

Prądnik. Prace Muz. Szafera	35	101–116	2025
-----------------------------	----	---------	------

ANNA KLASA¹ , ANDRZEJ PALACZYK² , DANIEL KUBISZ 

¹Ojcowski Park Narodowy, Ojców 9, 32-045 Sułoszowa, e-mail: anna_klasa@wp.pl

²Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN
31-016 Kraków, ul. Sławkowska 17, e-mail: palaczyk@isez.pan.krakow.pl

ŚMIERTELNOŚĆ ZWIERZĄT NA DRODZE W OJCOWIE W 2010 ROKU (OJCOWSKI PARK NARODOWY, POLSKA)

Animals mortality in Ojców road in 2010 (Ojców National Park, Poland)

Abstract. This paper presents the results of research on animal mortality conducted in 2010 along two sections of a communal road in Ojców, within Ojców National Park (ONP). Between April and October, 1,819 animals — mainly invertebrates representing at least 89 species — were killed by car traffic. The species most frequently affected were *Anoplotrupes stercorosus* and *Helix pomatia*. The results from 2010 are compared with similar studies carried out the previous year. The research demonstrates that animal mortality on the road depends on both the faunal richness of habitats bordering the road and the intensity of traffic. Restricting access on the Ojców road to local vehicles only has undoubtedly reduced the level of animal mortality. Among the beetles killed, four species new to the fauna of Ojców National Park were identified: *Amara eurynota* (Carabidae), *Philonthus cognatus* (Staphylinidae), *Otiorhynchus coecus* (Curculionidae) and *Margarinotus bipustulatus* (Histeridae).

Key words: National Park, vehicle traffic, animal mortality, invertebrates, insects, forest dor beetle, vineyard snail, beetles

WSTĘP

Oprócz niszczenia siedlisk, drogi i ruch drogowy są jednymi z największych współczesnych zagrożeń dla zwierząt. Większość danych o śmiertelności zwierząt w kolizjach drogowych dotyczy kręgowców, głównie ssaków. Ze względu na śmiertelność ludzi w tych kolizjach, są one rejestrowane przez policję i służby drogowe. Prowadzony jest również Ogólnopolski Rejestr Kolizji Drogowych ze Zwierzętami (www.zwierzetanadrodze.pl), który jest inicjatywą społeczną, opartą na założeniach nauki obywatelskiej. Pierwszą całościową analizą śmiertelności ptaków na drogach w Polsce, wykonaną na podstawie wyżej wymienionego rejestru, jest artykuł Kustuscha & Wuczyńskiego (2023), za lata 2001–2021. Wiedza o owadach i innych bezkręgowcach ginących na drogach jest dużo mniejsza i często nieporównywalna ze względu na różne metody badań tego zjawiska. Według Muñoz i in. (2015), drogi negatywnie wpływają na liczebność i różnorodność owadów przez wysoką śmiertelność niektórych grup podczas przechodzenia przez drogę. Generują też efekt bariery prowadzący do izolacji populacji

po dwóch stronach drogi. W ostatnich latach opublikowano kilkadziesiąt artykułów, a nawet książki dotyczące tych zagadnień (np. Forman, 2000; Forman & Alexander, 1998; Yamada i in., 2010). Zainteresowanie tą tematyką doprowadziło do rozwoju odrębnej gałęzi nauki tzw. *road ecology* (ekologii dróg) (Fahrig & Rytwinski, 2009). W Ojcowskim Parku Narodowym wiedza o zwierzętach ginących na drogach jest fragmentaryczna. Największy problem stanowi ruch samochodowy na drodze przecinającej szlak migracji godowej płazów w Pieskowej Skale (Klasa, 2004; 2008; Klasa i in., 2010). Śmiertelności bezkręgowców na drogach poświęcono jedno opracowanie (Klasa i in., 2010).

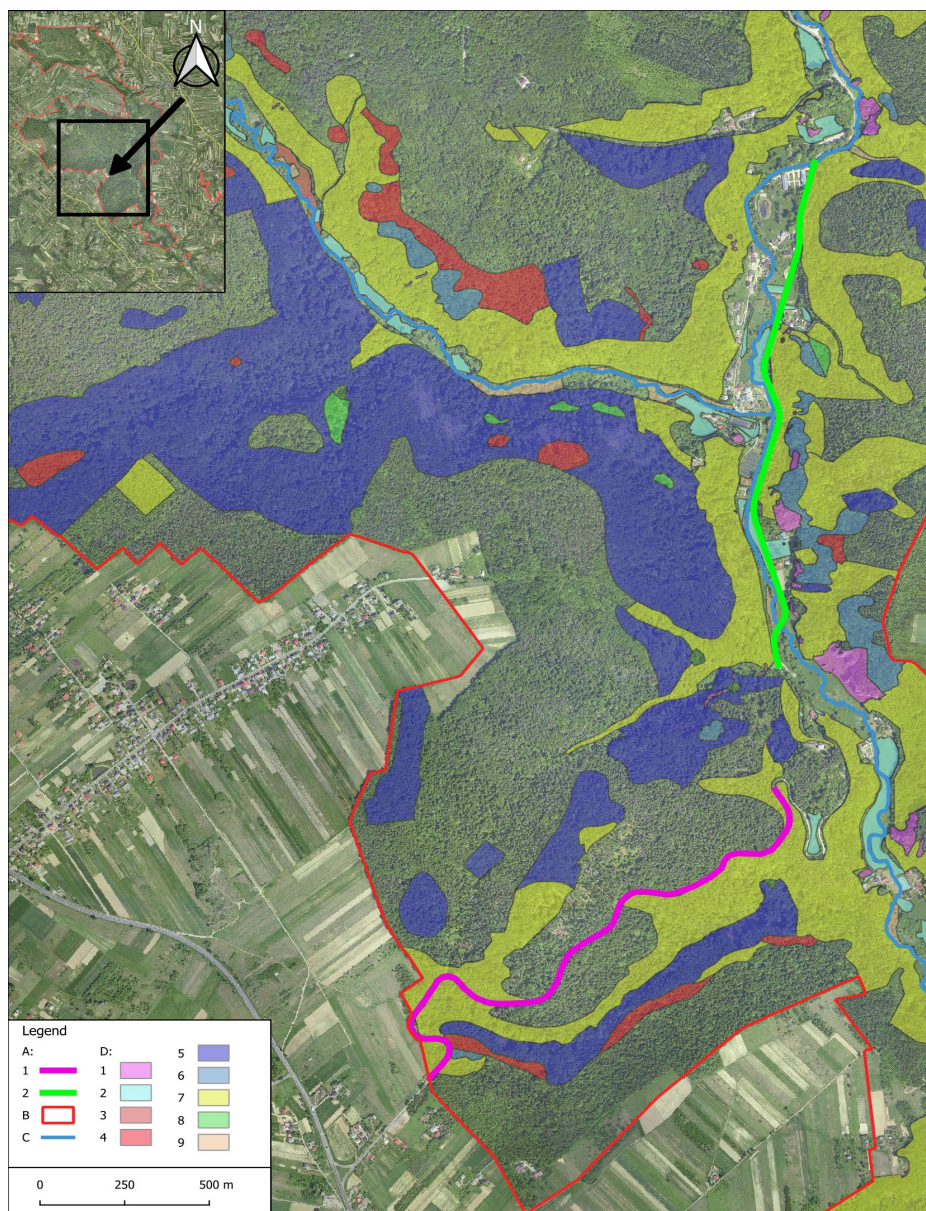
CEL BADAŃ

Celem badań było:

- określenie skali śmiertelności zwierząt na wybranych odcinkach drogi w Ojcowie podczas całego okresu wegetacyjnego (poprzednie pilotażowe badania w 2009 r. trwały 10 tygodni);
- porównanie składu gatunkowego i śmiertelności na dwóch badanych transektach drogi w Ojcowie w 2010 r.;
- porównanie składu gatunkowego i śmiertelności zwierząt w okresie 10 tygodni – od lipca do września 2009 r., z podobnym okresem w 2010 r.

METODYKA

W 2010 r. kontrolę śmiertelności zwierząt pod wpływem ruchu samochodowego przeprowadzono na dwóch odcinkach drogi gminnej w Ojcowie (transekty: „Serpentyny” i „Ojców”). Nawierzchnia drogi jest asfaltowa, z wyjątkiem krótkiego odcinka brukowanego – od Bramy Krakowskiej do mostu na Prądniku. Droga jest zamknięta dla ruchu ogólnego pojazdów mechanicznych od 1982 r. (Partyka, 2010). Dopuszczony jest tam tylko lokalny ruch samochodów. Transekt „Serpentyny”, o długości 1920 m, był wyznaczony na drodze zlokalizowanej na stoku doliny Prądnika – od bramy wjazdowej do Ojcowskiego Parku Narodowego (dalej: OPN) od strony Murowni (Biały Kościół) – do miejsca, w którym nawierzchnię stanowi kostka granitowa. Transekt „Ojców”, o długości 1595 m, prowadził dnem doliny Prądnika, od Bramy Krakowskiej – do mostu na Prądniku za „Hotelem pod Kazimierzem”. Pierwszy z transektów przecina lasy, głównie grądy, o zróżnicowanym stopniu naturalności. Drugi graniczy na długim odcinku z lasami grądowymi po wschodniej stronie drogi oraz łąkami rajgrasowymi i ziołoroślowymi położonymi nad potokiem Prądnik, a także terenami zabudowanymi – po jej zachodniej stronie (ryc. 1). Dokładniejszy opis zbiorowisk w otoczeniu transektów i metodyki badań znajduje się w artykule Klasy i in. (2010). Zrezygnowano z badań prowadzonych rok wcześniej na drodze powiatowej biegnącej przez Złotą Górę (Klasa i in., 2010). Badania trwały w okresie – od 9 kwietnia do 3 października 2010 r.; pobrano po 20 prób na każdym z transektów (tab. 1). Bezkręgowce zbierano z drogi w celu identyfikacji, a kręgowce usuwano, aby uniknąć ich powtórnego liczenia w następnej próbie. W 2010 r. nie prowadzono badań natężenia ruchu samochodowego; przyjęto, że nie uległ on zasadniczej zmianie w porównaniu z 2009 rokiem. Wówczas, podczas wyrównkowego liczenia, zanotowano dziennie 309 pojazdów mechanicznych na „Serpentynach” i 464 na drodze w Ojcowie. Badań nie



Ryc. 1. Rozmieszczenie transektów badawczych; A: 1 – transekt „Serpentyń”; 2 – transekt „Ojców”; B – granice Ojcowskiego Parku Narodowego; C – rzeki; D: Siedliska Natura 2000: 1 – murawy kserotermiczne; 2 – łąki świeże; 3 – łąki wilgotne; 4 – kwaśne buczyny; 5 – żyzne buczyny; 6 – ciepłolubne buczyny; 7 – grądy; 8 – jaworzyny; 9 – łęgi

Fig. 1. Distribution of research transects; A: 1 – “Serpentyń” transect; 2 – “Ojców” transect; B: boundaries of Ojców National Park; C – rivers; D: Natura 2000 habitats: 1 – xerothermic grasslands; 2 – fresh meadows; 3 – wet meadows; 4 – acid beech forests; 5 – fertile beech forests; 6 – thermophilous beech forests; 7 – oak-hornbeam forests; 8 – sycamore forests; 9 – riparian forests

Tabela 1. Daty poboru prób na obu transektach drogi w Ojcowie w 2010 r.; pogrubioną czcionką wyróżniono próby uwzględnione później w badaniach porównawczych z wynikami prac zrealizowanych w 2009 r.

Table 1. Dates of sampling on both road transects in Ojców, 2010; samples used in comparisons with 2009 results are highlighted in bold

Miesiące Months	Dni poboru prób na transektach Days of sampling on transects	
	„Serpentyny”	„Ojców”
Kwiecień / April	9, 23, 29	9, 13, 24, 26
Maj / May	11, 26	11, 25
Czerwiec / June	15, 27	15, 22
Lipiec / July	4, 11, 15, 23	4, 9, 14, 21, 29
Sierpień / August	1, 5, 20, 25	2, 15, 19, 24
Wrzesień / September	4, 12, 19, 23	14, 21
Październik / October	3	3

prowadzono bezpośrednio po opadach deszczu z uwagi na splukiwanie bezkręgowców z asfaltu, a częste deszcze uniemożliwiały regularny pobór prób. W 2010 r. opad roczny wyniósł 1134 mm (w 2009 r. – 854 mm; dane ze stacji meteorologicznej w Ojcowie).

Dla uwidocznienia różnic w liczebności uśmierconych zwierząt, tj. gatunków i taksonów innej rangi, pogrupowano je w cztery klasy liczebności: I – nieliczne – od 1 do 3 osobników, II – mało liczne – od 4 do 20, III – dość liczne – od 21 do 99 i IV – bardzo liczne, znalezione na drodze w liczbie 100 i więcej osobników.

Śmiertelność zwierząt na dwóch badanych transektach podczas sezonu wegetacyjnego w 2010 r. porównywano z badaniami prowadzonymi prawie dokładnie w tym samym okresie w 2009 r., za pomocą współczynnika podobieństwa Sørensen: $QS = 2xC/A+B$, gdzie „A” to liczba gatunków na jednym transekcie w 2009; „B” liczba gatunków na tym samym transekcie w 2010 r.; „C” liczba gatunków wspólnych dla tego samego transektu w dwóch latach.

WYNIKI BADAŃ

Śmiertelność w 2010 r.

W wyniku badań prowadzonych od kwietnia do października 2010 r., na dwóch odcinkach drogi w Ojcowie, o łącznej długości ok. 3,5 km, zidentyfikowano 1819 martwych zwierząt reprezentujących 122 taksony należące do co najmniej 89 gatunków. Z tej liczby 848 osobników stwierdzono na transekcje „Serpentyny”, w tym 65 taksonów należących do co najmniej 44 gatunków (tj. 44,2 osobniki/100 m transektu) i 971 osobników (96 taksonów; 71 gatunków) na transekcje „Ojców” (odpowiednio 60,9 osobników/100 m). W poniższej tabeli (tab. 2) wyszczególniono grupy uśmierconych zwierząt wraz z liczebnościami i podziałem na transekty. Szczegółowe dane o uśmierconych zwierzętach wraz z liczbą osobników znajdują się w dodatku 1 (tab. 3).

Trzydziestu trzech taksonów nie udało się oznaczyć do gatunku (w tab. 3: indet., sp.), ponieważ były uszkodzone w stopniu uniemożliwiającym identyfikację lub nie znaleziono odpowiednich specjalistów (dotyczy np. nitkowców Gordiacea).

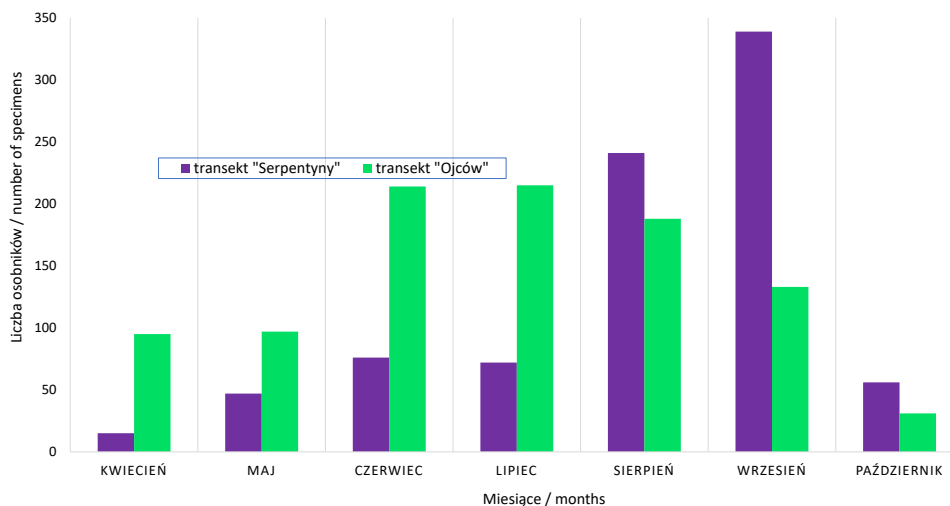
Tabela 2. Liczba martwych osobników na transektach, z podziałem na grupy zwierząt w 2010 r.

Table 2. Number of dead individuals recorded on transects in 2010, divided by animal groups

Grupa zwierząt Group of animals	Liczba martwych osobników Number of dead individuals		
	Transekt Transect „Serpentyń”	Transekt Transect „Ojców”	Razem Total
Gordiacea nitnikowce	-	5	5
Oligochaeta skąposzczety	4	19	23
Mollusca mięczaki	2	407	409
Crustacea skorupiaki	-	1	1
Araneae pająki	1	10	11
Diplopoda krocionogi	2	6	8
Odonata ważki	1	1	2
Orthoptera prostoskrzydłe	7	18	25
Dermaptera skorki	1	-	1
Heteroptera / pluskwiaki różnoskrzydłe	30	30	60
Mecoptera wojsilki	-	1	1
Lepidoptera motyle	10	21	31
Diptera muchówki	8	117	125
Hymenoptera błonkówki	9	15	24
Coleoptera chrząszcze	760	300	1060
Vertebrata kręgowce	13	20	33
Suma / Total	848	971	1819

Badania wykazały duże zróżnicowanie gatunkowe bezkręgowców ginących na drodze w Ojcowie w stosunku do kręgowców. Z kręgowców zginęło 9 gatunków (łącznie 33 osobniki): ssaki – kret *Talpa europaea* i nornica ruda *Clethrionomys glareolus*; ptaki – cierniówka *Curruca communis*, kos *Turdus merula*, muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis* i rudzik *Erithacus rubecula*; z gromady gadów – zaskroniec *Natrix natrix* i z płazów – żaba trawna *Rana temporaria* i ropucha szara *Bufo bufo* (pozostałych nie określono do gatunku). Wszystkie, z wyjątkiem nornicy rudej, są gatunkami chronionymi w Polsce.

Na badanych odcinkach drogi najliczniej ginącymi zwierzętami były: żuk leśny *Anoplotrupes stercorosus* (722 osobniki – łącznie na obu transektach), winniczek *Helix pomatia* (284 osobniki na transekcje „Ojców”) i biegacz skórzasty *Carabus coriaceus* (50 osobników na obu transektach). Szczególnie licznie ruch samochodowy eliminował biegaczowate Carabidae (31 gatunków). Z 15. gatunków rodzaju *Carabus* wykazanych z Parku (Kubisz i in., 2021), na drodze zidentyfikowano 14. Z pozostałych rodzin chrząszczy z dwóch transektów zebrano 28 gatunków. Wśród tych ostatnich najwięcej pochodziło z rodziny omarlicowatych Silphidae – oznaczono siedem martwych gatunków, które zapewne były zwabione na drogę wcześniej uśmierconymi zwierzętami stanowiącymi ich pokarm. Na badanych transektach zginęło również sześć gatunków prostoskrzydłych (najliczniej podkrzewin szary *Pholidoptera griseoptera*) i osiem gatunków pluskwiaków różnoskrzydłych, najwięcej z rodziny tarczówek Pentatomidae. Wśród nich najczęście ginęła tarczówka rudonoga *Pentatoma rufipes* (łącznie 38 osobników).



Ryc. 2. Śmiertelność zwierząt na dwóch transektach drogi w Ojcowie w 2010 r.

Fig. 2. Animal mortality on two road transects in Ojców in 2010

Zgodnie z metodyką, uśmiercone gatunki i taksony innej rangi pogrupowano w cztery klasy liczebności. Najwięcej było gatunków/innych taksonów z grupy nielicznych (79), a następnie – z grupy mało licznych (34), które łącznie stanowiły 92% (tj. 113 ze 122 wszystkich gatunków/innych taksonów). W grupie: dość licznie eliminowane gatunki/inne taksony – było ich pięć, a w grupie: bardzo licznie eliminowane – cztery (żuk leśny, winniczek, pozostałe ślimaki, pleń).

Najwięcej zwierząt na transektie „Serpentyny” zginęło we wrześniu (341 osobników) i sierpniu (241), a na taką dynamikę silnie rzutowała fenologia najliczniej ginącego gatunku – żuka leśnego. Natomiast na transektie „Ojców” najwięcej zwierząt zostało wyeliminowanych przez ruch samochodowy, kolejno: w lipcu (215 osobników), czerwcu (214), sierpniu (188) i we wrześniu (133). Na taki rozkład dynamiki śmiertelności złożyła się wypadkowa fenologii kilku najliczniejszych taksonów: winniczka, pozostałych gatunków ślimaków, żuka leśnego i larw plenia (ryc. 2; fot. 1 i 2).

Porównanie śmiertelności w dwóch latach (2010 i 2009 r.)

Śmiertelność zwierząt w 2010 r. na transektie „Ojców” była większa niż na transektie „Serpentyny”; odpowiednio: 973 osobniki (60,9 osobników/100 m) i 848 osobników (44,2 osobniki/100 m). Podobną zależność wykazały badania prowadzone w krótszym okresie, w 2009 r. (Klasa in. 2010). Wówczas na transektie „Ojców” zginęło 30,3 osobników/100 m, a na transektie „Serpentyny” – odpowiednio 19,4. Przyczyn tego stanu może być kilka: po pierwsze transekt „Ojców” przebiegał przez zróżnicowane zbiorowiska roślinne o większym bogactwie fauny w porównaniu z dość monotonnymi zbiorowiskami leśnymi na drodze serpentynowej; po drugie na badanym odcinku drogi w Ojcowie panował nieco większy ruch pojazdów, do którego dochodził jeszcze ruch pieszy turystów poruszających się w kierunku Jaskini Ciemnej, ten ostatni na drodze serpentynowej w 2010 r. był znikomy.



Fot 1. Larwy plenia *Sciara militaris*
Photo 1. *Sciara militaris* – larvae



Fot. 2. Pleń przejechany przez ciężarówkę
Photo 2. Larvae of *Sciara militaris* run over by a truck

Tabela 4. Porównanie liczebności martwych gatunków lub grup gatunków łącznie na dwóch transektach w 2009 r. i 2010 r. (lipiec-wrzesień)

Table. 4. Comparison of the total number of individuals killed (by species or species groups) on two transects in 2009 and 2010 (July–September)

Gatunek/grupy gatunków łącznie Species or groups of species together	Liczba martwych zwierząt łącznie na obu transektach od lipca do września Number of dead animals total on both transects from July to September		Suma martwych zwierząt w dwóch latach Total dead animals in two years
	w 2009 r.	w 2010 r.	
ssaki	6	3	9
ptaki	2	1	3
<i>Natrix natrix</i>	7	1	8
plazy	8	4	12
<i>Helix pomatia</i>	199	141	340
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	20	9	29
Orthoptera pozostałe	12	8	20
<i>Carabus coriaceus</i>	61	35	96
Carabidae pozostałe	84	89	173
Silphidae	12	30	42
Staphylinidae	2	3	5
Scarabaeidae	1	1	2
Cantharidae	0	3	3
<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	264	556	820
Coccinellidae	4	6	10
Cerambycidae	0	4	4
Chrysomelidae	4	2	6
<i>Liparus glabrirostris</i>	8	0	8
<i>Pentatoma rufipes</i>	20	32	52
Hemiptera pozostałe	1	8	9
<i>Panorpa vulgaris</i>	0	1	1
Lepidoptera	2	2	4
<i>Apis mellifera</i>	17	6	23
Hymenoptera pozostałe	10	5	15
Diptera	4	0	4
Suma / Total	748	950	1698

Współczynnikiem podobieństwa Sørensen porównano śmiertelności zwierząt w okresie od lipca do września w 2009 i 2010 r. W analizie brano pod uwagę jedynie taksony oznaczone do rangi gatunku (81 gatunków w ciągu dwóch lat). Na transekcje „Serpentyny” zidentyfikowano w ciągu 10 tygodni badań 2009 r. 32 gatunki martwych zwierząt, a w podobnym okresie 2010 r. – 33 gatunki; wspólnych było 17 gatunków i współczynnik podobieństwa wyniósł 0,52. Natomiast na transekcji „Ojców” w ciągu takiego samego okresu zidentyfikowano w 2009 r. 40 gatunków, a w 2010 r. – 44 gatunki; wspólnych było 21 gatunków i współczynnik podobieństwa osiągnął wartość 0,5.

Dość niskie podobieństwo śmiertelności zwierząt na tych samych transektach rok do roku, jest najprawdopodobniej spowodowane dużym bogactwem i zróżnicowaniem bezkręgowców na terenach, które przecina droga. Porównanie składu gatunków i skali ich śmiertelności w okresie od lipca do września 2010 r. z tym samym okresem w 2009 r. przedstawia tabela 4. Z powodu niskich liczebności osobników większości uśmierconych zwierząt, dla przejrzystości zestawienia pogrupowano w gromady, rzędy lub rodziny, a wylistowano oddzielnie głównie liczniejsze gatunki.

Wśród uśmierconych na drodze zwierząt zidentyfikowano cztery nowe dla fauny OPN gatunki chrząszczy. Były to:

Carabidae: *Amara eurynota* (Panz.) – Ojców, 11.05.2010, 2 osobniki martwe na drodze, leg. A. Klasa; droga serpentynowa (między Góra Rusztową, a Wąwozem Korytania), 23.09.2010, 2 osobniki martwe na drodze, leg. A. Klasa

Staphylinidae: *Philonthus cognatus* (Steph.) – Ojców, 9.04.2010, 1 osobnik martwy na drodze, leg. A. Klasa

Curculionidae: *Otiorhynchus coecus* (Germar) – Ojców, 11.05.2010, 1 osobnik martwy na drodze poza badanym transektem, leg. A. Klasa

Histeridae: *Margarinotus bipustulatus* (Schränk) – Ojców, 11.05.2010, 1 osobnik martwy na drodze, leg. A. Klasa

DYSKUSJA

Porównanie wyników śmiertelności bezkręgowców na drodze ojcowskiej z innymi tego typu badaniami jest dość trudne ze względu na różne aspekty podobnych analiz, inne warunki przyrodnicze, a przede wszystkim różną metodykę. Wieloraki wpływ dróg na owady omawiają Muñoz i in. (2015), analizując 50 artykułów, które ukazały się między 1969 r. a 2013 r. Ponad 30% prac analizowanych przez wyżej wymienionych autorów dotyczy chrząszczy (np. Hayward i in., 2010; Carpio i in., 2009). Podobnie jak w Ojcowie, była to jedna z najliczniej ginących na drogach grup bezkręgowców. Niektórzy autorzy (np. Soluk i in., 2011) słusznie zwracają uwagę, że śmiertelność bezkręgowców jest dodatnio skorelowana z natężeniem ruchu. Należy jednak nadmienić, że McKeena i in. (2001) udowodnili, że w przypadku motyli wyższe wskaźniki śmiertelności występują przy średnim natężeniu ruchu (od 562 do 821 pojazdów/h), w porównaniu do dużego i małego natężenia ruchu. Na drodze gminnej w Ojcowie panował zmienny ruch pojazdów. Wyrwykowe badania wykazały, że był on średni lub mały (por. Partyka, 2010). McKeena i in. (2001) badający motyle wykazali, że przy prędkościach 55 mil na godzinę (80,5 km/h) lub większych, samochody wywołują podmuchy wiatru co powoduje tzw. efekt „katapulty” (*‘catapult’ effect*), który zapobiega zderzeniu motyla z pojazdem. Śmiertelność motyli na drodze ojcowskiej jest mała, przede wszystkim dlatego, że w siedliskach, które przecina droga, rzadko spotyka się motyle. W badaniach potwierdzono prawidłowość podaną przez Seshadri & Ganesh (2011), że martwe owady przyciągają drapieżniki (lub nekrofagi), które również mogą zginąć w wyniku zderzenia z pojazdami. Na drodze ojcowskiej martwe ślimaki, a przede wszystkim ssaki, zwabiały padlinożerne muchówki, żukowate i omarlicowate.

Na chronionym terenie OPN, poprzecinanego siecią dróg (por. Partyka, 2010), ważne jest określenie, jak duże straty w faunie powoduje ruch samochodów i to, na ile te straty mogą być akceptowalne z punktu widzenia ochrony przyrody. Tylko na badanej drodze

ojcowskiej, na której dopuszczono ruch lokalny, zginęło w 2010 r. 89 gatunków, w tym chronione prawnie biegacze (np. *Carabus convexus*, *C. coriaceus*, *C. irregularis*, *C. intricatus*, *C. glabratus*), trzmiele (np. *Bombus lucorum*, *B. terrestris*, *B. pasquorum*) czy ptaki (np. *Ficedula albicollis*). Większość gatunków (92%) miała niskie liczebności. Oznacza to, że ich śmiertelność na drodze może być nieistotna w porównaniu ze śmiertelnością z przyczyn naturalnych. Do podobnego wniosku doszli Munguira & Thomas (1992), którzy badali śmiertelność motyli w wyniku kolizji drogowych. Znaleźli oni na czterech 100-metrowych transektach w ciągu 44 dni – od czerwca do sierpnia – 144 zabitych motyli. Wymienieni autorzy uznali, że taka skala śmiertelności jest nieistotna dla ich populacji, bo porównywalna ze śmiertelnością z przyczyn naturalnych.

Na ojcowskiej drodze stosunkowo duża była śmiertelność winniczka i żuka leśnego – najliczniej ginących gatunków, choć oba są zaliczane do pospolitych i licznych. Żuk leśny jest często spotykany w zbiorowiskach leśnych, a winniczek w ziołoroślach nad Prądnikiem. Dość duża jest też rozrodność tych gatunków. Każdy trzyletni winniczek może złożyć co roku ok. 50 jaj i żyje kilka lat. Żuki leśne jako owady dorosłe żyją jeden rok. Samica może złożyć kilkanaście jaj, z których wiosną następnego roku wylęgają się larwy. Osobniki dorosłe pojawiają się na początku lata. Zarówno w przypadku winniczka, jak i żuka leśnego trudno ocenić, jaka część lokalnej populacji ginie pod kołami samochodów, ponieważ nie prowadzono w Parku stosownych badań ich liczebności.

Niewątpliwie ograniczenie ruchu samochodowego na ojcowskiej drodze tylko do ruchu lokalnego, oprócz redukcji hałasu i zanieczyszczenia spalinami przyczyniło się do ograniczenia skali śmiertelności bezkręgowców. Dowodem na to jest mniejsza śmiertelność zwierząt na transekcie „Serpentyny” o mniejszym natężeniu ruchu pojazdów. Warto zaznaczyć, że odkad w 2014 r. uruchomiono parking w przysiółku Murownia, na drodze serpentynowej wzmógł się ruch pieszy. W każdy weekend, wakacje i dni wolne od pracy turyści masowo (często ponad 1000 osób dziennie) podążają tą drogą do centrum Ojcowa, stanowiącego miejsce licznych atrakcji i punktów gastronomicznych. Interesujące jest, czy zwiększyło to śmiertelność bezkręgowców narażonych na rozdeptywanie przez turystów.

Cztery nowe dla OPN gatunki chrząszczy stwierdzone podczas badań należą do gatunków pospolitych w Polsce. Wojas (2023) zwrócił uwagę na duże luki w wiedzy o chrząszczach OPN, mimo wykazania 1766 gatunków na tym terenie. Prognozował on, że istnieje możliwość odnalezienia tutaj dalszych przedstawicieli wśród licznych gatunkowo rodzin, takich jak Carabidae, Staphylinidae, Chrysomelidae czy Curculionidae.

Podziękowania

Autorzy dziękują koleżance Agacie Jirak-Leszczyńskiej za identyfikację martwej cierniówki, Michałowi Palaczykowi za pomoc techniczną, dr. inż. Jakubowi Baranowi za sporządzenie mapy oraz Recenzentom za cenne uwagi.

LITERATURA

- Carpio, C., Donoso, D.A., Ramón, G. & Dangles, O. (2009) Short term response of dung beetle communities to disturbance by road construction in the Ecuadorian Amazon. *Annales de la Société entomologique de France*; 45, 455–469.
- Fahrig, L. & Rytwinski, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and Society*, 14, 1: 21, <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art21/>.

- Forman, R. (2000). Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation biology*, 14, 31–35.
- Forman, R. & Alexander, L. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 29, 207–231.
- Hayward, M.W., Hayward, G.J. & Kerley, G.I.H. (2010). The Impact of Upgrading Roads on the Conservation of the Threatened Flightless Dung Beetle, *Circellum bacchus* (F.) (Coleoptera: Scarabaeidae). *Coleoptera Bulletin*, 64, 75–80.
- Klasa, A. (2004). 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: A., Klasa & J., Partyka (red.), *Monografia Ojcowskiego Parku Narodowego. Przyroda*, (s. 421–432). Ojców: Ojcowski Park Narodowy.
- Klasa, A., Subel, A. & Kubisz, D. (2010). Wstępne badania śmiertelności zwierząt na drogach w Ojcowskim Parku Narodowym. *Prądnik. Prace i Materiały Muzeum im. Prof. Władysława Szafera*, 20, 237–252.
- Kubisz, D., Buczyński, P., Wojas, T., Mazur, M.A. & Buchholz, L. (2021). Coleoptera – chrząszcze. W: A., Klasa (red.), *Katalog fauny Ojcowskiego Parku Narodowego*, tom I, (s. 144–212). Ojców: Ojcowski Park Narodowy.
- Kustus, K. & Wuczyński, A. (2023). Śmiertelność ptaków na drogach w Polsce – wyniki ogólnokrajowych badań opartych na nauce obywatelskiej. *Ornis Polonica*, 64, 288–312.
- McKenna, D., McKenna, K., Malcom, S.B. & Berenbaum, M.R. (2001). Mortality of lepidoptera along roadways in Central Illinois. *Journal of The Lepidopterists' Society*, 55, 63–68.
- Munguira, M.L. & Thomas, J.A. (1992). Use of road verges by butterfly and burnet populations, and the effect of roads on adult dispersal and mortality. *Journal of Applied Ecology*, 29, 316–329.
- Muñoz, P.T., Torres, F.P. & Megías, A.G. (2015). Effects of roads on insects: a review. *Biodiversity Conservation*, 24, 659–682.
- Noordijk, J., Prins, D., Jonge, M. & Vermeulen, R. (2006). Impact of a road on the movements of two ground beetle species (Coleoptera: Carabidae). *Entomologica Fennica*, 17, 276–283.
- Partyka, J. (2010). Drogi w Ojcowskim Parku Narodowym i jego strefie ochronnej – stan obecny, stopień wykorzystania, przyrodnicze konsekwencje. *Prądnik. Prace i Materiały Muzeum im. Prof. Władysława Szafera*, 20, 291–308.
- Seshadri, K.S. & Ganesh, T. (2011). Faunal mortality on roads due to religious tourism across time and space in protected areas: a case study from south India. *Forest Ecology and Management*, 262, 1713–1721.
- Soluk, A., Zercher, D.S. & Worthington, A.M. (2011). Influence of roadways on patterns of mortality and flight behavior of adult dragonflies near wetland areas. *Biological Conservation*, 144, 1638–1643.
- Wojas, T. (2023). *Melanophthalma transversalis* (Gyllenhal, 1827) (Coleoptera: Latriidae) – gatunek chrząszcza nowy dla Ojcowskiego Parku Narodowego oraz uwagi o stanie poznania wybranych grup chrząszczy na tym terenie. *Prądnik. Prace i Materiały Muzeum im. Prof. Władysława Szafera*, 33, 89–94.
- Yamada Y., Sasaki H. & Harauchi Y. (2010) Effects of narrow roads on the movement of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in Noppo Forest Park, Hokkaido. *Journal of Insect Conservation*, 14, 151–157.

SUMMARY

The paper discusses the results of research into animal mortality along a communal road in Ojców, located within Ojców National Park (ONP). Only local vehicle traffic is permitted (approximately 386 vehicles per day). The study was conducted from April to October 2010 along two sections of the road, with a total length of about 3.5 km. In total, over 1,800 dead animals were recorded, nearly 98% of which were invertebrates, representing 122 taxa; 89 of these taxa (73%) were identified to species level. The two species most frequently killed by vehicles were the dor beetle *Anoplotrupes stercorosus* (722 individuals) and the Roman snail *Helix pomatia* (284 individuals). Pilot studies on fauna mortality had been conducted on the same road sections in Ojców over a 10-week period in 2009 (from July to September). In that study, 856 individuals belonging to at least 57 species were recorded, with over 95% being invertebrates (Klasa et al. 2010). A comparison of species composition between 2009 and 2010 using the Sørensen similarity index yielded low values for both transects (0.50 and 0.52, respectively). This indicates that roughly half of the species killed in 2010 had not been recorded the previous year. The low numbers of roadkill for most species (92%) suggests that road mortality is negligible compared with natural mortality factors. The results thus support the decision to close the communal road in Ojców to general vehicle traffic and restrict it to local access only. However, the impact of vehicle collisions on populations of the most frequently killed species remains uncertain.

Dodatek 1 / Appendix 1.

Tabela 3. Wykaz zwierząt wraz z liczbą osobników uśmierconych przez ruch samochodowy na drodze w Ojcowie w 2010 r.

Table 3. List of animal species and the number of individuals killed by road traffic in Ojców in 2010

Grupa systematyczna Systematic group		Gatunek/grupa Species/systematic group	Liczba martwych osobników w 2010 r. Number of death individuals in 2010		
			Transekt Transect „Serpentyny”	Transekt Transect „Ojców”	Razem Total
a		b	c	d	e
Nematomorpha nitnikowce		Gordiacea*	0	5	5
Annelida pierścienice		Oligochaeta	4	19	23
Mollusca mięczaki		<i>Helix pomatia</i> (L.)	0	284	284
		Gastropoda indet.*	2	123	125
Crustacea skorupiaki		Porcelio sp.	0	1	1
Araneae pająki		<i>Coeletes terrestris</i> (Wider)	0	1	1
		Araneae indet.	1	9	10
Myriapoda wije		Diplopoda	2	6	8
Odonata ważki		Anisoptera	1	1	2
Orthoptera prostoskrzydłe		<i>Barbites constrictus</i> (Brunn.)	1	1	2
		<i>Meconema thalassinum</i> (De Geer)	1	0	1
		<i>Pholidoptera griseoptera</i> (De Geer)	3	8	11
		<i>Metrioptera roeselii</i> (Hag.)	0	1	1
		<i>Tettigonia cantans</i> (Fues.)	0	6	6
		<i>Tettigonia viridissima</i> (L.)	0	2	2
		Orthoptera indet.	2	0	2
Dermaptera skorki		Dermaptera indet.	1	0	1
Heteroptera Pluskwiaki różnoskrzydłe	Pentatomidae tarczówkowate	<i>Carpocoris purpuripennis</i> (De Geer)	0	1	1
		<i>Eurygaster maura</i> (L.)	2	0	2
		<i>Palomena prasina</i> (L.)	1	0	1
		<i>Palomena viridissima</i> (Poda)	2	0	2
		<i>Pentatoma rufipes</i> (L.)	19	19	38
	Coreidae wtykowate	<i>Coreus marginalis</i> (L.)	5	0	5
	Pyrrocoridae kowałowate	<i>Pyrrocoris apterus</i> (L.)	0	8	8
	Acanthosomatidae puklicowate	<i>Acanthosoma haemorrhoidale</i> (L.)	1	2	3
Mecoptera wojsiłki		<i>Panorpa vulgaris</i> (Im.&Lab.)	0	1	1

a		b	c	d	e
Lepidoptera motyle	Pieridae bielinkowate	<i>Pieris brassicae</i> (L.)	1	0	1
		Arctidae larva	0	1	1
		Lepidoptera imago indet.	0	2	2
		Lepidoptera larvae indet.	9	18	27
Diptera muchówki		Bibionidae indet.	1	0	1
		Brachycera indet.	0	3	3
		Calypttrata indet.	3	7	10
		Muscidae indet.	2	2	4
		Rhagionidae indet.	0	1	1
		Sarcophagidae indet.	0	3	3
		Syrphidae indet.	1	1	2
		Tachinidae indet.	1	0	1
	Sciaridae ziemiorkowate	<i>Sciara militaris</i> Now.* larvae	0	100	100
Hymenoptera błonkówki	Apidae pszczołowate	<i>Apis mellifera</i> L.	0	9	9
		<i>Bombus pasquorum</i> (Scop.)	0	1	1
		<i>Bombus lucorum</i> (L.)	2	1	3
		<i>Bombus terrestris</i> (L.)	0	1	1
		<i>Bombus</i> sp.	5	1	6
	Formicidae mrówkowate	Formicidae	1	0	1
	Pompilidae nasteczniki	Pompilidae	1	0	1
	Vespidae osowate	<i>Vespula vulgaris</i> (L.)	0	2	2
Coleoptera chrząścze	Carabidae biegaczowate	<i>Carabus arvensis</i> Herbst	4	0	4
		<i>Carabus auronitens</i> F.	3	5	8
		<i>Carabus cancellatus</i> Ill.	0	3	3
		<i>Carabus convexus</i> F.	0	1	1
		<i>Carabus coriaceus</i> L.	30	20	50
		<i>Carabus glabratus</i> Payk.	8	4	12
		<i>Carabus granulatus</i> L.	0	1	1
		<i>Carabus hortensis</i> L.	12	0	12
		<i>Carabus intricatus</i> L.	2	2	4
		<i>Carabus irregularis</i> F.	0	3	3
		<i>Carabus linnaei</i> Panz.	5	2	7
		<i>Carabus nemoralis</i> Müll.	8	6	14
		<i>Carabus ullrichi</i> Germ.	0	2	2
		<i>Carabus violaceus</i> L.	13	1	14
		<i>Carabus</i> sp.	0	1	1
		<i>Cychrus attenuatus</i> (F.)	2	0	2
		<i>Platynus assimilis</i> (Payk.)	0	2	2
		<i>Poecilus cupreus</i> (L.)	2	0	2
		<i>Pterostichus burmeisteri</i> Heer	4	2	6
		<i>Pterostichus melanarius</i> (Ill.)	0	20	20
		<i>Pterostichus niger</i> (Schall.)	3	12	15

a		b	c	d	e
Coleoptera chrząszcze	Carabidae biegaczowate	<i>Pterostichus nigrita</i> (Payk.)	1	12	13
		<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (F.)	2	0	2
		<i>Abax parallelepipedus</i> Pill. et Mitt.	5	3	8
		<i>Amara aenea</i> (Deg.)	0	1	1
		<i>Amara eurynota</i> (Panz.)	3	4	7
		<i>Amara nitida</i> Sturm	0	1	1
		<i>Amara plebeja</i> (Gyll.)	0	1	1
		<i>Amara</i> sp.	2	1	3
		<i>Harpalus rufipes</i> (Deg.)	3	5	8
		<i>Harpalus affinis</i> (Schrank)	0	1	1
		<i>Harpalus latus</i> (L.)	0	1	1
		Carabidae gen. sp. imago	0	4	4
		Carabidae gen. sp. larva	3	0	3
		Histeridae gnilikowate	<i>Margarinotus bipustulatus</i> (Schrank)	0	1
	Silphidae omarlicowate	<i>Phosphuga atrata</i> (L.)	0	22	22
		<i>Thanatophilus rugosus</i> (L.)	1	0	1
		<i>Thanatophilus sinuatus</i> (F.)	2	14	16
		<i>Oiceoptoma thoracicum</i> (L.)	1	2	3
		<i>Dendroxena quadrimaculata</i> (Scop.)	0	1	1
		<i>Nicrophorus humator</i> Oliv.	0	1	1
		<i>Nicrophorus vespilloides</i> (Herbst)	2	0	2
		Silphidae gen. sp. larva	0	1	1
	Staphylinidae kusakowate	<i>Philonthus cognatus</i> Steph.	0	1	1
		<i>Philonthus laevis</i> (Lac.)	1	0	1
		<i>Ontholestes tessellatus</i> (Fourcr.)	1	0	1
		<i>Ocypus melanarius</i> (Heer)	0	2	2
	Geotrupidae żukowate	<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Hartm.)	628	94	722
	Scarabaeidae poświętnikowate	<i>Amphimallon solstitiale</i> (L.)	0	1	1
		<i>Melolontha melolontha</i> (L.)	1	0	1
	Cantharidae omomiłkowate	<i>Rhagonycha fulva</i> (Scop.)	0	1	1
		<i>Rhagonycha testacea</i> (L.)	0	2	2
	Cleridae przekraskowate	<i>Trichodes apiarius</i> (L.)	0	1	1
	Coccinellidae biedronkowate	<i>Coccinella septempunctata</i> L.	6	1	7
Cerambycidae kózkowate	<i>Prionus coriarius</i> (L.)	0	2	2	
	<i>Stictoleptura rubra</i> (L.)	0	2	2	
Chrysomellidae stonkowate	<i>Chrysolina staphylaea</i> (L.)	0	7	7	
	<i>Timarcha metallica</i> (Laich.)	0	2	2	
	<i>Chrysomela populi</i> L.	1	0	1	
	<i>Galeruca tanacetii</i> (L.)	0	1	1	
	Otiiorhynchus sp.	0	1	1	
Curculionidae ryjkowcowate	<i>Liophloeus lentus</i> Germ.	1	0	1	
	<i>Liparus glabrior</i> Küst.	0	19	19	

a		b	c	d	e
Mammalia ssaki		<i>Apodemus</i> sp.	2	1	3
		<i>Sorex</i> sp.	2	3	5
		<i>Clethrionomys glareolus</i> (Schr.)	0	2	2
		<i>Talpa europaea</i> L.	1	3	4
Aves ptaki		<i>Turdus merula</i> L.	0	1	1
		<i>Ficedula albicollis</i> (Temm.)	0	1	1
		<i>Curruca communis</i> (Lath.)	0	1	1
		<i>Erithacus rubecula</i> (L.)	1	0	1
		Aves indet.	0	1	1
Reptilia gady		<i>Natrix natrix</i> (L.)	1	2	3
Amphibia płazy		<i>Rana temporaria</i> (L.)	5	3	8
		<i>Bufo bufo</i> (L.)	1	2	3
RAZEM / TOTAL			848	971	1819

Niektóre wymienione w tabeli 3 grupy/gatunki oznaczone gwiazdką * wymagają komentarza:

Nitnikowce pasożytowały na chrząszczach i zginęły na drodze razem ze swoimi żywicielami, którymi były dwa gatunki biegaczowatych: *Carabus coriaceus* i *Pterostichus niger*.

Gastropoda indet. – pod tą nazwą podano ślimaki skorupowe i bezskorupowe, których ze względu na duży stopień uszkodzenia nie zidentyfikowano do gatunku. Nie zanotowano wśród nich pomarańczowo ubarwionych okazów wskazujących na obcy gatunek – ślinika luzytańskiego *Arion vulgaris*.

Sciaridae (*Sciara militaris* ziemiórka pleniówka, pleń) – wprowadzono umowną liczbę rozjechanych 100 osobników, chociaż z pewnością było ich więcej. W trakcie badań przeprowadzonych w dn. 7 lipca 2010 r., na drodze w Ojcowie zaobserwowano dużą liczbę kilkumilimetrowych larw tej muchówki, rozjechanych przez ciężarówkę podczas próby przedostania się na drugą stronę drogi. Wykonano dokumentacyjne zdjęcia (fot. 1, fot. 2).

Some groups/species listed in Table 3 marked with an asterisk * require commentary:

Nematomorpha parasitized two ground beetle species: *Carabus coriaceus* and *Pterostichus niger*, and were killed on the road along with their hosts

Gastropoda indet. – this category includes both shelled and shell-less snails that could not be identified to species level due to extensive damage. None exhibited the orange coloration characteristic of the invasive Lusitanian slug *Arion vulgaris*.

Sciaridae (*Sciara militaris*) – an arbitrary number of 100 crushed individuals was recorded, although the actual number was certainly higher. On 7 July 2010, during field research, a mass of several-millimeter-long larvae of this fly species was observed crawling across the road. They were run over by a truck while attempting to cross. Documentation photos were taken (photo 1, photo 2).