

PAULA BAJOR, MICHAŁ TRYNKOS, JAROSŁAW SKŁODOWSKI

## Śmiertelność fauny na szlakach turystycznych w zależności od ich szerokości i położenia

Mortality of invertebrate fauna on hiking trails depends on their width and location

### ABSTRACT

Bajor P., Trynkos M., Skłodowski J. 2018. Śmiertelność fauny na szlakach turystycznych w zależności od ich szerokości i położenia. Sylwan 162 (4): 325-332.

The study tested the following hypotheses: the mortality of invertebrate fauna is higher (1) on wide trails than on narrow ones, (2) on sections near the entrance to the forest than on the parts located within the forest, and (3) during the weekend than during the workdays. To assess the mortality of epigeic fauna trampled on hiking trails, the most frequented trails in the Chojnów Forest District (central Poland) were selected. On each trail, 100 m long segments were designated near the boundary with open terrain ('entrance' sections) and inside the forest, 500 m from the edge. Paths wide less than 1.5 m were considered as narrow, while those wider than 3 m as wide ones. Data was collected in 2016 and 2017 (8 and 7 inspections, respectively). A total of 752 trampled animals belonging to 25 species or taxa were found. GLM analysis did not reveal significant differences between the number specimens or species trampled on trails with different location or width. However there were more dead individuals and species on the entrance segments. Also, more dead specimens and species were found on wider paths, but the difference was not significant (fig. 1, tab.). The number of trampled invertebrates increased significantly during the weekend (fig. 2, tab.). NMDS clearly ordered the data from fauna collected at the entrance trails to those collected within the forest (fig. 3). 74.9% of the variation in species data was explained by the first PCA axis and 14.0% by the second one. The first axis was associated with the trail location (fig. 4). Points representing invertebrate fauna found on narrow paths (especially inside the forest stand) are located closer together than points representing fauna on wide trails (especially those bordering on open areas). The PCA correlated the most significant trampling of the dor beetle (*A. stercorosus*) with narrow trails within the stand and trampling of the spring dor beetle (*T. vernalis*) with wide paths near the entrance. The impact of hiking on the forest and all of its fauna is still little known. In order to effectively counteract its negative effects and protect organisms present on trails, research should be continued.

### KEY WORDS

outdoor recreation, tourism, forest, *A. stercorosus*, trail width, weekend mortality

### ADDRESSES

Paula Bajor – e-mail: paulabajor3@interia.pl

Michał Trynkos – e-mail: michal.trynkos95@gmail.com

Jarosław Skłodowski (autor korespondencyjny) – e-mail: jsklodowski@wl.sggw.pl

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

## Wstęp

Rozwój turystyki i rekreacji pociąga za sobą poważne zmiany w ekosystemach leśnych – podstawowym czynnikiem sprawczym jest tu zadeptywanie. Konsekwencje zadeptywania ekosystemów leśnych badane są od wielu lat, jednak najczęściej obserwacje te dotyczą zmian w szacie roślinnej i w glebie [Cole, Spildie 1998; Gibson i in. 2000; Monz 2002; Skłodowski i in. 2009]. Badania dotyczące wpływu turystyki (bezpośredniego i pośredniego) na faunę leśną są znacznie rzadsze. Przykładem pośredniego wpływu jest śmiertelność bezkręgowców, a nawet małych kręgowców, w porzucanych przez turystów butelkach, puszkach i innych śmieciach [Skłodowski, Podściański 2004; Skłodowski 2011]. Bezpośredni wpływ turystyki na kręgowce najczęściej wiąże się z wędkarstwem, strzelaniem, kolizjami drogowymi itp. Natomiast śmierć mniejszych bezkręgowych zwierząt może być konsekwencją wzrostu zagęszczenia gleby bądź rozdeptania ich na powierzchni szlaku.

Zagęszczenie gleby prowadzi do redukcji liczebności roztoczy [Chappell i in. 1971; Yureva i in. 1976], pięciokrotnej redukcji liczebności skoczogonków [Chappell i in. 1971] i dwukrotnego zmniejszenia liczby ich gatunków [Ingeolog i in. 1977]. Zadeptywanie gleby prowadzi do śmierci młodocianych stadiów dżdżownic [Pearce 1984] i redukcji liczby ich gatunków o połowę [Yureva i in. 1976]. Natomiast zadeptywanie zwierząt na powierzchni szlaków turystycznych rozpoznane jest w znacznie mniejszym, niewystarczającym stopniu [Starzyk 1974; Starzyk, Kosior 1985; Huruk i in. 2013; Ciach i in. 2017]. Nie podjęto jednak próby zbadania zależności śmiertelności osobników i gatunków od szerokości szlaku lub jego położenia.

Niniejsze opracowanie opisuje dwuletnie badania śmiertelności bezkręgowców na szlakach turystycznych w lasach na granicy Warszawy. Założono, że większe natężenie ruchu turystycznego na szlakach szerokich powinno powodować większą śmiertelność bezkręgowców, niż ma to miejsce na szlakach wąskich. Również wpływ bliskości granicy leśnej powinien być widoczny jako zwiększenie śmiertelności bezkręgowców, ponieważ najwięcej osób odwiedzających tereny leśne spotyka się tuż przy granicy lasu z terenem otwartym, a mniej wewnątrz drzewostanów. Ponadto wzrost śmiertelności bezkręgowców powinien następować w konsekwencji zwiększonego ruchu turystycznego podczas weekendu. Postawiono następujące hipotezy:

- 1) śmiertelność fauny na szlakach szerokich jest większa niż na szlakach wąskich,
- 2) śmiertelność fauny na odcinkach wejściowych szlaku jest większa niż na odcinkach szlaków położonych wewnątrz drzewostanu,
- 3) śmiertelność fauny na szlakach podczas weekendu jest większa niż w ciągu tygodnia.

## Teren badań

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Chojnów. Do oceny śmiertelności zadeptywanej fauny epigeicznej na szlakach turystycznych wybrano najliczniej odwiedzane szlaki. Szlaki kontrolne wyznaczono w oddziałach 133 w leśnictwie Dobiesz oraz 101, 102, 106, 116, 122 i 129 w leśnictwie Chojnów. Na szlakach wyznaczono 100-metrowe odcinki kontrolne, położone przy granicy z terenem otwartym (tzw. „wejściowe”) i wewnątrz drzewostanu – oddalone od jego brzegu o 500 m. Jako szlaki wąskie przyjęto szlaki o szerokości nie większej niż 1,5 m, a jako szlaki szerokie – o szerokości 3 m i większej.

Szlaki wyznaczano najczęściej w drzewostanach sosnowych 70-100-letnich (tylko jeden drzewostan był 160-letni), rosnących na siedlisku Bśw, względnie BMśw, o zwarcu 0,8. W drzewostanach tych ról podszyt, w którym występowały: leszczyna, kruszyna, jarzębina, dąb, czeremcha, śliwa ałczyca i buk. Pokrywa runa była czernicowo-mszysta.

## Material i metody

W badaniach przyjęto, że okres „przed weekendem” obejmuje dni robocze, czyli od poniedziałku do piątku, a okres weekendu – sobotę i niedzielę. Z tego powodu liczenia prowadzone były na wyznaczonych odcinkach w piątki i poniedziałki. Liczenie organizmów polegało na przejściu wszystkich odcinków w ciągu jednego dnia (poniedziałek i/lub piątek) oraz zapisaniu liczby i gatunków zwierząt znalezionych na kontrolowanym odcinku. Policzone organizmy usuwano ze szlaku, aby nie liczyć ich powtórnie podczas kolejnego przejścia. Zbiór danych odbywał się przez dwa sezony wegetacyjne w latach 2016 i 2017. W pierwszym sezonie wykonano 8 przejść, w których liczono zadeptane organizmy, a w drugim – 7 przejść.

Zebrane dane poddano analizie statystycznej generalnym modelem liniowym GLM. Testowanie *post-hoc* wykonano testem Scheffego. Aby zobrazować jakościowo różnice pomiędzy zbiorem martwych organizmów pochodzących z różnych szlaków oraz uporządkować powierzchnie, zastosowano niemetryczne skalowanie wielowymiarowe w pakiecie PAST2 [Hammer i in. 2001]. W celu wykrycia zależności pomiędzy składem gatunkowym bezkręgowców zebranych na różnych szlakach a parametrami szlaków wykonano analizę PCA (wybraną po sprawdzeniu długości gradientu analizą DCA, która była mniejsza niż 3,0 jednostki) [ter Braak, Smilauer 2003]. Dane gatunkowe do analizy PCA przeliczono na udział procentowy poszczególnych gatunków.

## Wyniki

W obu latach badań znaleziono 752 zadeptane zwierzęta należące do 25 gatunków bądź taksonów. Wśród znalezionych martwych zwierząt były 3 kręgowce (ropucha szara, padalec i zaskroniec). Poza tym znaleziono osobniki żuka leśnego (623), żuka wiosennego (52), dylżę garbarza (19), biegacza gajowego (7), biegacza gładkiego (5), szykonia czarnego (5) i boska czarnego (4). Choć analiza GLM nie wskazała istotności różnic pomiędzy liczbą zadeptanych osobników lub gatunków na szlakach różnie położonych i o różnej szerokości, wykresy ukazujące te dane sugerują pewne trendy. Na odcinkach wejściowych jest więcej martwych osobników (obserwacja bliska poziomu istotności) i gatunków niż na odcinkach wewnątrz drzewostanu. Również na szlakach szerokich znaleziono nieistotnie więcej martwych osobników i gatunków bezkręgowców (tab., ryc. 1). Natomiast istotnie wzrasta liczba bezkręgowców zadeptanych w trakcie weekendu w porównaniu do ich liczby w ciągu tygodnia ( $9,34 < 26,93$ ; ryc. 2).

Pierwsza oś diagramu NMDS porządkuje dane wzdłuż gradientu: od fauny zebranej na wejściowych odcinkach szlaku (lewa strona diagramu) do fauny zebranej wewnątrz drzewostanu (prawa strona diagramu) (ryc. 3). Funkcja stresu ( $\text{stres}=0,04$ ) wskazuje na doskonałą jakość analizowanych danych. Uwagę zwraca bliskie położenie w centrum diagramu szlaków wąskich, zarówno „wejściowych”, jak i położonych wewnątrz drzewostanu. Istotne jest również bliższe położenie punktów reprezentujących szlaki wewnętrzne i duży rozrzut punktów ukazujących wejściowe odcinki szlaków, co świadczy o większej homogeniczności danych pochodzących ze szlaków wewnętrznych, a mniejszej danych zebranych na szlakach wejściowych.

Pierwsza oś PCA wyjaśnia 74,9% zmienności danych gatunkowych, a druga – 14,0%. Pierwsza oś diagramu PCA związana jest z gradientem położenia szlaków: szlaki położone wewnątrz drzewostanu ułożyły się po lewej stronie, a odcinki wejściowe do lasu po stronie prawej (ryc. 4). Punkty reprezentujące faunę bezkręgowców znajdujących na szlakach wąskich (zwłaszcza wewnątrz drzewostanu) są ciasniej położone niż punkty reprezentujące faunę na szlakach szerokich (zwłaszcza tych na granicy z terenem otwartym). Analiza PCA skorelowała istotnie rozdeptywanie żuka leśnego (*A. stercorosus*) ze szlakami wąskimi wewnątrz drzewostanu, a żuka wiosen-

Tabela.

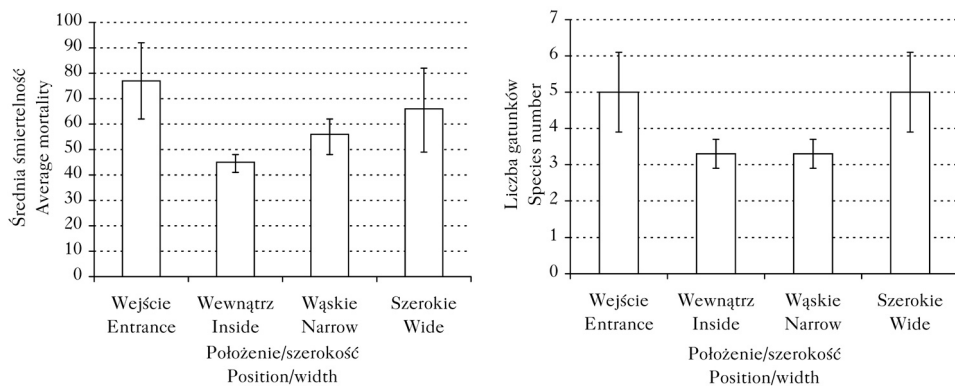
Ocena wpływu szerokości (Sz) szlaku i jego położenia względem granicy lasu (P) na liczbę zadeptywanych osobników i gatunków oraz porównanie śmiertelności w czasie tygodnia i podczas weekendu (Czas)

Analysis of the mortality of individuals and species with regard to the trail width (Sz) and location in relation to the forest edge (P) as well as during the workdays and weekend (Czas)

		SS	df	MS	F	p
Liczba osobników Number of individuals	WW	44044,080	1	44044,080	54,747	<0,001
	P	3168,750	1	3168,750	3,939	0,082
	Sz	290,080	1	290,080	0,361	0,565
	P×Sz	520,080	1	520,080	0,647	0,445
	Bł	6436,000	8	804,500		
Liczba gatunków Species number	WW	208,333	1	208,333	54,348	<0,001
	P	8,333	1	8,333	2,174	0,179
	Sz	8,333	1	8,333	2,174	0,179
	P×Sz	0,333	1	0,333	0,0847	0,776
	Bł	30,667	8	3,833		
Śmiertelność w tygodniu i podczas weekendu Mortality during workdays and weekend	WW	4604,658	1	4604,658	65,702	<0,001
	Czas	1082,401	1	1082,401	15,444	0,002
	Bł	841,011	12	70,084		

WW – wyraz wolny, Bł – błąd

WW – intercept, Bł – error



Ryc. 1.

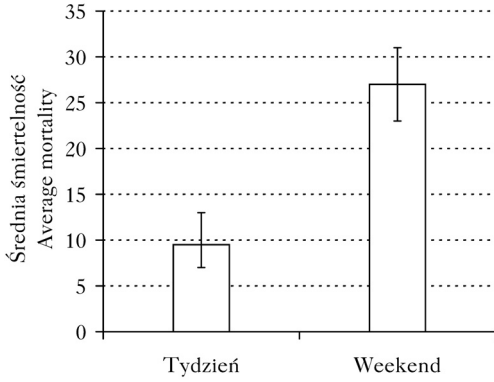
Średnia (słupki) ± błąd standardowy (wąs) śmiertelność osobników i gatunków na szlakach wejściowych i położonych wewnątrz drzewostanów oraz na szlakach wąskich i szerokich

Average (bar) ± standard error (whiskers) mortality of individuals and species on sections of the trail near the entrance and the parts located within the forest and on narrow or wide trails

nego (*T. vernalis*) – ze szlakami szerokimi wejściowymi do drzewostanu. Z wąskimi szlakami wewnętrznymi skorelowane jest zadeptywanie leśnego biegacza gładkiego (*C. glabratus*). Ze szlakami szerokimi wejściowymi skorelowane jest zadeptywanie szczykonka czarnego (*P. niger*) i biegacza gajowego (*C. nemoralis*).

## Dyskusja

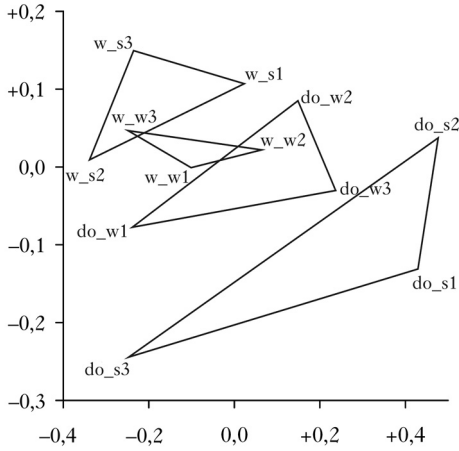
Choć liczba zadeptanych osobników i gatunków bezkręgowców okazała się nieistotnie większa na szlakach szerokich, to analizy NMDS i PCA bardzo wyraźnie odseparowały powierzchnie położone przy wejściu do drzewostanu od tych położonych wewnątrz, jak i powierzchnie na szlakach szerokich i wąskich. Uzyskany wynik jest zgodny z zależnością, że większe natężenie ruchu na



Ryc. 2.

Średnia (słupki)  $\pm$ błąd standardowy (wąs) liczba organizmów zadeptanych na szlakach w tygodniu i podczas weekendu

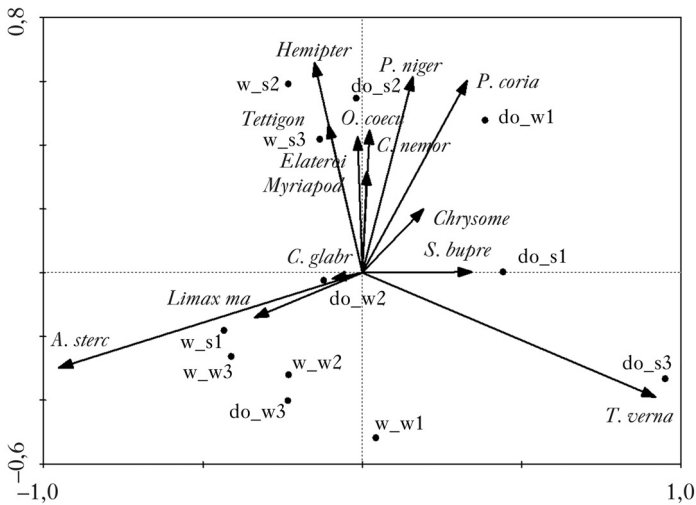
Average (bar)  $\pm$ standard error (whiskers) mortality of fauna on trails during the weekend and during the workdays (tydzień)



Ryc. 3.

Analiza NMDS fauny epigeicznej zadeptanej na szlakach wejściowych (do), wewnętrznych (w) oraz wąskich (w) i szerokich (s)

Non-metric multidimensional scaling analysis ordination of the mortality of invertebrate fauna on sections of the trail near the entrance to the forest (do) and the parts located within the forest (w) and on wide (s) and narrow (w) trails



Ryc. 4.

Analiza PCA fauny epigeicznej zadeptanej na szlakach

PCA analysis of the mortality of invertebrate fauna on the trails

oznaczenia jak na rycinie 3; denotes as in figure 3

szlakach szerokich czy też bliżej granicy z terenem otwartym oznacza więcej osób zadeptywanych – a zatem więcej zadeptanych bezkręgowców. Im większa jest szerokość szlaku, tym silniej wpływa na gęstość gleby, stopień jej erozji oraz na kompozycję gatunkową roślinności, która sugeruje wzrost zarówno amplitudy temperatury, jak i maksymalnej temperatury [Skłodowski i in. 2009]. Na szlakach szerokich w ciągu dnia są zatem korzystniejsze warunki termiczne do przemieszczania się bezkręgowców.

W zasadzie bliska granicy istotności różnica pomiędzy liczbą zadeptywanych bezkręgowców na szlakach wejściowych i wewnątrz drzewostanów pozwala potwierdzić hipotezę dotyczącą większej śmiertelności bezkręgowców na odcinkach wejściowych. O różnicach pomiędzy fauną zadeptywaną na tych różnie zlokalizowanych odcinkach szlaków świadczy zróżnicowane położenie i wielkość trójkątów ukazujących na diagramie NMDS zadeptywaną faunę na tych szlakach. Podobnie różnicuje faunę analiza PCA. Zróżnicowanie gatunkowe biegaczowatych na granicy leśnej jest większe niż wewnątrz drzewostanów [Skłodowski 1997]. Wśród leśnych gatunków biegaczowatych są takie jak *Carabus hortensis*, które po dotarciu do ekotonu nie wychodzą na otwartą przestrzeń, ale poruszają się wzdłuż granicy [Skłodowski 1999]. Inne biegaczowate, dochodząc do granicy z innym środowiskiem, również poruszają się równoległe do niego [Mader i in. 1990]. Biegaczowate, podążając wzdłuż granicy lasu, wchodzą mimowolnie na szlaki wejściowe.

Dodatkowym potwierdzeniem poprawności powyższego wnioskowania są pozycje dwóch gatunków biegaczowatych oraz dwóch gatunków żuków na diagramie PCA. Pierwszy leśny gatunek biegaczowatych – *P. niger* – jest skorelowany ze szlakami wejściowymi. Gatunek ten bardzo często przekracza granicę lasu z terenem otwartym [Skłodowski 1999], jak i ze zrębem [Skłodowski 2008], dlatego jego powinowactwo do wejściowych odcinków szlaków nie jest zaskoczeniem. Drugi leśny gatunek – *C. glabratus* – klasyfikowany jako późnosukcesyjny, wymaga odpowiednio „dojrzałej”, wilgotnej ściółki leśnej, dlatego niechętnie wychodzi na otwartą przestrzeń zrębów [Skłodowski 2008] i jego powinowactwo do wąskich wewnętrznych szlaków również jest zaskoczeniem.

Dwa następne gatunki – żuk leśny i żuk wiosenny – były najczęściej zadeptywane na szlakach. Pospolicie występujący w Polsce żuk leśny jest najliczniejszym przedstawicielem rodziny żukowate (*Geotrupidae*) terenów leśnych. Larwy tego gatunku żywią się częściowo rozłożoną ściółką, którą dorosłe chrząszcze zakopują w glebie w postaci zlepków lęgowych. Zlepki te wzbogacają głębsze, mineralne warstwy gleby w materię organiczną. Ma to szczególnie duże znaczenie na ubogich siedliskach borowych, na których nielicznie występuje makrofauna saprofagiczna [Byk 2004]. Optymalne warunki do życia w lasach białowieskich żuk leśny znajduje w lasach liściastych świeżych, w mieszanych lasach liściastych świeżych, wilgotnych lasach liściastych i w borach świeżych [Byk, Semkiw 2010], stąd jego występowanie na badanym terenie, zwłaszcza skorelowanie jego zadeptywania na wąskich szlakach wewnątrz drzewostanów przez analizę PCA, jest uzasadnione.

Z kolei żuk wiosenny *Trypocopris vernalis* (L.) jest gatunkiem eurokaskim, w Polsce pospolicie występuje na terenach otwartych i leśnych, gdzie żeruje w odchodach koni i krów. Jest gatunkiem saprofagicznym, odżywiającym się szczątkami roślinnymi i ekskrementami [Byk 2005]. Na gruntach porolnych, zrębach zupełnych i w uprawach pospolicie występuje żuk wiosenny, a w młodnikach i starszych drzewostanach sosnowych – żuk leśny [Byk 2011]. Dlatego wysoka liczba zadeptywanych żuków leśnych i mniejsza żuków wiosennych jest spodziewanym wynikiem. Uzasadnione jest także skorelowanie śmiertelności tego gatunku z szerokimi szlakami wejściowymi. Duży udział zadeptanych żuków wiąże się również z ich bardzo licznym występowaniem

w lasach. Podobnie wysoki udział zadeptanych żukowatych obserwowali Huruk i in. [2013] oraz Ciach i in. [2017]. Jedynie Starzyk i Kosior [1985], badając śmiertelność bezkręgowców w Bieszczadzkim Parku Narodowym, stwierdzili znacznie niższy udział żukowatych niż innych chrząszczy, a w szczególności biegaczowatych.

Badania potwierdziły hipotezę wpływu zwiększonej obecności turystów i rekreantów podczas weekendu na śmiertelność fauny epigeicznej. Wyniki te wydają się korespondować z badaniami ankietowymi przeprowadzonymi na próbie ogólnopolskiej, ukazującymi, że ludzie najczęściej odwiedzają las podczas weekendu lub urlopu [Skłodowski i in. 2013], a szlaki spacerowe i wędrownicze cieszą się większą popularnością niż inne liniowe obiekty turystyczne [Skłodowski, Gołos 2016]. Nadleśnictwo Chojnów jest położone na granicy dużej aglomeracji warszawskiej, dlatego należało oczekiwać dużej liczby odwiedzających w okresie weekendu, szczególnie podczas ciepłych dni.

## Wnioski

- ✦ Zarówno szerokość, jak i położenie szlaku wpływają na śmiertelność fauny epigeicznej. Szlaki szerokie charakteryzują się większą śmiertelnością fauny niż szlaki wąskie. Podobnie jest w przypadku szlaków położonych na wejściu do drzewostanu – tam znajdowano więcej organizmów niż na szlakach wewnątrz drzewostanu.
- ✦ Przeprowadzone analizy NMDS i PCA jednoznacznie wskazują, że położenie jest najważniejszym parametrem różnicującym szlaki.
- ✦ Ze względu na pospolite występowanie w lesie i sposób poruszania się żuk leśny był najliczniej zadeptywanym organizmem. Najwięcej osobników tego gatunku znajdowano na szlakach wejściowych.
- ✦ Potwierdzono znaczący wpływ weekendu na śmiertelność fauny epigeicznej na szlakach. Śmiertelność organizmów podczas weekendu była kilkukrotnie większa niż w ciągu tygodnia.
- ✦ Wpływ turystyki na las i jego faunę jest jeszcze mało poznany. Aby skutecznie przeciwdziałać negatywnym skutkom i chronić odpowiednio organizmy występujące na szlakach, należy kontynuować badania w tym zakresie.

## Literatura

- ter Braak C. J. F., Smilauer P. 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press.
- Byk A. 2004. Zmiany liczebności żuka leśnego *Anoplotrupes stercorosus* (Hartm.) pod wpływem zalesień. *Sylvan* 148 (3): 28-34.
- Byk A. 2005. Zmiany liczebności żuka wiosennego *Trypocopris vernalis* (L.) (Coleoptera: Geotrupidae) pod wpływem zalesień. *Leś. Pr. Bad.* 3: 51-59.
- Byk A. 2011. Abundance and composition of Geotrupidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) in the developmental cycle of pine stands in Człuchów Forest (NW Poland). *Baltic J. Coleopterol.* 11 (2): 171-186.
- Byk A., Semkiw P. 2010. Habitat preferences of the forest dung beetle *Anoplotrupes stercorosus* (Scriba, 1791) (Coleoptera: Geotrupidae) in the Białowieża forest. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.* 9 (3-4): 17-28.
- Chappell H. G., Ainsworth J. F., Cameron R. A. D., Redfern M. 1971. The effect of trampling on a chalk grassland ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 8: 869-882.
- Ciach M., Maślanka B., Krzus A., Wojas T. 2017. Watch your step: insect mortality on hiking trails. *Insect Conservation and Ecology* 10: 129-140.
- Cole D. N., Spildie D. R. 1998. Hiker, horse and llama trampling effects on native vegetation in Montana, USA. *Journal of Environmental Management* 53: 61-71.
- Gibson D. J., Adams E. D., Ely J. S., Gustafson D. J. 2000. Eighteen years of herbaceous layer recovery of a recreation area in a mesic forest. *Journal of the Torrey Botanical Society* 127 (3): 230-239.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Rayan P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4 (1): 9.
- Huruk S., Huruk A., Sikorski M., Pankowski A., Wojtyna E. 2013. Stawonogi Arthropoda, rzeczywiste oraz potencjalne ofiary ruchu turystycznego. *Studia i Materiały CEPL* 15: 125-130.

- Ingeolog T., Olsson M. T., Bodvarsson H. 1977. Effects of long-term trampling and vehicle driving on soil, vegetation and certain soil animals of an old Scots pine stand. Research Notes No. 27. Royal College of Forestry, Uppsala.
- Mader H. J., Schell C., Kronacker P. 1990. Linear barriers to arthropod movements in the landscape. *Biological Conservation* 54: 209-222.
- Monz C. A. 2002. The response of two arctic tundra plant communities to human trampling disturbance. *Journal of Environmental Management* 64: 207-217.
- Pearce 1984. Earthworm populations in soils disturbed by trampling. *Biological Conservation* 29: 241-252.
- Skłodowski J. 1997. Ekotonowe zgrupowania epigeicznych biegaczowatych (Carabidae Col). *Sylvan* 141 (10): 51-64.
- Skłodowski J. 1999. Movement of selected carabid species (Col. Carabidae) through a pine forest-fallow ecotone. *Forest. Pol. A. – For.* 41: 5-23.
- Skłodowski J. 2008. Carabids beetle movements in a clear-cut area with retention groups of Trees. W: Penev L., Erwin T., Assmann T. [red.]. *Back to the Roots and Back to the Future. Towards a New Synthesis amongst Taxonomic, Ecological and Biogeographical Approaches in Carabidology*. Pensoft. 451-467.
- Skłodowski J. 2011. Zagrożenie mezofauny powodowane turystycznym zaśmiecaniem lasów. *Sylvan* 155 (4): 261-269.
- Skłodowski J., Bartosz S., Dul Ł., Grzybek D., Jankowski S., Kajetanek M., Kalisz P., Korenkiewicz U., Mazur G., Myszcz J., Ostasiewicz M., Primka B., Puczyłowska I., Radzikowski M., Roeding P., Serek B. 2009. Próba oceny wpływu szerokości szlaków turystycznych na otaczające je środowisko lasu. *Sylvan* 153 (10): 699-709.
- Skłodowski J., Gołos P. 2016. Przydatność szlaków turystycznych oraz elementów infrastruktury w świetle wyników ogólnopolskiego badania opinii społecznej. *Sylvan* 160 (3): 283-246.
- Skłodowski J., Gołos P., Skłodowski M., Oźga W. 2013. Preferencje osób odwiedzających wybrane kompleksy leśne w zakresie turystyki leśnej i organizacji wypoczynku. *Leś. Pr. Bad.* 74 (4): 293-305.
- Skłodowski J., Podściański W. 2004. Zagrożenie mezofauny powodowane zaśmiecaniem środowiska. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 23 (2): 271-283.
- Starzyk J. R. 1974. Insects perish on tourist trails in the Tatra Mts. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 30: 14-19.
- Starzyk J. R., Kosior A. 1985. Effect of hiking on the entomofauna of the Bieszczady National Park and the surrounding area. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 6 (2): 93-100.
- Yureva N. D., Matveva V. G., Trapido I. L. 1976. Influences of recreation on soil invertebrate groups in birch wood round Moscow. *Lesovodeniye* 2: 27-34.