



III Konferencja
Naukowo-Techniczna
Doktorantów
i Młodych Naukowców

Młodzi naukowcy wobec wyzwań współczesnej techniki



MŁODZI
NAUKOWCY
WOBEC
WYZWAŃ
WSPÓŁCZESNEJ
TECHNIKI



Rada Doktorantów
Politechniki Warszawskiej

Patronat honorowy:

Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego
Prof. dr hab. Barbara Kudrycka

Marszałek Województwa Mazowieckiego
Adam Struzik

Jego Magnificencja Rektor Politechniki Warszawskiej
Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kurnik

Publikacja sfinansowana przez
Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk



ISBN 978-83-88909-72-6

Komitet Organizacyjny:

Artur Badyda
Monika Ćwiklińska
Mariusz Klimeczak
Jolanta Korkosz
Piotr Janusz Koza
Maciej Malski-Brodzicki
Katarzyna Piaskowska
Jacek Piotrowski
Maciej Szwałd
Judyta Wesołowska

Konferencja organizowana przez
Radę Doktorantów Politechniki Warszawskiej,
ul. Polna 50 pok. 601, 00-644 Warszawa,
tel. 0-22 234 58 21, fax. 0-22 234 58 22,
e-mail: doktoranci@samorzad.pw.edu.pl
<http://konferencja.doktoranci.pw.edu.pl>

Ochrona korytarzy ekologicznych przy inwestycjach drogowych – teoria i praktyka

Abstrakt

Ochrona korytarzy ekologicznych jest ważnym elementem ochrony przyrody. Jednym ze sposobów zachowania ich ciągłości jest budowa przejść dla zwierząt w miejscach przecięcia z drogami o dużym natężeniu ruchu. Grupami zwierząt, dla których najczęściej buduje się przejścia, są ssaki i płazy.

W pracy omówiono błędy popełniane w trakcie budowy przejść (niewłaściwa lokalizacja i wymiary, nieodpowiednie zagospodarowanie terenu, niewłaściwy montaż siatki naprowadzającej). Zwrócono także uwagę na konieczność ściślejszej współpracy między projektantami a przyrodnikami oraz na potrzebę opracowania nowoczesnego podręcznika zajmującego się kompleksowo tym zagadnieniem.

Wstęp

Korytarze ekologiczne to struktury przyrodnicze, będące obiektem badań głównie dwóch dziedzin nauki: ekologii zwierząt oraz ekologii krajobrazu (geoekologii). W ekologii zwierząt „korytarz” rozumiany jest on jako szlak migracji gatunków, natomiast w ekologii krajobrazu pojęcie to traktowane jest szerzej. „Korytarz ekologiczny” definiowany jest jako pas terenu (relatywnie wąski), różniący się od otaczającego tła [1]. Takie rozumienie terminu wynika z modelu płatów i korytarzy [2].

W planowaniu przestrzennym wyznacza się korytarze ekologiczne, które są połączeniem obu wspomnianych koncepcji. Są to zazwyczaj pasy naturalnej lub półnaturalnej roślinności, pośród silnie przekształconego przez człowieka środowiska, łączące ze sobą obszary o dużych walorach przyrodniczych. Na obszarach tych występuje zagęszczenie szlaków

¹ Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Zakład Geoekologii, ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa, e-mail: a.gerlee@uw.edu.pl.

migracji gatunków roślin i zwierząt. Zagadnienie wyznaczania i ochrony korytarzy ekologicznych jest od lat 80. ubiegłego stulecia przedmiotem wielu badań i publikacji [3–6].

Obowiązek ochrony korytarzy ekologicznych wynika z zapisów Dyrektywy Siedliskowej, mówiących o konieczności zachowania spójności sieci Natura 2000. W 2005 r. Ministerstwo Środowiska zleciło wykonanie projektu korytarzy ekologicznych, łączących obszary Natura 2000 [7] i obecnie zaleca korzystania z tego opracowania przy ocenach oddziaływania na środowisko².

Korytarze ekologiczne (migracyjne) chroni się przy inwestycjach drogowych poprzez budowę przejść dla zwierząt. Są to obiekty kosztowne i dlatego ważne jest prawidłowe ich zaprojektowanie oraz wykonanie. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie specyfiki oddziaływania dróg na zwierzęta oraz wskazanie błędów popełnianych przy budowie przeznaczonych dla nich przejść.

Wpływ dróg na faunę

Drogi przecinające szlaki migracji stanowią duże zagrożenie dla zwierząt zarówno poprzez oddziaływania pośrednie, jak i bezpośrednie. Znaczenie poszczególnych rodzajów oddziaływań jest różne dla różnych grup zwierząt. Zakres niniejszego artykułu ograniczony jest do dwóch grup: ssaków i płazów, gdyż przejścia są najczęściej budowane właśnie dla nich.

W przypadku ssaków oraz płazów najistotniejsze są dwa oddziaływania śmiertelność na drodze oraz izolacja populacji wynikająca z fragmentacji środowiska. Zasadniczym czynnikiem wpływającym na rodzaj i wielkość oddziaływania jest natężenie ruchu drogowego. Zależności te przedstawia rys. 1.

Wspomniane prawidłowości nie dotyczą jednak płazów. Charakteryzują się one brakiem reakcji na ruch samochodów oraz stosunkowo wolnym poruszaniem się. Cechy te, a także masowość wędrówek, sprawiają że płazy są grupą zwierząt, najliczniej ginących na drogach [9, 10].

Ochrona korytarzy ekologicznych przy inwestycjach drogowych w Polsce

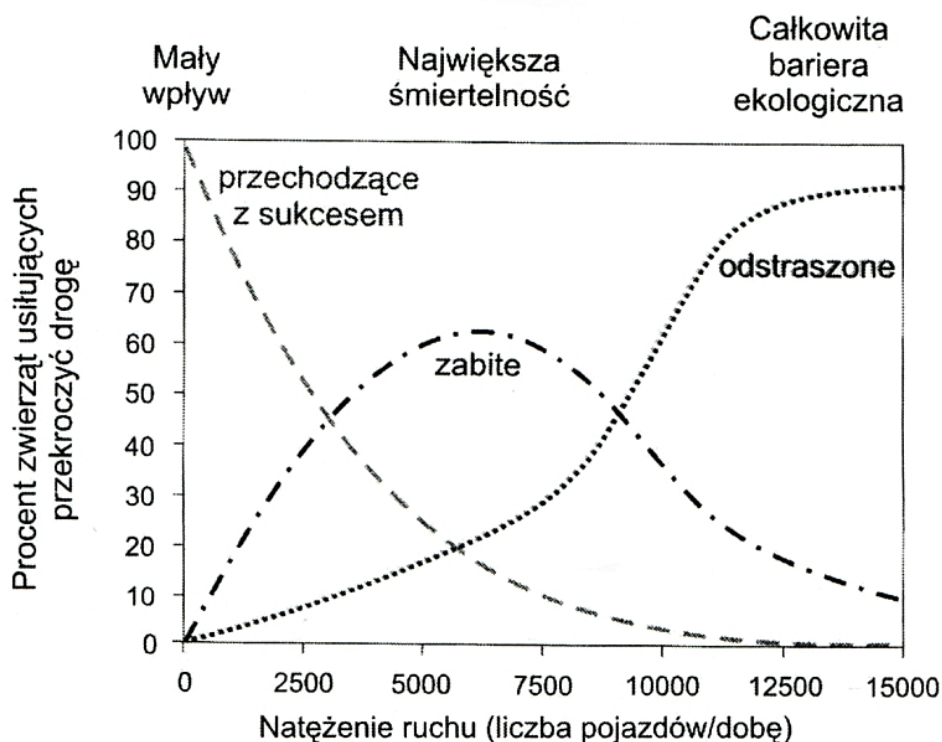
Na skuteczność funkcjonowania przejść dla zwierząt wpływa kilka czynników, które należy uwzględnić zarówno na etapie projektowania, budowania, jak i użytkowania. Są to przede wszystkim [8]:

- właściwa lokalizacja przejścia (propozycję procedury ustalania rozmieszczenia przejść można znaleźć u Kurka [11]);
- odpowiednie zagęszczenie obiektów (adekwatne do rangi ekologicznej obszaru);
- właściwe dobranie typu i parametrów przejścia (w tym zachowanie odpowiedniego współczynnika ciasnoty³ w przypadku przejść dolnych);
- zróżnicowanie typów przejść znajdujących się w sąsiedztwie (aby gatunki o różnych wymaganiach mogły przekraczać barierę);
- właściwe zagospodarowanie terenu wokół oraz w obrębie przejścia i najścia (odpowiednie nasadzenia naprowadzające, ochrona przed hałasem i penetracją ludzi).

Obecnie oficjalnym materiałem pomocniczym dla osób projektujących przejścia dla zwierząt, wydanym przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad, jest Katalog drogowych urządzeń ochrony środowiska [12]. Niestety podane tam minimalne parametry

² Mapa korytarzy znajduje się na oficjalnym serwisie internetowym dotyczącym sieci Natura 2000 (<http://natura2000.mos.gov.pl/natura2000/pl>). Należy odnaleźć tam interaktywną mapę obszarów Natura 2000 i zaznaczyć opcję wyświetlenia korytarzy ekologicznych.

³ Współczynnik względnej ciasnoty (c) = szerokość * wysokość / długość przejścia.



Rys. 1. Wpływ natężenia ruchu drogowego na skuteczność prób przekraczania dróg przez ssaki oraz na śmiertelność zwierząt na drogach; źródło: [8].

większości przejść są niewystarczające dla ich prawidłowego funkcjonowania. W tabeli nr 1 zestawiono zalecane przez naukowców [8] minimalne parametry, oparte na wynikach badań z różnych krajów i te, które zostały umieszczone w Katalogu [12].

We wspomnianym Katalogu [12] nie znajdziemy żadnych wytycznych dotyczących zagęszczenia przejść; brak jest również wskazówek w sprawie zagospodarowania przestrzeni, sposobów wykończenia przejścia, prawidłowego grodzenia i ustawienia ekranów akustycznych. Porównując to opracowanie z poradnikiem zamieszczonym w serwisie internetowym przez brytyjską Highway Agency [13], należy stwierdzić, że wypada ono bardzo słabo.

Skutkiem braku odpowiednich wytycznych jest powstawanie w Polsce obiektów, które potencjalnie mogłyby pełnić funkcje przejść dla zwierząt, ale ze względu na szczegóły konstrukcyjne lub sposób zagospodarowania przestrzeni nie nadają się do tego celu. Przykładem są mosty, które mogą stanowić doskonałe przejście dla zwierząt, o ile zostaną poszerzone tak, aby z jednej lub z obu stron cieku pozostał pas brzegu powyżej poziomu zalewu. Istotne jest także zachowanie możliwie naturalnego koryta cieku.

W celu umocnienia brzegów można wykorzystać faszynę, narzut kamienny przysypany ziemią z sadzonkami wierzby lub maty złożone z pędów wierzby, drutu i palików mocujących (tzw. brzegosłon wierzbowy) [14]. W przypadku przejazdów drogowych (wiaduktów) ważne jest zachowanie pasa naturalnej roślinności wzdłuż drogi oraz zastosowanie naturalnej nawierzchni.

Tabela 1. Wymiary przejść dla poszczególnych grup zwierząt zalecane przez naukowców oraz w opracowaniu GDDKiA; źródło: opracowanie własne na podstawie [11] oraz [20]

Rodzaj przejścia		Najważniejsze zwierzęta, dla których jest przeznaczony przejście	Zalecane parametry przejść. Czcionką pogrubioną wg Jędrzejewskiego i in. [8], kursywą – wg GDDKiA [12]				Minimalne wymagania dla największych zwierząt korzystających z danego typu przejścia
			szerokość	wysokość	współ. ciasnoty	inne	
Przejścia górne nad drogą	Mosty krajobrazowe	łoś, żubr, jeleń, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź	> 80 m („mosty biol. > 50m, „mosty ekol.” > kilkadziesiąt metrów)	–	–	nachylenie < 15°	żubr, łoś – 50 m szer. , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 40 m szer. , sarna, dzik, borsuk, lis – 25 m szer.
	Zielone mosty	łoś, jeleń, dzik, sarna, wilk, niedźwiedź	> 35 m (dziki > 7 m, sarny > 10 m, jelenie > 12 m, „przejście regionalne” > 25 m)	–	–	nachylenie < 15° dług/szer > 0,8	
Przejścia dolne pod mostami i wiaduktami	Przejścia pod wiaduktami (estakadami)	łoś, żubr, jeleń, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź	> 20 m	> 5 m	–	–	żubr, łoś – 20 m szer. × 6 m wys. , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15 m szer. × 5 m wys.
	Przejścia pod poszerzonymi mostami nad ciekami do 3 m szerokości	jeleń, sarna, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź	> 5 m	> 3,5 m	–	–	łoś, żubr – 20 m szer. × 5 m wys. , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 10 m szer. × 4 m wys. , sarna, dzik, borsuk, lis – 6 m szer. × 3,5 m wys. , łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzonia, owadożerne, wydra, bóbr – 4 m szer. × 1,5 m wys. Szer. liczona poza lustrem wody łącznie po obu stronach cieku!
	Przejścia pod poszerzonymi mostami nad większymi rzekami	łoś, żubr, jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź, sarna, dzik	> 10 m	> 5 m	–	–	
Przejścia dolne – tunele	Przejścia dolne (tunele) duże	jeleń, sarna, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź, zając, łoś	> 15 m (4 m)	> 3,5 m (sarna – 3,5 m, jeleń – 4 m)	> 1,5 (> 1,5)	–	łoś, żubr – 18 m szer. × 4 m wys. , jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź – 15 m szer. × 3,5 m wys. , sarna, dzik, borsuk, lis – 6 m szer. × 2,5 m wys. , łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzonia, owadożerne – 2 m szer. × 1 m wys. , wydra, bóbr – 2 m szer. × 1,5 m wys. , płazy – 1,5 m szer. × 1 m wys. Ostateczne wymiary należy obliczyć uwzględniając współczynnik ciasnoty!
	Przejścia dolne (tunele) średnie	sarna, dzik, ryś, wilk, jeleń	> 6 m (4 m)	2,5–3,5 m (2,5 m)	> 0,7 (> 1,5)	–	
	Przejścia dolne (tunele) małe	borsuk, lis, kuna, łasica, wydra, gronostaj, tchórz, gryzonia, ssaki owadożerne, płazy	> 2 m (1 m)	> 1 m (1 m)	> 0,07 (brak)	–	
Przejścia dolne – przepusty	Zmodyfikowane przepusty	wydra, tchórz, łasica, gronostaj, gryzonia, płazy	> 2 m	> 1,5 m	–	–	łasica, gronostaj, tchórz, kuny, gryzonia, owadożerne – 2 m szer. × 1,5 m wys. , wydra, bóbr – 2 m szer. × 1,5 m wys. , płazy – 2 m szer. × 1,5 m wys.
	Przejścia dla płazów	płazy, gryzonia, łasica, gronostaj	1,5 m (0,4 m)	1 m (0,3–0,4 m)	–	(lub średn. 0,4 m)	płazy – 1,5 m szer. × 1 m wys.

Błędy popełniane przy projektowaniu i budowie przejść dla zwierząt przy inwestycjach drogowych w Polsce

Na podstawie literatury [8, 15, 16], własnych obserwacji podczas wizji terenowych, dyskusji podczas konferencji oraz informacji ustnych⁴, wyróżniono trzy grupy błędów popełnianych przy budowie przejść dla zwierząt. Są one związane z:

1. niewłaściwą lokalizacją lub parametrami przejścia (szerokość, wysokość, współczynnik ciasnoty itp.);
2. nieprawidłowym zaplanowaniem przestrzeni wokół przejścia oraz w jego obrębie;
3. niewłaściwym montażem lub wykończeniem niektórych elementów przejść oraz związanej z nim infrastruktury.

Ad. 1. Odpowiednia lokalizacja i właściwe parametry przejścia są kluczowymi czynnikami wpływającymi na jego prawidłowe funkcjonowanie. Przy przejściach górnych, poza szerokością i długością, bardzo ważnym parametrem jest stosunek tych dwóch wartości, który nie może być mniejszy niż 0,8 (patrz tabela 1). Nachylenie powierzchni przejścia nie powinno przekraczać 10–15%, aby zwierzęta widziały czubki drzew znajdujących się po drugiej stronie obiektu. Kształt najścia na przejście powinien być lejkowaty (w rzucie pionowym) i możliwie jak najmniej stromy.

Lokalizacja przejścia w odległości mniejszej niż 200 m od granicy oświetlenia dróg, skrzyżowań, parkingów, miejsc obsługi podróżnych itp. mija się z celem, gdyż bardziej płochliwe zwierzęta nie będą korzystały z takiego obiektu. Zagęszczenie przejść powinno zależeć od gatunków, którym mają służyć oraz rangi siedliska, przez które przebiega droga. Ostateczna lokalizacja przejścia powinna być ustalona po wizji terenowej i uwzględnić lokalne warunki (ukształtowanie terenu, obecność cieków, pasów roślinności itp.) [8, 15].

Należy pamiętać, że płazy nie są w stanie korzystać z instalowanych dla małych ssaków tzw. suchych półek. Istotny jest dla nich także przekrój tuneli – wymagają płaskiego i szerokiego dna. Zastosowanie przekroju okrągłego powoduje, iż płazy próbują wspinać się po pochyłych ściankach, co znacznie spowalnia wędrówkę oraz powoduje niepotrzebne zużycie energii. Wymagają one także systemu płotków naprowadzających [16].

Ad. 2. W otoczeniu przejścia konieczne jest maksymalne ukrycie „elementów obcych” w krajobrazie, których obecność odstrasza zwierzęta. Należy w tym celu zadbać szczególnie o odpowiednie nasadzenia roślinności naprowadzającej oraz osłaniającej. Powierzchnia przejść powinna zapewniać dogodne miejsca dla ukrycia się dla małych ssaków, a także utrudniać penetrację ludziom. W tym celu stosuje się najczęściej głązy lub karpy i pnie drzew wyciętych podczas robót. Konieczna jest też izolacja przechodzących zwierząt od światła i hałasu pojazdów za pomocą ekranów akustycznych [8, 15].

Ważne jest, aby ekrany ustawione wzdłuż ciągów naprowadzających na przejścia nie miały przerw powodujących podwyższony poziom hałasu. Błąd taki skutkuje płoszeniem zwierzyny, która idąc w kierunku przejścia, nagle przestaje być osłonięta przed hałasem z drogi. Ekrany nie mogą być również ustawione w sposób, który zmusza zwierzę idące wzdłuż nich do obejścia jakiejś przeszkody w celu dostania się na przejście. Poważnym błędem jest również brak ciągłości między ekranami akustycznymi a siatką naprowadzającą.

⁴ Od Rafała Kurka i Radosława Ślusarczyka – członków Stowarzyszenia Pracownia na rzecz Wszystkich Istot (<http://www.pracownia.org.pl/>), zajmującego się m.in. ochroną korytarzy ekologicznych.

Ad. 3. W przypadku przejść dolnych dużym błędem jest prowadzenie ogrodzenia do górnej krawędzi mostu (do granicy jezdni), a nie do samego przejścia. Skutkować to może, mimo stromego nasypu, wkraczaniem zwierzyny na drogę. Konsekwencją takiego ustawienia siatki jest też często poprowadzenie jej w poprzek rowu odwadniającego, co skutkuje powstaniem pod siatką dużego przejścia. Dodatkowo utrudnia to zwierzętom, idącym wzdłuż ogrodzenia, odnalezienie właściwego przejścia. Zdarza się również, że w przypadku nierówności terenu lub nieprawidłowego (niestarannego) naciągnięcia siatki prowadzonej w górę nasypu, powstaje spora szczelina, przez którą mniejsze zwierzęta, takie jak lis lub zając, spokojnie przechodzą na drugą stronę.

Podsumowanie i wnioski

Rozbudowa sieci drogowej w Polsce, zwłaszcza dróg ekspresowych i autostrad, powoduje zwiększanie fragmentacji oraz silniejszą izolację poszczególnych płatów środowiska. W celu zapobiegania negatywnym efektom tych oddziaływań wyznaczona została sieć korytarzy ekologicznych, czyli obszarów, których ciągłość podlega szczególnej ochronie. Ochrona korytarzy przy inwestycjach drogowych polega na budowie różnego typu przejść i tzw. mostów krajobrazowych, umożliwiających przemieszczanie się gatunków roślin i zwierząt. W Polsce praktyka w tym zakresie pozostawia jeszcze wiele do życzenia. Brakuje także podręcznika, zawierającego wytyczne na temat sposobów ochrony różnych grup fauny przy inwestycjach drogowych oraz opis służących temu, konkretnych rozwiązań technicznych.

Konieczna wydaje się ściślejsza współpraca na wszystkich etapach inwestycji między projektantami, inżynierami a przyrodnikami, znającymi wymagania poszczególnych gatunków zwierząt. Prowadzi ona do wspólnego celu – stworzenia obiektów, które dobrze będą pełniły swoją funkcję.

Bibliografia

- [1] A. Richling, J. Solon, *Ekologia krajobrazu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- [2] R.T.T. Forman, M. Godron, *Patches and structural components for a landscape ecology*, „*Bio-Science*” 31, 1981, pp. 733–740.
- [3] R.T.T. Forman, *Corridors in a landscape: their ecological structure and function*, „*Ekologia CSSR*” 2 (4), 1983, pp. 375–387.
- [4] R.T.T. Forman, *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions*, Cambridge University Press, Cambridge 1995.
- [5] A.F. Bennett, *Linkages in the Landscape: the Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K 2003.
- [6] P. Wolski, *Projektowanie połączeń krajobrazowych o funkcjach biologicznych*, [w:] *Płaty i korytarze jako elementy struktury krajobrazu*, pod red. A. Cieszewskiej, „*Problemy Ekologii Krajobrazu*”, t. XIV, 2004, s. 64–76.
- [7] W. Jędrzejewski, S. Nowak, K. Stachura, M. Skierczyński, R.W. Mysłajek, K. Niedziałkowski, B. Jędrzejewska, J.M. Wójcik, H. Zalewska, M. Pilot, *Projekt korytarzy ekologicznych łączących Europejską sieć Natura 2000 w Polsce*, opracowanie wykonane dla Ministerstwa Środowiska w ramach realizacji programu Phare PL0105.02., Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża 2005.

- [8] W. Jędrzejewski, S. Nowak, R. Kurek, R.W. Mysłajek, K. Stachura, B. Zawadzka, *Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populacje dzikich zwierząt*, wyd. II, Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża 2006.
- [9] M. Bartoszewicz, *Śmiertelność kręgowców na szosie graniczącej z rezerwatem przyrody Słońsk*, „Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody” 16 (4), Białowieża 1997, s. 59–69.
- [10] B. Najbar, A. Najbar, E. Szuszkiewicz, *Śmiertelność wybranych grup kręgowców na drogach w rejonie Zielonej Góry*, „Chrońmy Przyrodę Ojczystą” 62 (6), 2006, s. 56–66.
- [11] R. Kurek, *Optymalny model postępowania przy ustalaniu lokalizacji przejść dla zwierząt*, [w:] *Ochrona dziko żyjących zwierząt przy inwestycjach drogowych w Polsce*, pod red. R. Kurka, Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, Bystra 2007.
- [12] *Katalog drogowych urządzeń ochrony środowiska*, załącznik do Zarządzenia Nr 58 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 19 kwietnia 2002 r., GDDKiA, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2002.
- [13] *Design manual for roads and bridges*, vol. 10: *Environmental design and management*, section 4: *Nature conservation*, Highway Agency, The Stationery Office, London 2001, <http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/vol10/section4.htm> z 31 stycznia 1981 r.
- [14] W. Begemann, H.M. Schiechl, *Inżynieria ekologiczna w budownictwie wodnym i ziemnym*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1999.
- [15] *Ochrona dziko żyjących zwierząt przy inwestycjach drogowych w Polsce*, pod red. R. Kurka, Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, Bystra 2007, <http://www.pracownia.org.pl/data/ochronadzikozyjacychcalosc.pdf>
- [16] M. Rybacki, *Metody ochrony szlaków migracji płazów*, „Przegląd Przyrodniczy”, R. XIII (3), 2002, s. 77–86.