spała	N 51°32'08" E 20°08'27"	88	olcha
13	OI	Oddz. 218c; Nadl. Spała, leśn. Żądłowice, Rez. Żądłowice	N 51°33'53" E 20°17'19"	118	olcha
14	OIJ	Oddz. 77f; Nadl. Rogów, leśn. Jasień, Uroczysko Rogów	N 51°48'03" E 19°50'27"	85	olcha

## Opis przyjętej metody waloryzacji

Materiał faunistyczny uzyskany z prób ściółkowo-glebowych, po posortowaniu i oznaczeniu został policzony i zestawiony w tabelę. Na jej podstawie obliczono następujące charakterystyki zgrupowań zasiedlających poszczególne powierzchnie: liczba gatunków (S), liczba gatunków rzadkich (SR), liczba odłowionych osobników (N), zagęszczenie zgrupowań (A – tys. osobników/m<sup>2</sup>), wskaźnik zróżnicowania gatunkowego Margalefa (d), wskaźnik różnorodności Shannona-Weavera (H').

Do waloryzacji siedliskowych typów lasu wybrano następujące wskaźniki obliczone według zamieszczonych niżej wzorów: wskaźnik form lokalnych (WFL), polisa zgrupowań (PZ), wartość faunistyczna zgrupowań (WF), wartość przyrodnicza obiektu (WP).

(1)

$$WFL = WZ/SZ$$

gdzie:

WZ – liczba gatunków o wąskim zasięgu geograficznym (europejskie, centralno-europejskie, borealno-górskie, północne)

SZ – liczba gatunków o szerokim zasięgu geograficznym (kosmopolityczne, holarktyczne, palearktyczne)

(2)

$$PZ = \frac{S_{spr}}{S_{u \geq 1\%}}$$

gdzie:

S<sub>spr</sub> – liczba gatunków sporadycznych (o udziale <1%)

S<sub>u ≥ 1%</sub> – liczba gatunków o udziale ≥ 1%

(3)

$$WF = \frac{SP+1}{S} \times \log N$$

gdzie:

SR – liczba gatunków rzadkich

S – ogólna liczba gatunków

N – liczba odłowionych osobników

(4)

$$WP = \sqrt{S \times WFL \times PZ \times WF}$$

gdzie:

S – ogólna liczba gatunków

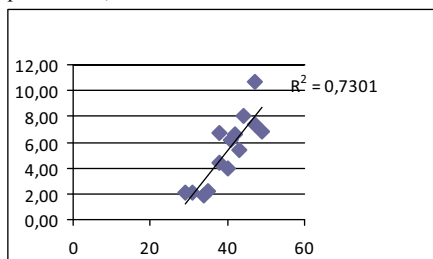
WFL – wskaźnik form lokalnych

PZ – polisa zgrupowań

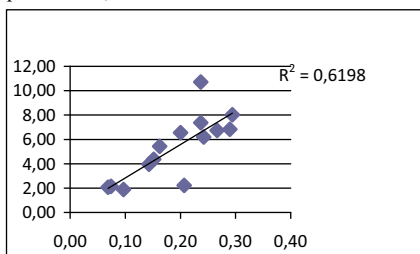
WF – wartość faunistyczna

Wskaźnik wartości przyrodniczej (WP) jest pierwiastkiem z czterech składników i jego wartość jest tym większa im wyższe wartości poszczególnych składowych uzyskało zgrupowanie skoczogonków występujące w waloryzowanym obiekcie (Ryc. 1). Cenniejsze przyrodniczo są zatem te siedliska, w których występujące ściółkowo-glebowe zgrupowania składają się z większej liczby gatunków, występuje w nich więcej gatunków o wąskim zasięgu geograficznym, a struktura zgrupowań cechuje się występowaniem dużej liczby gatunków mało licznych. Dodatkowo zgrupowania te mają wysoką wartość faunistyczną ze względu na wysoką proporcję gatunków rzadkich a całe zgrupowanie osiąga duże zagęszczenie.

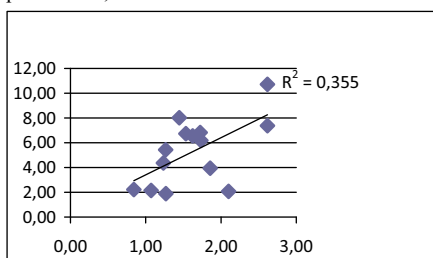
WP versus liczba gatunków (S)  
p-value = 0,0001



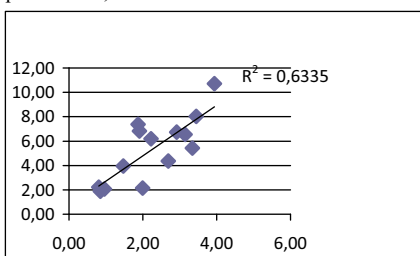
WP versus wskaźnik form lokalnych (WFL)  
p-value = 0,0008



WP versus polisa zgrupowań (PZ)  
p-value = 0,0245



WP versus wartość faunistyczna (WF)  
p-value = 0,0007



**Ryc. 1.** Zależność między wartością przyrodniczą obiektu (WP) a wartościami wskaźników obliczonych dla zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu

*Fig. 1. Relation between index of nature value (WP) and values of indices of Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC "Łasy Spalsko-Rogowskie"*

Podobny algorytm postępowania przyjęto przy szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną (Szujewski 2001). W niniejszym opracowaniu algorytm wzbogacono o syntetyczny wskaźnik wartości przyrodniczej WP, podczas gdy w odniesieniu do lasów Puszczy Białowieskiej bazowano na wartości faunistycznej zgrupowań WF (Sławska 2001) lub zestawie kilku wskaźników (Sławska 2005).

# Wyniki

## Wykaz gatunków odłowionych w dojrzałych drzewostanach na różnych typach siedliskowych lasu

Na 14 powierzchniach założonych w drzewostanach reprezentujących wszystkie siedliskowe lasu występujące na terenie LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie” odłowiono łącznie 15486 osobników sklasyfikowanych do 118 taksonów. Szczegółowy wykaz taksonów oraz ich liczebność zamieszczono w tabeli 2. Zestawienie to zawiera 92 gatunki oraz 26 taksonów wyższego rzędu takich jak rodzaj (21), rodzina (4) oraz podrząd (Symphypleona).

Z Polski wykazano dotychczas około 550 gatunków skoczogonków (Sterzyńska i in. 2007). Dane z „Lasów Spalsko-Rogowskich” wzbogacają krajową listę skoczogonków o kolejne 5 gatunków. Można zatem przyjąć, że wykaz gatunków zamieszczony w niniejszej pracy to, z punktu widzenia poznania fauny Polski, cenne opracowanie. Liczba gatunków skoczogonków stwierdzonych w „Lasach Spalsko-Rogowskich” (92) jest porównywalna z fauną Puszczy Białowieskiej, na terenie której znaleziono około 105 gatunków z tej grupy (Sławska 2001). Porównując te dane należy mieć na uwadze, że materiał z Puszczy Białowieskiej zbierany był na 121 powierzchniach podczas gdy dane z LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie” pochodzą z zaledwie 14 drzewostanów. Ponieważ w badaniach uwzględniono wszystkie siedliskowe typy lasu występujące na terenie kompleksu promocyjnego dodatkowym walorem tego zestawienia są dane na temat zróżnicowania siedliskowego epigeiczno-glebowych zgrupowań skoczogonków. Na ich podstawie można wnioskować o wymaganiach poszczególnych gatunków i ich plastyczności środowiskowej względem takich czynników jak wilgotność i żyzność.

## Przegląd gatunków rzadkich (gwiazdką oznaczono gatunki nowe dla fauny Polski)

*Ceratophysella scotica* (Carpenter & Evans, 1899) – gatunek europejski występujący od Wielkiej Brytanii po Ukrainę (Babenko i in. 1994) ale znajdujący wyłącznie na torfowiskach wysokich i sporadycznie w innych silnie wilgotnych biotopach (Thibaud i in 2004, Sławska, Sławski 2009).

*Xenylodes armatus* Axelson, 1903 – gatunek borealno-alpejski występujący w całej Holarktyce, głównie regionach północnych (Babienko, Bulavintsev 1993). Na nizinach znajduje się tylko w biotopach silnie wilgotnych takich jak brzegi rzek, torfowiska i wilgotne lasy (Skarżyński 1999, Sławska, Sławski 2009). Z tego względu uważany jest za rzadki, mimo licznych doniesień z terenu całego kraju.

*Pseudostachia populosa* (Selga, 1963) – rzadko znajdujący gatunek, głównie ze względu na niewielkie rozmiary (0,3-0,5 mm) i nietypowy kształt ciała przypominający beznogą larwę. Związany z suchymi, piaszczystymi glebami zarówno terenów otwartych jak i lasów (Fjellberg 1998).

*Neanura pseudoparva* Rusek, 1963 – gatunek do tej pory wykazywany z pojedynczych stanowisk w Europie Środkowej oraz Krymu. W Polsce znany tylko z Karpat (kilka stanowisk), Pojezierza Kaszubskiego, Puszczy Białowieskiej oraz Wzgórz Trzebnickich (Smolis 2002). Dane te wskazują na możliwość szerszego występowania tego gatunku w naszym kraju a duże

podobieństwo morfologiczne *N. pseudoparva* do pospolitego *N. muscorum* może być przyczyną niedostatecznego rozpoznania jego rozmieszczenia.

***Deutonura albella*** (Stach, 1920) – zmiany w taksonomii *Deutonura* grupa „*phlegrea*” (Deharveng 1982 za Smolis 2002) pociągają za sobą konieczność weryfikacji starszych danych na temat występowania tego gatunku. Stwierdzony na pewno w górach Europy Środkowej a w Polsce wykazany z Karpat, Sudetów, Roztocza i Wyżyny Małopolskiej. Na nizinach gatunek znajdujący był sporadycznie a najbardziej na północ wysunięte stanowiska to Wzniesienia Elbląskie i Pojezierze Kaszubskie (Smolis 2002). W górach zamieszkuje wszystkie typy lasu, na nizinach cieniste buczyny i bory jodłowe.

***Deutonura conjuncta*** (Stach, 1926) – gatunek europejski, podawany z terenów górskich i wyżynnych w Europie Środkowej i Południowej. W Polsce z Karpat i Sudetów oraz Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej, Górnego i Dolnego Śląska, sporadycznie stwierdzany na nizinach (Smolis 2002). W górach gatunek eurytopowy, na stanowiskach wyżynnych i nizinach w mchu, ściółce i glebie w borach sosnowych.

***Supraptorura furcifera*** (Börner, 1901) – gatunek o zasięgu palearktycznym ale na terenie Polski znajdujący głównie w górach i na terenach wyżynnych (Pomorski 1998). Na nizinach występuje sporadycznie w miejscach mokrych i żyznych takich jak wilgotne lasy i olsy jesionowe (Pomorski 1998, Sławska 2005).

***Folsomia dovrensis*** (Fjellberg, 1976) – bardzo rzadki gatunek znany jak dotąd tylko z kilku krajów Centralnej Europy (Potapov 2001). Możliwe, że jest szerzej rozprzestrzeniony a ze względu na niewielkie rozmiary ciała (do 0,5 mm) traktowany jako młodociane osobniki innych przedstawicieli rodzaju *Folsomia*. Najczęściej znajdujący był w borach sosnowych i suchych łąkach.

\* ***Folsomia kuznetsovae*** (Potapov, 2009) – gatunek opisany stosunkowo niedawno, stąd jego rozmieszczenie jest słabo poznane. Jak dotąd wykazany został z europejskiej części Rosji, Ukrainy i Skandynawii (Potapov, Taskaeva 2009). Zajmuje wilgotne oligotroficzne biotopy głównie w strefie borealnej tajgi oraz subborealnych lasów liściastych. Z terenu Polski odnotowany wcześniej pod nazwą *F. bisetosa* (Gisin 1953) z kilku torfowisk wysokich i borów bagiennych Pomorza oraz Puszczy Białowieskiej (Sławska, Sławski 2009).

***Folsomia penicula*** (Bagnall, 1939) – gatunek, mimo że został opisany z Wielkiej Brytanii, w Europie występuje licznie tylko w jej południowej części. Nie znaleziony, jak dotąd w krajach skandynawskich, nadbałtyckich i Rosji (Potapov 2001). „Lasy Spalsko-Rogowskie” to na terenie Polski najbardziej na północ wysunięte stanowisko tego gatunku.

***Folsomia spinosa*** (Kseneman, 1936) – gatunek europejski szeroko rozprzestrzeniony, ale rzadko znajdujący (Potapov 2001). Występuje w bardzo różnych środowiskach takich jak: lasy, łąki, grunty orne, zwykle jednak nielicznie.

\* ***Cryptopygus exilis*** (Gisin, 1960) – gatunek stwierdzony z terenu Niemiec, Norwegii, Ukrainy i europejskiej części Rosji (Potapov 2001; Fjellberg 2007). Stwierdzony również w Ameryce Północnej. Najczęściej znajdujący był na wilgotnych łąkach przy rzekach. Nieliczne doniesienia na temat występowania tego gatunku wynikają po części z faktu, że jest on niewielkich rozmiarów (0,45 mm).

\* ***Arrhopalites elegans*** Cassagnau, Del.-Deboutteville, 1953 – gatunek opisany z terenu Hiszpanii, ale znaleziony również w innych krajach w południowej Europie (Portugalia, południowa Francja, była Jugosławia) (Bretfeld 1999). Znajdujący zarówno w jaskiniach jak i terenach otwartych w miejscach porośniętych mchem.

\* *Sminthurinus signatus* (Krausbauer, 1898) – przez niektórych autorów gatunek uważany jest za inaczej ubarwioną odmianę *S. aureus* lub *S. elegans*, jednakże nowe opracowanie Fjellberga (2007) podaje zestaw cech pozwalający na pewne wyodrębnienie tego gatunku i wskazuje inne powiązania taksonomiczne w obrębie rodzaju *Sminthurinus*. *S. signatus* to gatunek stwierdzany dosyć często w Finlandii, głównie w lasach we mchu i ściółce, ale również w miejscach bardziej wilgotnych (Linnaniemi 1912 za Fjellberg 2007). Wykazany również z innych krajów północnej Europy.

\* *Sminthurinus reticulatus* Cassagnau, 1964 – gatunek o słabo poznanym rozmieszczeniu podobnie jak w przypadku wielu przedstawicieli rodzaju *Sminthurinus* z grupy „*aureus*”. Status taksonomiczny gatunku jest przedmiotem dyskusji (Bretfeld 1999, Fjellberg 2007) ale obaj autorzy uznają go za „dobry” i łatwy do oznaczenia na podstawie dobrze wyodrębnionych cech i pigmentacji odwłoka. *Sminthurinus reticulatus* jak dotąd w Europie stwierdzony został tylko w kilku krajach (Hiszpania, Francja, Niemcy, Szwecja, Finlandia) ale najprawdopodobniej występuje szerzej.

## Charakterystyka epigeiczno-glebowych zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu

W zgrupowaniach skoczogonków występujących w dojrzałych drzewostanach LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”, w zależności od typu siedliskowego lasu, wystąpiło od 29 do 49 taksonów (Tab. 3). Generalnie bogatsze w gatunki są zgrupowania siedlisk lasowych niż borów a różnica aż 20 taksonów między najmniejszą stwierdzoną wartością w Bm a największą w LMb jest bardzo duża. Z przedstawionego na rycinie 2 rankingu bogactwa gatunkowego zgrupowań wynika, że na siedliskach borowych, z wyjątkiem Bw, stwierdzono poniżej 40 gatunków skoczogonków, natomiast w lasach liczba gatunków wynosiła od 40 do 49 gatunków.

W składzie gatunkowym zgrupowań trzech typów siedliskowych lasu, czyli borze suchym, świeżym i bagiennym nie wystąpił ani jeden gatunek rzadki (Tab. 3). Na pozostałych powierzchniach stwierdzono od 1 do 5 gatunków rzadkich, przy czym najwięcej w lesie wilgotnym (5), borze wilgotnym i olsie (po 4) oraz borze mieszanym świeżym i olsie jesionowym (po 3 gatunki).

Bardzo duże różnice stwierdzono w liczebności zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu (Ryc. 3). Średnie zagęszczenie osobników na 1 m<sup>2</sup> w zgrupowaniach siedlisk borowych wyniosło od 10 do 16 tysięcy (z wyjątkiem Bb) a na siedliskach lasowych od 18 do 33 tysięcy. Skrajnie wysokie zagęszczenie, ponad 42 tysiące osobników na 1 m<sup>2</sup>, odnotowano w borze bagiennym.

Różnorodność zgrupowań różnych siedlisk została porównana wskaźnikami Margalefa i Shannona-Weavera. Wartości pierwszego z nich wskazują na większe zróżnicowanie zgrupowań występujących na siedliskach lasowych, dla których wskaźnik w większości przypadków osiągnął wynik powyżej 4 (Ryc. 4). Wynik ten nie znalazł potwierdzenia w wartościach wskaźnika Shannona-Weavera. Wśród zgrupowań, dla których wskaźnik przyjął wysokie wartości od 3,5 do 4, znalazły się zarówno zgrupowania siedlisk lasowych takich jak LMb, Ol, OIJ, Lw, Lśw jak również siedliska borowe takie jak: Bw, BMb, BMśw (Ryc. 5). Warto zauważyć, że generalnie na siedliskach wilgotnych i bagiennych zgrupowania skoczogonków cechuje większa różnorodność niż zgrupowania siedlisk świeżych i suchych. Wyjątkiem jest bór bagienny, którego zgrupowania pod względem różnorodności, co potwierdzają oba wskaźniki, są porównywalne do boru świeżego.

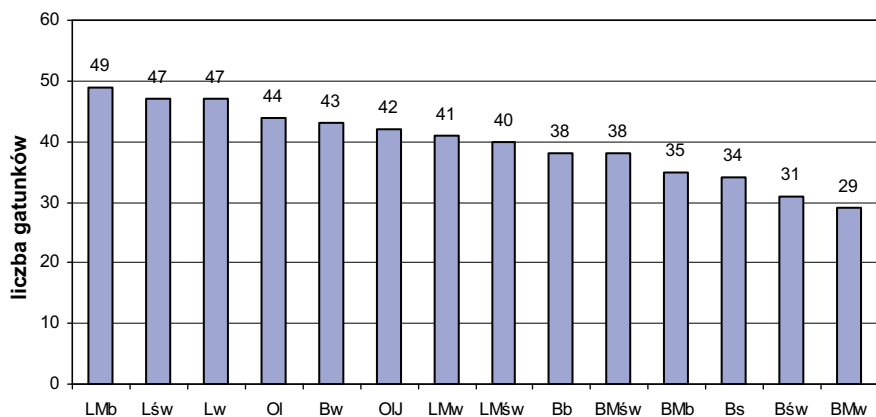


**Tab. 3.** Zestawienie parametrów zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu. Objasnienia: S – liczba gatunków, SR – liczba gatunków rzadkich, N – liczba odłowionych osobników, A – zagęszczenie zgrupowań (tys. osobników/m<sup>2</sup>), d – wskaźnik zróżnicowania gatunkowego Margalefa, H' – wskaźnik różnorodności Shannona-Weavera

Table 3. *Parameters of Collembola communities occurring in various types of forest sites.*

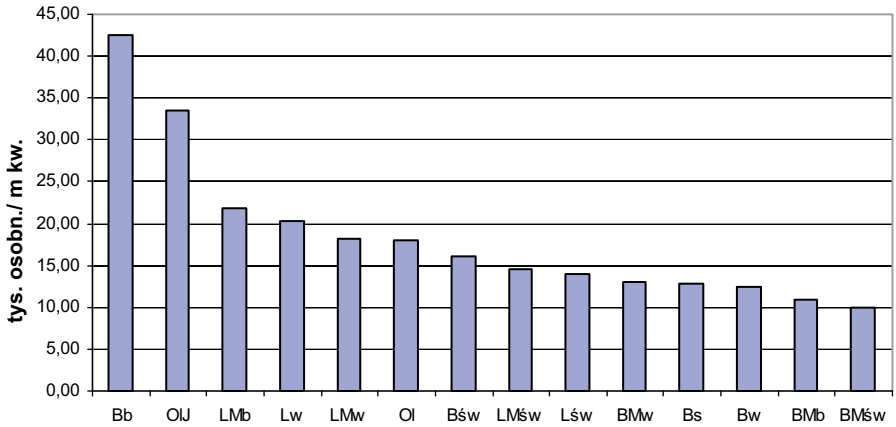
Parameters symbols: S – number of species, SR – number of rare species, N – number of specimens, A – abundance (thou. specimens/m<sup>2</sup>), d – Margalef index, H' – Shannon-Weaver index

Parametr	Bs	Bśw	Bw	Bb	BMśw	BMw	BMb	LMśw	LMw	LMb	Lśw	Lw	OIJ	OI
S	34	31	43	38	38	29	35	40	41	49	47	47	42	44
SR	0	0	4	2	3	1	0	1	2	2	2	5	3	4
N	770	967	752	2550	592	786	652	876	1091	1304	844	1218	2007	1077
A	12,84	16,12	12,54	42,51	9,87	13,10	10,87	14,60	18,19	21,74	14,07	20,30	33,46	17,95
d	3,44	3,02	4,40	3,27	4,02	2,91	3,64	3,99	3,96	4,64	4,73	4,49	3,74	4,27
H'	3,50	2,88	4,20	2,96	3,95	3,36	4,05	3,07	3,35	4,23	3,52	3,85	3,90	3,94



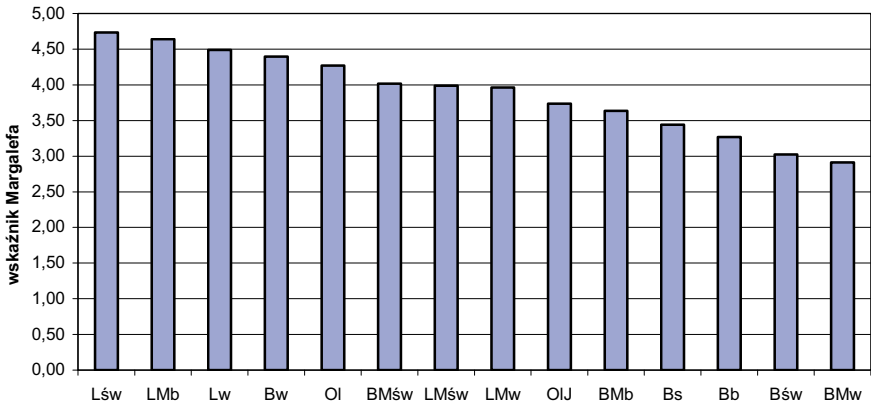
**Ryc. 2.** Bogactwo gatunkowe zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

Fig. 2. Number of species in Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”



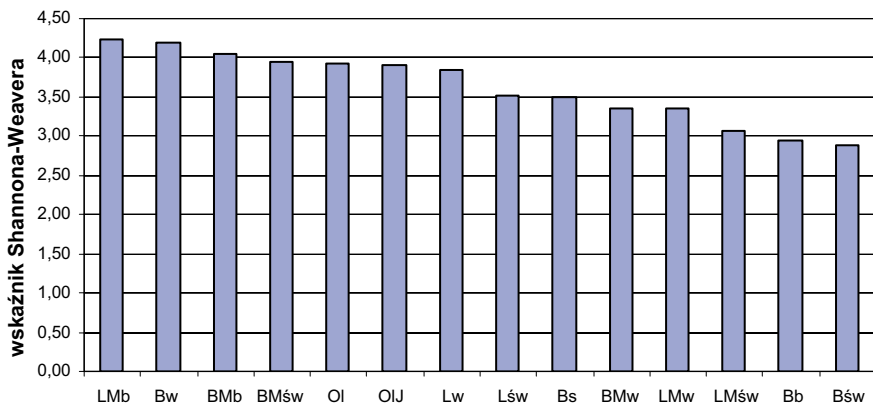
**Ryc. 3.** Zagęszczenie zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

*Fig. 3. Abundance of Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”*



**Ryc. 4.** Zróżnicowanie gatunkowe zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

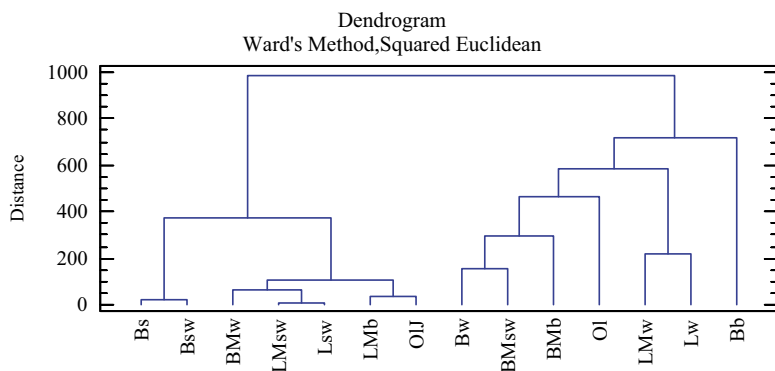
*Fig. 4. Margalef index of Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”*



**Ryc. 5.** Różnorodność gatunkowa zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

*Fig. 5. Shannon-Weaver index of Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”*

Wyniki analizy skupień przedstawione w formie dendrogramu na rycinie 6 wskazują na wysoki stopień specyficzności zgrupowań skoczogonków występujących w ściółce i glebie różnych siedlisk. Bory o różnym stopniu uwilgotnienia różnią się wyraźnie składem gatunkowym i strukturą zgrupowań, o czym świadczy skrajne położenie na dendrogramie borów suchych i świeżych oraz bagiennych. Również w przypadku siedlisk lasowych wilgotność jest czynnikiem najsilniej różnicującym zgrupowania. Największe podobieństwo faunistyczne wykazują zgrupowania zamieszkujące siedliska o podobnym poziomie uwilgotnienia i żyzności (Bs i Bśw, LMśw i Lśw, LMB i OIJ, LMw i Lw). Najbardziej specyficzna fauna występuje na siedliskach bagiennych takich jak OI i Bb.



**Ryc. 6.** Dendrogram podobieństwa faunistycznego zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

*Fig. 6. Dendrogram of Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”*

## Waloryzacja siedlisk leśnych na podstawie zgrupowań Collembola

Przyjęty algorytm waloryzacyjny zakłada, że cenniejsze przyrodniczo są te siedliska, których ściółkowo-glebowe zgrupowania skoczogonków składają się z większej liczby gatunków, występuje w nich więcej gatunków o wąskim zasięgu geograficznymi i rzadkich a struktura zgrupowań cechuje się występowaniem dużej liczby gatunków mało licznych.

Bogactwo gatunkowe zgrupowań zostało opisane w poprzednim rozdziale zawierającym charakterystykę epigeiczno-glebowych zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu. Wartości pozostałych wskaźników waloryzacyjnych charakteryzujących zgrupowania poszczególnych typów siedliskowych lasu zestawiono w tabeli 4.

**Tab. 4.** Zestawienie wartości wskaźników waloryzacyjnych. Objaśnienia: WFL – wskaźnik form lokalnych, PZ – polisa zgrupowania, WF – wartość faunistyczna zgrupowania, WP – wartość przyrodnicza obiektu

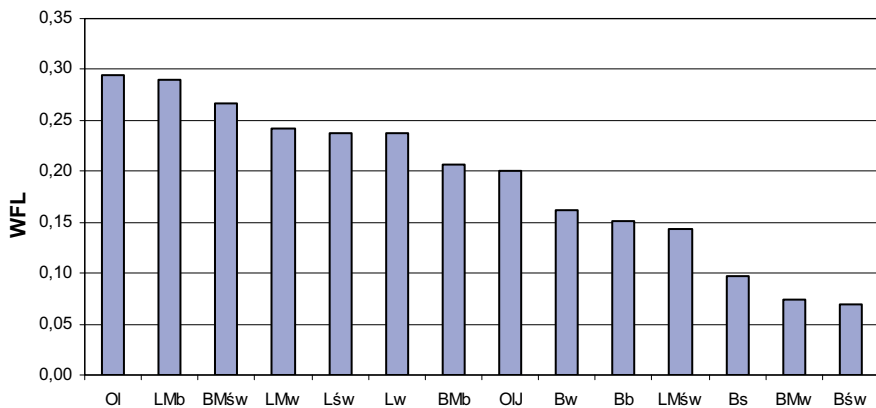
*Table 4. Values of valorization indices. Indices symbols: WFL – local form index, PZ – insurance index, WF – faunal index, WP – index of nature value of forest site*

Wskaźnik	Bs	Bśw	Bw	Bb	BMśw	BMw	BMb	LMśw	LMw	LMb	Lśw	Lw	OIJ	OI
WFL	0,10	0,07	0,16	0,15	0,27	0,07	0,21	0,14	0,24	0,29	0,24	0,24	0,20	0,29
PZ	1,27	2,10	1,26	1,24	1,53	1,07	0,84	1,86	1,73	1,72	2,62	2,62	1,63	1,44
WF	0,85	0,96	3,34	2,69	2,92	2,00	0,80	1,47	2,22	1,91	1,87	3,94	3,15	3,45
WP	<b>1,88</b>	<b>2,08</b>	<b>5,43</b>	<b>4,37</b>	<b>6,73</b>	<b>2,14</b>	<b>2,21</b>	<b>3,95</b>	<b>6,19</b>	<b>6,83</b>	<b>7,37</b>	<b>10,71</b>	<b>6,55</b>	<b>8,03</b>

Udział w gatunków o wąskim zasięgu geograficznym odzwierciedla wskaźnik form lokalnych WFL. Na wykresie 7 zamieszczono ranking zgrupowań zasiedlających różne typy siedliskowe lasu. Z danych tych wynika, że udział gatunków o zasięgu europejskim, północnym i borealno-górskim jest największy na takich siedliskach jak: OI, LMb, BMśw, LMw, Lśw i Lw, BMb i OIJ. Są to zatem głównie siedliska żyzne o znacznym stopniu uwilgotnienia. Natomiast w grupie siedlisk borowych mniej wilgotnych znacznie liczniej występują gatunki kosmopolityczne, holarktyczne i palearktyczne, czyli o szerokim zasięgu geograficznym.

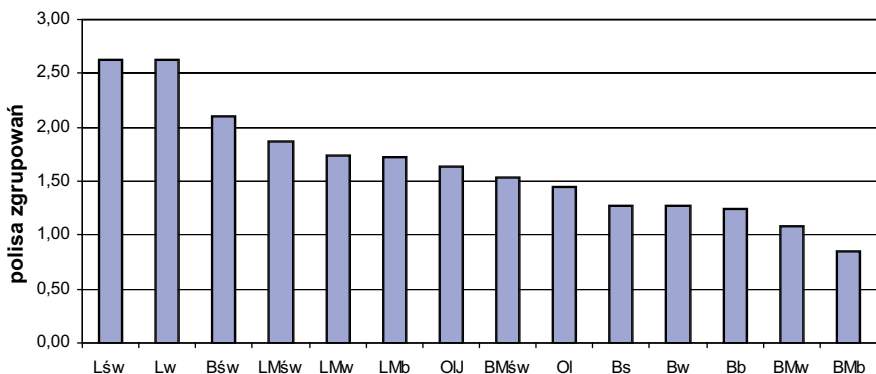
Drugi parametr uwzględniony w waloryzacji to polisa zgrupowań PZ, której wartość odzwierciedla udział w zgrupowaniu gatunków sporadycznych. Zestawienie wartości wskaźnika obliczonego dla zgrupowań różnych typów siedliskowych lasu wskazuje, że w ściółkowo-glebowych zgrupowaniach skoczogonków siedlisk lasowych udział gatunków mało licznych jest znacznie większy niż w zgrupowaniach siedlisk borowych (Ryc. 8). Oznacza to, że rozkład liczebności tych zgrupowań posiada tzw. „długi ogon” traktowany jako istotny walor faunistyczny a nawet jako potwierdzenie naturalności zgrupowań.

Wartość faunistyczna zgrupowań to wskaźnik, którego wartość zależy od dwóch składowych: proporcji gatunków rzadkich oraz zagęszczenia całego zgrupowanie. Z przedstawionego na rycinie 9 rankingu uzyskanych wartości wynika, że wysoką wartość faunistyczną posiadają takie zgrupowania jak: Lw, OI, Bw, OIJ, BMśw, Bb LMw. Są to w większości zgrupowania siedlisk lasowych o znacznym stopniu uwilgotnienia.



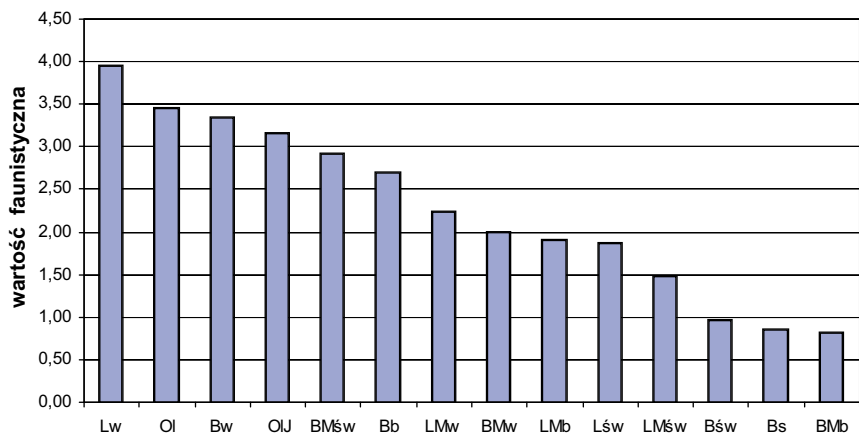
**Ryc. 7.** Wskaźnik form lokalnych zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

*Fig. 7. Index of local forms of Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”*



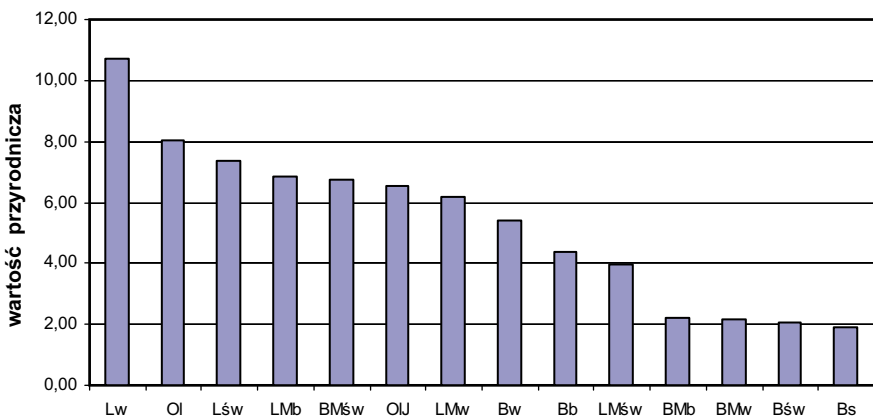
**Ryc. 8.** Polisa zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

*Fig. 8. Insurance index of Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”*



**Ryc. 9.** Wartość faunistyczna zgrupowań skoczogonków zasiedlających różne typy siedliskowe lasu LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

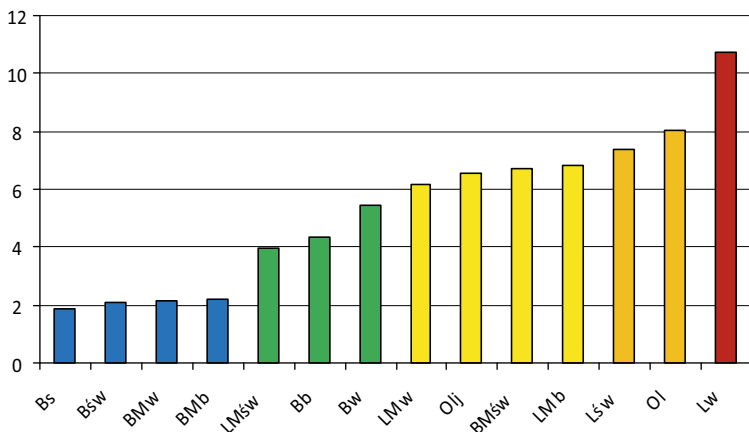
*Fig. 9. Faunal value index of Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”*



**Ryc. 10.** Wartość przyrodnicza siedliskowych typów lasu LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

*Fig. 10. Index of nature value of Collembola communities occurring in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”*

Końcowym wynikiem waloryzacji ekosystemów leśnych LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie” na podstawie epigeicznie-glebowych zgrupowań skoczogonków jest wskaźnik wartości przyrodniczej siedlisk. Ranking wartości uzyskanych przez poszczególne siedliska zawiera rycina 10, a przestrzenne rozmieszczenie siedlisk z podziałem na pięć klas cenności przyrodniczej zawierają mapy zamieszczone na końcu opracowania. Przyjęte w opracowaniu kartograficznym zakresy wartości przyrodniczej (WP) oraz zaliczone do nich siedliskowe typy lasu zawiera rycina 11.



**Ryc. 11.** Przyjęte zakresy wartości przyrodniczej (WP) oraz zaliczone do nich siedliskowe typy lasu. Kolor: niebieski – bardzo mała, zielony – mała, żółty- średnia, pomarańczowy – duża, czerwony – bardzo duża wartość przyrodnicza

*Fig. 11. Assumed ranges of nature value (WP) and various types of forest sites ranked to five classes of nature value. Colour: blue – very low, green – low, yellow – medium, orange – high, red – very high*

Podsumowując wyniki waloryzacji należy stwierdzić, że siedliska lasowe, takie jak Lw, OI i Lśw odznaczają się bardzo wysoką i wysoką wartością przyrodniczą. Na drugim biegunie znajdują się siedliska borowe, którym tylko z jednym wyjątkiem, przypisano niską (Bw, Bb) lub bardzo niską (BMb, BMw, Bśw, Bs) wartość przyrodniczą. Jako przeciętne ocenione zostały siedliska LMb, BMśw, OIj, LMw.

W rankingu wartości przyrodniczej siedlisk wysoką pozycję zajął BMśw. Powierzchnia badawcza reprezentująca ten typ siedliskowy lasu została założona na terenie Rezerwatu Żądłowice w otoczeniu siedlisk żyznych i wilgotnych i być może z tego powodu również zgrupowania BMśw są cenniejsze faunistycznie i przyrodniczo niż pozostałe bory na terenie LKP „Lasy Spalско-Rogowskie”. Drugim wyjątkiem jest LMśw położony w Rezerwacie Konewka, który jako jedyny spośród siedlisk lasowych znalazł się w grupie borowej o niskich i bardzo niskich walorach przyrodniczych. Może to być związane z położeniem tej powierzchni badawczej w zasięgu dużej penetracji turystycznej zarówno przez osoby przyjeżdżające do Spały jak i miejscowych grzybiarzy.

O wartości przyrodniczej poszczególnych kompleksów leśnych na terenie LKP „Lasy Spalско-Rogowskie” decyduje struktura siedlisk. Te kompleksy, w których udział siedlisk lasowych jest duży są cenniejsze przyrodniczo niż kompleksy borowe. Szczególnie cenne są fragmenty lasów z dużym udziałem siedlisk wilgotnych i bagiennych. Z badań prowadzonych w Puszczy Białowieskiej wynika, że wartość faunistyczna zgrupowań skoczogonków drzewostanów dojrzałych jest znacznie wyższa niż drzewostanów młodszych klas wieku (Sławska 2005). Z tego względu szacowanie wartości całych kompleksów leśnych tylko na podstawie diagnozy wykonanej w drzewostanach dojrzałych, bez uwzględnienia struktury wiekowej całego kompleksu, odbiega od jej rzeczywistego stanu i powinna być traktowana jako wartość potencjalna.

**Tab. 2.** Wykaz taksonów oraz liczba skoczogonków odłowionych na powierzchniach badawczych w różnych typach siedliskowych lasu w LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”

*Table 2. List of taxa and number of specimens caught on research plots in various types of forest sites in FPC “Lasy Spalsko-Rogowskie”*

Lp	Takson	Bs	Bśw	Bw	Bb	BMśw	BMw	BMB	LMśw	LMw	LMb	Lśw	Lw	OJ	OI	Razem
1	<i>Ceratophysella denticulata</i> (Bagnall, 1941)			4	23					1	5	4		2	1	40
2	<i>C.scotica</i> (Carpenter & Evans, 1899)				22										6	28
3	<i>Ceratophysella</i> sp. juv.		1	7	46		2				20	12		3	7	98
4	<i>Choreutimula inermis</i> (Tullberg, 1871)	73	202			1			1			1		3		281
5	<i>Schoetella ununguiculata</i> (Tullberg, 1869)	1														1
6	<i>Xenylla</i> sp. juv.	8	2					1	3			1				15
7	<i>Willemia anophthalma</i> Börner, 1901		1			3	1							1		6
8	<i>W. denisi</i> Mills, 1932 sensu Fjellberg 1985									1	1	1		2		5
9	<i>Xenylodes armatus</i> Axelson, 1903												10			10
10	<i>Pseudotachia populosa</i> (Sølgå, 1963)												2			2
11	<i>Odontella lamellifera</i> (Axelson, 1903)			1												1
12	<i>Brachystomella parvula</i> (Schaffner, 1896)				8											8
13	<i>Frieesea truncata</i> Cassagnau, 1958		1	10	170		1	5			51	1	36	42	1	318
14	<i>Frieesea</i> sp. juv.					2	2		3	1				4		12
15	<i>Pseudachorutella assigilata</i> (Börner, 1901)										1					1
16	<i>Pseudachorutes dubius</i> Krausbauer, 1898	1		1		3					1					6
17	<i>P. parvulus</i> Börner, 1901			1								10	2			13
18	<i>Pseudachorutes</i> sp. juv.	1				2			1	2		6	1			13
19	<i>Micramurida pygmaea</i> Börner, 1901	4	1			3	1						2			11
20	<i>Anurida granulata</i> Agrell, 1943			1		16					2	1	3	4	1	28
21	<i>Nemura muscorum</i> (Templeton, 1835)	29	18	1	41	3	5	7	1			2	1	10	12	130
22	<i>N. pseudoparva</i> Rusek, 1963										1			5	1	7



Lp	Takson	Bs	Bśw	Bw	Bb	BMśw	BMw	BMB	LMśw	LMw	LMb	Lśw	Lw	OIJ	OI	Razem
23	<i>Neanura</i> juv.	21	43		30	3	13		3		14	8	12	43		190
24	<i>Deutonura albella</i> (Stach, 1920)										1					1
25	<i>D. conjuncta</i> (Stach, 1926)				2	9										11
26	<i>Neanuridae</i> juv.					2	1	1		7				4	1	16
27	<i>Microphorura absoloni</i> (Borner, 1901)	1	4	2	3	3	8	10	17	38	15	5	1	16	3	126
28	<i>Onychiuroides granulosis</i> (Stach, 1930)			2		15			1	55		44		22		139
29	<i>Onychiuroides</i> juv.			21		42			2	77	1	94	1	100	2	340
30	<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)			1	132	1		13	2	4	89	10		88	63	403
31	<i>P. pannonica</i> (Haybach, 1960)											6				6
32	<i>P. subarmata</i> (Gisin, 1957)													15		15
33	<i>P. tricampata</i> (Gisin, 1956)								4							4
34	<i>Protaphorura</i> sp. juv.	1	4	2	67		4	8	9	8	76	8	2	61	33	283
35	<i>Supraphorura furecifera</i> (Borner, 1901)										42					42
36	<i>Mesaphorura florae</i> Simon, Ruiz, Martin & Lucianez, 1994												4			4
37	<i>M. hylophila</i> Rusek, 1982										3					3
38	<i>M. macrochaeta</i> Rusek, 1976	1	3	2		4	29	3	10	3	5	4	10	1		75
39	<i>M. temisensillata</i> Rusek, 1974										2	1				3
40	<i>M. yosii</i> Rusek, 1967			1	1	2	1	4	4		1	1	1			15
41	<i>Mesaphorura</i> sp. juv.							1				1				2
42	<i>Karlstejnia norvegica</i> Fjellberg, 1974	2	1						4	4						11
43	<i>Paratullbergia callipygos</i> (Borner, 1903)												4			4
44	<i>Stenaphorvella tubbocki</i> (Bagnall, 1935)												5			5
45	<i>Anurophorus atlanticus</i> Fjellberg, 1974							22			1					23
46	<i>Anurophorus laricis</i> (Stach, 1942)			1												1
47	<i>Anurophorus</i> sp. juv.	49		1				12		6						68

Lp	Takson	Bs	Bśw	Bw	Bb	BMśw	BMw	BMb	LMśw	LMw	LMb	Lśw	Lw	OIJ	OI	Razem
48	<i>Folsomia dovrencis</i> (Ejellberg, 1976)												1			1
49	<i>F. fimetarioides</i> (Axelson, 1903)						118			12			14	4	4	152
50	<i>F. lawrencei</i> Rusek, 1984						1	2		19					1	23
51	<i>F. kuznetsovae</i> Potapov, 2009					1										1
52	<i>F. manolachei</i> Bagnal, 1939	1									62	20	138	2		223
53	<i>F. stella</i> Christansen & Tucker, 1977												2			2
54	<i>F. penicula</i> Bagnall, 1939												7			7
55	<i>F. quadriculata</i> (Tullberg, 1871)	1	80	80	99	1	44	75	29	468	112	1	170	232	25	1238
56	<i>F. spinosa</i> Kseneman, 1936			2												2
57	<i>Folsomia</i> juv.	8					1	4	12		1	1	3		1	31
58	<i>Proisotoma minima</i> (Tullberg, 1871)	2		2		1		2	1	1	1	21		1		31
59	<i>Cryptopygus bipunctatus</i> (Axelson, 1903)												28			28
60	<i>C. exilis</i> (Gisin, 1960)									1						1
61	<i>Isotomiella minor</i> (Schaffner, 1896)	78	23	82	99	75	174	5	219	101	167	163	74	279	22	1561
62	<i>Parisotoma notabilis</i> (Schaffner, 1896)	209	345	28	37	35	173	6	343	61	218	286	110	389	21	2261
63	<i>Desoria tigrina</i> (Tullberg, 1871)										46	5	5	235	5	296
64	<i>D. trispinata</i> (Mac Gillivray, 1896)	1	1	26	1400				2	1		1	2	1		1435
65	<i>Isotoma viridis</i> Bourlet, 1839							14						5	166	185
66	<i>Desoria</i> sp. juv.		1				8				1					10
67	<i>Isotomurus</i> sp. juv.				1									2		3
68	<i>Isotomidae</i> juv.	8							2		7	1	5		258	281
69	<i>Tomocenus minor</i> (Lubbock, 1862)													2	9	11
70	<i>T. minutus</i> Tullberg, 1876)			3	5	64				19			1		19	111
71	<i>Pogonognathus flavescens</i> (Tullberg, 1871)	1		132	59	69	13	70	12	40	19	7	35	129	137	723
72	<i>Tomoceridae</i> juv.		1	35	79	104	12	24	28	30	43	5	31	80	87	559

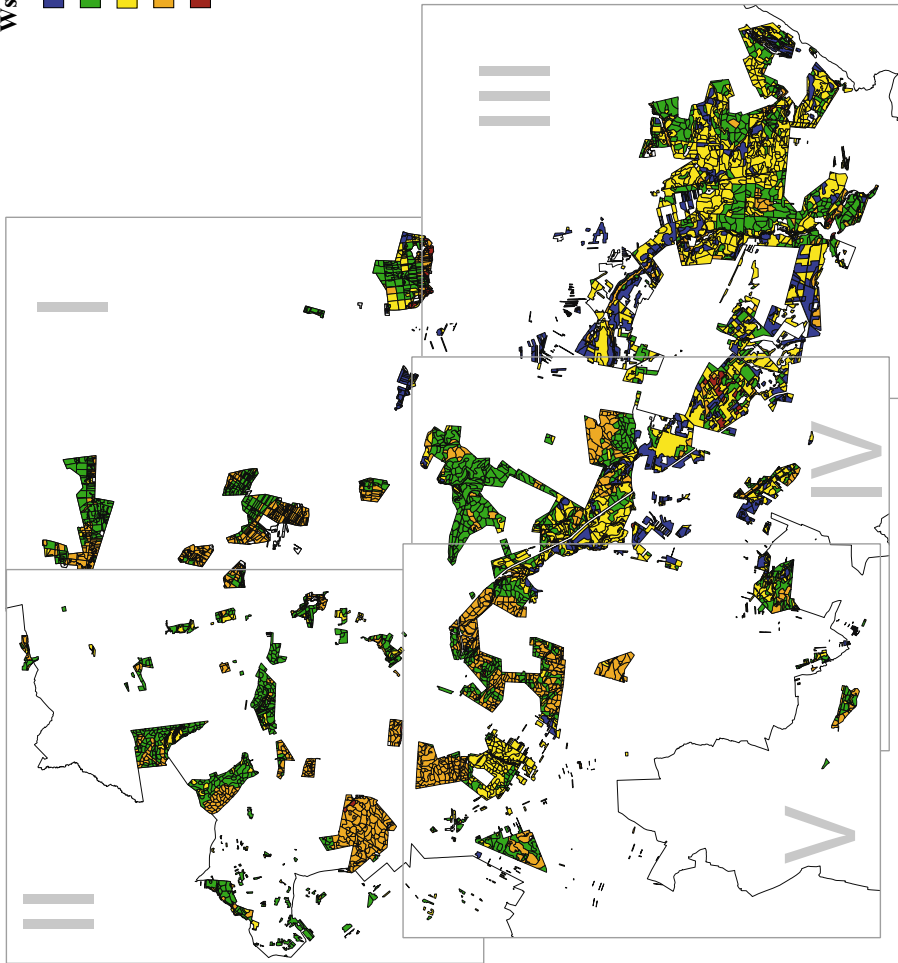
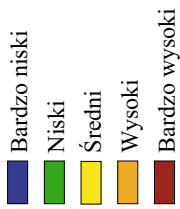
Lp	Takson	Bs	Bśw	Bw	Bb	BMśw	BMw	BMb	LMśw	LMw	LMb	Lśw	Lw	OIJ	OI	Razem
73	<i>Orchesella bifasciata</i> Nicolet, 1841	20	1			1			2		1	1				25
74	<i>O. flavescens</i> (Boullet, 1839)	1	1	21	2	2	5	19		1	5	3	2		8	70
75	<i>O. multifasciata</i> Sischerbakov, 1898		1													1
76	<i>Orchesella</i> sp. juv.	10	7	5		5	1		1	1	12		1		13	56
77	<i>Entomobrya corticalis</i> (Nicolet, 1841)	3											1			4
78	<i>E. multifasciata</i> (Tullberg, 1871)	25										2				27
79	<i>E. muscorum</i> (Nicolet, 1841)					2			2							2
80	<i>E. nivalis</i> (Linnaeus, 1758)	3									1					4
81	<i>Willowisia buski</i> (Lubbock, 1869)	2			1	1										4
82	<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin, 1790)							9	3							12
83	<i>L. lignorum</i> (Fabricius, 1793)	44	52	9	28		88					1				222
84	<i>L. paradoxus</i> Uzel, 1890			1				1	1	1						4
85	<i>Lepidocyrtus violacea</i> gr. juv.								1		4				2	7
86	<i>Lepidocyrtus lignorum</i> gr. juv.	137	147	13	30	31	7	26	49	32	52	26	10	74	8	642
87	<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)												3			3
88	<i>P. horaki</i> Rusek, 1985	2		25				21		8	70	7		12	2	147
89	<i>Pseudosinella</i> juv.			19		9		1	1	4	29	4		9	1	77
90	Entomobyidae juv.	17	23	39	10	37	38	44	17	31	77	16	11	49	9	418
91	<i>Neelides minutus</i> (Folsom, 1901)			15						3	10			7	25	60
92	<i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900	2	13	15	42	23	18	19	7	24	8	24	6	30	15	246
93	<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	3	64	82	6	9	13	69	49	4	12	12	90	20	37	470
94	<i>Sminthurides schoetti</i> (Axelson, 1903)				48			130			3				9	190
95	<i>Arrhopalites caecus</i> (Tullberg, 1871)										4					4
96	<i>A. elegans</i> Cassagnau, Del.-Deboutteville, 1953											1				1
97	<i>A. secundarius</i> Gisin, 1958				51							1				52

Lp	Takson	Bs	Bśw	Bw	Bb	BMśw	BMw	BMB	LMśw	LMw	LMB	Lśw	Lw	OIJ	OI	Razem
98	<i>A. spinosus</i> Rusek, 1967			3	8	7			3							21
99	<i>A. terricola</i> Gisim, 1958									1						1
100	<i>Arrhopalites</i> sp. juv.			4	10					1			1		6	22
101	<i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock, 1867)												2			2
102	<i>S. signatus</i> (Krausbauer, 1898)				20				5				46			71
103	<i>S. reticulatus</i> Cassagnau, 1964												27			27
104	<i>Sminthurinus</i> sp. juv.	2		1	12			1	9	1	1	1	289		3	320
105	<i>Prenotrix atra</i> (Linnaeus, 1758)										1					1
106	<i>P. leucostriata</i> Stach, 1957					1										1
107	<i>P. setosa</i> Krausbauer, 1898														3	3
108	<i>Prenotrix</i> sp. juv.						1			2	1				3	7
109	<i>Dicyrtoma fusca</i> (Lucas, 1842)			6	4	1										11
110	Dicyrtomidae juv.			1		2			1		4					8
111	<i>Heterosminthurus bilineatus</i> (Bourlet, 1842)				2											2
112	<i>H. insignis</i> (Reuter, 1876)				5											5
113	<i>Heterosminthurus</i> sp. juv.				1											1
114	<i>Lipotrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872)			37	34			14	14	12	2	8	3	5	13	142
115	<i>Allacma fusca</i> (Linnaeus, 1758)								1					8	9	18
116	<i>Caprainea marginata</i> (Schott, 1893)							4					4		13	21
117	<i>Spatulosminthurus flaviceps</i> (Tullberg, 1871)											1				1
118	<i>Symphyleona</i> juv.		2	8	10			5	4			3	3	6	12	53
	Liczba gatunków S	34	31	43	38	38	29	35	40	41	49	47	47	42	44	
	Liczba osobników N	770	967	752	2550	592	786	652	876	1091	1304	844	1218	2007	1077	15486
	Zagęszczenie A (tys. osobn./ m <sup>2</sup> )	12,84	16,12	12,54	42,51	9,869	13,1	10,87	14,6	18,19	21,74	14,07	20,3	33,46	17,95	

## Wnioski

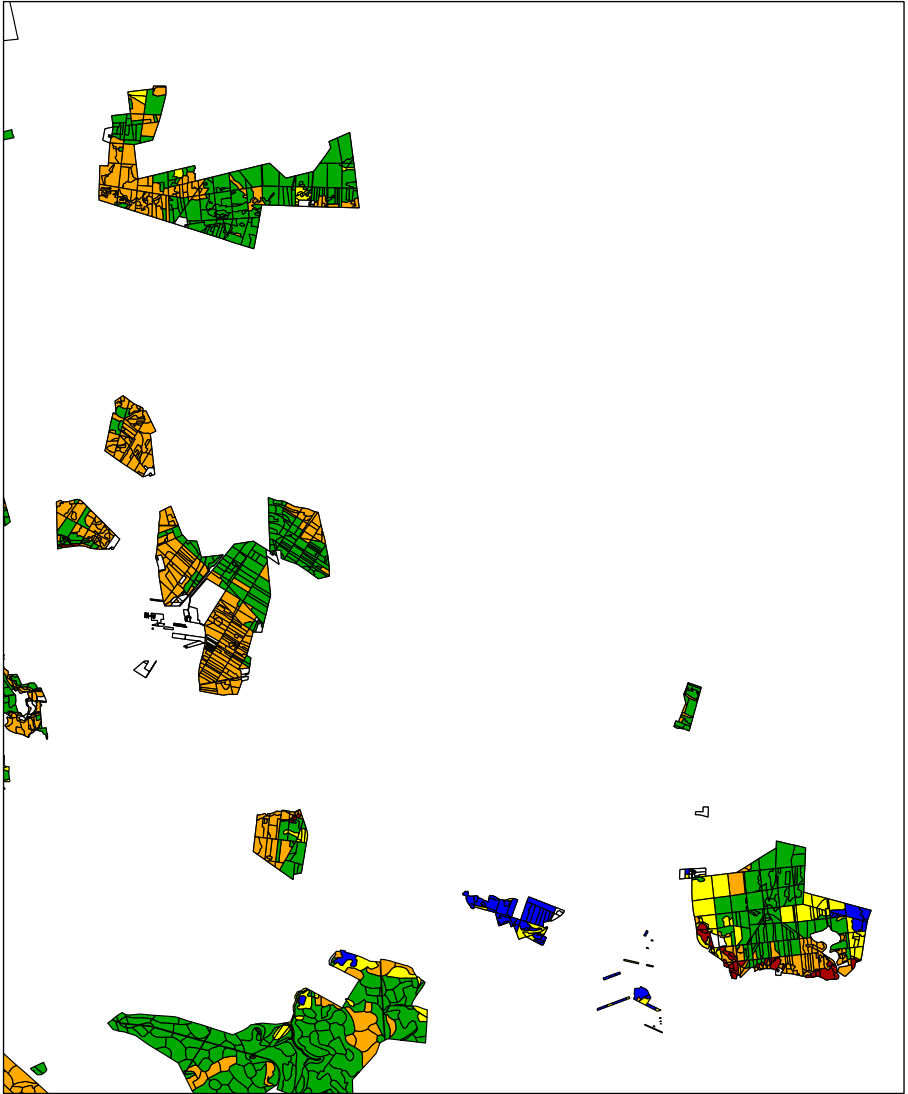
1. W zgrupowaniach skoczogonków występujących w dojrzałych drzewostanach LKP „Lasy Spalsko-Rogowskie”, w zależności od typu siedliskowego lasu, wystąpiło od 29 do 49 taksonów.
2. Bogatsze gatunkowo są zgrupowania siedlisk lasowych niż borów, gdyż na siedliskach borowych, z wyjątkiem Bw, stwierdzono mniej niż 40 gatunków skoczogonków, natomiast w lasach liczba gatunków wynosiła powyżej 40 gatunków.
3. W składzie gatunkowym większości zgrupowań ściółkowo-glebowych stwierdzono od 1 do 5 gatunków rzadkich, przy czym najwięcej w Lw (5), Bw i Ol (po 4) oraz BMśw i OIJ (po 3 gatunki).
4. Średnie zagęszczenie osobników na 1 m<sup>2</sup> w zgrupowaniach siedlisk borowych wyniosło od 10 do 16 tysięcy a na siedliskach lasowych od 18 do 33 tysięcy osobników.
5. Wartości wskaźnika Margalefa wskazują na większe zróżnicowanie zgrupowań występujących na siedliskach lasowych, dla których wskaźnik w większości przypadków osiągnął wynik powyżej 4
6. Zgrupowania skoczogonków siedlisk wilgotnych i bagiennych cechuje większa różnorodność niż zgrupowania siedlisk świeżych i suchych o czym świadczą wartości wskaźnika Shannona-Weavera.
7. Siedliska żyzne o znacznym stopniu uwilgotnienia sprzyjają liczniejszemu występowaniu gatunków o wąskim zasięgu geograficznym (europejskim, północnym i borealno-górskim), gdyż ich udział jest największy na takich siedliskach jak: Ol, LMb, BMśw, LMw, Lśw i Lw, Bmb i OIJ.
8. Zgrupowania skoczogonków występujących w ściółce i glebie różnych siedlisk cechuje wysoki stopień specyficzności. Najbardziej specyficzna fauna występuje na siedliskach bagiennych takich jak Ol i Bb.
9. W ściółkowo-glebowych zgrupowaniach skoczogonków na siedliskach lasowych udział gatunków mało licznych jest znacznie większy niż w zgrupowaniach siedlisk borowych o czym świadczy zestawienie wartości polisy zgrupowań różnych typów siedliskowego lasu.
10. Wysoką wartość faunistyczną posiadają zgrupowania takich siedlisk jak: Lw, Ol, Bw, OIJ, BMśw, Bb, LMw.
11. Siedliska lasowe, takie jak Lw, Ol i Lśw odznaczają się bardzo wysoką i wysoką wartością przyrodniczą. Na drugim biegunie znajdują się siedliska borowe, którym przypisano niską (Bw, Bb) lub bardzo niską (Bmb, BMw, Bśw, Bs) wartość przyrodniczą. Jako przeciętne pod względem przyrodniczym ocenione zostały siedliska LMb, BMśw, OIJ, LMw.

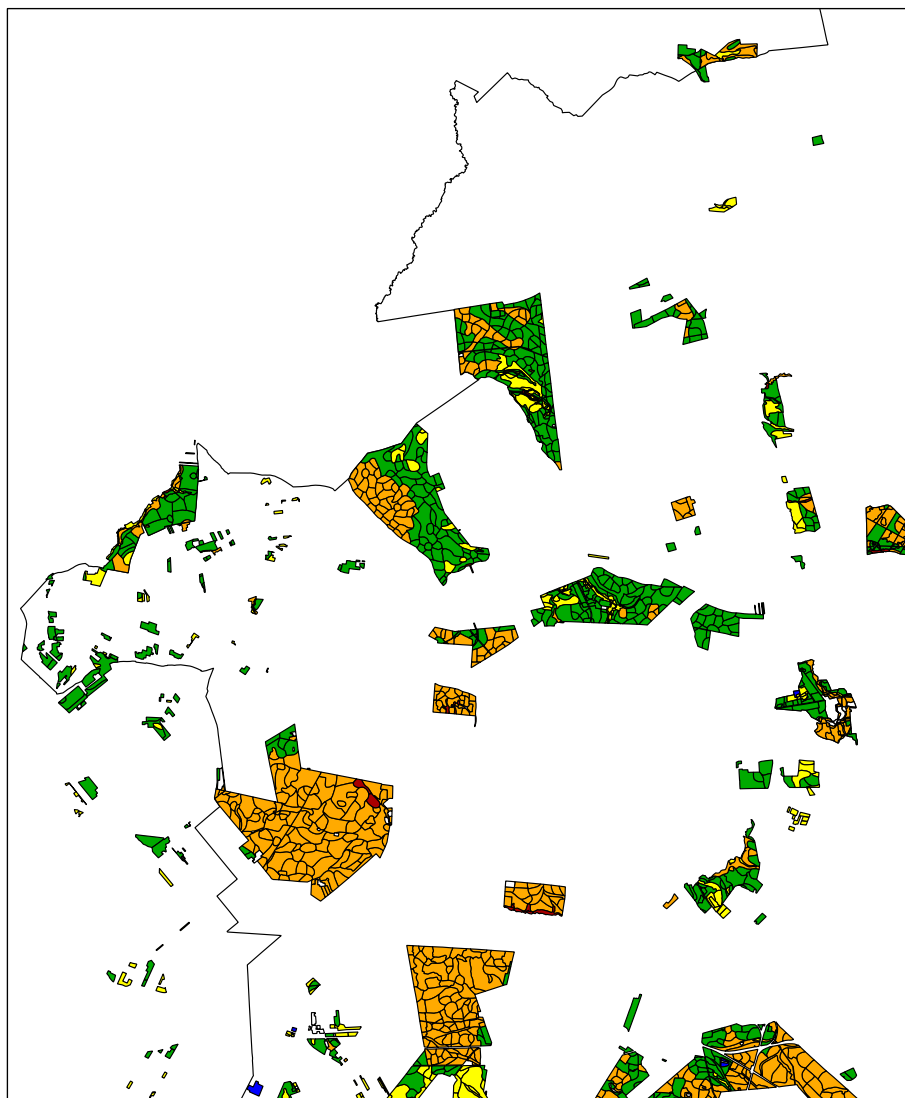
## Wskaźnik Wartości Przyrodniczej



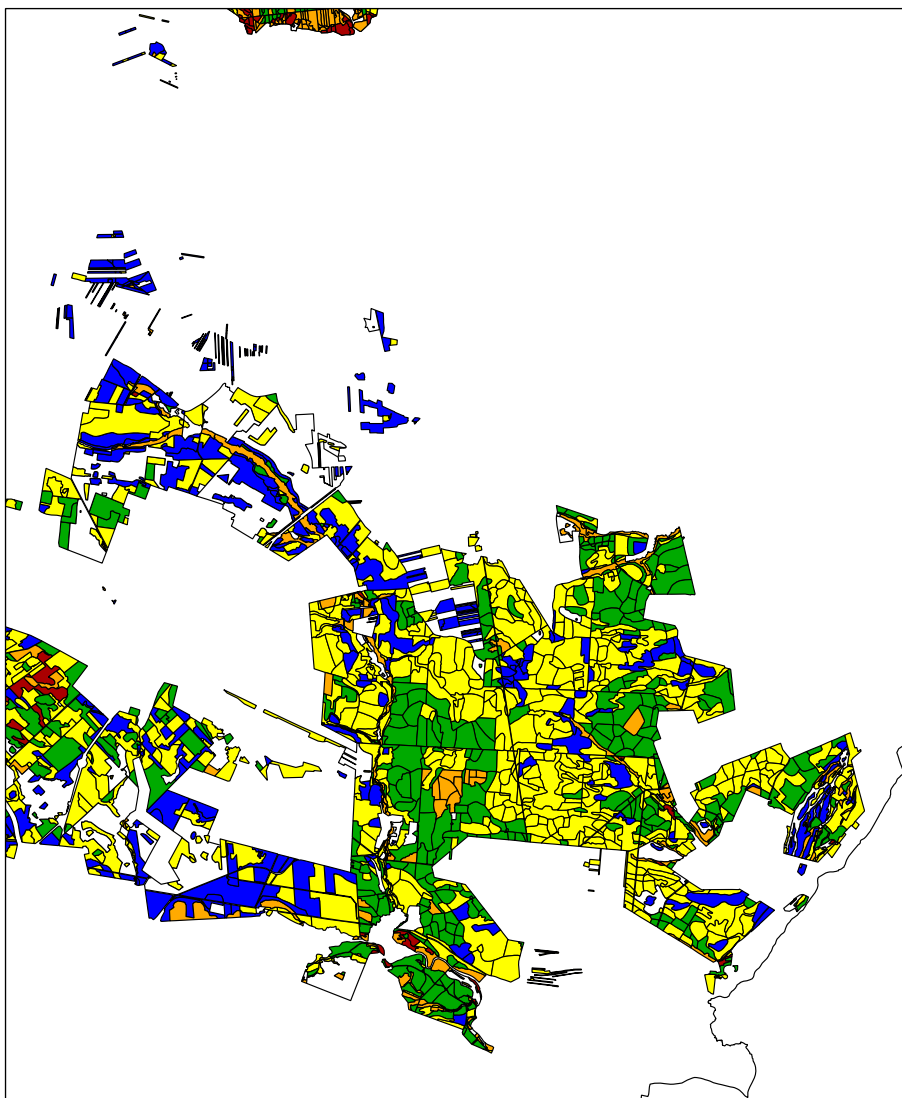
**Ryc. 12.** Przestrzenne zróżnicowanie potencjalnej wartości przyrodniczej obszarów leśnych LKP Lasy Spalsko-Rogowskie. Kartogram opracowany na podstawie wyników waloryzacji zgrupowań Collembola

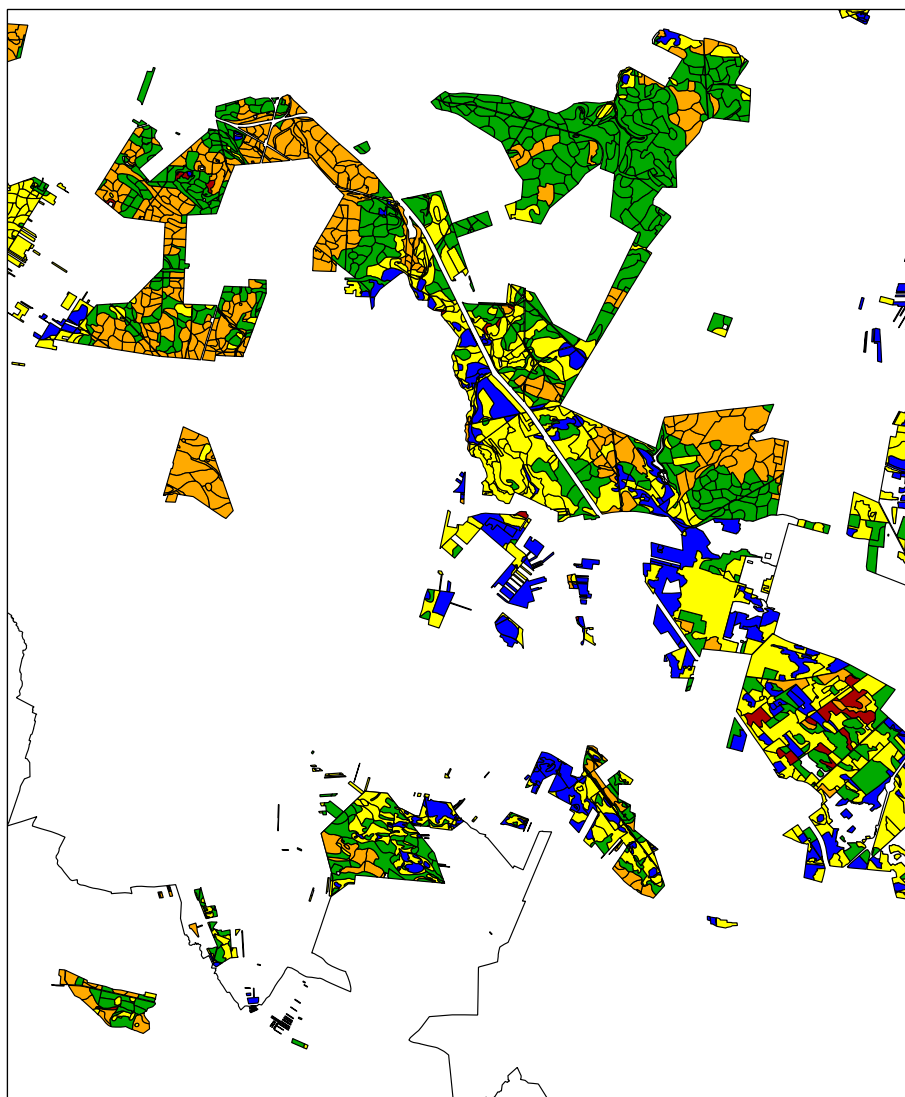
*Fig. 12. Spatial diversity of potential nature value of forest area in FPC lasy Spalsko-Rogowskie. Cartogram based on results of valorization of Collembola communities*



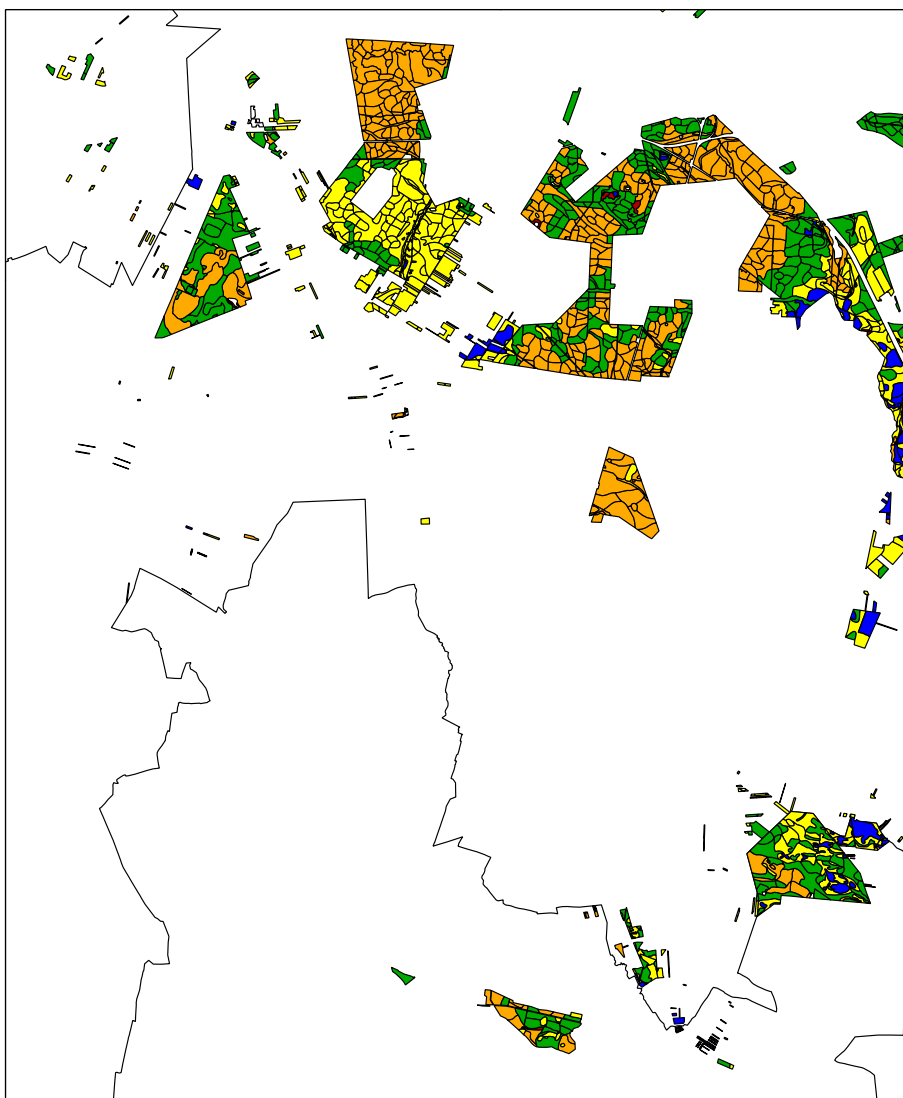








# IV



V

## Literatura

- Babenko A., Bulavintsev V. 1993. Fauna and population of Collembola on the Novaya Zemlya Archipelago. Russian Entomol. J. 2 (3-4): 3-19.
- Babenko A.B., Chernova N.M., Potapov M.B., Stebaeva S.K. 1994. Collembola of Russia and adjacent countries: Family Hypogastruridae. Moscow, Nauka.
- Bretfeld G. 1999. Synopses on Palaearctic Collembola. Symphypleona. Abhandlungen und Berichte Des Naturkundemuseums Görlitz 71, 1: 1-318.
- Fjellberg A. 1998. The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part I: Poduromorpha. Fauna Entomologica Scandinavica 35: 1-184.
- Fjellberg, A. 2007. The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part II: Etomobryomorpha and Symphypleona. Fauna Entomologica Scandinavica 42. Brill, Leiden, Boston, p. 184.
- Jagodziński A.M., Skorupski M., Kasprowicz M., Wojterska M., Dobies T., Kałucka I., Sławska M., Wierzbicka A., Łabędzki A., Oleszyńska-Niżniowska J., Nowiński M., Małek S., Karolewski P., Oleksyn J., Banaszczak P. 2011. Biodiversity of Greek fir (*Abies cephalonica* Loudon) experimental stands in Rogów Arboretum (Poland). Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 10(4), 5-15.
- Kasprowicz M., Jagodziński A.M., Skorupski M., Wojterska M., Dobies T., Kałucka I., Sławska M., Wierzbicka A., Łabędzki A., Nowiński M., Karolewski P., Oleksyn J., Banaszczak P., Małek S. 2011. The list of plants, fungi and invertebrates of noble fir (*Abies procera* Rehder) experimental stands in Rogów Arboretum (Poland). Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 10(4), 17-27.
- Kuznetsova N.A. 2002a. Classification of collembolan communities in the east-european taiga. Pedobiologia 46: 373-384.
- Kuznetsova N.A. 2002b. Collembola biotopic groups in broad-leaved forest subzone of eastern Europe. Zoologicheskii Zhurnal 81 (3): 306-315.
- Pomorski R.J. 1998. Onychiurine of Poland. (Collembola: Onychiuridae). Genus. Suppl., 201 pp.
- Potapov M. 2001. Synopses on Palaearctic Collembola. Isotomidae. Abhandlungen und Berichte Des Naturkundemuseums Görlitz 73, 2: 1-603.
- Potapov M., Taskaeva A. 2009. Analysis of vicarious species *Folsomia kuznetsovae* sp.n. and *F.bisetosa* Gisin (Collembola: Isotomidae). Russian Entomol. J. 18 (1): 1-6.
- Skarżyński D. 1999: Skoczogonki (*Collembola*) epilitoralu wybranych rzek i potoków Dolnego Śląska. Wiad. entomol. 17(3-4): 133-143.
- Skorupski M., Jagodziński A.M., Kałucka I., Kasprowicz M., Wojterska M., Dobies T., Sławska M., Wierzbicka A., Łabędzki A., Oleszyńska-Niżniowska J., Nowiński M., Małek S., Karolewski P., Oleksyn J., Banaszczak P. 2011. Plants, fungi and invertebrates of grand fir [*Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindl.] experimental stands in Rogów Arboretum (Poland). Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar. 10(4), 39-49.
- Sławska M. 2001. Waloryzacja lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacji na podstawie epigeiczno-glebowych zgrupowań *Collembola*. W: Szujcecki A., Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. Wydawnictwo SGGW. Warszawa: 35-72.
- Sławska M. 2005. Propozycja metody waloryzacji ekosystemów leśnych wykorzystującej epigeiczno-glebowe zgrupowania skoczogonków (*Collembola*, *Hexapoda*). Monografie naukowe. Wydawnictwo SGGW.
- Sławska M., Sławski M. 2009. Springtails (Collembola, Hexapoda) in Bogs of Poland. Warsaw University of Life Sciences Press. Warsaw.
- Smolis A. 2002. Neanurinae (Collembola, Neanuridae) Polski. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Wrocławski. Wydział Nauk Przyrodniczych. Wrocław.
- Sterzyńska M., Pomorski R.J., Skarżyński D., Sławska M., Smolis A., Weiner W.M. 2007. Skoczogonki Collembola. Str. 401-415, w: Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków, Tom 2 (Bogdanowicz

- W., Chudzicka E., Pilipiuk I. i Skibińska E., red.) Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Szujecki A. 2001. Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną. Wydawnictwo SGGW. Warszawa.
- Thibaud, J.-M., Schulz, H.-J., da Gama Assalino, M., 2004. Synopses on Palaearctic Collembola. Hypogastruridae. Abhandlungen und Berichte Des Naturkundemuseums Görlitz 75, 2: 1-287.

**Małgorzata Sławska, Marek Sławski**

Wydział Leśny, Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW w Warszawie  
sławska@poczta.onet.pl, mslawski@poczta.onet.pl