

Długoterminowy monitoring śmiertelności zwierząt na drogach w Parku Collserola w Barcelonie: wyniki pierwszych 15 lat badań

Anna Tenés¹, Seán Cahill² & Francesc Llimona³

Estació Biològica de Can Balasc, Parc de Collserola, Ctra. de l'Església, 92, 08017 Barcelona, Spain;
atenes@parccollserola.net¹, scahill@parccollserola.net², fllimona@parccollserola.net³

Streszczenie. Park Collserola (Barcelona) to obszar ochrony przyrody, o powierzchni 8500 ha. Park ten narażony jest na silną presję antropogeniczną. Występuje w nim rozległa sieć transportowa złożona z dróg asfaltowych, szlaków leśnych, a nawet drogi szybkiego ruchu i linii kolejowej, które tworzą główną oś transportową, przecinającą Park.

W ramach szerszych badań nad wpływem infrastruktury transportowej na dzikie zwierzęta, przeanalizowano dane dotyczące zgonów zwierząt w wypadkach na drogach od roku 1991. Dane te pochodzą z kilku źródeł – głównie od personelu technicznego Parku, od strażników i z okazjonalnych obserwacji wypadków śmiertelnych. Od roku 2004, prowadzony jest wyraźniej określony monitoring wypadków śmiertelnych na drogach i ścieżkach leśnych w Parku za pomocą wcześniej wytyczonych transektów. Jego celem jest uzyskanie wskaźników ilościowych. W sumie w bazę danych GIS utworzoną dla dzikich zwierząt Parku wpisano 865 śmiertelnych wypadków, z czego 56% stanowią ssaki, 20% ptaki, 16% gady i 8% płazy. Tak wysoki odsetek wypadków z udziałem ssaków, jest związany z wyższym współczynnikiem wykrywalności tych zwierząt w porównaniu z innymi grupami. Do ssaków o najwyższym udziale wypadków śmiertelnych na drogach należą: dzik *Sus scrofa* (21,4%) – liczba ta wzrosła wyraźnie w ciągu ostatnich kilku lat; jeże *Erinaceus europaeus* i *Atelerix algirus* (20,7%), wiewiórka *Sciurus vulgaris* (15,0%) oraz królik *Oryctolagus cuniculus* (14,4%).

Siedliska przydrożne scharakteryzowano w odniesieniu do stref buforowych o szerokości 100 metrów. Założono je wzdłuż dróg, w taki sposób aby pokrywały się z mapą użytkowania terenu Parku, wykonaną w systemie GIS. Ponadto, w analizie wzięto pod uwagę inne czynniki związane z samą drogą, takie jak średnia dzienna gęstość ruchu (DAD: pojazdów/dzień) oraz szybkość pojazdów. Analiza wypadków pokazuje pozytywną korelację między liczbą przypadków śmierci zwierząt na drodze/km i DAD. Z drugiej strony, wystąpił także sezonowy trend wypadków śmiertelnych w postaci szczytu późnowiosennego, który zbiega się z okresem maksymalnej liczebności populacji, związanej z pojawieniem się osobników młodocianych.

Zidentyfikowano czarne punkty wypadków, które różnią się w zależności od gatunku, a w przypadku dzika zbiegają się ze strefami połączeń między dwoma głównymi obszarami leśnymi w Parku.

Na koniec należy podkreślić, że wypadki śmiertelne zwierząt na drogach nie muszą być przede wszystkim efektem oddziaływania infrastruktury, przynajmniej dla większości badanych gatunków, ale raczej nakłada się on na inne wpływy, takie jak efekt bariery i fragmentacji siedlisk, które mogą mieć bardziej niszczyielskie skutki na poziomie populacji.

Słowa kluczowe: czarne punkty, ochrona, ssaki, śmiertelność, wypadki śmiertelne zwierząt na drogach

1. Wstęp

Badanie wypadków śmiertelnych zwierząt na drogach staje się coraz ważniejszym elementem zarządzania przestrzenią przyrodniczą, a szczególnie ochrony fauny (Trombulak i in. 2000; Malo 2004; Saeki 2004). Z powodu ciągłego rozwoju infrastruktury i wzrostu intensywności ruchu dro-

gowego, jak również problemów wynikających z bezpieczeństwa drogowego, problem ten staje przedmiotem coraz większego zainteresowania (Bennet 1991; Müller & Berthoud 1997; Forman 2003).

Dane o wypadkach śmiertelnych, zbierane od roku 1991 w Parku Collserola, analizuje się w ramach szerszego projektu dotyczącego wpływu infrastruktury transportowej na zwierzęta dziko żyjące. W jego ramach bada się też inne oddziaływania, takie jak fragmentacja i łączność siedlisk oraz efekt bariery. Głównym przedmiotem pracy jest ocena wpływu wypadków śmiertelnych na drogach na faunę Parku, w szczególności zaś, wpływu śmiertelności na drogach na określone gatunki i lokalizację czarnych punktów. Celem niniejszego studium jest scharakteryzowanie wypadków śmiertelnych głównych gatunków zwierząt na drogach w Parku Collserola, w relacji do ich fenologii, i siedlisk przydrożnych, a także do różnych aspektów ruchu drogowego.

2. Teren badań

Park Collserola zajmuje około 8500 ha obszarów chronionych i usytuowany jest w centrum regionu metropolitalnego Barcelony, wokół którego mieszka ponad trzy miliony ludzi. Park znajduje się pod silną presją antropogeniczną, czego widocznym przykładem jest rozległa sieć infrastruktury transportowych: 7,6 km autostrad, 70 km dróg tradycyjnych i 42 km szlaków leśnych otwartych dla ruchu drogowego. Istnieje centralna oś transportowa przecinająca park z północy na południe, utworzona przez autostradę, drogę tradycyjną i linię kolejową, które biegną do siebie równolegle i dzielą park na dwa duże kompleksy leśne.

Góry Collserola porasta głównie sosna alepska *Pinus halepensis* i dąb ostrolistny *Quercus ilex*. Bez względu na wysoki poziom antropizacji, park jest przedmiotem dużego zainteresowania przyrodniczego, nie tylko z powodu swojego metropolitalnego kontekstu, ale także ze względu na występowanie w nim elementów o dużej wartości ekologicznej (Raspall i in. 2004), z powodu których został on włączony w sieć obszarów Natura 2000.

Przez Park Collserola przejeżdża duża liczba pojazdów. Według danych z roku 2005, średnia dzienna gęstość pojazdów (DAD) na autostradzie E-9 wynosiła 33561 pojazdów/dzień. Od otwarcia drogi w roku 1991 ta tendencja nasila się z roku na rok, podobnie zresztą jak w całej Hiszpanii.

3. Metody

Aby przeprowadzić bieżące badania, korzystaliśmy z różnych danych: (i) zapisów wypadków śmierci zwierząt na drogach, (ii) danych o ruchu na drogach parku, (iii) mapy siedlisk GIS występujących w parku Collserola.

Po pierwsze, baza danych wypadków śmiertelnych na drogach była dostępna wraz z informacjami zebranymi od roku 1991 i wprowadzonymi do GIS parku. Informacje o tych wypadkach pochodzą z różnych rzetelnych źródeł, głównie od pracowników technicznych parku, strażników, innych badań monitoringowych ukierunkowanych na określone grupy zwierząt, jak również z naszych własnych obserwacji. Niezależnie od źródła danych, we wszelkich przypadkach, uzyskano informacje dotyczące lokalizacji i daty wypadku oraz gatunkach.

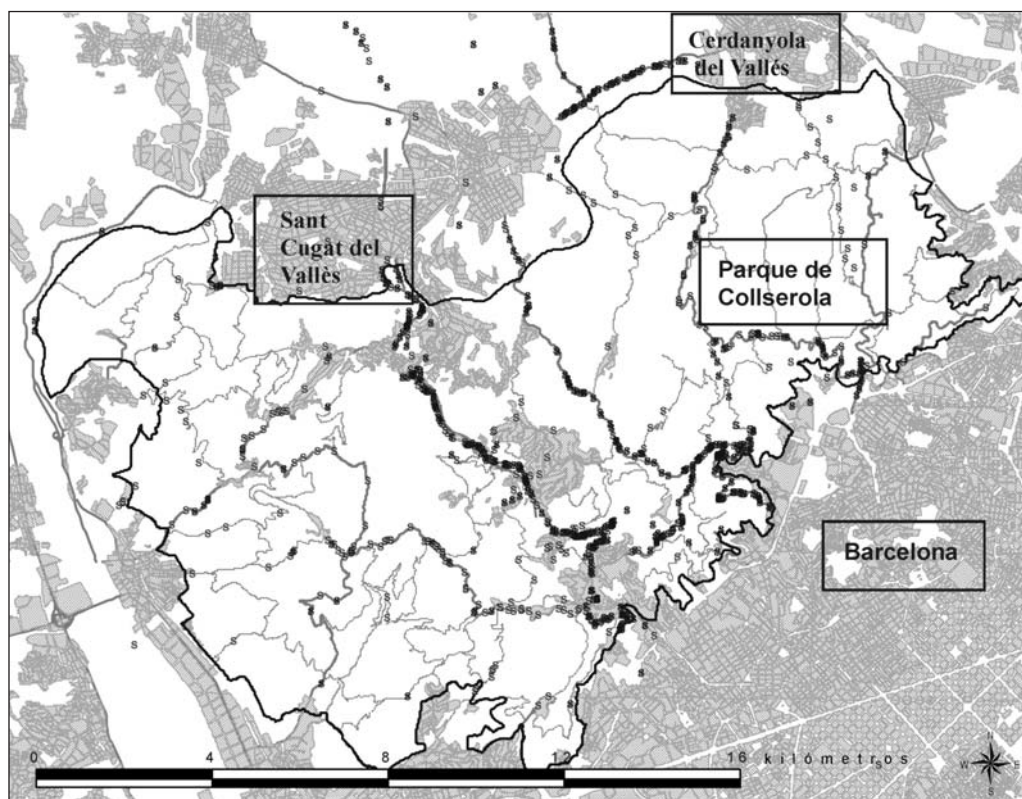
Po drugie, od roku 2004, prowadzony był bardziej ukierunkowany monitoring wypadków śmiertelnych na drogach i ścieżkach leśnych w Parku za pomocą wcześniej wytyczonych transektów, w celu uzyskania wskaźników ilościowych. Wyznaczono sześć transektów wzdłuż systemu dróg w parku, wiodących przez różne środowiska i mających różną długość, od 8,4 do 19 km. Były one kontrolowane w czasie jazdy z maksymalną prędkością 40 km/godz. po drogach i 20-30 km/godz. po szlakach leśnych. Powtórzenia takich przejazdów dały razem 219 transektów, których kontrola objęła łącznie 3199 km.

Po trzecie, w analizie wzięto pod uwagę inne czynniki powiązane z samą drogą, takie jak średnia dzienna gęstość ruchu (DAD) i szybkość pojazdów. Dane dotyczące DAD i szybkości pojazdów dla poszczególnych odcinków sieci dróg tradycyjnych w Collserola zostały udostępnione przez administrację dróg Barcelony (Diputació de Barcelona, 2005). Do analizy danych dotyczących wypadków śmiertelnych zwierząt, sieć drogową podzielono również na odcinki, analogiczne do odcinków wyznaczanych przez administrację dróg do monitorowania ruchu. Obliczono wskaźnik wypadków śmiertelnych zwierząt (zgonów/km) na tych odcinkach oraz zbadano ich relację z DAD.

Na koniec, siedliska wzdłuż dróg scharakteryzowano za pomocą stref buforowych o szerokości 100 metrów, wyznaczonych wzdłuż dróg tak, aby nakładały się na mapy użytkowania terenu Parku, opracowane w systemie GIS. W tym celu wykorzystano program Arc View 3.2. Ponadto, opisano siedliska wokół czarnych punktów, z którymi związane są cztery gatunki ssaków, najbardziej zagrożonych w wypadkach. Siedliska te scharakteryzowano w obrębie kolistych stref buforowych o promieniu 100 metrów.

4. Wyniki

W bazie danych fauny GIS Parku Collserola zapisano 865 przypadków śmierci na drogach (rys. 1), w tym: 57% ssaków, 20% ptaków, 16% gadów i 8% płazów. Zarejestrowano 17 gatunków ssaków, co stanowi 81% wszystkich ssaków lądowych występujących w parku.

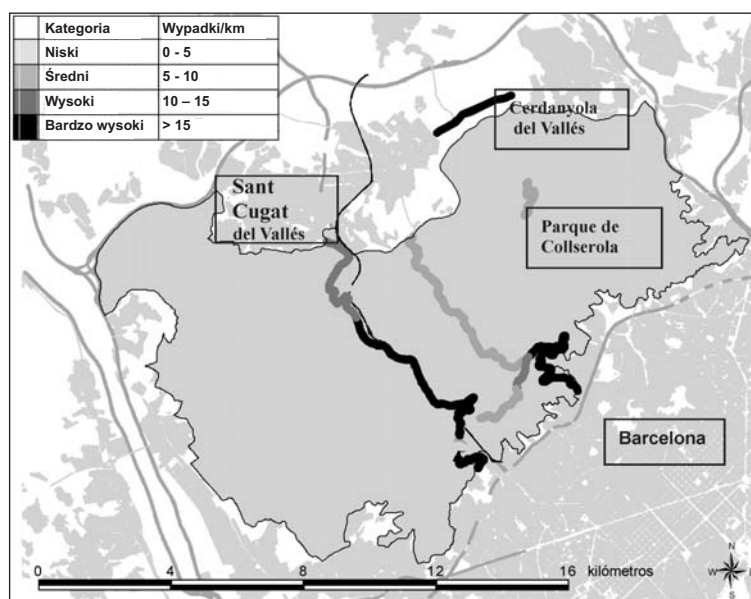


Rys. 1. Widok zarejestrowanych wypadków śmierci zwierząt na drogach w Parku Collserola

Najbardziej poszkodowane gatunki stanowią 71% wszystkich przypadków śmiertelnych wśród ssaków, i dotyczą: dzika (21,4%), jeża – głównie *Erinaceus europaeus* (20,7%), wiewiórki (15%) i królika (14,4%). Jeż północnoafrykański *Atelerix algirus* jest również obecny w niewielkiej liczbie w tym regionie, jednak w naszym przypadku zazwyczaj nie odróżniano gatunków ulegających wypadkom, lecz traktowane je jak przedstawicieli jednego rodzaju – jeż. Udział pozostałych ga-

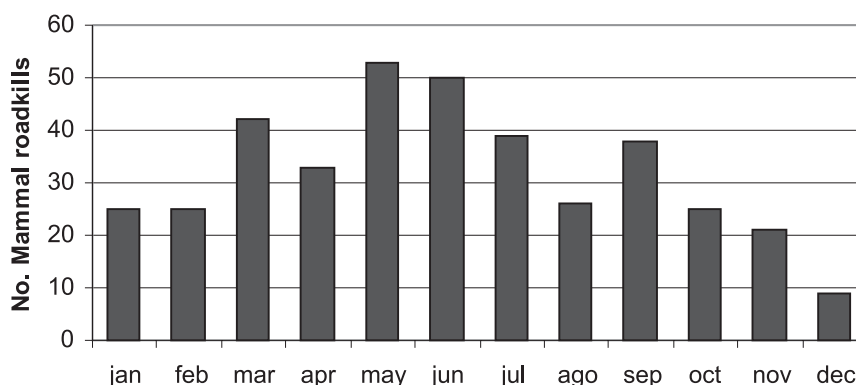
tunków przedstawia się następująco: szczur (9,0%), kot (5,5%), żeneta (3,9%), lis (2,5%), łasica (1,6%), borsuk (1,4%), kuna (1,2%), mysz polna (1,0%) i inne (1,2%). Łączna liczba zanotowanych wypadków śmiertelnych wynosiła 487.

W latach 2004-2005, zarejestrowano w Parku Collserola w sumie 157 przypadków śmierci ssaków w wypadkach drogowych (rys. 2). Tylko dziesięć przypadków uzyskano w ramach specjalistycznego monitoringu wzdłuż wytyczonych transektów, co podkreśla wagę zapisów pochodzących z rutynowych codziennych obserwacji pracowników parku. Biorąc pod uwagę istotną ilość informacji, jakich one dostarczają, dane takie uznano za wysoce przydatne w opisie wypadków śmiertelnych dzikich zwierząt. Z tego też względu, ssaki uznano za najbardziej użyteczną grupę dla opisywania śladów wypadków śmiertelnych.



Rys. 2. Wskaźnik kilometrowy wypadków śmiertelnych ssaków na drogach konwencjonalnych w Parku Collserola

Stwierdzono również sezonowy trend wypadków śmiertelnych, zaznaczony szczytem pod koniec wiosny, który zbiega się z okresem maksymalnej liczebności populacji spowodowanej obecnością osobników młodocianych (rys. 3).

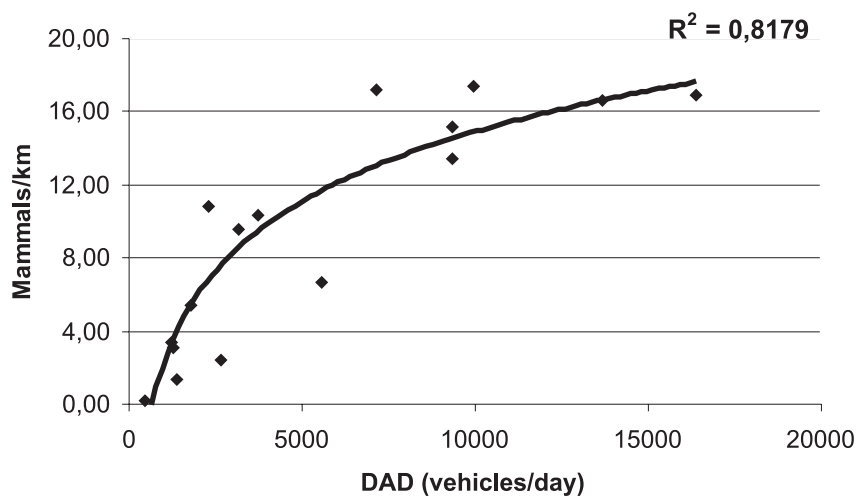


Rys. 3. Miesięczny rozkład wypadków śmiertelnych ssaków w Collserola Park (n=386)

Biorąc pod uwagę typ infrastruktury drogowej zauważono, że 86% przypadków było zarejestrowanych na drogach konwencjonalnych, 6% na szlakach leśnych, zaś tylko 5% danych łączy się

z autostradą E-9. Wyraźnie mniejszy udział tych ostatnich w próbie ogólnej wiąże się z trudnościami prowadzenia kontroli tej konkretnej infrastruktury. Pozostałe zapisy (3%), dotyczą wypadków śmiertelnych na obszarach zabudowanych parku. Tym samym, analiza danych o wypadkach śmiertelnych na drogach w Collserola ograniczała się do zapisów z dróg tradycyjnych. Wskaźnik DAD dla tych dróg waha się pomiędzy 1300 a 10000 przy średniej szybkości pojazdów od 50 do 90 km/h, z bardzo niewielką liczbą odcinków o prędkości powyżej 90 km/h.

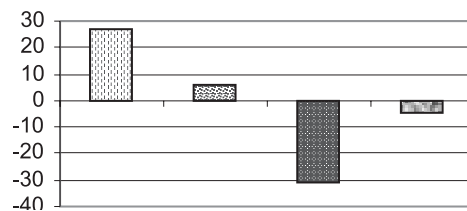
Wskaźnik wypadków śmiertelnych z udziałem ssaków był bardzo zmienny w zależności od odcinków w parku, wahał się od 0,22 do 17,36 osobników/km (rys. 4) i był skorelowany z DAD ($R^2 = 0,82$). Relacja pomiędzy wskaźnikiem wypadków śmiertelnych i DAD dąży do krzywej logarytmicznej z progiem wypadków śmiertelnych przy wartościach DAD około 10 000 pojazdów dziennie (rys. 4). Ten wynik jest zbliżony z modelem teoretycznym przedstawionym, zgodnie z którym wraz ze wzrostem ruchu drogowego liczba wypadków śmierci zwierząt na drodze wzrasta do punktu, powyżej którego hałas i ruch uliczny odstrasza więcej zwierząt od prób przekroczenia drogi (Müller & Berthoud 1997).



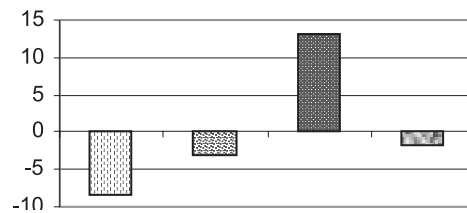
Rys. 4. Korelacja między wskaźnikiem wypadków śmierci ssaków [Mammals/km] na drogach i DAD (średnie dzienne natężenie ruchu) na różnych odcinkach dróg

Siedliska wokół zarejestrowanych przypadków śmiertelnych zwierząt na drogach były scharakteryzowane dla czterech gatunków najbardziej poszkodowanych w wypadkach na drogach w parku, tj. dla: dzika, jeża, królika i wiewiórki rudej (rys. 5). Wyniki pokazują, że czarne punkty dla dzika i wiewiórki rudej występują głównie na terenach leśnych, natomiast dla jeża i królika dużo częściej na otwartym terenie (uprawy rolne, suche łąki...).

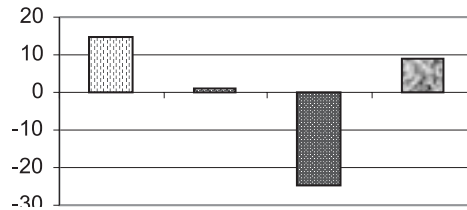
Królik



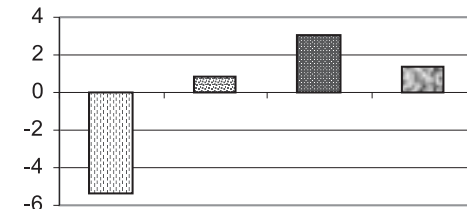
Wiewiórka



Jeź



Dzik



Amb. abiertos Maquia Forestal Urbanizado

Rys. 5. Siedliska dzika, jeża, królika i wiewiórki rudej wokół miejsc wypadków śmiertelnych gatunków najbardziej poszkodowanych na drogach w Parku Collserola: *Amb. abiertos* – uprawy rolne, suche łąki; *Maquia* – zarośla; *Forestal* – tereny leśne; *Urbanizado* – tereny zabudowane

5. Dyskusja

Park Collserola stwarza bardzo interesujące ramy do badania śmiertelności zwierząt na drogach. Analiza 865 takich przypadków, gromadzonych od roku 1991 w Parku, daje pierwszy wgląd w znaczenie śmiertelności zwierząt na drogach w przyrodniczej przestrzeni okolicy.

Wskaźnik śmiertelności ssaków na drogach jest w przeprowadzonych badaniach bardzo wysoki (56%), znacznie wyższy niż w innych obserwacjach, w których wynosi około 33% (PMVC, 2003). Zważywszy na źródło naszych informacji, średniej wielkości ssaki wydają się być bardzo odpowiednią grupą zwierząt do prowadzenia takiego typu monitoringu. Z jednej strony, łatwiej jest je wykryć, z drugiej, wskaźnik znikania zwłok wydaje się być niższy niż w innych grupach, np. u płazów.

Jeśli chodzi o sezonowy trend wypadków śmiertelnych ze szczytem pod koniec wiosny, to na podstawie dotychczasowej literatury można stwierdzić, że jest on związany z brakiem doświadczenia u osobników młodocianych.

Jakkolwiek, nie mogliśmy badać omawianych w pracy efektów na poziomie populacji, to przecież wiadomo, że w niektórych przypadkach śmiertelność na drogach może być ważniejsza niż naturalna, spowodowana przez drapieżniki lub wynikająca z choroby (Forman & Alexander 1998), jak

to ma miejsce w przypadku borsuka na terenie Holandii i Wielkiej Brytanii (Van der Zee i in. 1992; Clarke i in. 1998). W naszym przypadku, dane pokazują skutki, które mogą być bardzo silne w populacji borsuka (Rafart-Plaza 2005) oraz pewien negatywny wpływ na populację jeża, który powinien być monitorowany w najbliższej przyszłości.

Rozmieszczenie wypadków śmiertelnych na drogach nie jest przypadkowe, lecz zgodne z modelem klastrowym (Clevenger i in. 2003). Wykryliśmy pewne odcinki drogi, na których wskaźnik wypadków śmiertelnych jest wyższy niż średnia, są one znane jako czarne punkty, lub bardziej precyzyjnie czarne odcinki. Te czarne odcinki występują w różnych miejscach, w zależności od gatunków zwierząt, i wydają się być skorelowane z czynnikami związanymi z drogą, roślinnością przydrożną oraz biologicznymi cechami gatunków. Jeśli chodzi o ruch drogowy, jest kilka czynników, które mają wpływ na wskaźnik wypadków, np. gęstość ruchu i szybkość pojazdów. Ryzyko kolizji mogą zwiększyć takie cechy konstrukcji drogi, jak zakręty lub elementy ograniczające widoczność. Najważniejszym czynnikiem wpływającym na śmiertelność zwierząt wydają się być jednak cechy krajobrazowe, a szczególnie jakość siedliska oraz sytuacje, w których droga nakłada się na naturalne przejścia zwierząt, takie jak rzeka, szlak wędrówki, itd. Również istnienie dużego zbocza po jednej stronie drogi jest uznawane za czynnik ryzyka (Malo 2004). W końcu zauważono też, że występowanie atrakcyjnych elementów na poboczu drogi, takich jak zasiewy lub roślinność przydrożna, zwiększają ryzyko kolizji.

Na ortofotomapie pokazano czarny odcinek dla dzika (rys. 6). W tym przypadku mają znaczenie określone wcześniej czynniki: (i) U-kształtny zakręt z bardzo słabą widocznością; (ii) usytuowanie zakrętu pomiędzy dwoma prostymi odcinkami drogi, na których pojazdy osiągają bardzo duże szybkości; (iii) lokalizacja czarnego odcinka na przecięciu drogi ze strumieniem, który jest naturalnym przejściem intensywnie używanym przez faunę.



Rys. 6. Czarne punkty wypadków śmiertelnych dzików na drodze Rabassada w Parku Collserola

Niniejsza praca ukazuje trudności w monitorowaniu wypadków śmiertelnych zwierząt na drogach, takie jak: (i) konieczność poruszania się w czasie kontroli z odpowiednio dużą szybkością, (ii) ograniczenia widoczności, (iii) duży wskaźnik znikania zwłok z powodu ruchu drogowego, zjadania przez padlinożerców lub usuwania przez służbę utrzymania ruchu (PMVC, 2003).

Po tym pierwszym spojrzeniu na problem śmiertelności zwierząt na drogach stwierdzamy, że

ważne będzie zarówno kontynuowanie monitoringu wzdłuż transektów, w celu uzyskania własnych standardowych informacji, jak i dalsze gromadzenie informacji z innych źródeł. W tym celu stworzono nową podstronę na stronie internetowej parku.

http://www.parccollserola.net/incidencies_fauna/atropellaments.htm

Na koniec należy podkreślić, że infrastruktura transportowa nie musi być główną przyczyną wypadków śmiertelnych zwierząt na drogach, przynajmniej u większości badanych gatunków, raczej jest tak, że jej oddziaływanie nakłada się na inne wpływy, takie jak efekt bariery i fragmentacji siedlisk, które mogą mieć bardziej destrukcyjne znaczenie na poziomie populacyjnym.

6. Perspektywy na przyszłość

Naszym głównym celem długoterminowym jest ograniczenie śmiertelności fauny na drogach w parku Collserola. Aktualnie pracujemy nad projektem pierwszych środków łagodzących, związanych z ograniczeniem szybkości i ograniczeniem ruchu na drogach konwencjonalnych. Ponadto, osiągnięto porozumienie z kierownictwem kolei w sprawie wykonania pierwszej oceny, ukierunkowanej na ograniczenie oddziaływania centralnej osi infrastruktury transportowej na środowisko przyrodnicze.

Podziękowania

Dziękujemy wszystkim pracownikom, a szczególnie strażnikom parku, którzy uczestniczyli w gromadzeniu danych i bez których pomocy to opracowanie nie powstałoby. Enric Morera z Zespołu Statystycznego Administracji Dróg Lokalnych oraz Joan Almirall z TABASA – firmy zarządzającej autostradą, przekazują nam informacje związane z ruchem drogowym, zaś pracownicy firmy kolejowej zbierali dane o wypadkach dzików na linii kolejowej. Projekt ten wspierał też Lluís Cabañeros – wszystkim wymienionym osobom bardzo dziękujemy.

Literatura

- Bennet A. F. (1991). Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In: Saunders D. A & R. J. Hobbs (Eds.) Nature Conservation 2: The role of corridors. Published by Surrey Beatty & Sons Pty Limited. Australia. Pp. 441.
- Clarke G. P, White P. C. L. & Harris S. (1998). Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. Biological Conservation, 86 (2): 117-124.
- Clevenger A. P, Chruszcz B. & Gunson K. E. (2003). Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna roadkill aggregations. Biological Conservation, 109: 15-26.
- Forman R.T.T., Sperling D., Bissonette J.H., Clevenger A.P., Cutshall C.D., Dale V.H., Fahrig L., France R., Goldman Ch.R., Heanue K., Jones J.A., Swanson F.J., Turrentine T., and Winter T. C. (2003). Road ecology. Science and solutions. Island press.
- Forman R. T. & Lauren T. A. (1998). Roads and their major ecological effects. Annual Reviews. Ecol. Syst. 29: 207-231.
- Llimona F., Cahill S., Tenés A. & Cabañeros L. (2005). El estudio de los mamíferos en relación a la gestión de áreas periurbanas. El caso de la región metropolitana de Barcelona. VII Jornadas de la Sociedad Española de la Conservación y Estudio de los Mamíferos. SECEM, Málaga 253 pp.
- Malo J. E., Suárez F. & Díez A. (2004). Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? Journal of applied ecology, 41: 701-710.
- Molina-Vacas G., Bonet-Arbolí V., Tenés A, Llimona F. & Rodríguez-Tejedor J. D. (2005). VII Jornadas de la Sociedad Española de la Conservación y Estudio de los Mamíferos. SECEM, Málaga 253 pp.

- Müller S. & Berthoud G. (1997). Fauna and traffic safety. Laussane, CH: LAVOC.
- PMVC (2003). Mortalidad de vertebrados en carreteras. Proyecto provisional de seguimiento de la mortalidad de vertebrados en carreteras (PMVC). Documento Técnico Conservación. SCV, nº4, 350 págs. Madrid.
- Rafart-Plaza E. (2005). Ecología del comportamiento del tejón: sociabilidad, organización espacial y problemas de conservación. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- Raspall A., Llimona F., Navarro M. & Tenés A. (2004). Guia de Natura del Parc de Collserola. Consorci del Parc de Collserola. Barcelona.
- Rosell C., Álvarez G., Cahill S., Campeny C., Rodríguez A. & Séiler A. (2003). COST 341. La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España. O. A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Saeki M. & Macdonald D. W. (2004). The effects of traffic on the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) and other mammals in Japan. *Biological Conservation*: 118: 559-571.
- Trombulak S. C & Frissell C. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*: 14: 18-30.
- Trocmé M., Cahill S., De Vries H., Farral H., Folkesson L., Fry G., Hicks C. & Peymen J. (2003). Habitat fragmentation due to transportation infrastructure. The European review, COST action 341, Office for official publications of the European Community, Luxembourg.
- Van der Zee F., Wiertz J., Ter Braak C. J. F. & van Apeldoorn R. C. (1992). Landscape change as a possible cause of the badger *Meles meles* L. decline in The Netherlands *Biological Conservation*: 61: 17-22.