



Śmiertelność ptaków na drogach w Polsce – wyniki ogólnokrajowych badań opartych na nauce obywatelskiej

Karol Kustusch¹, Andrzej Wuczyński²

¹ Zwierzęta na Drodze, Waryńskiego 153, 86-300 Grudziądz; koordynator@zwierzetanadrodze.pl

² Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, A. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków;
a.wuczynski@pwr.edu.pl

Abstrakt. Kolizje drogowe ze zwierzętami są powszechnym zjawiskiem na całym świecie, a liczba ofiar jest szacowana w milionach osobników. Wysoka śmiertelność dotyczy również ptaków i jest powszechna także w Polsce, jednak problem w skali kraju pozostaje niedostatecznie poznany. Niniejsza praca stanowi pierwszą analizę śmiertelności ptaków na drogach w Polsce, wykonaną na podstawie danych zgromadzonych w portalu *Zwierzęta na Drodze – Ogólnopolski Rejestr Kolizji Drogowych ze Zwierzętami* www.zwierzetanadrodze.pl, opartą na założeniach nauki obywatelskiej. Dane pochodzą z lat 2001–2022 i obejmują 6 109 rekordów dotyczących 6 402 martwych ptaków. Wśród ofiar kolizji odnotowano co najmniej 133 gatunki ptaków, w tym 19 gatunków uznawanych za zagrożone. Najwięcej kolizji (45%) stwierdzono na terenach zabudowy miejskiej oraz na terenach rolniczych, a wśród ofiar dominowały ptaki środowisk antropogenicznych (gołąb miejski *Columba livia* forma *urbana*, kos *Turdus merula*, wróbel *Passer domesticus*, dymówka *Hirundo rustica*). Rozkład śmiertelności w skali roku był nierównomierny – największą liczbę ofiar odnotowano w okresie wiosenno-letnim (marzec–sierpień; 83,1% wszystkich ofiar), ze szczytem w maju, najmniejszą zaś w miesiącach zimowych (grudzień–luty; 5,2%). W większości kolizji ginęły pojedyncze ptaki, jednak odnotowano również szereg przypadków, w których stwierdzono śmierć od 2 do 18 osobników (np. jer *Fringilla montifringilla*, gawron *Corvus frugilegus*, mazurek *P. montanus*). Najwięcej obserwacji pochodziło z dróg powiatowych i gminnych (50%), jednak w przeliczeniu na kilometr drogi najwięcej martwych ptaków odnotowano na drogach szybkiego ruchu (0,11 os./km). Niniejsza praca stanowi aktualną charakterystykę zjawiska śmiertelności ptaków na drogach w Polsce, wskazuje też na szereg zależności łączących to zjawisko z biologią i wymaganiami siedliskowymi poszczególnych gatunków. Obok aspektów poznawczych dane portalu *Zwierzęta na Drodze* mogą służyć celom ochroniarskim i monitoringowym oraz potwierdzają potencjał danych gromadzonych dzięki szerokiemu zaangażowaniu badaczy-amatorów.

Słowa kluczowe: śmiertelność zwierząt, ekologia dróg, rozkład czasowo-przestrzenny, ochrona ptaków, zagrożenia antropogeniczne, nauka obywatelska

Avian mortality on Polish roads – results of nationwide research based on citizen science. Abstract: Wildlife-vehicle collisions are a common phenomenon reported all over the world, and the number of roadkilled animals, including birds, is estimated in millions every year. High road mortal-

ity of birds is also commonly reported in Poland, yet the problem is still insufficiently recognized in a wide, national scale. We here provide the first analysis of bird-vehicle collisions (BVC) in Poland based on a nationwide citizen science program *Polish Roadkill Observation System* (PROS) www.zwierzetanadrodze.pl. The data presented cover the time span of 2001–2022 and concern 6 109 records of 6 402 dead birds. There were recorded at least 133 roadkilled bird species, including 19 species recognized as endangered. Most BVC (45%) were recorded in urban and agricultural areas where species typical for anthropogenic habitats predominated the Feral Pigeon *Columba livia* forma *urbana*, Blackbird *Turdus merula*, House Sparrow *Passer domesticus*, Barn Swallow *Hirundo rustica*). Prominent seasonality of roadkills was observed: the highest mortality occurred in spring and summer (83.1% records from March–August) with a maximum in May, whereas the lowest mortality was reported in winter (December–February; 5.2%). The bulk of observations referred to single roadkills, yet numerous incidents with two or more (up to 18) roadkilled individuals were recorded (e.g. Brambling *Fringilla montifringilla*, Rook *Corvus frugilegus*, Tree Sparrow *P. montanus*). Majority of roadkills were noted on county and community roads (50%), however, per kilometer of road, the highest number of dead birds was recorded on highways and expressways (0.11 ind./km). This paper provides an up-to date characteristics of BVC in Poland, and indicates a range of relationships linking this phenomenon with bird biology and species habitat requirements. We also point out that along with scientific benefits, PROS data can serve conservation and monitoring purposes, and confirms the potential of data collected through the extensive involvement of citizen scientists.

Key words: animal mortality, road ecology, spatio-temporal distribution, bird protection, anthropogenic threats, citizen science.

Każdego roku w wyniku kolizji z pojazdami giną na świecie miliony zwierząt. Zjawisko to jest najczęściej odnotowywane wśród kręgowców, w szczególności herpetofauny (Seiler & Helldin 2006, Coelho et al. 2008, Kambourova-Ivanova et al. 2012, Wang et al. 2022, Zevgolis et al. 2023), ale dotyczy również wielu bezkręgowców (Skórka et al. 2015, Dániel-Ferreira et al. 2022). Obok płazów, ptaki są gromadą o szczególnie wysokiej śmiertelności w wyniku kolizji drogowych. Skala tego problemu nie jest dokładnie znana, głównie ze względu na niedostatek badań lub trudności z wykrywaniem ofiar. Dotyczy to zwłaszcza niewielkich gatunków, przeoczanych lub szybko zanikających wskutek rozjeżdżania przez pojazdy oraz aktywności padlinożerców (Santos et al. 2011, Delgado et al. 2019). Szacunki oparte na ekstrapolacji odnotowywanych przypadków śmiertelności na drogach wskazują na około 194 miliony ptaków ginących rocznie w Europie (Grilo et al. 2020), 89–340 mln w USA (Loss et al. 2014), czy 13 mln w Kanadzie (Bishop & Brogan 2013).

Dane empiryczne wskazują, że liczba ptaków ginących na drogach nie jest równomierna w ciągu roku a odzwierciedla roczny cykl życiowy ptaków. Najwyższa śmiertelność odnotowywana jest w okresach zwiększonej aktywności w okresie rozrodczym, pojawu młodych osobników, czy migracji (Erritzoe et al. 2003). Wyznaczenie uniwersalnego szczytu śmiertelności nie jest jednak możliwe, gdyż zależy on od czynników geograficznych i siedliskowych oraz fenologii poszczególnych gatunków (Garriga et al. 2017, Canal et al. 2018, Chyn et al. 2019, Medrano-Viscaino et al. 2022, Arca-Rubio et al. 2023). Najliczniej giną pospolite gatunki, choć ich udział w puli ofiar bywa nieproporcjonalny do rzeczywistej liczebności ze względu na cechy ekologiczne. Częściej tracą życie w zdarzeniach drogowych ptaki żerujące na ziemi, penetrujące niską roślinność i sąsiadujące z drogami zadrzewienia oraz nisko latające (np. kos *Turdus merula*, rudzik *Erithacus rubecula*) (Kociolek et al. 2011) lub korzystające z zasobów pokarmowych pojawiających się na drogach, poboczach lub sąsiadujących polach uprawnych służących jako żerowiska (wróble *Passer* sp., myszołów *Buteo buteo*) (Erritzoe et al. 2003). Wśród ofiar ruchu drogowego odnotowuje się również gatunki nieliczne i rzadkie, co niesie zagrożenie dla ich populacji (Grilo et al. 2020).

Ograniczenie śmiertelności w wyniku kolizji z pojazdami, istotne z punktu widzenia ochrony ptaków, wymaga rozpoznania tego zagadnienia w skali regionalnej czy krajowej – a więc zaangażowania znacznych zasobów ludzkich oraz dużych środków organizacyjnych, finansowych i czasowych. W tym kontekście nieocenione są inicjatywy oparte na tzw. nauce obywatelskiej (ang. *citizen science*), angażujące wolontariuszy i umożliwiające prowadzenie badań na skalę nieosiągalną w badaniach z wyłącznym udziałem profesjonalnych naukowców (np. Devictor et al. 2010). W ostatnich latach mamy do czynienia z wyraźnym ogólnościowym rozwojem nauki obywatelskiej, z udziałem szerokiej rzeszy badaczy-amatorów, związanej z monitoringiem bioróżnorodności (Devictor et al. 2010), ale również szeregiem innych dyscyplin, w tym śmiertelności zwierząt na drogach (Shilling et al. 2015, Waetjen & Shilling 2017, Bil et al. 2020, Englefield et al. 2020, Schwartz et al. 2020, Swinnen et al. 2022).

Problem śmiertelności ptaków na drogach w Polsce jest słabo poznany. Istnieje wprawdzie szereg badań i publikacji opisujących to zjawisko, są to jednak badania realizowane regionalnie (Wuczyński et al. 2024), na wybranych, krótkich odcinkach dróg (Goławski & Goławska 2002, Gryz & Krauze 2008, Hermianiuk & Ołdakowski 2016), poświęcone wybranym gatunkom (Orłowski 2005, Polak 2014) lub problemom ekologicznym (Orłowski 2008, Wiącek et al. 2015). Brak zaś ogólnopolskiego programu dotyczącego śmiertelności wszystkich grup zwierząt. Dane ogólnopolskie gromadzone przez niektóre instytucje (Policja, GDOŚ, GDDKiA) dotyczą najczęściej śmiertelności dużych gatunków ssaków (np. kopytne), rzadziej innych gromad, i nie są upubliczniane (Czeraniak & Tyburski 2014). W efekcie brakuje analiz identyfikujących miejsca oraz środowiska, w których do kolizji dochodzi najczęściej, a także gatunki zwierząt najbardziej zagrożone tym zjawiskiem.

W czerwcu 2015 roku uruchomiono portal internetowy *Zwierzęta na Drodze – Ogólnopolski Rejestr Kolizji Drogowych ze Zwierzętami* (<https://zwierzetanadrodze.pl/>). Przedsięwzięcie to, oparte na idei nauki obywatelskiej, skierowane jest do wszystkich osób zainteresowanych problematyką śmiertelności zwierząt na drogach. Stanowi niezależną, prywatną i niesponsorowaną inicjatywę autorów niniejszego artykułu, naukowo powiązaną z Instytutem Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Inicjatywa spotkała się z żywym zainteresowaniem i pozwoliła na zgromadzenie obfitych danych, stwarzających możliwość naukowego rozpoznania problemu śmiertelności zwierząt na drogach w kraju. Do końca roku 2022 wprowadzono w portalu 19 413 obserwacji dotyczących 29 019 zwierząt martwych lub potrąconych na drodze, w tym 11 309 ssaków, 9 980 ptaków, 6 402 ptaków oraz 1 325 gadów.

Niniejsza praca podsumowuje dane zgromadzone w portalu *Zwierzęta na Drodze* dotyczące ptaków. Ponieważ jest ona pierwszym opracowaniem omawiającym zagadnienie śmiertelności wszystkich dzikich ptaków na drogach w skali ogólnopolskiej, jej celem jest ogólna charakterystyka tego problemu w Polsce. Prezentujemy skład gatunkowy i proporcje ptaków ginących na drogach, fenologię śmiertelności, jej związek z typem drogi i przyległymi siedliskami, a także mało znane fakty dotyczące śmiertelności zbiorowej.

Teren badań

Obserwacje przekazywane do portalu *Zwierzęta na Drodze* pochodzą z całego kraju. Łączna długość dróg w Polsce wynosi 429 074 km, w tym 4 511 km autostrad i dróg ekspresowych, 19,4 tys. km dróg krajowych, 28,9 tys. km dróg wojewódzkich oraz 376,2 tys. km dróg lokalnych (stan na rok 2021, <https://en.wikipedia.org/wiki/Trans->

port_in_Poland). Średnie zagęszczenie dróg wynosi 1,36 km/km², ale nie jest jednolite i w zależności od województwa oscyluje w przedziale od 0,9 do 2,0 km/km² (<https://stat.gov.pl>). Obowiązujące limity prędkości wynoszą 140, 120 i 90 km/h, odpowiednio na autostradach, drogach ekspresowych i pozostałych drogach oraz 50 km/h w obszarach zabudowanych. W ostatnich latach nastąpiła silna rozbudowa sieci drogowej w kraju. Przykładowo, pomiędzy rokiem 2004 a 2022 długość autostrad wzrosła trzykrotnie z 552 do 1 753 km i przewidywana jest dalsza ich rozbudowa (<https://www.gov.pl>).

Materiały i metody

Pozyskiwanie danych w portalu Zwierzęta na Drodze

Ogólnopolski Rejestr Kolidacji Drogowych ze Zwierzętami (dalej: Rejestr) jest ogólnodostępną platformą umożliwiającą wprowadzanie oraz wymianę obserwacji dotyczących kolidacji ze zwierzętami na polskich drogach. W przeciwieństwie do analogicznych baz danych, tworzonych przez służby drogowe czy Policję, Rejestr jest jedynym ogólnopolskim programem obejmującym wszystkie gromady lądowych kręgowców, w tym ptaki. Został powołany w roku 2015, ale umożliwia wprowadzanie danych z lat wcześniejszych, od roku 2000 włącznie. Obserwacje pochodzą głównie od wolontariuszy (badaczy-amatorów) i są przez nich samodzielnie przekazywane do Rejestru poprzez platformę internetową <http://zwierzetanadrodze.pl>. Elektroniczny formularz zawiera pola wyboru umożliwiające wprowadzanie takich informacji jak: nazwa gatunku, płeć i wiek, liczba osobników, szacunkowy lub zaobserwowany czas zdarzenia, numer i kategoria drogi, skutek dla kierowcy oraz zapis dodatkowych danych w sposób opisowy. Każda obserwacja jest lokalizowana na mapie i posiada współrzędne geograficzne, a dodatkowe pola wyboru umożliwiają dokonanie charakterystyki siedliska w promieniu 50 m od miejsca zdarzenia. Dane gromadzone w Rejestrze mogą być edytowane i filtrowane przy użyciu funkcji dostępnych na platformie oraz mogą być udostępnione dla celów edukacyjnych oraz naukowych. Do tej pory na podstawie danych zgromadzonych w Rejestrze, powstały trzy prace dyplomowe (Dana 2020, Nieszafa 2020, Skolimowski 2022) oraz jedna praca inżynierska (Nieszafa 2018).

W związku z oportunistycznym sposobem uzyskiwania danych od badaczy-amatorów wdrożono szereg środków mających na celu ograniczenie ewentualnych niedoskonałości charakterystycznych dla nauki obywatelskiej. Formularz obserwacji zawiera gotowe pola wyboru wraz z dostępnymi podpowiedziami, co ogranicza prawdopodobieństwo popełnienia błędów. Zalecane jest dokumentowanie obserwacji fotografiami, umożliwiającymi potwierdzenia identyfikacji gatunków. Każdy wpis, przed publikacją w Rejestrze, jest sprawdzany przez biologów i administratorów portalu (AW i KK), a ewentualne nieścisłości są dyskutowane korespondencyjnie z autorem obserwacji. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że rozbieżności dotyczą najczęściej wyboru siedliska niezgodnego z miejscem oznaczonym na mapie oraz błędnego numeru lub kategorii drogi. Wyjątkowo pojawiają się także błędy w oznaczaniu ofiar, zwłaszcza w przypadku trudnych do identyfikacji gatunków lub ciał zwierząt (w stanie rozkładu lub zdeformowanych przez pojazdy). Istnieje także możliwość przypisania ofiary do rodzaju lub wyższej kategorii taksonomicznej.

Analiza danych

Opracowanie opiera się na zbiorze danych z okresu od roku 2000 do końca 2022, obejmującym 6 108 obserwacji nadesłanych przez 206 obserwatorów (data pobrania 07.01.2023). Większość danych pochodzi z lat 2016–2022, a tylko 7,2% z lat wcześniejszych (od 2001). Wyniki prezentują skład gatunkowy ptaków i sumaryczną liczbę ofiar kolizji drogowych, nie zaś liczbę rekordów wpisanych do Rejestru. W przypadku ptaków liczba rekordów jest zazwyczaj tożsama z liczbą ofiar, w odróżnieniu od innych kręgowców, zwłaszcza herpetofauny, gdzie liczba ofiar może być znacznie wyższa. Ponieważ jednak również wśród ptaków notowane są przypadki kolizji zbiorowych zostały one przeanalizowane osobno i poparte przykładami z Rejestru. Za kolizje zbiorowe uznawano sytuacje, w których najprawdopodobniej dochodziło do śmierci kilku osobników w jednym wypadku. Jeśli zaś rekord opisywał stosunkowo długi odcinek drogi, na którym znaleziono ofiary lub ich śmierć w różnym czasie, przypadki takie uznawano za osobne kolizje.

Do opisu fenologii śmiertelności ptaków wykorzystano tylko dane z siedmiu pełnych lat funkcjonowania Rejestru, tj. 2016–2022. Przyjmowane daty dokonania obserwacji były zazwyczaj tożsame lub bliskie terminom kolizji, wykluczono jednak 65 obserwacji, dla których oszacowany termin zdarzenia był dłuższy niż dwa tygodnie przed dokonaniem obserwacji. Ponadto, czasowy rozkład śmiertelności ptaków zaprezentowano w układzie miesięcznym, co dodatkowo niweluje ewentualne różnice między datami wpisu i kolizji.

W przypadku 2 295 (35,8%) osobników obserwatorzy określili ich wiek wyróżniając dwie grupy wiekowe, dorosłe i młode, zgodnie z formularzem Rejestru (z ewentualnymi objaśnieniami doprecyzowującymi wiek w uwagach). Podział na dwie grupy zastosowano również w niniejszej pracy. Zdecydowana większość ptaków oznaczonych jako młode dotyczyła osobników tegorocznych, na co wskazywały daty obserwacji i dołączana dokumentacja fotograficzna. W przypadku gatunków o długim cyklu pierzenia (mewy, szponiaste, łabędzie), a także nielicznych dokładnie oznaczonych ptaków wróblowych, do młodych zaliczono także osobniki drugoroczne i starsze.

Przy charakterystyce siedliskowej miejsc kolizji wykorzystano klasy pokrycia terenu według europejskiego systemu Corine Land Cover (CLC) z poziomu 1 i 2, zawarte w najaktualniejszym dostępnym zasobie (CLC 2018) (<https://clc.gios.gov.pl>). Sumy powierzchni poszczególnych klas pokrycia obliczano w okręgach o promieniu 100 m wokół miejsc kolizji, korzystając w programie QGIS, wersja 3.22 (<https://www.qgis.org/pl>). Uzyskane w ten sposób udziały klas pokrycia terenu wokół miejsc kolizji porównano z ich dostępnością w Polsce za pomocą testu zgodności chi-kwadrat. Wartości oczekiwane stanowiły udziały powierzchniowe (w kilometrach kwadratowych) klas pokrycia z poziomu pierwszego CLC. W celu sprawdzenia, które z klas są odpowiedzialne za ewentualne różnice w teście globalnym wykonano testy post-hoc 2×2 danej klasy pokrycia z sumą udziałów pozostałych klas uwzględniając poprawkę Bonferroniego (McDonald 2009). Testy zgodności chi-kwadrat (globalny i post-hoc) wykorzystano także w analizie śmiertelności ptaków w zależności od typu drogi. Liczbę ofiar stwierdzonych na wyróżnionych kategoriach dróg porównano z długością tych dróg w Polsce. W obliczeniach korzystano z arkusza kalkulacyjnego programu MS Excel udostępnionego przez McDonald (2009).

Wyniki

Skład gatunkowy ofiar kolizji drogowych

Do końca roku 2022 wprowadzono do Rejestru informacje o 6 402 martwych ptakach znalezionych na polskich drogach (tab. 1). Zidentyfikowano co najmniej 133 gatunki,

Tabela 1. Wykaz gatunków ptaków stwierdzonych jako ofiary kolizji z pojazdami w Polsce zarejestrowanych w portalu Zwierzęta na Drodze do końca roku 2022. Kolumna Status określa stopień zagrożenia według Czerwonej listy ptaków Polski: RE – wymarłe regionalnie, CR – krytycznie zagrożone, EN – zagrożone, VU – narażone, NT – bliskie zagrożenia, DD – niedostatecznie rozpoznane (Wilk et al. 2020)

Table 1. The list of roadkilled birds in Poland recorded in the Polish Roadkill Observation System by the end of 2022. (1) – species, (2) – status according to the Polish Red List of Birds: RE – Extinct, CR – Critically Endangered, EN – Endangered, VU – Vulnerable, NT – Near Threatened, DD – Data Deficient (Wilk et al. 2020), (3) – number of individuals, (4) – % of individuals, (5) – unidentified, (6) – total

Gatunek (1)	Status (2)	Liczba osobników (3)	% osobników (4)
<i>Columba livia f. urbana</i>		1 114	17,40
<i>Turdus merula</i>		505	7,89
<i>Passer domesticus</i>		412	6,43
<i>Erithacus rubecula</i>		269	4,20
<i>Columba palumbus</i>		222	3,47
<i>Coloeus monedula</i>		179	2,80
<i>Buteo buteo</i>		178	2,78
<i>Passer sp.</i>		169	2,64
<i>Turdus philomelos</i>		155	2,42
<i>Hirundo rustica</i>		154	2,41
<i>Turdus pilaris</i>		154	2,41
<i>Streptopelia decaocto</i>		154	2,41
<i>Phasianus colchicus</i>		148	2,31
<i>Sturnus vulgaris</i>		146	2,28
<i>Strix aluco</i>		132	2,06
<i>Passer montanus</i>		121	1,89
<i>Garrulus glandarius</i>		118	1,84
<i>Anas platyrhynchos</i>		115	1,80
<i>Emberiza citrinella</i>		93	1,45
<i>Corvus frugilegus</i>	VU	88	1,37
<i>Corvus cornix</i>		83	1,30
<i>Fringilla coelebs</i>		82	1,28
<i>Parus major</i>		72	1,12
<i>Dendrocopos major</i>		64	1,00
<i>Pica pica</i>		58	0,91
<i>Lanius collurio</i>		54	0,84
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>		50	0,78
<i>Asio otus</i>		49	0,77
<i>Larus argentatus</i>		42	0,66

Gatunek (1)	Status (2)	Liczba osobników (3)	% osobników (4)
<i>Motacilla alba</i>		40	0,62
<i>Perdix perdix</i>		37	0,58
<i>Linaria cannabina</i>		33	0,52
<i>Sylvia atricapilla</i>		31	0,48
<i>Carduelis carduelis</i>		28	0,44
<i>Cyanistes caeruleus</i>		27	0,42
<i>Picus viridis</i>		26	0,41
<i>Chloris chloris</i>		26	0,41
<i>Delichon urbicum</i>		23	0,36
<i>Ciconia ciconia</i>		22	0,34
<i>Phoenicurus ochruros</i>		22	0,34
<i>Fringilla montifringilla</i>		19	0,30
<i>Curruca communis</i>		18	0,28
<i>Curruca curruca</i>		16	0,25
<i>Larus canus</i>	VU	14	0,22
<i>Alauda arvensis</i>		14	0,22
<i>Accipiter nisus</i>		13	0,20
<i>Riparia riparia</i>		12	0,19
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>		12	0,19
<i>Apus apus</i>		12	0,19
<i>Scolopax rusticola</i>		12	0,19
<i>Caprimulgus europaeus</i>		11	0,17
<i>Larus sp.</i>		11	0,17
<i>Cygnus olor</i>		10	0,16
<i>Emberiza calandra</i>		10	0,16
<i>Falco tinnunculus</i>		10	0,16
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		9	0,14
<i>Troglodytes troglodytes</i>		9	0,14
<i>Sitta europaea</i>		8	0,12
<i>Fulica atra</i>		8	0,12
<i>Turdus viscivorus</i>		8	0,12
<i>Motacilla flava</i>		8	0,12
<i>Spinus spinus</i>		7	0,11
<i>Jynx torquilla</i>		6	0,09
<i>Acrocephalus palustris</i>		6	0,09
<i>Saxicola rubetra</i>	NT	6	0,09
<i>Poecile palustris</i>		6	0,09
<i>Alcedo atthis</i>		6	0,09
<i>Botaurus stellaris</i>	NT	5	0,08
<i>Vanellus vanellus</i>	EN	5	0,08
<i>Gallinula chloropus</i>		5	0,08
<i>Muscicapa striata</i>		5	0,08
<i>Ficedula hypoleuca</i>	NT	5	0,08

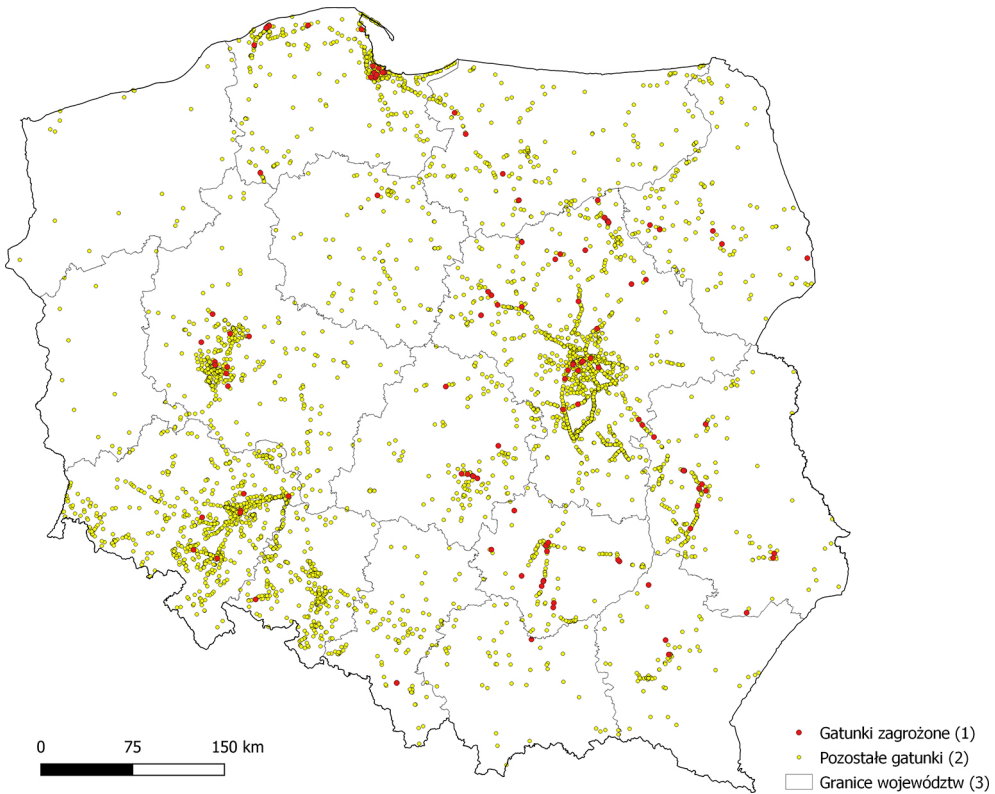
Gatunek (1)	Status (2)	Liczba osobników (3)	% osobników (4)
<i>Phylloscopus trochilus</i>		5	0,08
<i>Tyto alba</i>	DD	5	0,08
<i>Aegithalos caudatus</i>		5	0,08
<i>Corvus corax</i>		4	0,06
<i>Serinus serinus</i>		4	0,06
<i>Lullula arborea</i>		4	0,06
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>		4	0,06
<i>Ixobrychus minutus</i>	DD	3	0,05
<i>Dryocopus martius</i>		3	0,05
<i>Regulus regulus</i>		3	0,05
<i>Lanius excubitor</i>		3	0,05
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>		3	0,05
<i>Regulus ignicapilla</i>		3	0,05
<i>Ardea cinerea</i>		2	0,03
<i>Dryobates minor</i>		2	0,03
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>		2	0,03
<i>Tetrastes bonasia</i>		2	0,03
<i>Accipiter gentilis</i>		2	0,03
<i>Falco vespertinus</i>	RE	2	0,03
<i>Phylloscopus collybita</i>		2	0,03
<i>Athene noctua</i>	DD	2	0,03
<i>Coturnix coturnix</i>	VU	2	0,03
<i>Luscinia megarhynchos</i>		2	0,03
<i>Anthus trivialis</i>		2	0,03
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>		2	0,03
<i>Rallus aquaticus</i>		2	0,03
<i>Merops apiaster</i>		2	0,03
<i>Lymnocyptes minimus</i>	RE	1	0,02
<i>Oenanthe oenanthe</i>		1	0,02
<i>Actitis hypoleucos</i>		1	0,02
<i>Crex crex</i>	VU	1	0,02
<i>Turdus iliacus</i>	EN	1	0,02
<i>Upupa epops</i>		1	0,02
<i>Galerida cristata</i>		1	0,02
<i>Dendrocoptes medius</i>		1	0,02
<i>Picus canus</i>		1	0,02
<i>Carpodacus erythrinus</i>		1	0,02
<i>Alopochen aegyptiaca</i>		1	0,02
<i>Anser fabalis sensu lato</i>		1	0,02
<i>Curruca nisoria</i>		1	0,02
<i>Bombycilla garrulus</i>		1	0,02
<i>Aix sponsa</i>		1	0,02
<i>Saxicola torquata</i>		1	0,02

Gatunek (1)	Status (2)	Liczba osobników (3)	% osobników (4)
<i>Loxia curvirostra</i>		1	0,02
<i>Cuculus canorus</i>		1	0,02
<i>Aix galericulata</i>		1	0,02
<i>Larus marinus</i>		1	0,02
<i>Larus fuscus</i>		1	0,02
<i>Buteo lagopus</i>		1	0,02
<i>Mergus merganser</i>		1	0,02
<i>Tadorna tadorna</i>	VU	1	0,02
<i>Emberiza hortulana</i>	VU	1	0,02
<i>Podiceps cristatus</i>		1	0,02
<i>Prunella modularis</i>		1	0,02
<i>Emberiza schoeniclus</i>		1	0,02
<i>Strix uralensis</i>		1	0,02
<i>Columba oenas</i>		1	0,02
<i>Luscinia luscinia</i>	NT	1	0,02
<i>Falco peregrinus</i>	VU	1	0,02
<i>Panurus biarmicus</i>		1	0,02
<i>Oriolus oriolus</i>		1	0,02
<i>Aegolius funereus</i>	NT	1	0,02
<i>Grus grus</i>		1	0,02
Nieoznaczone (5)		488	7,63
Wszystkie ptaki (6)		6 402	100,00

488 osobników przypisano do kategorii „nieoznaczone”, 169 osobników do kategorii *Passer* sp., a 11 osobników do kategorii *Larus* sp. Ofiarami kolizji drogowych były ptaki z różnych grup systematycznych, siedliskowych i o różnych rozmiarach ciała, zwraca jednak uwagę dominacja ptaków związanych z osiedlami ludzkimi – stanowiły one ok. 2/3 spośród 15 gatunków zaliczanych do dominantów (>5% ofiar, 3 gatunki) lub subdominantów (2–5%, 12 gatunków). Ponad 17% ofiar stanowił gołąb miejski *Columba livia* f. *urbana*, a dalsze 24% stanowiły łącznie kos *T. merula*, wróbel *Passer domesticus*, mazurek *P. montanus*, kawka *Coloeus monedula* i dymówka *Hirundo rustica*. Wśród ofiar przeważały więc ptaki pospolite, odnotowano jednak 19 gatunków (14,3% zespołu) z Czerwonej listy ptaków Polski (Wilk et al. 2020). Ponadto, stwierdzono siedem gatunków nielegowych w Polsce, były to: gęś zbożowa *Anser fabalis sensu lato*, karolinka *Aix sponsa*, bekasik *Lymnocyptes minimus*, myszołów włochaty *Buteo lagopus*, kobczyk *Falco verispertinus*, jemioluszką *Bombycilla garrulus* i jer *Fringilla montifringilla*. Większość (75%) taksonów była reprezentowana przez wielokrotne wpisy w Rejestrze, dokumentujące od kilku do kilkuset ofiar. W przypadku 36 gatunków istnieją pojedyncze wpisy wskazujące grupę ptaków w Polsce rzadkich lub też mało podatnych na kolizje drogowe.

Charakterystyka przestrzenna miejsc kolizji

Obserwacje pochodzą z terenu całego kraju, jednak ich rozmieszczenie jest nierównomierne (rys. 1). Najwięcej stwierdzeń pochodzi odpowiednio z województw mazowieckiego, dolnośląskiego i pomorskiego, zaś najmniej z lubuskiego i zachodniopomorskiego. Obserwacje koncentrują się głównie w okolicach miast wojewódzkich, zauważalne są



Rys. 1. Rozmieszczenie miejsc kolizji ptaków z pojazdami w granicach Polski zarejestrowanych w portalu Zwierzęta na Drodze do końca 2022 roku ($N = 6\ 108$). Wyróżniono gatunki zagrożone, umieszczone w Czerwonej liście ptaków Polski

Fig. 1. Distribution of bird roadkills recorded in PROS by 2022 ($N = 6\ 108$). (1) – threatened species included in the Polish Red List of Birds are marked red, (2) – other species, (3) – voivodeship boundaries

także skupienia wzdłuż ruchliwych ciągów komunikacyjnych. Większość miejsc kolizji gatunków uznawanych za zagrożone znajduje się we wschodniej części kraju i poza aglomeracjami miejskimi.

Dużą częstość zderzeń na terenach zurbanizowanych potwierdza analiza pokrycia terenu wokół miejsc kolizji. Wykorzystując klasyfikację Corine Land Cover (2018), środowiska antropogeniczne (klasa 1 CLC) zajmowały ponad połowę powierzchni buforów o promieniu 100 m wokół miejsc kolizji, w tym aż 45% stanowiły obszary zabudowy miejskiej (klasa 1.1) (tab. 2). Tereny rolne (klasa 2) zajmowały 1/3 powierzchni, zaś lasy i środowiska wodne (klasy 3–5) ok. 14%. Udział form pokrycia terenu wokół miejsc kolizji był istotnie różny od ich dostępności w Polsce ($\chi^2=68559$; $df=4$; $P<0,001$). W miejscach kolizji tereny antropogeniczne występowały 9-krotnie częściej niż przeciętnie w Polsce ($\chi^2=684,0$; $df=1$; $P<0,001$) (tab. 2). Pozostałe formy pokrycia w miejscach kolizji występowały rzadziej niż w Polsce, przy czym różnice istotne statystycznie dotyczyły tylko terenów rolnych ($\chi^2=48,8$; $df=1$; $P<0,001$) oraz lasów i ekosystemów seminaturalnych ($\chi^2=34,8$; $df=1$; $P<0,001$).

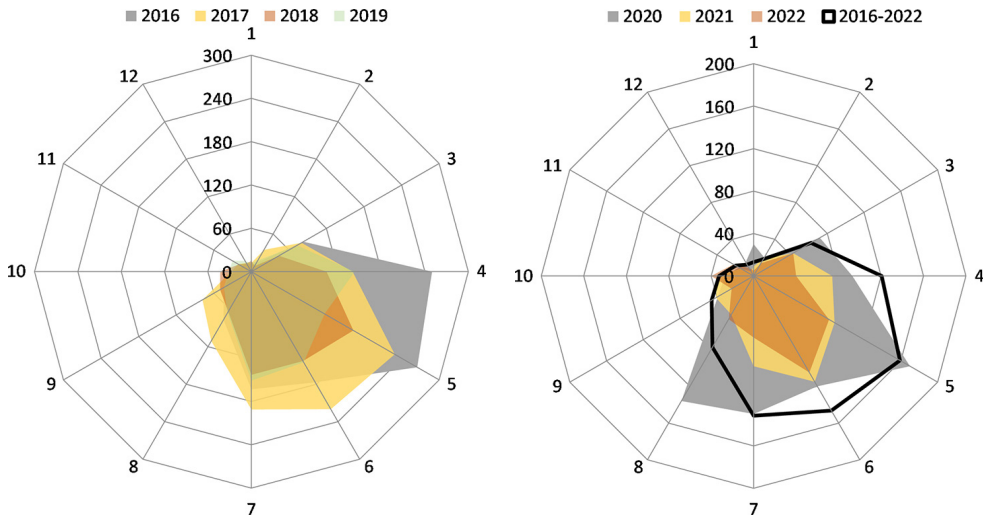
Tabela 2. Zestawienie typów oraz udziału głównych środowisk w promieniu 100 m wokół miejsc kolizji (typy pokrycia terenu klasa I Corine Land Cover CLC 2018)

Table 2. The list of habitat types and its area and contribution in a 100 m radius from the roadkills (land cover classes according to Corine Land Cover CLC 2018 level 1). (1) – land cover type, level 1, (2) – area at the collision sites (ha) (%), (3) – area in Poland (ha) (%), (4) – land cover type, level 2, (5) – area at the collision sites (ha) (%), (6) – area in Poland (ha) (%), (7) – artificial surfaces, (8) – agricultural areas, (9) – forests and semi-natural areas, (10) – wetlands, (11) – water bodies, (12) – urban fabric, (13) – industrial, commercial and transport units, (14) – mine, dump and construction sites, (15) – artificial, non-agricultural vegetated areas, (16) – arable land, (17) – permanent crops, (18) – pastures, (19) – heterogeneous agricultural areas, (20) – forests, (21) – scrub and/or herbaceous vegetation associations, (22) – open spaces with little or no vegetation, (23) – inland wetlands, (24) – inland waterbodies, (25) – marine waters, (26) – total

Typ pokrycia terenu Poziom 1 CLC (1)	Powierzchnia w miejscach kolizji (ha) (%) (2)	Powierzchnia w Polsce (ha) (%) (3)	Typ pokrycia terenu Poziom 2 CLC (4)	Powierzchnia w miejscach kolizji (ha) (%) (5)	Powierzchnia w Polsce (ha) (%) (6)
Tereny antropogeniczne (7)	9 361 (53,8)	1 927 401 (6,2)	Zabudowa miejska (12) Tereny przemysłowe, handlowe i komunikacyjne (13) Kopalnie, wyrobiska i budowy (14) Miejskie tereny zielone i wypoczynkowe (15)	7 776 (44,7)	1 554 106 (5,0) 204 756 (0,7)
Tereny rolne (8)	5 661 (32,6)	18 343 473 (58,7)	Grunty orne (16) Uprawy trwałe (17) Łąki i pastwiska (18) Obszary upraw mieszanych (19)	3 328 (19,1)	13 330 593 (42,7) 173 221 (0,6) 2 799 668 (9,0) 2 039 991 (6,5)
Lasy i ekosystemy seminaturalne (9)	2 077 (12,0)	10 315 643 (33,0)	Lasy (20) Zespoły roślinności drzewiastej i krzewiastej (21) Tereny otwarte, pozbawione roślinności lub z rzadkim pokryciem roślinnym (22) Śródlądowe obszary podmokłe (23)	1 936 (11,1)	9 699 287 (31,0) 602 169 (1,9) 14 186 (0,05)
Obszary podmokłe (10)	28 (0,2)	111 161 (0,4)		28 (0,2)	111 161 (0,4)
Obszary wodne (11)	235 (1,4)	551 957 (1,8)	Wody śródlądowe (24) Wody morskie (25)	201 (1,2)	475 252 (1,5) 76 706 (0,2)
Razem (26)	17 362 (100)	31 249 635 (100)		17 362 (100)	31 249 635 (100)

Sezonowa zmienność śmiertelności ptaków na drogach

Wyniki z siedmiu pełnych lat funkcjonowania Rejestru (2016–2022) wskazują, że czasowy rozkład śmiertelności ptaków w kolejnych latach był podobny. Najwięcej obserwacji notowano w miesiącach wiosenno-letnich z jedno-, rzadziej dwumodalnym (2019, 2020) rozkładem w poszczególnych latach oraz z minimum przypadającym na okres jesienno-zimowy. Średnia wieloletnia przyjmuje postać jednomodalną ze szczytem w maju oraz najniższymi wartościami w grudniu i styczniu (rys. 2).

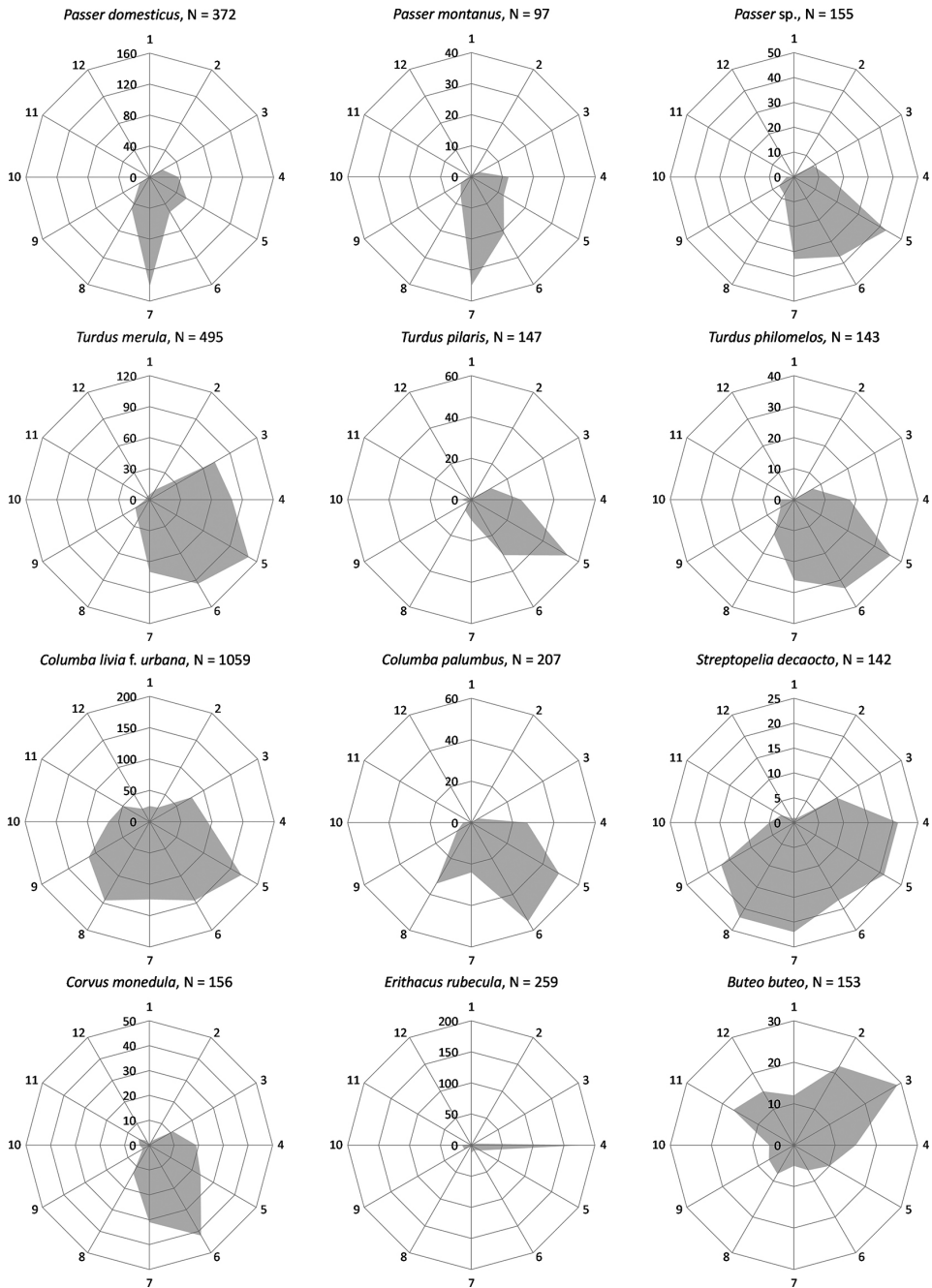


Rys. 2. Rozkład śmiertelności ptaków w cyklu rocznym w latach 2016–2022 (N = 5 878 os.). Dla przejrzystości, lata badań podzielono na dwa wykresy. Czarny wielokąt ukazuje dane łączne. Liczby na obrzeżach wykresów oznaczają miesiące

Fig. 2. Seasonal roadkill pattern in birds in Poland based on records from 2016 to 2022 year (N = 5 878 individuals). For clarity, the years are broken down into two charts. The black polygon shows the total data. The numbers on the edges of the charts indicate the months

Wzorce sezonowej śmiertelności poszczególnych gatunków ptaków są mniej jednorodne. Z reguły obserwowano rozkłady jednomodalne z mniej lub bardziej szerokim szczytem przypadającym na różne miesiące wiosenno-letnie (rys. 3). Wyraźne szczyty dotyczyły wróbla i mazurka (lipiec), kwiczoła (maj), kawki (czerwiec) i rudzika (kwiecień). W przypadku rudzika kwietniowy szczyt utrzymywał się również po wyłączeniu ekstremalnej obserwacji 110 osobników z Półwyspu Helskiego (patrz Dyskusja). Stosunkowo długi okres podwyższonej śmiertelności, trwający do września, dotyczył gołębi, zwłaszcza gołębia miejskiego i sierpówki *Streptopelia decaocto*. U myszołowa wystąpiły dwa szczyty przypadające w lutym i marcu oraz listopadzie i grudniu (rys. 3).

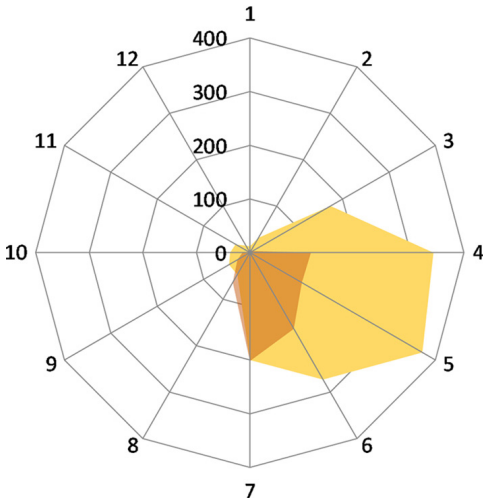
Ptaki dorosłe ginęły na drogach najczęściej w okresie kwiecień-czerwiec. Liczba obserwacji osobników młodych wzrastała w kwietniu osiągając maksimum w lipcu, następnie gwałtownie zanikając w okresie sierpień-październik (rys. 4). Taki obraz może jednak wynikać z trudności w oznaczaniu wieku ptaków w okresie jesieni, również osobników pierwszorocznych. Duży udział młodych osobników w kwietniu wynika z pojedynczej obserwacji 105 rudzików w szacie immaturalnej odnotowanych na Półwyspie Helskim (szczegóły poniżej).



Rys. 3. Sezonowy rozkład śmiertelności na drogach wybranych, najczęściej odnotowywanych gatunków ptaków. Wielkości prób oznaczają liczbę martwych osobników zarejestrowanych w portalu Zwierzęta na Drodze. Liczby na obrzeżach wykresów oznaczają miesiące.

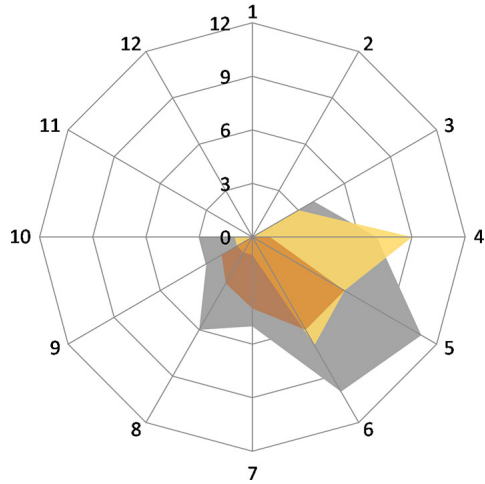
Fig. 3. Seasonal roadkill patterns for selected bird species, recorded most frequently. Numbers in charts (N) show the sample size (number of corpses recorded). The numbers on the edges of the charts indicate the months

■ Dorosłe (1), N = 1581 ■ Młode (2), N = 715



Rys. 4. Sezonowy rozkład obserwowanej śmiertelności wśród ptaków dorosłych oraz młodocianych
Fig. 4. Seasonal roadkill pattern for adult (1) and young (2) birds

■ Nieokreślone (1), N = 49 ■ Dorosłe (2), N = 29
■ Młode (3), N = 22



Rys. 5. Sezonowy rozkład obserwacji dotyczących więcej niż jednego martwego ptaka z wyróżnieniem kategorii wiekowych
Fig. 5. Seasonal pattern of records with two or more individual per one record for birds with unknown age (1), adult (2) and young (3) birds

Przypadki zbiorowej śmiertelności ptaków

Zarejestrowane kolizje drogowe dotyczyły najczęściej pojedynczych osobników, jednak w przypadku 100 wpisów do Rejestru obserwatorzy podawali więcej niż jednego martwego ptaka (tab. 3). W całości danych na jedną odnotowaną kolizję przypadało 1,05 osobnika (N=6 108 kolizji) lub 2,58 osobnika uwzględniając tylko przypadki śmiertelności zbiorowej (N=100). Zbiorowa śmiertelność na drogach dotyczyła co najmniej 30 gatunków ptaków (tab. 3). Dotyczyła ona gatunków pospolitych, takich jak wróbel, gołąb miejski czy dymówka, gniazdujących kolonijnie – gawron *Corvus frugilegus*, kwiczoł *T. pilaris*, lub tworzących agregacje przy i na drogach – jaskółki, szpak *Sturnus vulgaris*, wróble. Przypadki zbiorowej śmiertelności odnotowywane były w okresie wiosenno-letnim i jesienią, nie występowały zaś w miesiącach zimowych (rys. 5). Opisy zdarzenia dołączane do wpisów Rejestru świadczą o specyficznych okolicznościach w jakich dochodziło do przypadków zbiorowej śmiertelności ptaków (tab. 4).

Śmiertelność ptaków a kategoria drogi

Połowa wprowadzonych do Rejestru kolizji ptaków z pojazdami pochodziła z dróg lokalnych (powiatowych, gminnych), zaś druga połowa z trzech pozostałych kategorii dróg łącznie, z najmniejszym udziałem dróg szybkiego ruchu (tab. 5). Częściowo odpowiada to udziałowi typów dróg w Polsce, jednak proporcje różnią się znacząco. Sieć dróg lokalnych jest w Polsce istotnie największa, a ich udział wynosi aż 88%, zaś autostrady i drogi ekspresowe stanowią zaledwie 1% dróg. W efekcie proporcje zarejestrowanych kolizji ptaków nie są zgodne z udziałem poszczególnych kategorii dróg ($\chi^2=9500,5$; $df=3$; $P<0,001$). W porównaniach post-hoc śmiertelność na każdej kategorii dróg znacząco

odbiegała od oczekiwanej (w każdym z porównań $P < 0,001$). Biorąc pod uwagę liczbę ofiar na jednostkę długości najwięcej ofiar na kilometr drogi (0,114) pochodzi z dróg szybkiego ruchu.

Tabela 3. Wykaz gatunków ptaków, dla których stwierdzono przypadki zbiorowej śmiertelności w wyniku kolizji drogowych

Table 3. The list of bird species with two or more individuals (group mortality) per one record. (1) – species, (2) – number of observations, (3) – number of individuals, (4) – maximum number of individuals, (5) – indefinite, (6) – total

Gatunek (1)	Liczba obserwacji (2)	Łączna liczba martwych osobników (3)	Maksymalna liczba martwych osobników (4)
<i>Passer domesticus</i>	20	47	4
<i>Columba livia f. urbana</i>	10	23	3
<i>Hirundo rustica</i>	7	17	4
<i>Corvus frugilegus</i>	7	24	8
<i>Anas platyrhynchos</i>	6	14	3
<i>Passer sp.</i>	5	12	4
<i>Turdus pilaris</i>	4	10	4
<i>Turdus merula</i>	4	8	2
<i>Erithacus rubecula</i>	4	8	6
<i>Sturnus vulgaris</i>	3	7	3
<i>Riparia riparia</i>	2	8	6
<i>Columba palumbus</i>	2	4	2
<i>Perdix perdix</i>	2	4	2
<i>Linaria cannabina</i>	2	4	2
<i>Passer montanus</i>	2	4	7
<i>Corvus cornix</i>	2	5	3
<i>Phasianus colchicus</i>	1	2	2
<i>Dendrocopos major</i>	1	2	2
<i>Chloris chloris</i>	1	2	2
<i>Fringilla montifringilla</i>	1	18	18
<i>Coloeus monedula</i>	1	2	2
<i>Phoenicurus ochruros</i>	1	2	2
<i>Cyanistes caeruleus</i>	1	2	2
<i>Buteo buteo</i>	1	2	2
<i>Delichon urbicum</i>	1	7	7
<i>Motacilla alba</i>	1	2	2
<i>Garrulus glandarius</i>	1	3	3
<i>Pica pica</i>	1	2	2
<i>Carduelis carduelis</i>	1	2	2
<i>Turdus philomelos</i>	1	2	2
<i>Fringilla coelebs</i>	1	2	2
Nieoznaczone (5)	3	7	3
Razem (6)	100	258	

Tabela 4. Wybrane przypadki zbiorowej śmiertelności ptaków na drogach wraz z opisem zdarzenia podanym przez obserwatora

Table 4. Selected records with group mortality. (1) – species, (2) – collision date, (3) – number of victims, (4) – event description, (5) – observer name

Gatunek (1)	Data kolizji (2)	Liczba zabitych ptaków (3)	Opis zdarzenia (4)	Obserwator (5)
<i>Erithacus rubecula</i>	10.04.2016	110	Ptaki znalezione na odcinku 5 km drogi wojewódzkiej wzdłuż Półwyspu Helskiego, pochodzące zapewne z wielu nieodległych czasowo kolizji	Agnieszka Ożarowska, Włodzimierz Meissner, Grzegorz Zaniewicz
<i>Fringilla montifringilla</i>	17.03.2016	18	Stado ptaków uderzone przez pojazd ciężarowy	Marcin Wojtkowiak
<i>Corvus frugilegus</i>	22.05.2016	8	Osobniki młodociane w pobliżu kolonii lęgowej (ok. 100 gniazd)	Marcin Wężyk
<i>Passer montanus</i>	05.12.2015	7	–	Marcin Wężyk
<i>Delichon urbicum</i>	21.05.2017	7	W sąsiedztwie miejsca zdarzenia obserwowano jaskółki zbierające błoto na brzegu stawu	Przemysław Stolarz
<i>Riparia riparia</i>	19.07.2019	6 (7)	Osobniki w szacie juwenalnej (w tym jedna dymówka)	Karol Kustusch
<i>Hirundo rustica</i>	20.09.2021	4	Tereny rolne. W sąsiedztwie miejsca zdarzenia obserwowano jaskółki przesiadujące na powierzchni jezdni	Hanna Sztwiertnia

Tabela 5. Śmiertelność ptaków z podziałem na kategorie dróg w Polsce

Table 5. Bird road mortality per road category in Poland. (1) – road type, (2) – total number of victims (%), (3) – total roads length in Poland (%), (4) – number of victims per one road kilometer, (5) – highways and expressways, (6) – national roads, (7) – provincial roads, (8) – other, (9) – total

Kategoria drogi (1)	Łączna liczba ofiar (%) (2)	Łączna długość dróg w Polsce (%) (3)	Liczba ofiar na 1 km drogi (4)
Autostrady i drogi ekspresowe (5)	512 (8,0)	4 511 (1,1)	0,114
Drogi krajowe (6)	1192 (18,6)	19 403 (4,5)	0,061
Drogi wojewódzkie (7)	1511 (23,6)	28 924 (6,7)	0,052
Pozostałe (8)	3187 (49,8)	376 236 (87,7)	0,008
Razem (9)	6402 (100,0)	429 074 (100,0)	0,015

Dyskusja

Skład gatunkowy ofiar kolizji drogowych

W niniejszej pracy po raz pierwszy zaprezentowaliśmy podstawowe informacje dotyczące problemu śmiertelności ptaków na drogach w skali ogólnopolskiej. Dane te potwierdzają, że kolizje z pojazdami są powszechne w całym kraju i dotyczą szerokiego spektrum gatunków. Uwzględniając ptaki lęgowe, lista ofiar dotychczas zarejestrowanych w portalu obejmuje 58% spośród 230 gatunków gniazdujących w Polsce (Chodkiewicz



Fot. 1. Młody sokół wędrowny *Falco peregrinus* potrącony zapewne w trakcie polowania, obok martwego gołębia miejskiego *Columba livia* f. *urbana*, Zamość, woj. lubelskie, 05.12.2021 (fot. T. Kuc). – *Dead young Peregrine Falcon found next to dead pigeon, roadkilled most likely while hunting. Zamość, December 2021* (<https://zwierzetanadrodze.pl/obserwacja/18677>)

et al. 2015). Ponadto wśród ofiar pojawiają się ptaki rzadkie i uznawane za zagrożone, takie jak: bekasik, sokół wędrowny *F. peregrinus* (fot. 1), ohar *Tadorna tadorna* czy gawron (Stawarczyk et al. 2017, Wilk et al. 2020). Znane są także doniesienia spoza Rejestru dotyczące kolizji z pojazdami innych rzadkich gatunków: puchacza *Bubo bubo* i kraski *Coracias garrulus* (Wuczyński et al. 2024). Zwraca uwagę nierównomierna struktura liczebności – z nielicznymi gatunkami o dużej liczbie ofiar oraz wieloma reprezentowanymi przez jedną lub kilka kolizji. Proporcje kolizji poszczególnych gatunków nie odpowiadają ich liczebności/zagęszczeniu w kraju z uwagi na sposób zbioru danych oraz różną podatność gatunków na kolizje drogowe. I tak np. najliczniejszy wśród ofiar gołąb miejski nie jest najbardziej rozpowszechnionym ptakiem w Polsce, zaś prawdopodobnie najbardziej rozpowszechniony skowronek *Alauda arvensis* (Chodkiewicz i in. 2015) był rzadką ofiarą kolizji (14 ofiar). Nie jest też jasne w jakim stopniu stosunkowo duży odsetek gatunków synantropijnych wynikał z bardziej intensywnej penetracji terenów zabudowanych, a w jakim z większej liczebności ptaków w osiedlach, choć prawdopodobnie znaczenie mają oba czynniki. Dane dotyczące dymówki wskazują na 20-krotnie większą śmiertelność na terenach zabudowanych w porównaniu z przyległymi terenami rolnymi (Orłowski 2005).

Istnieją nieliczne krajowe dane, które można porównać z wynikami zaprezentowanymi w niniejszej pracy (tab. 6). Obserwacje wprowadzane do Rejestru pochodzą z całego kraju i z szerokiego spektrum środowisk, jednak większość z terenów zabudowanych

Tabela 6. Wykaz najczęściej odnotowywanych gatunków ptaków w Rejestrze Zwierzęta na Drodze oraz w publikowanych badaniach z Polski. Po- grubioną kursywą wyróżniono gatunki wspólne dla Rejestru i pozostałych publikacji
Table 6. The list of most roadkilled bird species recorded in PROS and other national surveys. Species shared for PROS and other publications are bolded. (1) – PROS (current data), (2) – number of victims, (3) – Siedlce upland (Golawski & Goławska 2002), (4) – Biebrza valley (Cryz & Krauze 2008), (5) – Biebrza valley (Hermaniuk & Oldakowski 2016), gat. – species, os. – individuals

Polska Zwierzęta na Drodze (niniejsza praca) (1)	Liczba ofiar (2)	Wysoczyzna Siedlecka (Golawski & Goławska 2002) (3)	Liczba ofiar (2)	Dolina Biebrzy (Cryz & Krauze 2008) (4)	Liczba ofiar (2)	Dolina Biebrzy (Hermaniuk & Oldakowski 2016) (5)	Liczba ofiar (2)
<i>Columba livia</i> f. <i>urbana</i>	1 058	<i>Passer domesticus</i>	57	<i>Hirundo rustica</i>	7	<i>Erithacus rubecula</i>	3
<i>Turdus merula</i>	494	<i>Hirundo rustica</i>	8	<i>Fringilla coelebs</i>	6	<i>Fringilla coelebs</i>	2
<i>Passer domesticus</i>	372	<i>Fringilla coelebs</i>	7	<i>Sturnus vulgaris</i>	4	<i>Sylvia borin</i>	1
<i>Erithacus rubecula</i>	258	<i>Emberiza citrinella</i>	6	<i>Motacilla alba</i>	3	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	1
<i>Columba palumbus</i>	206	<i>Turdus philomelos</i>	5	<i>Curruca communis</i>	2		
<i>Buteo buteo</i>	154	<i>Curruca communis</i>	5	<i>Emberiza citrinella</i>	2		
<i>Coloeus monedula</i>	156	<i>Sylvia atricapilla</i>	4	<i>Emberiza schoeniclus</i>	2		
<i>Turdus pilaris</i>	143	<i>Linaria cannabina</i>	4	<i>Luscinia</i> (sp.)	2		
<i>Turdus philomelos</i>	147	<i>Passer montanus</i>	3	+ min. 13 gat. po 1 os.			
<i>Hirundo rustica</i>	130	+ 5 gat. po 2 os. i 10 gat. po 1 os.					
min. 133 gat.	6 402	min. 24 gat.	151	min. 21 gat.	58	4 gat.	7

o charakterze miejskim oraz z terenów rolniczych. Znalazło to odzwierciedlenie w wykazie najczęstszych ofiar, z gatunkami charakterystycznymi dla miast (gołąb miejski, grzywacz *Columba palumbus*, kawka) i krajobrazu rolniczego (wróbel, myszołów, dymówka). Odmienne wyniki uzyskano z obszarów Wysoczyzny Siedleckiej i Doliny Biebrzy, gdzie badania prowadzono w mozaice terenów otwartych, zadrzewionych i podmokłych z domieszką osiedli wiejskich (tab. 6). Wśród ofiar pojawiają się więc najczęściej ptaki osiedli wiejskich (wróbel, dymówka), terenów rolnych (cierniówka *Curruca communis*, trznadel *Emberiza citrinella*), ale też zadrzewionych i podmokłych (zięba *Fringilla coelebs*, grubodziób *Coccothraustes coccothraustes*, potrzos *E. schoeniclus*). Listy gatunków w pełni nie pokrywały się pomiędzy wspomnianymi badaniami, natomiast niektóre z nich, np. dymówka, wróbel, rudzik, śpiewak *T. philomelos*, wystąpiły w kilku z nich. Porównania te wskazują, że skład jakościowy oraz ilościowy głównych ofiar różni się między obszarami badań i zależą od typów siedlisk w otoczeniu drogi.

Fenologia

Czasowy wzorec śmiertelności ptaków na drogach tworzył jeden szeroki szczyt od kwietnia do lipca, obejmujący zarówno migrację wiosenną, lęgi i dyspersję młodych, bez wyraźnego zaznaczenia wspomnianych faz cyklu rocznego ptaków. Corocznie też jesienią następował systematyczny spadek liczby obserwacji, aż do zimowego minimum, zaś począwszy od marca następował wzrost kształtowany zapewne pojawianiem się migrantów, przylotami na lęgowiska i przystępowaniem ptaków do lęgów. Zatem ogólny wzorec z niską liczebnością zimą i szczytem w ciepłych porach roku potwierdza liczne wcześniejsze badania i może być łatwo tłumaczony zmianami aktywności i liczebności ptaków (Podulka et al. 2001). Jednakże w świetle dostępnych badań odpowiedzi na pytania, kiedy dokładniej występują szczyty prawdopodobieństwa kolizji i ile jest tych szczytów nie są jednoznaczne. Analizowane wskaźniki wykazują bowiem zróżnicowanie między gatunkami, są warunkowane położeniem geograficznym, a nawet mogą różnić się lokalnie w obrębie tego samego regionu geograficznego. Erritzoe et al. (2003) porównali czasową dynamikę śmiertelności ptaków w Anglii, Szwecji, Danii i Niemczech i uzyskali dość zróżnicowane wzorce, zwłaszcza na poziomie gatunkowym. Nasze badania sugerują, że uśredniony dla wszystkich gatunków rozkład śmiertelności ptaków na drogach w Polsce jest jednomodalny, z maksimum w maju lub czerwcu, i dotyczy wielu, w tym najliczniejszych ofiar kolizji: drozdów, gołębi i kawki. Warto zauważyć, że majowy szczyt jest tworzony głównie przez ptaki dorosłe, co sugeruje, że wzmożona ruchliwość ptaków związana z okresem lęgowym może wpływać na ryzyko kolizji w większym stopniu, niż późniejszy wzrost liczebności związany z pojawem frakcji niedoświadczonych, słabo lotnych, młodych osobników.

Istnieją pewne odstępstwa od przedstawionego wzorca śmiertelności. U wróbla i mazurka wyraźny szczyt obserwowano w lipcu, co można tłumaczyć pojawianiem się dużych różnowiekowych zgrupowań w obrębie osiedli, ale także porą zniw i zbieraniem przez ptaki rozsypanych zbóż na drogach (Erritzoe et al. 2003). U rudzika pojawiły się dwa maksima śmiertelności zbieżne z okresami nasilonej migracji tego gatunku w Polsce (Polakowski & Jankowiak 2012, Zaniewicz & Rosińska 2015): kwietniowe oraz, nieporównanie niższe, jesienne (wrzesień-październik). Również u myszołowa wystąpił dwumodalny wzorec ze szczytami w lutym i marcu oraz listopadzie i grudniu. Oba szczyty powiązane są z migracjami, ale też zimowaniem w Polsce myszołowów z północy, które w tym okresie chętnie żerują na poboczach dróg, zwiększając prawdopodobieństwo kolizji (fot. 2).



Fot. 2. Martwy myszolów *Buteo buteo*, ofiara kolizji na drodze wojewódzkiej 384 koło miejscowości Sieniawka, woj. dolnośląskie, 16.04.2023 (fot. A. Wuczyński). – *Dead Common Buzzard, road traffic victim found by provincial road 384 near Sieniawka, April 2023* (<https://zwierzetanadrodze.pl/obserwacja/21793>)

Śmiertelność zbiorowa

Przypadki masowej śmiertelności zwierząt na drogach dotyczą przede wszystkim herpetofauny i dokumentują liczne tzw. czarne punkty, gdzie liczba ginących płazów, rzadziej gadów, liczona jest w tysiącach (Goldingay & Taylor 2006, Gryz & Krauze 2008, Chmielewski 2016). Dane zgromadzone w portalu Zwierzęta na Drodze wskazują, że również w przypadku ptaków można mówić o kolizjach lub miejscach, gdzie ginie wiele osobników. Okazuje się, że zdarzenia takie nie należą do rzadkości, są jednak rzadko opisywane w literaturze, a ich okoliczności są mało znane (<https://www.businessinsider.com/100-starlings-collide-with-car-on-autobahn-2012-10?IR=T>). Zazwyczaj trudno też stwierdzić, czy kilka-kilkanaście martwych ptaków znalezionych na drodze w niewielkiej odległości od siebie to ofiary pojedynczej, czy raczej kilku nieodległych czasowo kolizji. Każdorazowo jednak przypadki takie zasługują na uwagę pod kątem ewentualnych działań ochronnych, choć wydaje się, że zwykle wynikają one ze splotu specyficznych, krótkotrwałych okoliczności, które trudno przewidzieć. Zgłoszone do Rejestru przypadki śmiertelności zbiorowej pozwalają na sformułowanie kilku cech tego typu kolizji. Zdarzenia te dotyczą ptaków formujących na lub przy drodze różnej wielkości zgrupowania – rodzinne, żerowiskowe, w poszukiwaniu materiału na gniazdo lub z nieznaney przyczyny. Szczególnie niebezpieczne dla ptaków zdają się być samochody ciężarowe, wskazane w kilku opisach zdarzeń, w tym przy najpoważniejszej kolizji, w której zginęło 18 jerów (fot. 3). Istotna jest przy tym zarówno wielkość tych pojazdów, jak również tworzone przez nie zawirowania powietrza potencjalnie wpływające na manewrowość ptaków (Arnold et al. 2019). Charakterystyka lokalizacji miejsc zdarzeń sugerowała, że ryzyko kolizji zbio-

rowych mogą zwiększać drogi kręte (ograniczona widoczność) lub pozwalające na jazdę z dużą prędkością. Przypadki grupowej śmiertelności odnotowywano od marca do października, a więc w całym okresie wzmożonej aktywności ptaków związanej z migracjami oraz rozrodem. Jednak udział ptaków młodocianych wyraźnie wzrastał w drugiej połowie roku, co sugeruje, że istotne jest również doświadczenie ptaków (fot. 4). Niecodziennym czynnikiem zwiększającym ryzyko kolizji zbiorowych mogą być również zachowania nekrofilne obserwowane u ptaków, w tym kopulacje z martwymi osobnikami spoczywającymi na drodze lub poboczu (Dale 2001, Orłowski 2004, Tomita & Iwami 2016).



Fot. 3. Grupa 18 jerów *Fringilla montifringilla* uderzonych przez pojazd ciężarowy w okolicach Kościana, woj. wielkopolskie, 17.03.2016 (fot. M. Wojtkowiak). – A group of 18 Bramblings hit by a truck near Kościan, March 2016 (<https://zwierzetanadrodze.pl/obserwacja/1895>)

Szczególnym odkryciem jest wysoka śmiertelność ptaków na ruchliwej drodze wojewódzkiej nr 216 biegnącej wzdłuż Półwyspu Helskiego, w kluczowym dla Polski obszarze migracji ptaków (Nowakowski et al. 2005). Dnia 10.04.2016, na odcinku ok. 5 km między Chałupami a Kuźnicą, naliczono aż 110 martwych rudzików (105 młodocianych), trzy bogatki i trzy strzyżyki (A. Ożarowska, W. Meissner, G. Zaniewicz). Zgłoszona obserwacja dotyczyła wprawdzie zbyt długiego odcinka drogi, aby można ją było zakwalifikować do kolizji zbiorowej, tym niemniej 116 osobników zabitych w krótkim okresie kwietnia sugeruje, że Półwysp Helski może corocznie generować liczbę ofiar, którą można uznać za przykład masowej śmiertelności ptaków. Sugeruje też, że rudzik, typowy gatunek dna lasu, przekraczający ciągi komunikacyjne na małych wysokościach,



Fot. 4. Martwa młoda brzegówka *Riparia riparia*, ofiara kolizji zbiorowej sześciu brzegówek i dymówki *Hirundo rustica*, 19.07.2019, okolice Nowego Miasta nad Pilicą, woj. mazowieckie (fot. K. Kustusch) – *Dead juvenile Sand Martin, victim of a group mortality near Nowe Miasto nad Pilicą, July 2019* (<https://zwierzetanadrodze.pl/obserwacja/12382>)

jest szczególnie częstą ofiarą kolizji drogowych w całej Polsce, co też potwierdzają pozostałe statystyki Rejestru. Dodatkowym potwierdzeniem tezy o Półwyspie Helskim jako miejscu, gdzie może dochodzić do szczególnie częstych kolizji drogowych z ptakami jest historyczna obserwacja z lat 90. XX w. W okolicach Jastarni doszło do kolizji stada jemiołuszek z autobusem PKS, zginęło kilkanaście osobników, a część ofiar wydobyto z osłony chłodnicy pojazdu (D. Jakubas – dane niepubl.).

Podsumowanie

Kilkuletnie dane, systematycznie gromadzone w ogólnodostępnym portalu internetowym, pozwoliły na pierwszą charakterystykę śmiertelności ptaków na drogach w całej Polsce. Wyniki z pewnością nie są wolne od ograniczeń właściwych nauce obywatelskiej: możliwych błędów przy identyfikacji gatunków, nadreprezentacji ptaków o dużych rozmiarach ciała, nierównomiernego pokrycia obserwacjami obszaru kraju i różnych środowisk (np. osiedli ludzkich, o wyższej aktywności obserwatorów). Mimo to udział dużej grupy badaczy-amatorów współpracujących z Rejestrem umożliwił ukazanie problemu w dużej skali przestrzennej, niedostępnej dla tradycyjnych metod terenowych, ugruntowując uznaną już rolę nauki obywatelskiej. Analizy ujawniły szereg zależności łączących zjawisko śmiertelności ptaków na drogach z ich ekologią. Ponadto, obok walorów poznawczych, dane zgromadzone w Rejestrze posiadają potencjał służący realizacji działań

ochroniarskich, w szczególności monitoringu obszarów, odcinków dróg i gatunków wrażliwych na kolizje z pojazdami oraz dostarczając ważnych argumentów przy poszukiwaniu rozwiązań mitygujących opisywane zjawisko.

Opracowanie niniejszej publikacji nie byłoby możliwe bez udziału szerokiego grona współpracowników i wolontariuszy liczącego ponad 200 osób. Serdecznie dziękujemy Im wszystkim za zaangażowanie i poświęcony czas. Dziękujemy również Joannie Witowskiej za przygotowanie zestawień oraz pomoc techniczną, zaś anonimowemu recenzentowi oraz red. Dariuszowi Jakubowskiemu za trafne uwagi.

Literatura

- Arca-Rubio J., Moreno-Rueda G., Ortega Z. 2023. The distribution of vertebrate roadkill varies by season, surrounding environment, and animal class. *Eur. J. Wildl. Res.* 69: 42.
- Arnold E.M., Hanser S.E., Regan T., Thompson J., Lowe M., Kociolek A., Belthoff J.R. 2019. Spatial, road geometric and biotic factors associated with Barn Owl mortality along an interstate highway. *Ibis* 161: 147–161.
- Bíl M., Heigl F., Janoška Z., Vercayie D., Perkins S.E. 2020. Benefits and challenges of collaborating with volunteers: Examples from National Wildlife Roadkill Reporting Systems in Europe. *J. Nat. Conserv.* 54: 125798.
- Bishop C.A., Brogan J.M. 2013. Estimates of Avian Mortality Attributed to Vehicle Collisions in Canada. *Avian Conserv. Ecol.* 8 (2): 2.
- Canal D., Camacho C., Martín B., de Lucas M., Ferrer M. 2018. Magnitude, composition and spatiotemporal patterns of vertebrate roadkill at regional scales: a study in southern Spain. *Anim. Biodivers. Conserv.* 41: 281–300.
- Chmielewski S. 2016. Duża liczba martwych zaskrońców zwyczajnych *Natrix natrix* na lokalnej drodze. *Kulon* 21: 89–92.
- Chodkiewicz T., Kuczyński L., Sikora A., Chylarecki P., Neubauer G., Ławicki Ł., Stawarczyk T. 2015. Ocena liczebności populacji ptaków lęgowych w Polsce w latach 2008–2012. *Ornis Pol.* 56: 149–189.
- Chyn K., Lin T.-E., Chen Y.-K., Chen C.-Y., Fitzgerald L.A. 2019. The magnitude of roadkill in Taiwan: Patterns and consequences revealed by citizen science. *Biol. Conserv.* 237: 317–326.
- Coelho I.P., Kindel A., Coelho A.V.P. 2008. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. *Eur. J. Wildl. Res.* 54: 689–699.
- Czerniak A., Tyburski Ł. 2014. Zdarzenia drogowe z udziałem zwierzyny na drogach publicznych. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
- Dale S. 2001. Necrophilic behaviour, corpses as nuclei of resting flock formation, and road-kills of Sand Martins *Riparia riparia*. *Ardea* 89: 545–547.
- Dana N. 2020 msc. Śmiertelność ssaków drapieżnych Carnivora na drogach w Polsce. Praca licencjacka. Uniwersytet Wrocławski.
- Dániel-Ferreira J., Berggren Å., Bommarco R., Wissman J., Öckinger E. 2022. Bumblebee queen mortality along roads increase with traffic. *Biol. Conserv.* 272, 109643.
- Delgado J.D., Humia J.D., Pereiras A.R., Rosal A., del Valle Palenzuela M., Morelli F., Arroyo Hernández N.L., Sánchez J.R. 2019. The spatial distribution of animal casualties within a road corridor: Implications for roadkill monitoring in the southern Iberian rangelands. *Transp. Res. D: Transp. Environ.* 67: 119–130.
- Devictor V., Whittaker R.J., Beltrame C. 2010. Beyond scarcity: citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography. *Divers. Distrib.* 16: 354–362.
- Englefield B., Starling M., Wilson B., Roder C., McGreevy P. 2020. The Australian Roadkill Reporting Project—Applying Integrated Professional Research and Citizen Science to Monitor and Mitigate Roadkill in Australia. *Animals* 10 (7): 1112.

- Erritzoe J., Mazgajski, T.D., Rejt Ł. 2003. Bird casualties on European roads – a review. *Acta Ornithol.* 38: 77–93.
- Garriga N., Franch M., Santos X., Montori A., Llorente G.A. 2017. Seasonal variation in vertebrate traffic casualties and its implications for mitigation measures. *Landsc. Urban Plan.* 157: 36–44.
- Goldingay R., Taylor B. 2006. How many frogs are killed on a road in north-east New South Wales? *Aust. Zool.* 33: 332–336.
- Gołowski A., Goławska S. 2002. Śmiertelność ptaków na drogach lokalnych w okolicach Siedlec. *Not. Orn.* 4: 270–275.
- Grilo C., Koroleva E., Andrášik R., Bříl M., González-Suárez M. 2020. Roadkill risk and population vulnerability in European birds and mammals. *Front. Ecol. Evol.* 18: 323–328.
- Gryz J., Krauze D. 2008. Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza Valley (NE Poland). *Eur. J. Wildl. Res.* 54: 709–714.
- Hermaniuk A., Ołdakowski Ł. 2016. Śmiertelność zwierząt kręgowych na Carskiej Drodze w Biebrzańskim Parku Narodowym. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 72: 42–48.
- Kambourova-Ivanova N., Koshev Y., Popgeorgiev G., Ragvov D., Pavlova M., Mollov I., Nedialkov N. 2012. Effect of traffic on mortality of amphibians, reptiles, birds and mammals on two types of roads between Pazardzhik and Plovdiv region (Bulgaria) – Preliminary Results. *Acta Zool. Bulg.* 64: 57–67.
- Kociolek A.V., Clevenger A.P., St. Clair C.C., Proppe D.S. 2011. Effects of road networks on bird populations. *Conserv. Biol.* 25: 241–249.
- Loss S.R., Will T., Marra P.P. 2014. Estimation of bird-vehicle collision mortality on US roads. *J. Wildl. Manag.* 78: 763–771.
- McDonald J.H. 2014. *Handbook of Biological Statistics* (3rd ed.). Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland.
- Medrano-Vizcaíno P., Grilo C., Silva Pinto F.A., Carvalho W.D., Melinski R.D., Schultz E.D., González-Suárez M. 2022. Roadkill patterns in Latin American birds and mammals. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 31: 1756–1783.
- Nieszafa A. 2018 msc. Analiza śmiertelności wybranych gatunków ssaków łownych w zdarzeniach drogowych na terenie Województwa Warmińsko-Mazurskiego. Praca inżynierska. SGGW, Warszawa.
- Nieszafa A. 2020 msc. Jak daleko od drogi należy ocenić strukturę krajobrazu? Przykład śmiertelności średnich drapieżników na drogach Pojezierza Mazurskiego (Polska). Praca magisterska. SGGW, Warszawa.
- Nowakowski J.K., Remisiewicz M., Keller M., Busse P., Rowiński P. 2005. Synchronisation of the autumn mass migration of passerines: a case of Robins *Erithacus rubecula*. *Acta Ornithol.* 40: 103–115.
- Orłowski G., 2004. Zachowanie samicy pokląskwy *Saxicola rubetra* po śmierci partnera na drodze. *Not. Orn.* 36: 197–200.
- Orłowski G. 2005. Factors affecting road mortality of barn swallow *Hirundo rustica* in farmland. *Acta Ornithol.* 40: 117–125.
- Orłowski G. 2008. Roadside hedgerows and trees as factors increasing road mortality of birds: Implications for management of roadside vegetation in rural landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 86: 153–161.
- Podulka S., Rohrbaugh R.Jr, Bonney R. (eds.). 2001. *Handbook of bird biology*. Ithaca (NY): Cornell Lab of Ornithology.
- Polak M. 2014. Relationship between traffic noise levels and song perch height in a common passerine bird. *Transp. Res. D: Transp. Environ.* 30: 72–75.
- Polakowski M., Jankowiak Ł. 2012. Timing of autumn migration and biometric characteristics of migrating populations of European Robin (*Erithacus rubecula* L. 1758) in north-eastern Poland. *Pol. J. Ecol.* 60: 797–804.
- Santos S.M., Carvalho F., Mira A. 2011. How long do the dead survive on the road? Carcass persistence probability and implications for road-kill monitoring surveys. *PLoS One* 6:e25383.

- Schwartz A.L.W., Shilling F.M., Perkins S.E. 2020. The value of monitoring wildlife roadkill. *Eur. J. Wildl. Res.* 66: 18.
- Seiler A., Helldin J. 2006. Mortality in wildlife due to transportation. *The ecology of transportation: Managing mobility for the environment*, ss. 165–189. Springer.
- Shilling F., Perkins S.E., Collinson W. 2015. Wildlife/roadkill observation and reporting systems. In: van der Ree R., Smith D.J., Grilo C. (eds). *Handbook of Road Ecology*. ss. 492–501. John Wiley & Sons, Ltd.
- Skolimowski B. 2022 msc. Detekcja dzikich zwierząt na torze ruchu pojazdów za pomocą algorytmów sztucznej inteligencji. Praca magisterska. Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach.
- Skórka P., Lenda M., Moroń D., Martyka R., Tryjanowski P., Sutherland W.J. 2015. Biodiversity collision blackspots in Poland: separation causality from stochasticity in roadkills of butterflies. *Biol. Cons.* 187: 154–163.
- Swinnen K.R., Jacobs A., Claus K., Ruyts S., Vercayie D., Lambrechts J., Herremans M. 2022. 'Animals under wheels': Wildlife roadkill data collection by citizen scientists as a part of their nature recording activities. *Nat. Conserv.* 47: 121–153.
- Stawarczyk T., Cofta T., Kajzer Z., Lontkowski J., Sikora A. 2017. *Rzadkie ptaki Polski*. Studio B&W Wojciech Janecki, Sosnowiec.
- Tomita N., Iwami Y. 2016. What raises the male sex drive? Homosexual necrophilia in the sand martin *Riparia riparia*. *Ornithol. Sci.* 15: 95–98.
- Waetjen D.P., Shilling F.M. 2017. Large Extent Volunteer Roadkill and Wildlife Observation Systems as Sources of Reliable Data. *Front. Ecol. Evol.* 5: 89.
- Wang Y., Yang Y., Han Y., Shi G., Zhang L., Wang Z., Cao G., Zhou H., Kong Y., Piao Z., Mellow J. 2022. Temporal patterns and factors influencing vertebrate roadkill in China. *Transp. Res. Interdiscip. Persp.* 15, 100662.
- Wiącek J., Polak M., Kucharczyk M., Bohatkiewicz J. 2015. The influence of road traffic on birds during autumn period: Implications for planning and management of road network. *Landsc. Urban Plan.* 134: 76–82.
- Wilk T., Chodkiewicz T., Sikora A., Chylarecki P., Kuczyński L. 2020. *Czerwona lista ptaków Polski*. Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków.
- Wuczyński A., Kustusch K., Sobuś T. 2024 (w druku). Zderzenia ptaków z pojazdami w województwie podkarpackim w świetle *Ogólnopolskiego Rejestru Kolizji Drogowych ze Zwierzętami*. *Ptaki Podkarpacia* 16.
- Zaniewicz G., Rosińska K. 2015. The Wicie bird ringing station (N Poland) – ringing results and seasonal bird migration dynamics in 2010–2014. *Ring* 37: 55–64.
- Zevgolis Y.G., Kouris A., Christopoulos A. 2023. Spatiotemporal patterns and road mortality hotspots of herpetofauna on a Mediterranean island. *Diversity* 15: 478.