

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/274251187>

Wstępne badania śmiertelności zwierząt na drogach w Ojcowskim Parku Narodowym

Preliminary studies on the animal...

Article · January 2010

CITATIONS

2

READS

44

3 authors, including:



Anna Klasa

Ojcow National Park

49 PUBLICATIONS 31 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Daniel Kubisz

Institute of Systematics and Evolution of Ani...

82 PUBLICATIONS 181 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Fruiflies (Tephritidae, Diptera) of the Piatra Craiului National Park (Romania) [View project](#)

Prądnik. Prace Muz. Szafera	20	000–000	2010
-----------------------------	----	---------	------

ANNA KLASA¹, ALICJA SUBEL², DANIEL KUBISZ³

^{1,2}Ojcowski Park Narodowy
32-047 Ojców 9

¹anna_klasa@wp.pl; ²a.subel@gmail.com

³Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, Muzeum Przyrodnicze
ul. św. Sebastiana 9, 31-047 Kraków
kubisz@muzeum.pan.krakow.pl

WSTĘPNE BADANIA ŚMIERTELNOŚCI ZWIERZĄT NA DROGACH W OJCOWSKIM PARKU NARODOWYM

Preliminary studies on the animal mortality on the roads of the Ojców National Park

Abstract. The aim of the study was to determine the roadkill rate on the roads of the Ojców National Park. The investigations were conducted from July to September 2009 along three selected road sections of a total length of 5,595 m. All available data concerning the mammal and amphibian mortality in the years 2003–2009 were also included. In 2009, the most often killed on all investigated the Park's roads vertebrate was European toad (472 individuals recorded). On the three investigated road sections, dead invertebrates (1,056 individuals, at least 50 species) significantly prevailed over vertebrates (46 individuals, 13 species).

Key words: Ojców National Park, motor traffic, animal mortality, invertebrates, vertebrates, beetles, amphibians.

WSTĘP

Jednym z największych współczesnych zagrożeń dla fauny, spowodowanych działalnością człowieka, są drogi i ruch drogowy. Intensywnie uczęszczane drogi negatywnie wpływają na populacje dzikich zwierząt przez fragmentację i zaburzenia naturalnych siedlisk, co prowadzi do izolacji populacji i lokalnych ekstynkcji (np. Seiler, Ericsson 1997; Forman, Alexander 1998; Forman 2000; Underhill, Angold 2000; Forman, Sperling 2002; Nietvelt 2002; Saunders i in. 2002; Askling, Bergman 2003; Rico i in. 2007; Shepard i in. 2008, Yamada i in. 2009). Obecnie, w niektórych krajach, w wyniku kolizji z samochodami ginie więcej ssaków niż pozyskują myśliwi w wyniku polowań (Forman, Alexander 1998). Monitorowanie negatywnego wpływu dróg i śmiertelności zwierząt w wyniku kolizji z pojazdami zostało wymuszone w związku z budową długich ciągów komunikacyjnych – dróg szybkiego ruchu i autostrad, które przecinają trasy migracji różnych grup zwierząt (Trombulak, Frissel 2000; Forman i in. 2003; Jędrzejewski i in. 2004;

Preston 2006; Kurek 2007; Pitucha 2009; Sikora i in. 2009). Doprowadziło to do rozwoju odrębnej gałęzi nauki zwanej ekologią dróg („road ecology”) (Fahrig, Rytwinski 2009). Problem ten dotyczy również większości parków narodowych ze względu na obecność dróg jezdnych na ich terenach.

CEL BADAŃ

Celem badań było określenie skali śmiertelności wszelkich zwierząt na drogach Ojcowskiego Parku Narodowego (OPN) pod kołami pojazdów. Temat ten nie był dotąd kompleksowo realizowany na terenie Parku. Jedyne dane o śmiertelności zwierząt dotyczą płazów, które masowo ginęły na drodze wojewódzkiej w Pieskowej Skale, podczas godowej wędrówki do stawów oraz niektórych ssaków potrąconych przez pojazdy (Klasa 2005; dane służb OPN).

OPIS TERENU

Ojcowski Park Narodowy jest najmniejszym parkiem narodowym w Polsce, o powierzchni 2146 ha. Położony jest w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej i obejmuje dwie głęboko wcięte doliny krasowe oraz niewielkie fragmenty wierzchołiny jurajskiej. Przez teren Parku przepływają dwa potoki – Prądnik i jego dopływ Sąsówka. Niezwykle urozmaicona rzeźba terenu wpływa na zróżnicowanie stosunków mezo- i mikroklimatycznych, co z kolei powoduje ogromne bogactwo szaty roślinnej (ok. 35 typów zbiorowisk roślinnych), flory i fauny, która zasiedla ten teren. Ponad 70% powierzchni parku zajmują różne typy lasów – buczyny, grądy, bory mieszane i jaworzyna karpacka. Największa różnorodność roślin i zwierząt, szczególnie bezkręgowców, grupuje się na łąkach położonych nad potokami w dnach dolin i w zbiorowiskach muraw kserotermicznych zajmujących nachylone ku południowi skaliste zbocza dolin. W środku Parku znajduje się wieś Ojców licząca około 200 stałych mieszkańców.

Łączna długość dróg publicznych, zakładowych i wewnętrznych na terenie OPN wynosi 49,5 km; z tego ponad połowę stanowią drogi publiczne – 25,2 km; zaliczamy tu drogi gminne (serpentyń, Ojców-Prądnik Korzkiewski), powiatowe (Sąsów-Ojców) i wojewódzkie (Grodzisko-Pieskowa Skała) (za: *Analiza działalności OPN za 2006 r.*, zał. 14).

Opis transektów

Transekt „Serpentyń” – odcinek drogi gminnej o długości 1920 m prowadzący od bramy wjazdowej do OPN od strony Murowni, do końca drogi o nawierzchni asfaltowej (do kostki granitowej). Przecina ona kompleks grądów o zróżnicowanym stopniu naturalności porastających stoki Wąwozu Korytania po stronie południowej drogi i Góry Rusztowej po jej północnej stronie. Droga jest zamknięta dla ruchu pojazdów mechanicznych, za wyjątkiem ruchu lokalnego (mieszkańców Ojcowa) oraz pojazdów uprawnionych, dla których wykupiono stosowne zezwolenia na przejazd.

Transekt „Ojców” – odcinek drogi gminnej o nawierzchni asfaltowej i długości 1595 m prowadzący dnem doliny, od Bramy Krakowskiej do mostu na potoku Prądnik koło „Hotelu pod Kazimierzem”. Droga przecina mozaikę środowisk: początkowo biegnie przez teren zagospodarowany turystycznie między Bramą Krakowską, a Źródłem Miłości, następnie przecina łąki ziołoroślowe przy moście na Prądniku, dalej kompleksy łąk rajgrasowych. Po wschodniej stronie drogi pod Skałą Bystrą, aż do końca transektu rośnie

grąd, a po zachodniej stronie drogi ciągną się łopuszyny albo łąki. Na tym odcinku droga biegnie wzdłuż Prądnika. Droga ta jest zamknięta dla ruchu pojazdów mechanicznych, za wyjątkiem ruchu lokalnego (mieszkańców Ojcowa) i pojazdów, dla których wykupiono stosowne zezwolenia na przejazd.

Transekt „Złota Góra” – odcinek drogi powiatowej o nawierzchni asfaltowej i długości 2080 m od willi „Jadwiga” – siedziby Dyrekcji Ojcowskiego Parku Narodowego, do zabudowań osady Kolencin. Droga przebiega północnym zboczem Złotej Góry oraz przez fragmenty wierzchowiny. Na zboczach Złotej Góry przecina kompleksy buczyny karpackiej po stronie południowej, fragmenty grądu po stronie północnej i płaty pośrednie między borem mieszanym, a ubogą buczyną karpacką. W części wierzchowiowej przechodzi przez lasy o charakterze borów mieszanych z przewagą sosny oraz płaty o charakterze nietypowym. W odległości kilkunastu metrów od drogi znajdują się nieliczne zabudowania, parking oraz pole namiotowe. Droga jest dostępna dla ruchu samochodowego.

METODYKA

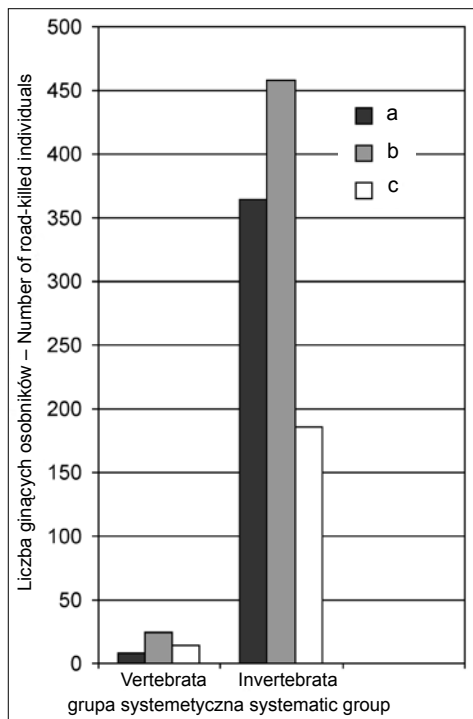
W pierwszym etapie badań zgromadzono dane na temat śmiertelności ssaków na drogach OPN w ciągu ostatnich 6 lat (dane służb OPN, Analiza działalności OPN). Wykorzystano także corocznie sporządzane raporty z akcji ochrony płazów w Pieskowej Skale, w których ujęte są m.in. dane o ich śmiertelności pod kołami samochodów. W czasie wędrówki godowej potracone płazy liczono na 1110-metrowym odcinku drogi prowadzącym wzdłuż stawów w Pieskowej Skale. Drogę kontrolowano co 2–3 dni, za każdym razem usuwając martwe płazy, aby uniknąć podwójnego liczenia tych samych osobników.

Oprócz tego do badań wytypowano trzy odcinki dróg (transekty) w Ojcowie: pierwszy – na serpentynach, drugi – Brama Krakowska-Muzeum i trzeci – Kolencin-Dyrekcja OPN, które kontrolowano jeden raz w tygodniu notując martwe kręgowce (ssaki, ptaki, gady i płazy) i ślimaki; natomiast pozostałe bezkręgowce (także ich szczątki) zbierano z drogi pęsetą w celu ich dokładnej identyfikacji. Badania miały charakter pilotażowy, a częstotliwość obchodu transektów była podyktowana głównie względami logistycznymi. Prowadzono je przez 10 tygodni – od 20 lipca do 27 września 2009 r.

Z powodu braku danych dotyczących natężenia ruchu w Ojcowie, w ciągu dwóch dni – 9. i 23. września 2009 r. liczono pojazdy na wymienionych trasach; pierwszego dnia w godzinach od 9.00 do 13.00, a drugiego dnia od 13.00 do 17.00. Informację o natężeniu ruchu na drodze wojewódzkiej nr 773 w Pieskowej Skale uzyskano od Zarządu Dróg Wojewódzkich w Krakowie. Nie badano pośredniego wpływu ruchu samochodów na zachowanie się zwierząt (np. płoszenie, dystans ucieczki) ani problemu rozbijania się owadów o karoserie samochodów.

WYNIKI

W wyniku badań, przeprowadzonych od końca lipca do września 2009 r. na 3. transektach o łącznej długości 5595 m, zanotowano 1056 martwych zwierząt (tab. 1); w tym na transekcje „Serpentyny” – 373; na transekcje „Ojców” – 483 i na transekcje „Złota Góra” – 200. Najwięcej martwych osobników zanotowano na trasie „Ojców”, następnie „Serpentyny” i „Złota Góra” (ryc. 1); także w przeliczeniu na 100 metrów transektu największa śmiertelność przypada na trasę „Ojców” – 30,2 osobnika/100 m, następnie na



Ryc. 1. Zwierzęta ginące na drogach w Ojcowskim Parku Narodowym wg transektów: a – serpentyń, b – Ojców, c – Złota Góra

Fig. 1. Road-killed animals in the Ojców National Park according to the transects: a – serpentyń, b – Ojców, c – Złota Góra

martwych bezkręgowców, które z kolei mogły ulec rozkładowi, rozkruszeniu albo zostać splukane przez deszcz.

Bezkręgowce ginące na drogach Parku należały do następujących grup: *Myriapoda* (1 osobnik), *Lumbricidae* (6), *Mollusca* (204), *Araneae* (1) i *Insecta* (798). Wśród zabitych owadów najczęściej należało do rzędu chrząszczy *Coleoptera* (628 osobników), następnie do błonkówek *Hymenoptera* (35), prostoskrzydłych *Orthoptera* (34), muchówek *Diptera* i pluskwiaków *Hemiptera* (po 33) oraz motyli *Lepidoptera* (25). Spośród chrząszczy najczęściej na drogach zginęło żuków *Scarabaeidae* (410 osobników) i biegaczy *Carabidae* (187), następnie: omarlic *Silphidae* (13), ryjkowców *Curculionidae* (8), stonek *Chrysomelidae* i biedronek *Coccinellidae* (po 4) oraz kusaków *Staphylinidae* (2) (ryc. 3). Spośród błonkówek najczęściej zginęło pszczoł *Apidae* (22 osobniki), z muchówek – *Calyptera* (21), z pluskwiaków – tarczówek *Pentatomidae* (29), z prostoskrzydłych – pasikoników *Tettigoniidae* (33), z motyli – niezidentyfikowanych do gatunku gąsienic (21). Najczęściej ginącym gatunkiem w OPN na badanych transektach był żuk leśny *Anoplotrupes stercorosus* (409 osobników), następnie ślimak winniczek *Helix pomatia* (202), biegacz skórzasty *Carabus coriaceus* (68), tarczówka rudonoga *Pentatoma rufipes* i podkrzewin szary *Pholidoptera griseoptera* (po 21).

„Serpentyń” – 19,4 osobnika/100 m i „Złotą Górę” – 9,6 na osobnika/100 m. Ponad trzy razy więcej zwierząt ginie pod kołami samochodów w Ojcowie i dwa razy więcej na „Serpentyń” w stosunku do Złotej Góry. Średnia liczba zwierząt ginących na każde 100 metrów badanych dróg w Ojcowskim PN wyniosła prawie 19 osobników (18,8).

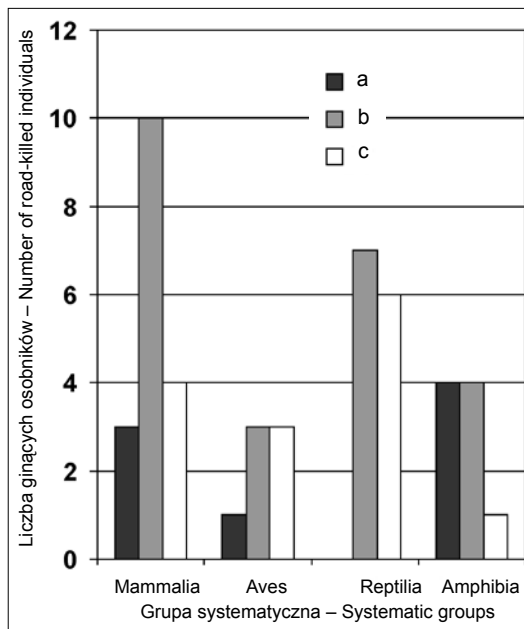
Na drogach jezdnych OPN giną przede wszystkim bezkręgowce (tab. 1). Na ogólną liczbę 1056 martwych zwierząt – 1010 (95,6%) to bezkręgowce, a pozostałe 46 osobników (4,4%) to kręgowce. Martwe kręgowce należały do czterech gromad: ssaków (17 osobników), płazów (13), gadów (9) i ptaków (7). Ogółem najwięcej kręgowców zginęło na transekcje „Ojców” (24), następnie na „Złotej Górze” (14) i na „Serpentyń” (8) (ryc. 2). Najczęściej ginącym kręgowcem na tych drogach Parku był zaskroniec i żaba trawna (po 8 osobników) oraz różne gatunki ryjówek (7). Rzeczywista liczba ginących na drogach kręgowców może być większa, ponieważ czas pozostawiania ich na drodze po śmierci może być krótszy niż częstotliwość badań (notowano je tylko raz w tygodniu). Martwe zwierzęta mogły stać się pokarmem padlinożerców (np. lisów, kruków), w stosunkowo krótkim czasie po kolizji (obserwacje autorów). Ta sama uwaga dotyczy liczby

Na badanych transektach w Ojcowskim Parku Narodowym zginęło co najmniej: pięć gatunków ssaków, cztery gatunki ptaków, dwa gatunki gadów i dwa gatunki płazów oraz jeden gatunek ślimaka, 32 gatunki chrząszczy (w tym: 20 gatunków z rodziny biegaczowatych, cztery gatunki z omarlicowatych, dwa z kusakowatych, dwa z żukowatych, jeden z biedronkowatych, dwa ze stonkowatych i jeden z ryjkowcowatych), cztery gatunki owadów prostoskrzydłych, trzy gatunki pluskwiaków, dwa gatunki motyli, sześć gatunków błonkówek, dwa gatunki muchówek. Łącznie na transektach w Parku zanotowano co najmniej 63 gatunki martwych zwierząt: 13 gatunków kręgowców i co najmniej 50 gatunków bezkręgowców.

W 2009 r. (bez listopada i grudnia) na wszystkich drogach w parku zginęły cztery gatunki ssaków dużych i średnich, nie zanotowanych na transektach w ciągu 10 tygodni badań; są to: dzik (1 osobnik), sarna (2), bóbr (1) i wydra (1) oraz wykazana również na transektach wiewiórka (1). W latach 2003–2009 na drogach OPN zanotowano łącznie 27 osobników i 8 gatunków ssaków potrąconych ze skutkiem śmiertelnym (tab. 2).

Do ogólnej liczby zwierząt, które zginęły w 2009 r. należy też dodać płazy rozjechane przez samochody w czasie godowej wędrówki w Pieskowej Skale. Zanotowano 522 martwe osobniki: trzy żaby trawne, pięć traszek grzebieniastych, dziewięć traszek zwyczajnych, 472 ropuchy szare i 35 bliżej niezidentyfikowanych płazów. Liczba gatunków zwierząt, których śmierć stwierdzono w trakcie badań w 2009 r. w OPN wynosi więc: 19 gatunków kręgowców (dziewięć gatunków ssaków, cztery gatunki ptaków, dwa gatunki gadów i cztery gatunki płazów) i 50 gatunków bezkręgowców. Łączna liczba martwych zwierząt zarejestrowanych w 2009 roku na drogach OPN wynosiła 1584, tj. 1056 na transektach, sześć ssaków i 522 płazy w Pieskowej Skale.

Ze względu na małą częstotliwość badań trudno ustalić dokładną liczbę zwierząt ginących na 100 m transektu w ciągu doby. Wiosną 2009 r. na ojcowskich drogach najczęściej ginęła ropucha szara *Bufo bufo* (472 osobników), natomiast na badanych transektach od końca lipca do końca września tego samego roku – żuk leśny *Anoplotrupes stercorosus* (409), ślimak winniczek *Helix pomatia* (202), biegacz skórzasty *Carabus coriaceus* (68), pluskwiak – tarczówka rudonoga *Pentatoma rufipes* i prostoskrzydły – podkrzewin szary *Pholidoptera griseoaptera* (po 21) (ryc. 4).



Ryc. 2. Śmiertelność kręgowców na drogach w Ojcowskim Parku Narodowym wg grup systematycznych i transektów: a – serpentyny, b – Ojców, c – Złota Góra

Fig. 2. Vertebrates mortality on roads in the Ojców National Park according to the systematic groups and transects a – serpentyny, b – Ojców, c – Złota Góra

Tabela 1. Wykaz zwierząt, które zginęły w kolizjach drogowych w Ojcowskim Parku Narodowym na transektach w okresie od 20.07. do 27.09.2009 r.

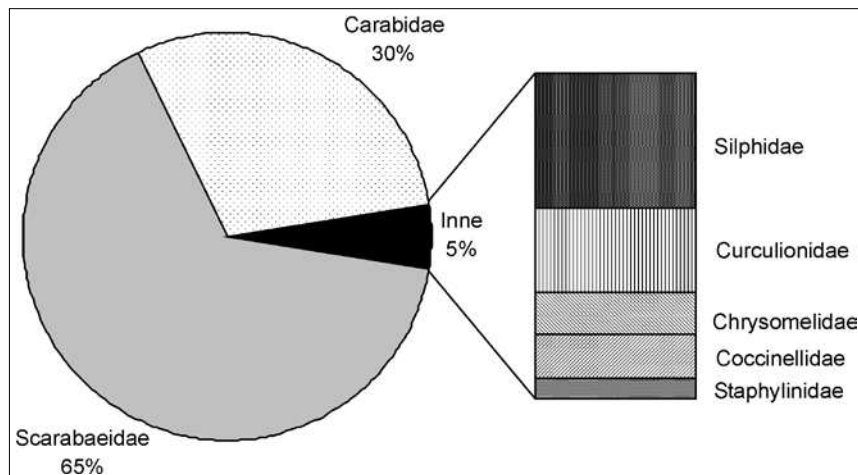
Table 1. List of road-killed animals in the Ojców National Park according to the transects (20.07 – 27.09.2009)

Grupa systematyczna/gatunek Systematic group/species	Liczba osobników na transektach Number of individuals within the transects			Razem osobników Individuals altogether
	Serpentyny	Ojców	Złota Góra	
1	2	3	4	5
Mammalia	3	10	4	17
<i>Erinaceus concolor</i> Martin			1	1
<i>Myodes glareolus</i> (Schr.)	1	3	1	5
<i>Sciurus vulgaris</i> (L.)			1	1
<i>Sorex minutus</i> (L.)		1		1
<i>Sorex</i> sp.	1	5		6
<i>Talpa europaea</i> (L.)	1		1	2
<i>Insectivora</i> indet.		1		1
Aves	1	3	3	7
<i>Fringilla coelebs</i> (L.)		1		1
<i>Parus major</i> (L.)			1	1
<i>Regulus ignicapilla</i> (Temminck)	1			1
<i>Turdus merula</i> (L.)			1	1
<i>Aves</i> indetermined		2	1	3
Reptilia	0	7	6	13
<i>Natrix natrix</i> (L.)		7	1	8
<i>Anguis fragilis</i> (L.)			5	5
Amphibia	4	4	1	9
<i>Rana temporaria</i> (L.)	4	3	1	8
<i>Bufo bufo</i> (L.)		1		1
Vertebrata	8	24	14	46
Myriapoda	0	1	0	1
<i>Lumbricidae</i> indet.	3	2	1	6
Mollusca	2	199	3	204
<i>Helix pomatia</i> (L.)		199	3	202
<i>Mollusca</i> indet.	2			2
<i>Araneae</i> indet.	1	0	0	1
Insecta	359	257	182	798
Dermaptera indet.	0	8	0	8
Trichoptera indet.	0	2	0	2
Orthoptera	13	20	1	34
Tettigoniidae	13	19	1	33
<i>Barbitistes constrictus</i> Brun. von Watt.	5	2		7
<i>Meconema thalassinum</i> De Geer	1			1
<i>Pholidoptera griseoaptera</i> De Geer	5	15	1	21
<i>Tettigonia cantans</i> Fuessly	2	2		4
Acrididae		1		1
<i>Chorthippus</i> sp.		1		1
Coleoptera	297	163	168	628

1	2	3	4	5
Carabidae	108	57	22	187
<i>Carabus auronitens</i> F.	2	7	2	11
<i>Carabus cancellatus</i> Ill.	1	3		4
<i>Carabus coriaceus</i> L.	52	9	7	68
<i>Carabus granulatus</i> L.		1		1
<i>Carabus hortensis</i> L.	10			10
<i>Carabus linnaei</i> Panz.	12	1	1	14
<i>Carabus nemoralis</i> Müll.	4			4
<i>Carabus ullrichi</i> Germ.		2		2
<i>Carabus violaceus</i> L.	5	1	2	8
<i>Carabus</i> sp.			2	2
<i>Cychrus caraboides</i> (L.)			2	2
<i>Poecilus cupreus</i> (L.)		1		1
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm)		1		1
<i>Pterostichus burmeisteri</i> Heer	2			2
<i>Pterostichus melanarius</i> (Ill.)	2	7		9
<i>Pterostichus niger</i> (Schall.)	4	4	3	11
<i>Pterostichus nigrita</i> (Payk.)	1			1
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (F.)		3		3
<i>Abax parallelepipedus</i> Pill. et Mitt.	1	1		2
<i>Platynus assimilis</i> (Payk.)	1	1		2
<i>Pseudophonus rufipes</i> (Deg.)	3	3		6
<i>Carabidae</i> gen. sp. imago	7	10	3	20
<i>Carabidae</i> gen. sp. larva	1	2		3
Silphidae	1	11	1	13
<i>Phosphuga atrata</i> (L.)		6		6
<i>Thanatophilus sinuatus</i> (F.)	1	3		4
<i>Necrodes littoralis</i> (L.)		2		2
<i>Nicrophorus vespilloides</i> (Herbst)			1	1
Staphylinidae	2	0	0	2
<i>Ocypus macrocephalus</i> (Grav.)	1			1
<i>Ocypus melanarius</i> (Heer)	1			1
Scarabaeidae	183	82	145	410
<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Hartm.)	183	81	145	409
<i>Cetonia aurata</i> (L.)		1		1
Coccinellidae	3	1	0	4
<i>Coccinella septempunctata</i> L.	3	1		4
Chrysomelidae	0	4	0	4
<i>Timarcha metallica</i> (Laich.)		2		2
<i>Chrysolina staphylaea</i> (L.)		2		2
Curculionidae	0	8	0	8
<i>Liparus glabrirostris</i> Küst.		8		8
Hemiptera	18	13	2	33
Coreidae indet.	1	2	0	3
Gerridae	0	1	0	1
<i>Gerris rufoscutellatus</i> (Leach)		1		1

1	2	3	4	5
Pentatomidae	17	10	2	29
<i>Graphosoma lineatum</i> (L.)			1	1
<i>Pentatoma rufipes</i> (L.)	11	9	1	21
<i>Palomena</i> sp.	2			2
<i>Pentatomidae</i> indet.	4	1		5
Lepidoptera	10	14	1	25
Nymphalidae	1	1	0	2
<i>Polygonia c-album</i> (L.)		1		1
<i>Vanessa atalanta</i> (L.)	1			1
Geometridae larva	0	1	0	1
Noctuidae indet.	0	1	0	1
<i>Lepidoptera</i> larvae indet.	9	11	1	21
Hymenoptera	11	18	6	35
Symphyta indet.	0	0	1	1
Apidae	3	15	4	22
<i>Apis mellifera</i> (L.)	2	15		17
<i>Bombus soroeensis</i> (F.)			1	1
<i>Bombus terrestris</i> (L.)			3	3
<i>Bombus</i> sp.	1			1
Vespidae	8	2	1	11
<i>Dolichovespula saxonica</i> (F.)		1	1	2
<i>Vespa crabro</i> (L.)		1		1
<i>Vespula vulgaris</i> (L.)	8			8
Formicidae	0	1	0	1
Diptera	10	19	4	33
Syrphidae	4	3	0	7
<i>Eristalis</i> sp.	3			3
<i>Eristalis pertinax</i> (Scopoli)	1			1
<i>Syrphus</i> sp.		3		3
Tabanidae	0	5	0	5
<i>Tabanus bromius</i> (L.)		3		3
<i>Tabanus</i> sp.		2		2
Sarcophagidae indet.	2	2	0	4
Calliphoridae indet.	0	4	2	6
<i>Calyptura</i> indet.	4	5	2	11
Invertebrata	365	459	186	1010
Łącznie/ Together	373	483	200	1056
Vertebrata + Invertebrata				

Jeśli chodzi o liczbę gatunków, wśród zabitych bezkręgowców w OPN przeważały formy drapieżne (np. *Carabidae*, *Staphylinidae*, *Vespidae*) nad melitofagami (np. *Nymphalidae*, *Apidae*), nekrofagami (*Silphidae*) i koprofagami (*Scarabaeidae*) oraz liściożercami (*Tetrigoniidae*, *Curculionidae*); formy biegające po podłożu i słabo latające (np. *Carabidae*, *Staphylinidae*, *Scarabaeidae*, *Pentatomidae*) dominowały nad dobrze latającymi (np. *Apidae*, *Vespidae*, *Tabanidae*). Pięć bezkręgowców, które najczęściej ginęły na drogach w OPN (*Anoplotrupes stercorosus*, *Helix pomatia*, *Carabus coriaceus*, *Pentatoma rufipes*



Ryc. 3. Liczebność chrząszczy ginących na wszystkich transektach łącznie (wg rodzin)

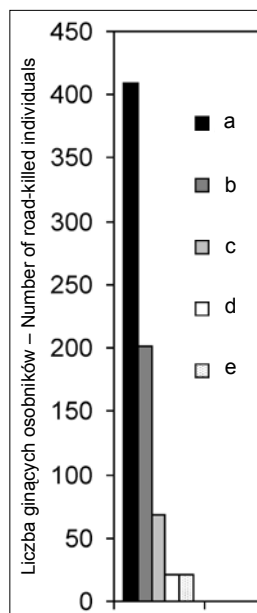
Fig. 3. Beetles killed within all transects altogether (according to the family)

Tabela 2. Śmiertelność ssaków odnotowana na drogach na terenie OPN i okolicy w latach 2003–2009

Table 2. Mammals mortality on the roads within the ONP and its surroundings in the years 2003–2009

Gatunek Species	Lata Years							Razem Altogether	Liczebność populacji w OPN Population size in ONP
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
dzik wild boar					1	2	1	4	ok. 100
sarna roe-deer	1	2	2	2			2	9	ok.190
bóbr beaver				3	1		1	5	ok. 20
wydra otter							1	1	2–3
kuna marten				2	2			4	brak danych no data
lis fox				1				1	ok. 35
zając hare				1				1	100-150
wiewiórka squirrel				1			1	2	brak danych no data
								27	

Źródło: dane służb OPN



Ryc. 4. Pięć gatunków zwierząt bezkręgowych najczęściej ginących na drogach przecinających Ojcowski Park Narodowy (zbiorczo trzy transekty): a – *Anoplotrupes stercorosus*, b – *Helix pomatia*, c – *Carabus coriaceus*, d – *Pentatoma rufipes*, e – *Pholidoptera griseoaptera*

Fig. 4. Five species of most frequently road-killed invertebrates (combined data from three transects) : a – *Anoplotrupes stercorosus*, b – *Helix pomatia*, c – *Carabus coriaceus*, d – *Pentatoma rufipes*, e – *Pholidoptera griseoaptera*

i *Pholidoptera griseoaptera*) należy do form wolno przemieszczających się po podłożu lub słabo latających, natomiast pod względem sposobu odżywiania należą do różnych kategorii (koprofagi, dwa fitofagi i dwóch drapieżców).

Na każde 100 metrów drogi w Pieskowej Skale na przełomie marca i kwietnia 2009 r. średnio zginęło 45 płazów. Ich śmiertelność jest większa w porównaniu ze śmiertelnością wszystkich zwierząt na trzech badanych transektach. Wysoka śmiertelność płazów związana jest z dużym natężeniem ruchu na drodze w Pieskowej Skale, przewyższającym natężenie ruchu na pozostałych badanych drogach. Śmiertelność płazów na drodze wojewódzkiej w Pieskowej Skale jest zawsze wysoka (tab. 3), mimo corocznie prowadzonej akcji stawiania barier z siatki wzdłuż drogi i przenoszenia płazów do stawów.

W celu oszacowania ruchu pojazdów na badanych drogach w ciągu dwóch dni liczono przejeżdżające tymi trasami samochody (tab. 4). Największy ruch zanotowano na zamkniętej dla ruchu samochodowego drodze gminnej przez serpentyny (543 pojazdy, w tym 309 osobowych i ciężarowych), następnie w Ojcowie (odpowiednio: 529, 464) i na drodze powiatowej przez Złotą Górę (479, 463). Ruch całodobowy wynosi więc nie mniej niż 543, 529 i 479 pojazdów, odpowiednio na trzech trasach.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Zgodnie z przewidywaniami, spośród wszystkich badanych odcinków dróg najwięcej zwierząt (płazów) zginęło na drodze wojewódzkiej w Pieskowej Skale, gdzie panuje największy ruch – przejeżdża tamtędy 2400 samochodów na dobę. Dane literaturowe wskazują, że ruch wynoszący 4000 pojazdów na dobę, może spowodować śmierć większości płazów (Seiler 2003). Liczba zabitych płazów zależy też od ich reakcji na ruch samochodów. Niektóre gatunki (np. ropucha szara) zatrzymują się podczas przechodzenia, przez co wzrasta czas ich przebywania na drodze i narażenia na śmierć (obserwacje własne;

Tab. 3. Zbiorcze wyniki monitoringu śmiertelności płazów na drodze w Pieskowej Skale w latach 2003–2009

Table 3. Overall results of amphibians mortality monitoring on the road at Pieskowa Skała in the years 2003–2009

Lata Years	Termin migracji godowej płazów Amphibian mating migration date	Liczba płazów przeniesionych do stawów Number of amphibians moved into the ponds	Liczba wszystkich martwych płazów Number of all killed amphibians
2003	23 marca – 26 kwietnia 23rd March – 26th April	9900 (4420 żab/frogs, 5400 ropuch/toads, 80 traszek/newts)	brak dokładnych danych
2004	22 marca – 13 kwietnia 22nd March – 13th April	4500 (516 żab, 3906 ropuch, 78 traszek)	1613 (253 żab, 1360 ropuch)
2005	31 marca – 18 (27) kwietnia 31st March – 18th (27th) April	5894 (144 żaby, 5712 ropuch, 38 traszek)	1406 (238 żab, 1168 ropuch)
2006	10 kwietnia – 25 kwietnia 10th April – 25th April	5106 (69 żab, 5019 ropuch, 18 traszek)	669 (33 traszki, 69 żab, 567 ropuch)
2007	9 marca – 18 kwietnia 9th March – 18th April	4778 (48 żab, 4717 ropuch, 13 traszek)	557 (13 traszek, 6 żab, 538 ropuch)
2008	17 marca – 16 kwietnia 17th March – 16th April	2247 (33 żaby, 2198 ropuch, 16 traszek)	361 (18 traszek, 35 żab, 308 ropuch)
2009	30 marca – 14 kwietnia 30th March – 14th April	2233 (6 żab, 2203 ropuchy, 14 traszek)	522 (12 traszek, 3 żaby, 472 ropuch)

Źródło: dane OPN i własne

Mazerolle i in. 2005). Van Gelder (1973) w swoich badaniach wykazał, że natężenie ruchu około 1500 samochodów na dobę może powodować śmierć 90% samic ropuchy szarej migrujących przez drogę w okresie rozrodu. Śmiertelność niektórych gatunków żab na drogach może sięgnąć 5–25 % liczebności populacji (Fahrig, Rytwinski 2009). W badaniach amerykańskich badaczy (Seibert, Conover 1991) 40% wszystkich martwych kręgowców stanowiły płazy. Underhill i Angold (2000) podają, że każdego roku na drogach w Anglii ginie 29–40% wszystkich płazów. Węże i inne gady, np. padalce, mogą z kolei wykorzystywać powierzchnie dróg do termoregulacji, przez co narażone są na śmierć pod kołami pojazdów (obserwacje własne; Fahrig, Rytwinski 2009).

Spośród trzech badanych transektów największy ruch pojazdów mechanicznych zanotowano w Ojcowie i na Złotej Górze, a mniejszy na drodze serpentynowej. Najwięcej zwierząt w przeliczeniu na 100 m drogi zginęło na transekcje „Ojców”, następnie „Serpentyny” i „Złota Góra”, mimo, że ruch serpentynami jest znacząco mniej intensywny niż na Złotej Górze (o ok. 150 samochodów). Większa śmiertelność bezkręgowców na serpentynach w stosunku do Złotej Góry może wynikać z większej zasobności i naturalności siedlisk wokół serpentyn, lepszej dla bezkręgowców dostępności drogi (brak rowów od strony Wąwozu Korytania) i panującego tutaj cieplejszego mikroklimatu, w stosunku do drogi na Złotej Górze. Wpływ na takie wyniki może też mieć zła jakość drogi – głównie liczne wyrwy i dziury w nawierzchni, w których gromadzi się woda z opadów dodatkowo zwabiająca np. ptaki do kąpieli czy osy do wodopoju (obserwacje autorów). Droga na Złotej Górze ma z dwóch stron rowy (w celu utrudnienia kradzieży drewna z lasu), na znacznej długości przebiega w zimnym, cieniście wąwozie, a jej nawierzchnia jest dobrej jakości.

Niektóre zwierzęta traktują drogi jako szlaki migracji, a padlinożercy zdobywają tam pożywienie (Rytwinski, Fahrig 2007). Jednak z obserwacji autorów wynika, że wiele żuków i muchówek z rodziny *Sarcophagidae* zginęło na drodze, pożywiając się na padlinie

Tabela 4. Ruch pojazdów na badanych trasach (objaśnienia w tekście)

Table 4. Vehicular traffic on the investigated roads (explanations in the text)

Lokalizacja trasy Road location	Rodzaj pojazdu – Vehicle type			Razem (w tym osobowe i ciężarowe) Total (including passenger and goods vehicles)
	Osobowe Passenger vehicles	Ciężarowe Goods vehicles	Jednośladowe Two-wheeled vehicles	
Serpentyny – 1920 m	302	7	234	543 (309)
Ojców – 1595 m	395	69	65	529 (464)
Złota Góra – 2080 m	352	111	16	479 (463)

Źródło: dane własne

żaby czy gryzonie. W czasie badań w Ojcowskim Parku Narodowym zaobserwowano, że martwe ptaki, gryzonie, płazy i bezkręgowce znikały z ich powierzchni po 1–6 dniach od kolizji z samochodem, często w zależności warunków atmosferycznych (np. opadów).

Łączna liczba gatunków i osobników, które zginęły na badanych odcinkach dróg na terenie OPN w trakcie badań w 2009 r. nie wydaje się duża (co najmniej 67 gatunków i 1584 osobniki). Jednak z powodu braku dokładnych danych o liczebności populacji zamieszkujących tereny, które przecinają drogi trudno ocenić czy ruch samochodowy w istotnym stopniu ogranicza żywotność populacji, nawet w odniesieniu do sześciu najczęściej ginących gatunków (ropuchy szarej, żuka leśnego, winniczka, biegacza skórzastego, tarczówki rudonogiej i podkrzewina szarego). Najprawdopodobniej dla ropuchy szarej ruch samochodowy jest istotnym czynnikiem ograniczającym jej liczebność, bo liczba ginących osobników w stosunku do około połowy kontrolowanej populacji wynosi aż 21% (Klasa 2008, 2009). W badaniach przeprowadzonych w USA przez Seiberta i Conover (1991) w ciągu 14 miesięcy kontroli 1,6 km odcinka dróg, stwierdzono 188 martwych kręgowców i 1162 bezkręgowców, łącznie 1350 osobników, w tym minimum 249 gatunków owadów. Badania te nie obejmowały jednak obszarów chronionych.

W literaturze polskiej jest mało prac traktujących o zwierzętach ginących na drogach (por. Oleś 1993), natomiast w kilku publikacjach omówione są problemy dotyczące wpływu turystyki pieszej na entomofaunę np. w Tatrach (Starzyk 1974), Białowieskim PN (Okołów 1976) i Bieszczadzkim PN (Starzyk, Kosior 1985). Na podstawie sporadycznych obserwacji C. Okołów (1976) wymienia z Puszczy Białowieskiej i jej obrzeży kilka najczęściej rozdeptywanych gatunków owadów do których należą: *Anoplotrupes stercorosus*, *Staphylinus erythropterus*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Phyllopertha horticola* i *Melolontha hippocastani*. Z badań przeprowadzonych w ciągu dwóch miesięcy w latach 1968–1972 w Tatrach (Starzyk 1974) wynika, że na szlaku w Dolinie Kościeliskiej zginęły 34 gatunki owadów z pięciu rzędów, a w ciągu tylko jednego dnia znajdowano 80–100 rozdeptywanych osobników. Niestety autor nie odnosi tych liczb do konkretnych gatunków, co uniemożliwia dalsze porównania. Z kolei Starzyk i Kosior (1985) podają z Bieszczadzkiego PN 72 oznaczone do gatunku martwe owady w liczbie 978 osobników, zebrane na szlakach w ciągu 25 dni w latach 1975–1980. Najwięcej zginęło tam chrząszczy (63% w stosunku do wszystkich zebranych) i motyli (15%). Najczęściej rozdeptywanymi gatunkami były

biegaczowate: *Pterostichus foveolatus* (124 osobniki) i *P. pilosus* (46) oraz omarlica *Silpha carinata* (41). Trudno porównywać te dane dotyczące szlaków turystycznych, z wynikami badań przeprowadzonych na drogach w Ojcowskim Parku Narodowym, również dlatego, że metodyka była różna i silnie rzutowała na uzyskane wyniki.

Mimo różnych terenów (i biotopów) proces eliminacji na szlakach turystycznych i drogach dotyczy kilku tych samych gatunków np. na wszystkich badanych terenach ginie *Anoplotrupes stercorosus* i chroniony prawnie *Carabus coriaceus*, a w Tatrach, Bieszczadach i OPN kolejne chronione gatunki biegaczowatych: *Carabus violaceus*, *Carabus cancellatus*, *Carabus granulatus*, *Carabus hortensis*, *Carabus linnaei*, *Carabus nemoralis*, *Carabus ullrichi* i *Carabus auronitens* (tab. 5). Na ogół marginalizuje się problem zwierząt ginących pod kołami samochodów, (szczególnie w odniesieniu do bezkręgowców) czy rozdeptywaniem ich na szlakach turystycznych, ponieważ uważa się, że znacznie więcej ginie ich wskutek rozbicia się o szyby i karoserie samochodów albo wskutek niszczenia siedlisk ich życia (Okołów 1976). Wydaje się to logiczne, ale póki nie przeprowadzi się dokładnych badań liczebności i składu gatunkowego ginących na drogach zwierząt, problem pozostaje na poziomie domysłów i dywagacji.

Tab. 5. Chrząszcze ginące na szlakach turystycznych lub drogach jezdnych wspólne dla badanych obszarów

Table 5. Beetles killed on tourist trails or roadways together for the investigated areas

Gatunek Species	*Białowiecki PN Białowieża NP	*Tatrzański Park Narodowy Tatra National Park	*Bieszczadzki Park Narodowy i tereny przyległe Bieszczady National Park and the adjacent areas	Ojcowski Park Narodowy Ojców National Park
<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	najczęściej most frequently	+	17	409
<i>Carabus coriaceus</i>	rzadziej less frequently	+	5	68
<i>Coccinella septempunctata</i>	-	+	24	1
<i>Carabus violaceus</i>	-	+	5	8
<i>Carabus auronitens</i>	-	+	3	11
<i>Pterostichus niger</i>	-	+	14	11
Łączna liczba ginących gatunków bezkręgowców Overall number of road- killed invertebrate species	kilka a few	34	72	50

*Źródło: cytowana literatura

Przy okazji badań śmiertelności w Ojcowskim Parku Narodowym okazało się, że zbiór owadów ginących na drogach może być metodą użyteczną przy inwentaryzacjach, a zbierane z dróg gatunki często reprezentują taksony rzadkie, aktywne także nocą. W badaniach przeprowadzonych w OPN spośród 32 gatunków chrząszczy 8 gatunków reprezentowanych było tylko przez jednego osobnika, m.in. rzadkiego w Polsce i nowego dla fauny Parku gatunku *Ocypus macrocephalus* (Staphylinidae).

Podziękowania

Autorzy składają podziękowania Panom: Dariuszowi Kostii, Andrzejowi Palaczykowi i Bogdanowi Wiśniowskiemu za konsultację taksonomiczną oraz Pani Barbarze Batko za udostępnienie danych dotyczących śmiertelności ssaków.

PIŚMIENNICTWO

- Analiza działalności Ojcowskiego Parku Narodowego za 2006 r.*, zał. 14, maszyn.
- Askling J., Bergman K.-O. 2003. *Invertebrates – a forgotten group of animals in infrastructure planning? Butterflies as tools and model organisms in Sweden*. U. C. Davis. Road Ecology Centre. Retrieved from: <http://www.escholarship.org/uc/item/3wq1583z>
- Fahrig L., Rytwinski T. 2009. *Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis*. "Ecology and Society", **14**, 1: 21 [online].
- Forman R. 2000. *Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States*. "Conservation Biology", **14**: 31–35.
- Forman R., Sperling D., Bissonette J., Clevenger A., Cutshall C., Dale V., Fahrig L., France R., Goldman C., Heanue K., Jones J., Swanson F., Turrentine T., Winter T. 2003. *Road ecology: science and solutions*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Forman R., Sperling D. (red.). 2002. *Road ecology. Science and Solutions*. Island Press, Washington D.C., s. 1–481.
- Forman R., Alexander L. 1998. *Roads and their major ecological effects*. "Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics", **29**: 207–231.
- Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R. W., Stachura K. 2004. *Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populacje dzikich zwierząt*. Wyd. I. Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk. Białowieża.
- Klasa A. 2005. *Badania śmiertelności płazów w Ojcowskim Parku Narodowym i ich znaczenie dla ochrony tych zwierząt*. „Parki Narodowe”, **4**: 31–33.
- Klasa A. 2008. *Płazy i gady Ojcowskiego Parku Narodowego*, [w:] *Monografia Ojcowskiego Parku Narodowego. Przyroda*, red. A. Klasa, J. Partyka, wyd. Ojcowski Park Narodowy. Ojców, s. 421–432.
- Klasa A. 2009. *Raport z akcji ochrony płazów w Pieskowej Skale w 2009 roku*, maszynopis, materiały OPN. Ojców, s. 1–4.
- Kurek R. (red.). 2007. *Ochrona dziko żyjących zwierząt przy inwestycjach drogowych w Polsce*. Wyd. Stowarzyszenie na Rzecz Wszystkich Istot. Bystra.
- Mazerolle M., Huot M., Gravel M. 2005. *Behavior of amphibians on the road in response to car traffic*. "Herpetologica", **61**: 380–388.
- Nietvelt C. 2002. *The effects of roads on wildlife: bibliography*. U.S. Forest Service. Montane Wildlife Consulting.
- Okołów C. 1976. *Wpływ turystyki na entomofaunę*, [w:] *Entomologia a ochrona środowiska*, red. H. Sandner, wyd. PWN. Warszawa, s. 91–97.

- Oleś T. 1993. *Optakach ginących na szosach w otulinie Pienińskiego Parku Narodowego*. „Chrońmy Przyrodę Ojczyzn”, **49**, 1: 62.
- Pitucha G. 2009. *Śmiertelność ssaków i innych kręgowców na drogach południowej części województwa podkarpackiego w latach 2006–2007*, [w:] *Poznać i ochronić różnorodność ssaków w Polsce. Materiały Konferencyjne. XI Ogólnopolska Konferencja Teriologiczna*. Poznań, s. 100.
- Preston J. 2006. *A comparison of roads and rivers as barriers to animal movements: implications for roads in protected areas*. “Wildlife Afield”, **3** (Supplement): 8–15.
- Rico A., Kindmann P., Sedlacek F. 2007. *Barrier effects of roads on movements of small mammals*. “Folia Zoologica”, **56**, 1: 1–12.
- Rytwinski T., Fahrig L. 2007. *Effect of road density on abundance of white-footed mice*. “Landscape Ecology”, **22**: 1501–1512.
- Saunders S., Mislivets M., Chen J., Cleland D. 2002. *Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great Lakes Region, USA*. “Biological Conservation”, **103**: 209–225.
- Seibert H., Conover J. 1991. *Mortality of Vertebrates and Invertebrates on an Athens County, Ohio, Highway*. “The Ohio Journal of Science”, **91**, 4: 163–166.
- Seiler A. 2003. *The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden*. Doctoral thesis. Wyd. Swedish University of Agricultural Science. “Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria”, 295.
- Seiler A., Eriksson, I. 1997. *New approaches for ecological consideration in Swedish road planning*, [w:] *Proceedings of the international conference on Habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering*, red. K. Canters, A. Piepers, A. Hendriks-Heersma. Maastricht & DenHague 1995. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering division, s. 253–264.
- Shepard D. B., Kuhns A. R., Dreslik M. J., Phillips C. A. 2008. *Road as barriers to animal movement in fragmented landscapes*. “Animal Conservation”, **11**: 288–296.
- Sikora A., Danyłow J., Pełnia-Iwanicka E. 2009. *Ssaki ginące na drodze wojewódzkiej nr 579 w Kampinoskim Parku Narodowym i jego otulinie*, [w:] *Poznać i ochronić różnorodność ssaków w Polsce. Materiały Konferencyjne. XI Ogólnopolska Konferencja Teriologiczna*, red. L. Rychlik. Poznań, s. 112–113.
- Starzyk J. R. 1974. *Owady ginące na szlakach turystycznych w Tatrach*. „Chrońmy Przyrodę Ojczyzn”, **30**, 1: 14–19.
- Starzyk J. R., Kosior A. 1985. *Wpływ turystyki pieszej na entomofaunę Bieszczadzkiego Parku Narodowego i terenów przyległych*. „Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody”, **6**, 2: 93–100.
- Trombulak S., Frissell C. 2000. *Review of the ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities*. “Conservation Biology”, **14**: 18–30.
- Underhill J., Angold P. 2000. *Effects of roads on wildlife in an intensively modified landscape*. “Environmental Review”, **8**: 21–39. National Research Council Canada.
- Van Gelder J. 1973. *A quantitative approach to the mortality resulting from traffic in a population of Bufo bufo*. “Oecologia”, **13**: 93–95.
- Yamada Y., Sasaki H., Harauchi Y. 2009. *Effects of narrow roads on the movement of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in Noppo Forest Park, Hokkaido*. “Journal of Insect Conservation”, s. 151–157, Springer Science+Business Media B. V.

SUMMARY

One of the greatest current hazards for fauna resulting from human activity is animal mortality on roads. The problem also concerns most national parks because of the presence of motor roads within its areas. So far, this subject has not been thoroughly investigated in the Ojców National Park (ONP). The aim of the study was to determine mortality rates among all animals killed on the Park's roads. The investigations were conducted from July to September along three selected transects: the first – Serpentyń (Serpentines), the second – Brama Krakowska – Muzeum (Krakow's Gate – Museum), and the third – Kolencin – Dyrekcja OPN (Kolencin – ONP Board Office). Moreover, available data about mammal and amphibian roadkill in the ONP were considered.

In 2009, most individuals killed on the investigated road sections of the Ojców region belonged to the following species: European toad *Bufo bufo* (472 individuals), black forest beetle *Anoplotrupes stercorosus* (409), edible snail *Helix pomatia* (202), ground beetle *Carabus coriaceus* (68), forest bug *Pentatoma rufipes* (21) and dark bush cricket *Pholidoptera griseoaptera* (21).

At the end of March and the beginning of April of 2009, on average, 45 amphibians perished on each 100 m-long section of the road at Pieskowa Skała. This finding suggests that the amphibian roadkill is greater compared to the mortality of all animals within the three investigated transects.

The data collected within the transects alone show that the number of killed animals was greatest on the road section called Ojców, then on the Serpentyń (Serpentines), and the Złota Góra (Golden Mt.) sections. The number of killed animals per each 100 m-long road section also suggests that animal mortality is greatest on the sections: Ojców – 30.2 individuals/100 m, then Serpentyń – 19.4 individuals/100 m, and Złota Góra 9.6 individuals/100 m.

Apart from European toad, invertebrates were the animals most often killed on the roadways of the ONP. A total of 1056 dead animals included 1010 (95.6 %) invertebrates and 46 (4.4 %) vertebrates were found. The road-killed vertebrates belonged to 4 classes: mammals (17 individuals), amphibians (13), reptiles (9), and birds (7). In total, most of the vertebrates perished along the transect Ojców (24), then within the transects Złota Góra (14) and Serpentyń (8). Grass snake *Natrix natrix* (8), common grass frog *Rana temporaria* (8) and various shrew species *Sorex* spp. (7) were the most frequently road-killed vertebrates within the studied transects. The actual number of road-killed animals could be greater, because the counts were conducted once a week and the carcasses might have fallen prey to scavengers.