

Propozycja metodyki podstawowego monitoringu użytkowania przejść dla zwierząt przez ssaki naziemne

Sabina Nowak, Robert W. Mysłajek

Abstract. Przejścia dla zwierząt są najlepszym rozwiązaniem służącym minimalizowaniu barierowego wpływu dróg i linii kolejowych na populacje zwierząt. Jednak by ocenić i porównać ich użytkowanie przez zwierzęta należy przeprowadzać stosowny monitoring. W niniejszym artykule przedstawiono propozycję metodyki użytkowania przejść przez zwierzęta w oparciu o dwie metody: rejestrację tropów zwierząt przy pomocy pasów z piaskiem oraz rejestrację zwierząt przy pomocy wideopułapek. Autorzy przedstawiają także wady i zalety obu metod.

Słowa kluczowe: przejścia dla zwierząt, monitoring poralizacyjny, drogi, linie kolejowe

Abstract. Proposal of the methodology for the basic monitoring of the use of wildlife crossings structures by terrestrial mammals. Wildlife crossing structures are the best solution to minimize the barrier effect of roads and railways on animal populations. However, to assess and compare their use by animals, they should be properly monitored. This article presents a methodology for monitoring of wildlife crossing structures use by animals based on two methods: registration of animal tracks using sand-bands and registration of animals using camera traps. Authors presents also advantages and disadvantages of both methods.

Key words: wildlife crossing structures, post-investment monitoring, roads, railways

Wstęp

Najskuteczniejszym sposobem minimalizowania barierowego wpływu infrastruktury transportowej, w szczególności dróg i linii kolejowych, są przejścia dla zwierząt (Forman i in. 2003, Jędrzejewski i in. 2009, Mysłajek i in. 2009, Huijser i McGowen 2010) (fot. 1). Efektywność tych konstrukcji jest uzależniona od wiele czynników, m.in. od ich lokalizacji, rozmiaru, konstrukcji, aktywności ludzi oraz wielkość i behawioru zwierząt użytkujących przejścia (van der Grift i in. 2013). Z tego względu niezmiernie ważna jest ocena użytkowania przejść po oddaniu ich do użytku. Wyniki monitoringu pozwalają z jednej strony uzyskać wiedzę na temat najlepszych rozwiązań mogących mieć zastosowanie w przyszłych inwestycjach, a z drugiej umożliwiają bieżącą identyfikację i późniejsze minimalizowanie problemów związanych z użytkowaniem przez zwierzęta przejść już istniejących (van der Ree i in. 2015). Ważnym aspektem jest także pozyskanie informacji związanych z ekonomicznym aspektem przedsięwzięcia, tak by w przyszłości możliwy był wybór rozwiązań, których efektywność uzasadnia nakłady finansowe.



Fot. 1. Górne przejście dla zwierząt na autostradzie A4 (odcinek Zgorzelec-Krzyżowa) (fot. R.W. Mysłajek)

Photo 1. Wildlife overpass at A4 motorway (section Zgorzelec-Krzyżowa) (photo by R.W. Mysłajek)

W Polsce istnieje już ponad sto przejść górnych oraz ponad osiemset przejść dolnych dla dużych i średnich zwierząt na autostradach i drogach ekspresowych (dane GDDKiA). Znaczna ich część pełni też inne funkcje, np. przejazdów dla dróg technicznych i lokalnych, czy też mostów na rzekach. Kilkanaście takich obiektów jest na liniach kolejowych. Powstanie kolejnych przejść jest w planach. Uzasadnieniem dla ich budowy, zawartym w decyzjach o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację poszczególnych odcinków dróg (DŚU) wydawanych przez Regionalnych Dyrektorów Ochrony Środowiska (RDOŚ) jest zachowanie możliwości migracji zwierząt i utrzymanie łączności ekologicznej w obrębie obszaru, który przecina droga, oraz pomiędzy obszarami chronionymi, np. Natura 2000.

Jedynym sposobem oceny, czy inwestor wywiązał się z warunków dot. przejść dla zwierząt zawartych w DŚU, jest ich monitoring przeprowadzony wiarygodnymi, sprawdzonymi, powtarzalnymi i możliwymi do zweryfikowania metodami. Niestety tylko w niektórych DŚU znajduje się zalecenie wykonania takiego monitoringu. Na części z istniejących obiektów przeprowadzono już monitoring wykorzystania przez zwierzęta, na wielu jest on w trakcie lub będzie realizowany. Jak wskazuje analiza dokumentacji przetargowych, zawarte w opisach przedmiotu zamówienia (OPZ) metodyki monitoringu przejść są mało precyzyjne, często zakładają użycie nieadekwatnych lub nieskutecznych metod, zbyt krótki okres monitoringu (np. jeden miesiąc), a czasami zawierają tak absurdalne zalecenia, jak nocne obserwacje bezpośrednie ssaków na przejściach przy użyciu latarek. Powoduje to, że wykorzystanie przejść przez zwierzęta jest często niedoszacowane, co wywołuje dyskusje o sensie budowy wszelkich przejść. Uniemożliwia też porównanie efektywności przejść wybudowanych na różnych odcinkach tej samej drogi, lub w różnych miejscach korytarzy ekologicznych. Nie ma zatem pewności, czy nowo wybudowana droga nie stanowi nieprzekraczalnej zaporę w środowisku oraz czy drożność korytarzy ekologicznych łączących obszary Natura 2000 w Polsce (Jędrzejewski i in. 2005) jest zachowana na całym ich przebiegu. Nie można też wyciągnąć żadnych wniosków na przyszłość, co do wyboru najlepszych konstrukcji czy też parametrów przejść.

Z tych względów niezbędne jest zatwierdzenie przez Generalną Dyрекcyję Ochrony Środowiska, której celem jest m.in. doskonalenie systemu ochrony różnorodności biologicznej, jednolitej dla całego kraju metodyki monitoringu przejść dla zwierząt prowadzonego przez inwestorów i zarządców dróg. Pierwsza próba opracowania takiej metodyki podjęta została już w 2007 r. (Pierużek-Nowak i in. 2007). Zaproponowane przez nas poniżej dwie metody monitoringu przejść dla zwierząt są łatwe do wdrożenia, a jednocześnie należą do najbardziej efektywnych i przy tym szeroko stosowanych w świecie (van der Grift i van der Ree 2015). Dla uzyskania jak najbardziej wiarygodnych wyników monitoringu należy stosować obie metody równolegle. Monitoring użytkowania konstrukcji służących przemieszczaniu się ssaków nadrzewnych oraz nietoperzy, a także drobnych gryzoni, płazów i gadów wymaga innych metod (Patrick i in. 2010, Abbott i in. 2012, Berthinussen i Altringham 2012, Soanes i in. 2013). Nasze rekomendacje oparte są na doświadczeniach uzyskanych w trakcie dwudziestu lat pracy nad zagadnieniami związanymi z wpływem infrastruktury transportowej na środowisko (Jędrzejewski i in. 2005, 2009, Pierużek-Nowak i in. 2007, Nowak i Mysłajek 2009, 2010, Mysłajek i in. 2009), w tym monitoringów przejść dla zwierząt prowadzonych zarówno na nizinach (Pierużek-Nowak i in. 2013), jak i w górach (Mysłajek i in. 2016).

Czas trwania i zakres monitoringu podstawowego

Ze względu na potrzebę adaptacji zwierząt do nowopowstałych obiektów monitoring przejścia należy rozpocząć rok po zakończeniu inwestycji. Pozwala to też uniknąć zakłóceń wynikających z przedłużających się prac urzędniowych (np. nasadzeń) na przejściach lub poprawek konstrukcji i ogrodzeń. Zaleca się by podstawowy monitoring przejść trwał co najmniej 3 lata. Na odcinkach dróg i linii kolejowych, a szczególnie dużym wpływie na cenne tereny przyrodnicze (np. obszary Natura 2000, parki narodowe, rezerwaty), można go przedłużyć do 5 lat.

Zaleca się by monitoring podstawowy prowadzony był na wszystkich przejściach dla zwierząt oraz na wszystkich obiektach (wiaduktach i mostach autostradowych itd.), których funkcją dominującą ma być przemieszczanie się zwierząt.

Metodyka monitoringu

Zalecanymi metodami podstawowego monitoringu użytkowania przejść dla zwierząt przez duże i średniej wielkości ssaki naziemne są: (1) rejestracja tropów zwierząt na pasach z piaskiem oraz (2) rejestracja zwierząt przy pomocy automatycznych kamer wideo (tzw. wideopułapek). Dla uzyskania optymalnych wyników monitoringu należy stosować obie metody równolegle.

Rejestracja tropów zwierząt na pasach z piaskiem

Ogólny opis metody: Metoda polega na identyfikacji gatunków zwierząt oraz określaniu ich liczby na podstawie tropów jakie pozostawiają na pasach z piaskiem.

Niezbędne instalacje i sprzęt: W środkowej części przejścia dla zwierząt, na całej jego szerokości (od krawędzi do krawędzi), wykonuje się pas z piaskiem w postaci rynny o głębokości 15 cm i szerokości 2,5 m, której dno zabezpiecza się folią lub geowłókniną uniemożliwiająca przerastanie roślin, a następnie wypełnia drobnopięnistym piaskiem (fot. 2). Aby tropy zwierząt odbijały się dostatecznie wyraźnie, należy użyć piasku o granulacji do 2 mm, wcze-

śniej wypłukanego lub przesianego, w celu usunięcia większych ziaren. W przypadku małych przejść, których wymiary utrudniają dotarcie ludzi do ich środkowej części (np. przepusty betonowe, przepusty rurowe itp.) pasy z piaskiem (o głębokości 5 cm i szerokości ok. 1 m) wypełnione drobnoziarnistym piaskiem należy wykonać na końcach przejścia, po obu jego stronach. Do wyrównywania powierzchni piasku wykorzystuje się metalowe grabie.



Fot. 2. Pas z piaskiem służący do monitoringu zwierząt na górnym przejściu dla zwierząt na autostradzie A4 (odcinek Zgorzelec-Krzyżowa) (fot. R.W. Mysłajek)

Photo 2. Sand bed for the monitoring of animals at wildlife overpass at A4 motorway (section Zgorzelec-Krzyżowa) (photo by R.W. Mysłajek)



Fot. 3. Tropy jeleni na pasie z piaskiem służącym do monitoringu na górnym przejściu dla zwierząt na autostradzie A4 (odcinek Zgorzelec-Krzyżowa) (fot. R.W. Mysłajek)

Photo 3. Tracks of red deer on sand bed for the monitoring of animals at wildlife overpass at A4 motorway (section Zgorzelec-Krzyżowa) (photo by R.W. Mysłajek)

Częstość kontroli: Dwa razy w miesiącu – jedna kontrola składa się z dwóch wizyt, więc miesięcznie każde przejście odwiedzane jest czterokrotnie. W roku przeprowadza się 24 kontrole, czyli 48 wizyt na każdym przejściu.

Sposób wykonywania kontroli: Jedna kontrola obejmuje dwie wizyty. W czasie pierwszej wizyty rozpoznawane są gatunki i liczone tropy zwierząt pozostawione na pasach z piaskiem (bez względu na kierunek przejścia) (fot. 3). Następnie piasek jest zagrabiany dla usunięcia śladów pozostawionych przez zwierzęta. Druga wizyta odbywa się po dwóch dniach. Wówczas ponownie liczone są wszystkie tropy zwierząt przechodzących przez pas z piaskiem (bez względu na kierunek przejścia), z uwzględnieniem ich gatunków, a następnie pas z piaskiem jest zagrabiany. Zimą, podczas zalegania pokrywy śnieżnej, kontrolę składającą się z jednej wizyty przeprowadza się dwa dni po opadzie śniegu.

Rejestrowane dane: Wszystkie zebrane informacje należy wpisać do specjalnego formularza kontroli przejścia, gdzie trzeba uwzględnić: datę wizyty, godzinę wizyty, warunki pogodowe, numer wizyty (1. lub 2. w danej kontroli), liczbę tropów każdego gatunku zwierząt przechodzących przez pas z piaskiem. Dane z formularzy wprowadza się do elektronicznej bazy danych, przy pomocy której oblicza się miary użytkowania przejścia przez zwierzęta.

Uzyskane miary:

Lista gatunków zwierząt stwierdzonych na przejściu: Podaje się wszystkie gatunki zwierząt, których tropy zidentyfikowano podczas kontroli pasów z piaskiem. Dla tej miary wykorzystuje się wszystkie uzyskane informacje, w tym z pierwszej i drugiej wizyty wykonanej w trakcie każdej kontroli przejścia.

Struktura gatunkowa zwierząt: Oblicza się ją ze wzoru: $(A \times 100) / B$, gdzie: A – liczba tropów osobników danego gatunku stwierdzanych podczas wizyt następujących dwa dni po zagrabieniu pasów z piaskiem (jest to druga wizyta w każdej kontroli), B – liczba tropów osobników wszystkich gatunków stwierdzanych podczas wizyt następujących dwa dni po zagrabieniu pasów z piaskiem (jest to druga wizyta w każdej kontroli).

Częstość użytkowania przejścia przez dany gatunek: Dla każdej kontroli oblicza się ją ze wzoru: $(A / B) \times 5$, gdzie: A – liczba tropów osobników danego gatunku stwierdzanych podczas wszystkich wizyt następujących dwa dni po zagrabieniu pasów z piaskiem (jest to druga wizyta w każdej kontroli), B – liczba wszystkich kontroli. Uzyskana miara odzwierciedla liczbę osobników użytkujących przejście w ciągu 10 dni.

Stołość występowania gatunku na przejściu: Oblicza się ją ze wzoru: $(A \times 100) / B$, gdzie A – liczba kontroli podczas których stwierdzono dany gatunek (dane wyłącznie z drugiej wizyty każdej kontroli), B – liczba wszystkich kontroli.

Rejestracja zwierząt przy pomocy automatycznych kamer wideo

OGÓLNY OPIS METODY: Metoda polega na identyfikacji gatunków zwierząt oraz określeniu ich liczby na podstawie rejestracji zwierząt automatycznymi kamerami wideo (tzw. wideopułapkami).

Niezbędne instalacje i sprzęt: W środkowej części dużych przejść (wzdłuż pasów z piaskiem) lub przy wejściach do małych przejść instaluje się w specjalnych, na stałe zamontowanych obudowach, automatyczne kamery wideo (tzw. wideopułapki). Urządzenia te wyposażone są w specjalne czujniki ruchu, które uruchamiają je gdy zwierzę znajdzie się w zasięgu czujnika. Nagrywana jest wówczas krótka sekwencja filmowa. Specjalne obudowy mają uła-

twiać instalację fotopułapki we właściwej pozycji i uniemożliwić kradzież urządzenia (fot. 4). Przy doborze liczby i rozstawienia kamer należy wziąć pod uwagę szerokość przejścia oraz zasięg czujnika ruchu, a także zasięg oświetlenia nocą. Obecnie dostępne modele zazwyczaj wykorzystują do oświetlenia obiektów w nocy układ kilkudziesięciu diod na podczerwień. Jeśli monitorowane mają być też ssaki drapieżne, najlepiej użyć wideopułapek z tzw. diodami „no glow” (diody przykryte ciemną przesłoną), dzięki czemu są mniej widoczne dla drapieżników. Ich zasięg, umożliwiający późniejszą identyfikację gatunku wynosi 15-25 m w zależności od modelu. Oznacza to, że np. na przejściu o szerokości 40 m należy zamontować dwie kamery o zasięgu wynoszącym minimalnie 20 m. Jednak trzeba je instalować w takim położeniu, by nie oślepiły się nawzajem.

Czas trwania i częstość sesji: Sesję prowadzi się przez dwa kolejne tygodnie w miesiącu. Łącznie wykonuje się 12 sesji rocznie, co daje łącznie 24 tygodnie rejestracji wideo na każdym przejściu. Zalecany czas rejestracji pojedynczej sekwencji filmowej to 30 sekund, a odstęp pomiędzy sekwencjami to 1 sekunda. Oprócz obrazu powinien być też rejestrowany dźwięk.

Sposób wykonywania kontroli: Po upływie pojedynczej sesji (po dwóch tygodniach) należy zgrać dane, lub wymienić karty SD i przenieść wideopułapki na kolejne przejście. Jeśli na monitorowanym odcinku dochodzi do kradzieży sprzętu, należy przeprowadzać kontrole i zgrywanie filmów częściej.

Rejestrowane dane: Filmy nagrane na nośniku pamięci (karta pamięci), przegrywane są na dysk i analizowane w warunkach kameralnych. Wówczas oznacza się gatunki zwierząt i ocenia ich liczebność. Przy wideopułapkach dobrej jakości możliwa jest również identyfikacja płci i kategorii wiekowych wielu gatunków, a także zachowania zwierząt. Przyczyny specyficznych zachowań zwierząt można interpretować także w oparciu o zapisany dźwięk. Przy analizie danych z przejścia, na którym zamontowano większą liczbę wideopułapek, zapis danych wykonuje się w taki sposób, by wyeliminować wielokrotne zliczanie tego samego osobnika nagrałego przez różne kamery w tym samym czasie.

Uzyskane miary:

Lista gatunków zwierząt stwierdzonych na przejściu: Podaje się wszystkie gatunki zwierząt zarejestrowane na filmach.

Struktura gatunkowa zwierząt: Oblicza się ją ze wzoru: $(A \times 100) / B$, gdzie: A – liczba osobników danego gatunku stwierdzonych na filmach wideo, B – liczba osobników wszystkich gatunków stwierdzanych na filmach wideo.

Częstość użytkowania przejścia przez dany gatunek: Dla każdej kontroli oblicza się ją ze wzoru: $(A / B) \times 10$, gdzie: A – liczba osobników danego gatunku stwierdzanych podczas wszystkich dni rejestracji wideo, B – liczba dni podczas których prowadzono rejestrację wideo.

Stalność występowania gatunku na przejściu: Oblicza się ją ze wzoru: $(A \times 100) / B$, gdzie A – liczba dwutygodniowych sesji podczas których stwierdzono dany gatunek, B – liczba wszystkich sesji.

Monitoring stanu technicznego przejść dla zwierząt

Oprócz monitoringu użytkowania przejść dla zwierząt konieczne jest prowadzenie regularnej kontroli ich stanu technicznego. Specyfika konstrukcji przejść wymaga, by takie kontrole odbywały się co najmniej raz w roku. W ramach kontroli należy zebrać informacje dotyczące:

1. Stanu technicznego przejścia (uszkodzenia konstrukcji, nieprawidłowości w pokryciu roślinnością – np. występowanie gatunków obcych dla krajowej flory, obecność nieporządných elementów pochodzenia antropogenicznego – np. śmieci, obecność dużych obiektów blokujących przejście lub zmniejszających jego drożność dla zwierząt itp.);
2. Otoczenia przejścia (stan ogrodzeń naprowadzających, stan roślinności naprowadzającej, obecność obiektów mogących powodować stres u zwierząt lub utrudniać korzystanie z przejścia);
3. Aktywności ludzi na przejściu (nielegalne przejazdy, ślady ognisk, składowanie płodów rolnych, parkowanie pojazdów itp.);

Zebrane informacje posłużą do określenia zaleceń dotyczących koniecznych zabiegów w obrębie przejścia i jego otoczenia poprawiających jego stan techniczny i funkcjonalność.

Dyskusja

Podstawowy monitoring użytkowania przejść dla zwierząt wykonany powyższymi metodami dostarcza informacji o tym czy i w jakim stopniu przejście jest użytkowane przez zwierzęta, w tym przez gatunki, dla których zostało wybudowane. Weryfikuje prawidłowość wyznaczenia lokalizacji oraz wyboru konstrukcji i parametrów obiektu. Jeśli tymi samymi metodami monitorowanych jest wiele przejść, możemy się dowiedzieć które z nich, o jakich parametrach, jakiej konstrukcji i sposobie zagospodarowania są wykorzystywane przez poszczególne gatunki. Pozwala to aktualizować wiedzę na temat przydatności danych rozwiązań konstrukcyjnych dla konkretnych grup zwierząt, dając w przyszłości możliwość wyboru najbardziej ekonomicznych wariantów, tzn. wymagających najmniejszych nakładów finansowych przy zachowaniu maksymalnej ekologicznej skuteczności. Pozwala też na wprowadzenie możliwych do wykonania poprawek konstrukcji lub zmian zagospodarowania istniejących przejść oraz ich otoczenia, co daje szansę poprawy wykorzystania tych obiektów przez zwierzęta.

Jednak aby ocenić skuteczność przejścia w zmniejszaniu problemu fragmentacji siedlisk i izolacji populacji poszczególnych gatunków zwierząt, konieczne jest odniesienie wskaźników intensywności użytkowania przejścia do struktury gatunkowej zespołów zwierząt zasiedlających sąsiedztwo drogi, a w szczególności zagrożone przez drogę obszary chronione. Dane o zespołach zwierząt można uzyskać z planów ochrony poszczególnych obszarów chronionych, z inwentaryzacji łowieckich i z operatów poszczególnych nadleśnictw. Dla dokonania bardziej wnikliwych ocen niezbędne są jednak prace terenowe w celu zebrania danych o liczebności, zagęszczeniach, dynamice, oraz strukturze gatunkowej lokalnych populacji zwierząt. Metodyka takich prac powinna być oparta na sprawdzonych standardach (Sutherland 2006). Może ona obejmować tropienia zimowe na transektach wzdłuż drogi lub linii kolejowej lub rejestracje zwierząt wideopułapkami.

Należy pamiętać, że każda z omówionych metod monitoringu ma swoje wady i zalety. Na wykrywanie obecności zwierząt na pasach z piaskiem mogą mieć wpływ warunki pogodowe, szczególnie gdy okres monitoringu jest krótki (Ford i in. 2009, Gužvica i in. 2014). Pasy usytuowane pod wiaduktami są w mniejszym stopniu narażone na działanie opadów niż pasy na przejściach górnych (Mysłajek i in. 2016), co należy brać pod uwagę przy porównaniu wyników badań z przejść o odmiennej konstrukcji. Najlepszym rozwiązaniem jest instalowanie jednego szerokiego (2,5 m) poprzecznego pasa na środku przejścia, a nie dwóch pasów na jego skrajach, gdzie mogą być rejestrowane zwierzęta niekoniecznie przechodzące na drugą

stronę przejścia. Jednak na obiektach o niewielkiej wielkości (np. przepusty betonowe) nie jest to rozwiązanie praktyczne. Niekorzystne jest także instalowanie pasów węższych niż 2,5 m, ponieważ niektóre gatunki (np. jelen szlachetny *Cervus elaphus*) mogą je przeskakiwać i tym samym nie pozostawić żadnych śladów swojej obecności. Piasek o zbyt dużej granulacji może utrudniać rozpoznawanie tropów. Podczas monitoringu stwierdziliśmy też przypadki kradzieży piasku z pasów, co wskazuje na konieczność stałego nadzorowania wszystkich instalacji. Przy wykorzystaniu tej metody należy zwracać uwagę także na specyficzne zachowania zwierząt prowokowane obecnością piasku na przejściu. W trakcie monitoringu rejestrowaliśmy np. kąpiele w piasku zajęcy szaraków *Lepus europaeus*, dzików *Sus scrofa* oraz szeregu gatunków ptaków, co powodowało nagromadzenie dużej liczby tropów pojedynczych osobników, a tym samym przeszacowanie udziału tych gatunków.

Kluczowym elementem użytkowania wideopułapek jest ich zabezpieczenie przed kradzieżą i/lub dewastacją. Dobrym rozwiązaniem jest wykorzystywanie metalowych osłon i solidne ich mocowanie (fot. 4). Przy każdej kontroli fotopułapek należy sprawdzić poziom naładowania baterii oraz upewnić się czy karta pamięci jest na swoim miejscu. Należy również oczyszczać obiektyw i czujniki, ponieważ podczas monitoringu na sprężenie gromadzą się różnorodne zanieczyszczenia, np. pajęczyny, kurz i odchody ptaków. Rozpoznawanie gatunków w oparciu o tropy na piasku oraz nagrania wideo muszą prowadzić osoby o dużym doświadczeniu w tropieniu oraz znajomości wyglądu i zachowań zwierząt.



Fot. 4. Fotopułapka na jednym z górnych przejść dla zwierząt na autostradzie A4 (odcinek Zgorzelec-Krzyżowa) (fot. R.W. Mysłajek)

Photo 4. Camera trap at wildlife overpass on the wildlife overpass at A4 motorway (section Zgorzelec-Krzyżowa) (photo by R.W. Mysłajek)

Pomimo tych problemów, jeśli obie metody są stosowane jednocześnie, dają one bardzo dużą pewność wykrycia wszystkich zwierząt użytkujących przejścia oraz możliwość prawidłowej oceny intensywności ich wykorzystania. Jest to niezmiernie ważne w sytuacji, gdy się

transportowa w Polsce nadal się rozwija i generuje problem zwiększającej się fragmentacji siedlisk, a koszty budowy przejść są znaczne, od kilku milionów (przejścia dolne) do ponad 20 milionów złotych (przejścia górne) (dane GDDKiA). Jest zatem niezmiernie istotne by zalecenie wykonania monitoringu użytkowania przejść dla zwierząt znalazło się w każdej decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, a jednolita metodyka zawierająca opisane powyżej metody była standardem dla takiego monitoringu.

Literatura

- Abbott I. A., Butler F., Harrison S. 2012. When flyways meet highways – The relative permeability of different motorway crossing sites to functionally diverse bat species. *Landscape and Urban Planning* 106: 293-302.
- Berthinussen A., Altringham J. 2012. Do bat gantries and underpasses help bats cross roads safely? *PLoS One* 7(6): e38775.
- Ford A.T., Clevenger A.P., Bennett A. 2009. Comparison of methods of monitoring wildlife crossing-structures on highways. *Journal of Wildlife Management* 73: 1213-1222.
- Forman R.T.T., Sperling D., Bissonette J.A., Clevenger A.P., Cutshall C. D., Dale V. H., Fahrig L., France R. L., Goldman C. R., Heanue K., Jones J., Swanson F., Turrentine T., Winter T.C. 2003. *Road ecology. Science and solutions.* Island Press, Washington.
- Gužvica G., Bošnjak I., Bielen A., Babić D., Radanović-Gužvica B., šver L. 2014. Comparative analysis of three different methods for monitoring the use of green bridges by wildlife. *PLoS One* 9 (8): e106194.
- Huijser M.P., McGowen P.T. 2010. Reducing wildlife-vehicle collisions. W: Beckmann J.P., Clevenger A.P., Huijser M.P., Hilty J.A. (red.). *Safe passages. Highways, wildlife, and habitat connectivity.* Island Press, Washington: 51-74.
- Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R.W., Stachura K., Zawadzka B., Pchałek M. 2009. Animals and roads. Methods of mitigating the negative impact of roads on wildlife. *Mammal Research Institute Polish Academy of Sciences, Białowieża.*
- Mysłajek R.W., Miłosz-Cielma M., Ławreszuk D., Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R.T. 2009. Projektowanie i budowa przejść dla zwierząt jako instrument ochrony łączności ekologicznej – zrealizowane i projektowane przejścia dla zwierząt w Polsce. W: Jędrzejewski W., Ławreszuk D. (red.). *Ochrona łączności ekologicznej w Polsce.* Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża: 191-195.
- Mysłajek R.W., Nowak S., Kurek K., Tołkacz K., Gewartowska O. 2016. Utilisation of a wide underpass by mammals on an expressway in the Western Carpathians, S Poland. *Folia zoologica* 65: 225-232.
- Nowak S., Mysłajek R.W. 2009. Propozycja ujednoczenia zasad wyznaczania i monitorowania przejść dla zwierząt w Polsce. W: Jędrzejewski W., Ławreszuk D. (red.). *Ochrona łączności ekologicznej w Polsce.* Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża: 196-203.
- Nowak S., Mysłajek R.W. 2010. Existing experiences and background information from Poland. W: Heller K., Spangenberg A. (red.). *TEWN Manual. Recommendations for the reduction of habitat fragmentation caused by transport infrastructure development.* EuroNatur, Radolfzell: 65-68.
- Patrick D.A., Schalk C.M., Gibbs J.P., Woltz H.W. 2010. Effective culvert placement and design to facilitate passage of amphibians across roads. *Journal of Herpetology* 44: 618-626.
- Pierużek-Nowak S., Mysłajek R.W., Jędrzejewski W., Kurek R., Briggs L. 2007. Analiza możliwości wdrożenia systemu monitoringu przejść dla zwierząt w Polsce. Ekspertyza zlecona przez Ministerstwo Transportu. Stowarzyszenie dla Natury „Wilk”, Twardorzeczka.
- Pierużek-Nowak S., Mysłajek R.W., Olkowska E. 2013. Wyniki monitoringu migracji ssaków wzdłuż autostrady A-4 na odcinku Zgorzelec (km 0+000,00) – Krzyżowa (km 51+400,00). Raport na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad Oddział we Wrocławiu. FPP Consulting, Warszawa.
- Sutherland W.J. (red.). 2006. *Ecological census techniques. A Handbook.* Cambridge University Press, Cambridge.

- van der Grift E.A., van der Ree R. 2015. Guidelines for evaluating use of wildlife crossing structures. W: van der Ree R., Smith D.J., Grilo C. (red.). Handbook of road ecology. John Wiley & Sons, Chichester: 119-128.
- van der Grift E.A., van der Ree R., Fahrig L., Findlay S., Houlahan J., Jaeger J.A.G., Klar N., Madriñan L. F., Olson L. 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. Biodiversity and Conservation 22: 425-448.
- van der Ree R., Jaeger J.A.G., Rytwinski T., van der Grift E.A. 2015. Good science and experimentation are needed in road ecology. W: van der Ree R., Smith D.J., Grilo C. (red.). Handbook of road ecology. John Wiley & Sons, Chichester: 71-81.

Sabina Nowak^{1*}, Robert W. Mysłajek²

¹ Stowarzyszenie dla Natury "Wilk"

² Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Instytut Genetyki i Biotechnologii, Grupa Genetyki Konserwatorskiej

* sabina.pieruzeknowak@gmail.com