

Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej – cz. 18



prof. UZ dr hab. inż. ADAM WYSOKOWSKI, kierownik Zakładu Dróg i Mostów, Uniwersytet Zielonogórski

mgr inż. JERZY HOWIS, konstruktor, Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o., Żmigród

Zrównoważony rozwój infrastruktury komunikacyjnej uwzględnia zagadnienia związane z ekologią. Z tego powodu nieodzowna staje się realizacja wielu przejść dla zwierząt pod lub nad budowanymi drogami kołowymi i liniami kolejowymi. Dotyczy to również prac przy modernizacji dróg komunikacyjnych. Z uwagi na złożoność tych obiektów pod względem technicznych rozwiązań funkcjonalnych, jak też interdyscyplinarność tego zagadnienia konieczne jest, zdaniem autorów, wydanie odpowiednich *Zaleceń do projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt*, które w sposób jednoznaczny uporządkowałyby wszystkie kwestie związane z tymi obiektami.

Konieczność wydania *Zaleceń* podnoszona jest przez autorów od wielu lat. Wynika to chociażby z własnych doświadczeń autora z koordynacji i wdrożenia Systemu Gospodarki Mostowej.

Z uwagi na wspomnianą interdyscyplinarność problemu powinny być one opracowane przez specjalistów ze wszystkich zainteresowanych dziedzin, np. konstruktorów, administratorów i ekologów, a następnie – przed ich ostatecznym wdrożeniem – zatwierdzone przez wszystkie zainteresowane tym tematem strony.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie proponowanych zagadnień, koniecznych do uwzględnienia w przedmiotowych *Zaleceniach* i przykładowego sposobu ich rozwiązania.

Wprowadzenie

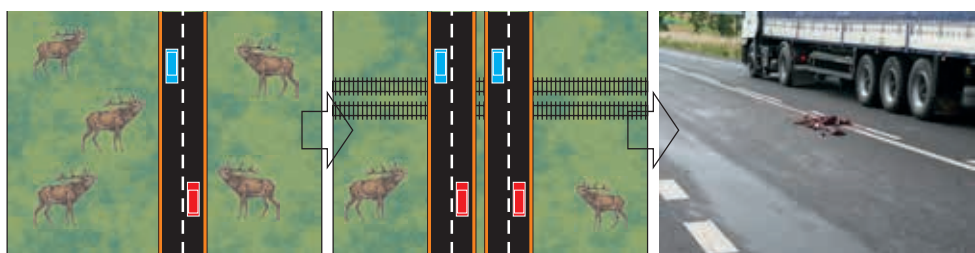
Jak ogólnie wiadomo, budowa nowych ciągów infrastruktury komunikacyjnej, obejmująca tak nam wszystkim potrzebne drogi kołowe i kolejowe, stanowi niezaprzeczalną ingerencję w przestrzeń przyrodniczą. Wzrost intensywności ruchu, a także przystosowywanie dróg kołowych i linii kolejowych do osiągania przez pojazdy coraz większych prędkości wiąże się z koniecznością wydzielenia tych linii komunikacyjnych, co ma znaczący wpływ na fragmentację terenu [2, 3, 16]. Szczególnie jest to istotne w przypadku autostrad i dróg szybkiego ruchu, a także kolei dużych prędkości, gdzie przejścia dla zwierząt są ich nieodłącznym elementem. Uniemożliwia to faunie prawidłowe funkcjonowanie w obrębie ekosystemów (fotografie zamieszczone na rycinie 1).

Udokumentowany w wielu publikacjach efekt barierowy oraz nasilona śmiertelność zwierząt stanowią poważny problem dla dalszego rozwoju infrastruktury transportowej [14, 15]. Ilustrację wpływu budowy nowych ciągów infrastruktury komunikacyjnej na ogólną charakterystykę efektu barierowego w funkcjonowaniu ekosystemu ilustruje schemat zamieszczony na rycinie 2.



Ryc. 1. Przykłady ekosystemów, w które może ingerować rozwój infrastruktury komunikacyjnej

Stosowane obecnie urządzenia ochrony środowiska, w tym budowa ekologicznych przejść dla zwierząt, stanowią dużą szansę na minimalizację negatywnych skutków oddziaływania sieci infrastruktury komunikacyjnej na świat dzikich zwierząt. Zagadnienie to dobrze ilustruje zdjęcie fotograficzne zamieszczone na rycinie 3 nowo wybudowanego przejścia dla zwierząt nad autostradą w okolicy Calgary



Ryc. 2. Schemat efektu barierowego w funkcjonowaniu ekosystemu



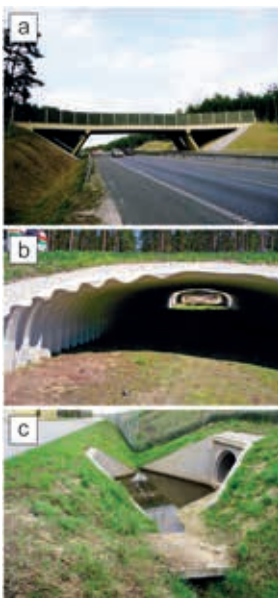
Rys. 3. Przykład przejścia dla zwierząt nad autostradą w okolicy Calgary (Kanada) dla dziko żyjących niedźwiedzi, fot. Z. Juskiewicz

(Kanada) z głównym przeznaczeniem dla popularnych tam dziko żyjących niedźwiedzi.

Jednakże należy zauważyć, że ta istotna i o dużym znaczeniu także ekonomicznym problematyka przejść dla zwierząt w budownictwie komunikacyjnym w naszym kraju jest w dalszym ciągu nie do końca uporządkowana. Dotyczy to jednolitych dokumentów z zakresu studium wykonalności, projektowania, budowy i utrzymania, a także ewidencjonowania tych obiektów.

Dostępne opracowania literaturowe, specjalistyczne poradniki techniczne, a także dokumenty prawne nie zawierają spójnych wytycznych do konstruowania takich obiektów z uwzględnieniem całego spektrum ważnych czynników. Brak jednoznaczności dotyczy przede wszystkim głównych parametrów geometrycznych przejść, ich funkcji, jak również wyposażenia i rozwiązań materiałowych, a także technologii ich wykonania i późniejszego utrzymania. Włączony powinien być tu również element monitoringu.

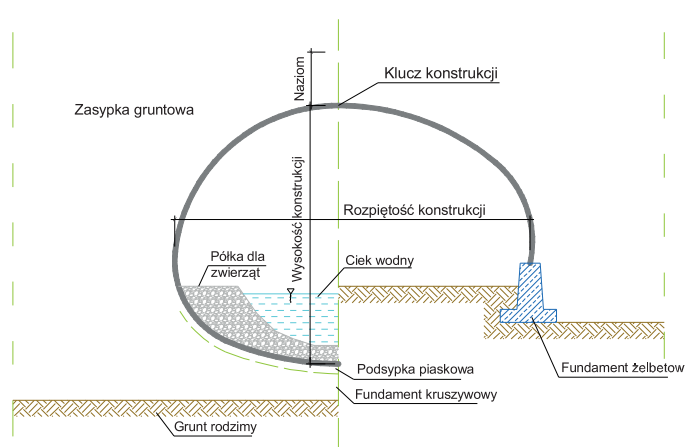
Konstruowanie i budowa przejść dla zwierząt



Ryc. 4. Przykładowa ilustracja trzech zrealizowanych w naszym kraju typów przejść dla zwierząt: a) duże przejście górne nad drogą ekspresową, b) średnie przejście dolne pod drogą, c) małe, zespolone przejście dolne pod drogą ekspresową

Jak już wspomniano we wstępie, zagadnienia związane z realizacją szeroko rozumianych przejść dla zwierząt obejmują wiele interdyscyplinarnych zagadnień, nie tylko technicznych. Dotyczy to zarówno spraw związanych z ekologią, funkcjonalnością tych obiektów, zagadnieniami konstrukcyjnymi, ale również ich ekonomią.

Z uwagi na optymalną realizację tego typu konstrukcji konieczne jest uwzględnienie tych wszystkich złożonych zagadnień. Zdaniem autorów, prawidłowo zaprojektowane i zrealizowane obiekty powinny skupiać się nie tylko na rozwiązaniach konstrukcyjno-materiałowych i rozwiązaniach poprawnych pod względem ekologicznym. Ważnym aspektem jest również funkcjonalność użytkowa i ekonomika tych specyficznych obiektów. Np. dopracowano się już pewnych typowych rozwiązań pod względem konstrukcyjno-materiałowym, które jednak nie do końca zapewniają ich funkcjonalność ekologiczną,



Ryc. 5. Przykład dowolności rozwiązań półek dla zwierząt w przejściu zespolonym

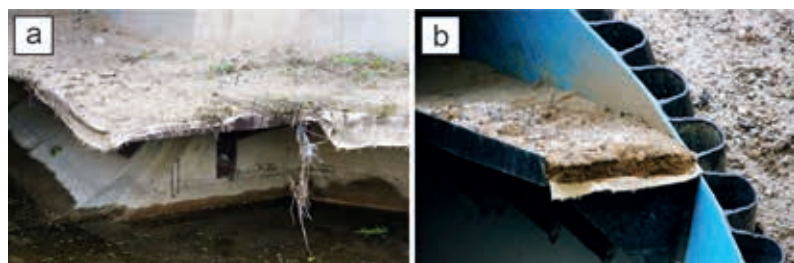
a także opracowano typowe rozwiązania obejmują potrzeby ekologiczne, które nie obejmują jednak zagadnień trwałości tych konstrukcji i ich utrzymania. Opisano to we wcześniej wydanych pozycjach literaturowych [2, 3, 8].

Przykład trzech typów przejść dla zwierząt pod względem używanej zwyczajowo klasyfikacji gabarytowej pokazano na zdjęciach fotograficznych zamieszczonych na rycinie 4.

Przykład stosowania różnych rozwiązań półek dla zwierząt w przejściu zespolonym pokazano na rycinie 5.

Rycina 6 ilustruje częste w praktyce inżynierskiej wadliwe zaprojektowanie lub wykonanie elementów wyposażenia przejść dla zwierząt, w tym przypadku dla półek dla zwierząt.

Podobny brak ujednoczenia występuje w stosowanych materiałach do budowy konstrukcji przejść dla zwierząt. Na rycinie 7 zestawiono przykładową gamę materiałów stosowanych do budowy konstrukcji przejść dolnych metodą wykopu otwartego [20], natomiast w tabeli 1 pokazano typowe materiały stosowane do budowy przejść dla zwierząt w technologii bezwykopowej [6, 7, 9, 13, 20].



Ryc. 6. Przykłady wad konstrukcyjnych półek dla zwierząt: a) brak właściwego wykończenia nawierzchni na półce, b) brak zejścia / wejścia na półkę na zakończeniu konstrukcji przejścia pod linią kolejową

Jak już wcześniej wspomniano, istnieje szeroka gama różnych rozwiązań konstrukcji przejść, stosowanych w praktyce w zależności od potrzeb ekologicznych, którym mają one służyć. Potrzebom tym muszą odpowiadać optymalnie zaprojektowane konstrukcje. Dobrym przykładem tego stanu rzeczy są specjalistyczne bramownice dla nietoperzy. Dla ich funkcjonalności



Ryc. 7. Przykładowe materiały stosowane do budowy dolnych przejść dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej: a) cegła, b) beton i żelbet, c) kamionka, d) tworzywa sztuczne (PE, PEHD), e) materiały kompozytowe (GRP), f) blachy faliste

Zalecenia do projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt

Tab. 1. Najczęściej stosowane materiały do budowy przepustów i przejść dla zwierząt metodami bezwykopowymi

MATERIAŁY STOSOWANE DO BUDOWY KONSTRUKCJI DOLNYCH PRZEJŚĆ DLA ZWIERZĄT METODAMI BEZWYKOPOWYMI		
1.	Beton, beton sprężony, żelbet	
2.	Polimerobeton	
3.	Kamionka	
4.	Polimery zbrojone włóknem szklanym (Glass Reinforced Polymer)	

bardzo ważne jest, aby ich konstrukcja spełniała wysoko postawione wymagania – tak konstrukcyjne (rozpiętość, gabaryty i trwałość), użytkowe (drgania, hałas), jak i funkcjonalne (spełnienie wymagań ekologicznych). Z uwagi na ich rozpiętość, powtarzalność tych rozwiązań i koszt takich konstrukcji z pewnością wskazane jest, aby wytyczne do ich projektowania, wykonywania i utrzymania znalazły się w stosownych *Zaleceniach*.

Przykład takiej konstrukcji, obrazujący jej gabaryty

i szczegóły konstrukcyjne, pokazują zdjęcia fotograficzne zamieszczone na rycinach 8 i 9.

Już chociażby wspomniane wyżej w tym punkcie zagadnienia obrazują potrzebę uporządkowania problemu z uwagi na jego znaczenie merytoryczne i finansowe. Jest to istotne ze względu na dużą liczbę obecnie realizowanych, jak również wchodzących do eksploatacji obiektów (przejść dla zwierząt) w ciągach drogowych i liniach kolejowych.

Zalecenia do projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt

Jak już wspomniano we wcześniejszej części artykułu, biorąc pod uwagę istotę przedmiotowej problematyki konieczne staje się wydanie i wdrożenie ujednoczonych *Zaleceń do projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt*, które w sposób jednoznaczny uporządkowałyby całościowo kwestie związane z tymi obiektami, uwzględniając ich charakterystykę, funkcjonalność, elementy składowe i wyposażenie.

Przykład typowych elementów składowych konstrukcji dolnych przejść dla zwierząt, opublikowany we wcześniejszych referatach i artykułach [8, 10, 11, 12], przedstawiono na rycinie 10.

Zalecenia takie, opracowywane przez szeroką grupę interdyscyplinarnych specjalistów: konstruktorów, biologów, specjalistów z zakresu ochrony środowiska, jak i inwestorów, z pewnością przyczynią się do minimalizacji problemu wypadkowości na szlakach komunikacyjnych, wskazując optymalne rozwiązania tego typu konstrukcji z uwzględnieniem właściwych potrzeb ekosystemu. Z punktu widzenia aspektu ekonomicznego realizacji przedsięwzięć komunikacyjnych jest to bardzo istotne.



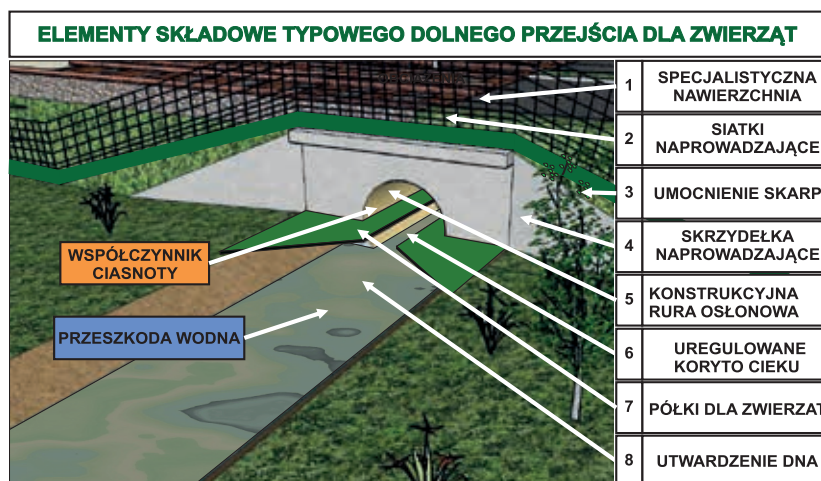
Ryc. 8. Przykład typowej konstrukcji bramownicy dla nietoperzy usytuowanej nad autostradą



Ryc. 9. Elementy rozwiązań konstrukcyjnych bramownicy dla nietoperzy: a) szczegół głównego dźwigara kratowego i jego połączeń montażowych, b) widok podpory i schematu statycznego ramownicy

Zasadniczym celem takiego opracowania byłoby ujednoczenie kwestii związanych z budową przejść dla zwierząt w zakresie ekologicznym, funkcjonalnym, konstrukcyjnym i ekonomicznym.

Nie bez znaczenia jest również kwestia prawidłowego ewidencjonowania przedmiotowych obiektów, których liczba stale rośnie, zarówno w ciągu dróg kołowych, jak i kolejowych. Spójny system ewidencji przejść dla zwierząt, które z oczywistych względów stanowią obiekt inżynierski usytuowany w ciągu linii komunikacyjnej, pozwoliłyby na optymalne zarządzanie tymi obiektami. Umożliwi to pełny monitoring efektywności tych budowli oraz ich stanu technicznego, tak jak ma to miejsce w przypadku drogowych i kolejowych obiektów mostowych (System Gospodarki Mostowej SGM, SMOK). Konstrukcje przejść dla zwierząt, które są obecnie budowane, będą musiały siłą rzeczy być utrzymywane i remontowane i dla efektywności m.in. ekonomicznej tych procesów konieczne jest sukcesywne gromadzenie odpowiednich danych. Na podstawie



Ryc. 10. Przykład typowych elementów składowych konstrukcji dolnych przejść dla zwierząt

zgrupowanych informacji można wyciągać wnioski, np. na temat potrzeby ich przebudowy bądź rozbudowy.

Proponowaną zawartość opracowywanych obecnie pod kierunkiem autorów przedmiotowych *Zaleceń* zestawiono w tabeli 2.

Ponadto bardzo istotną kwestią jest zagadnienie związane z prawidłową lokalizacją przejść dla zwierząt w ciągu linii komunikacyjnych. Wymaga to interdyscyplinarnych uzgodnień pomiędzy ekologami, inwestorami oraz konstruktorami, mających na celu optymalizację przyjmowanych rozwiązań. Dotyczy to również optymalnych rozwiązań technologiczno-materiałowych wykonania przedmiotowych konstrukcji [1, 4, 5].

W przypadku istniejących konstrukcji przepustów, które wymagają adaptacji (funkcja zespolona) lub przekwalifikowania na przejścia dla zwierząt, istnieje konieczność odpowiedniego doboru elementów ich wyposażenia [8, 9]. Dotyczy to zarówno elementów ułatwiających migrację fauny, np. półek dla zwierząt, naświetli, jak również elementów towarzyszących, m.in. systemów naprowadzania, odpowiedniego ukształtowania terenu oraz umocnienia w obrębie najść na przejścia [10].

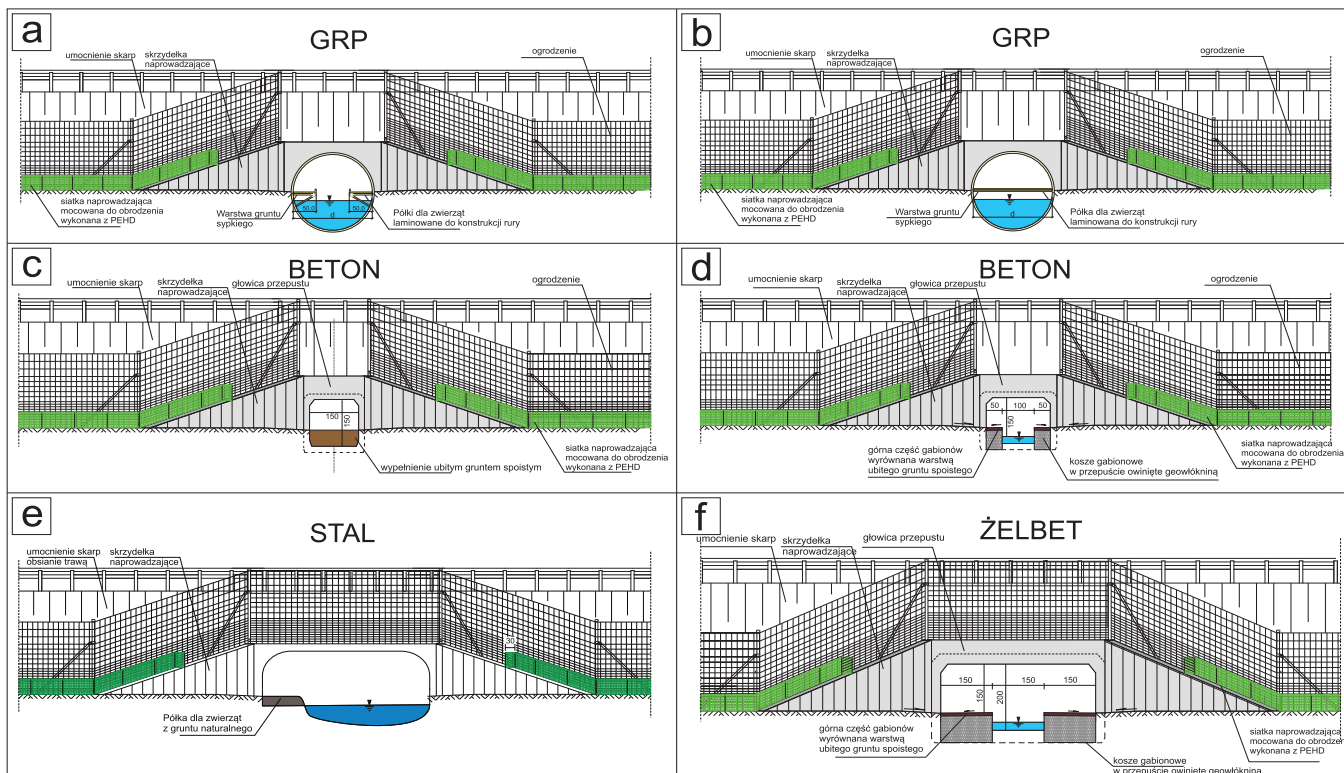
Na rycinie 11 przedstawiono przykład autorskiej klasyfikacji rodzajów wspomnianych półek dla herpetofauny i małych ssaków dla różnych rozwiązań materiałowych, opracowanych przez autorów na potrzeby przedmiotowych *Zaleceń*.

Kolejnym ważnym tematem związanym bezpośrednio z wyborem optymalnej technologii wykonania przejścia dla zwierząt są zagadnienia ekonomiczne. Rodzaj wybranej technologii wiąże się bezpośrednio z kosztem wykonania konstrukcji, a następnie jej utrzymania. Dotyczy to głównie konstrukcji dolnych przejść dla zwierząt wykonywanych w nasypie linii komunikacyjnych (modernizowanych dróg kołowych i kolejowych).

Tab. 2. Zagadnienia zawarte w opracowywanych obecnie *Zaleceniach* przejść dla zwierząt

PROBLEMATYKA ZAWARTA W ZALECENIACH	
1.	Ogólna charakterystyka problemu
2.	Klasyfikacja przejść dla zwierząt
3.	Zbiór podstaw prawnych ochrony zwierząt w zasięgu oddziaływania szlaku komunikacyjnego
4.	Wybór rodzaju przejścia i zasady lokalizowania przejść w terenie
5.	Skład dokumentacji projektowej przejść dla zwierząt
6.	Wymiarowanie, konstrukcje przejść i materiały do budowy
7.	Ukształtowanie i warunki funkcjonowania przejść
8.	Sposób ewidencjonowania przejść dla zwierząt
9.	Eksploatacja i utrzymanie przedmiotowych obiektów
10.	Monitoring i efektywność obiektów
11.	Aspekty ekonomiczne budowy przejść dla zwierząt
12.	Podstawowe błędy w projektowaniu

Pomimo że przy analizie kosztów bezpośrednich budowy przejść dla zwierząt w technologiach tradycyjnych (w wykopie otwartym) są one mniejsze, to przy uwzględnieniu jakości wykonanych jednorodnych nasypów, braku utrudnień w ciągłości wykonywania robót ziemnych, a także kosztów społecznych przy przebudowie i modernizacji ciągów komunikacyjnych obiekty wykonane w technologii bezwykopowej wypadają korzystniej. Obecnie rozwój technologii bezwykopowych umożliwia wykonywanie przejść dla



Ryc. 11. Autorska klasyfikacja rodzajów rozwiązań półek dla zwierząt dla różnych rozwiązań materiałowych w konstrukcjach dolnych przejść dla zwierząt: a), b) dla rur ostonowych z GRP, c), d) dla elementów betonowych, e) dla konstrukcji ostonowych ze stali, f) dla konstrukcji żelbetowych

zwierząt przy jednoczesnej minimalizacji kosztów oraz skróceniu czasu inwestycji [6, 9], co również ma wpływ na aspekty ekologiczne (mniejsza ingerencja w teren przewidywanej inwestycji). W chwili obecnej wykonywane są liczne analizy ekonomiczne na ten temat (choćby w pracach dyplomowych i doktorskich pod promotorstwem autora), których wyniki planuje się wykorzystać przy opracowywaniu przedmiotowych Zaleceń.

Podsumowanie

Autorzy wyrażają przekonanie, obserwując liczne dyskusje pomiędzy ekologami i konstruktorami, że występujące nieporozumienia w zakresie realizacji przejść dla zwierząt wynikają z braku zrozumienia i porozumienia obu stron. Wszyscy z pewnością rozumiemy potrzebę zrównoważonego rozwoju i dlatego też, na bazie wzajemnej edukacji w swoich niezaprzeczalnych racjach, można dojść do pełnego konsensusu. Proponowane Zalecenia, z uwzględnieniem wszystkich potrzeb w formie kompromisu na etapie ich przygotowania, w dużej mierze uporządkowałyby i rozwiązały ten istotny obecnie problem.

Optymistyczny jest fakt, że nowe sposoby konstruowania, materiały i technologie stosowane w tego typu konstrukcjach w ciągu ostatnich kilkunastu lat przyczyniają się do podniesienia trwałości, funkcjonalności, bezpieczeństwa realizowanych przejść dla zwierząt w krajowej infrastrukturze komunikacyjnej.

Istotną rolę w rozwiązywaniu problemów związanych z oddziaływaniem infrastruktury komunikacyjnej na ekosystemy zwierząt odgrywają właściwie działania o charakterze naukowo-technicznym, a także proedukacyjnym wśród studentów i młodej kadry inżynierskiej oraz organizowane konferencje [17, 18, 19].

Zdaniem autorów, z pewnością właściwe poznanie problemu pozwoli na opracowanie optymalnych, zrównoważonych rozwiązań inżynierskich, z korzyścią dla środowiska i użytkowników ciągów komunikacyjnych, a także służb utrzymaniowych.

Po wykonaniu końcowego projektu przedmiotowych Zaleceń, jak uczy doświadczenie autora, nie mniej ważny będzie etap ich szerokich konsultacji w różnych środowiskach, tak aby wprowadzić odpowiednie zmiany, uwzględniające wszystkie potrzeby.

Kolejnym przewidywanym do realizacji etapem będzie wdrożenie Zaleceń, tak by proponowane zapisy były optymalne i uwzględniały w możliwie największym stopniu potrzeby wszystkich zainteresowanych stron.

Autorzy liczą na współpracę wszystkich zainteresowanych przy opracowywaniu tego tak ważnego dokumentu.

Literatura

- [1] Jasiński W., Łęgosz A., Nowak A., Pryga-Szulc A., Wysokowski A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych*. GDDKiA, IBDiM. Żmigród 2006.
- [2] Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R.W., Stachura K.: *Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populację dzikich zwierząt*. Wyd. 2. Zakład Badania Ssaków PAN. Białowieża 2006.
- [3] Kurek R.T.: *Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach*. Stowarzyszenie Pracownia na rzecz wszystkich istot. Bystra 2010.
- [4] Madryas C., Kolonko A., Szot A., Wysocki L.: *Mikrotunelowanie*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2006.

- [5] Rowińska W., Wysokowski A., Pryga A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych konstrukcji inżynierskich z blach falistych*. GDDKiA, IBDiM. Żmigród 2004.
- [6] Wysokowski A.: *Technical and economic effectiveness of using trenchless technologies in constructing roads and railway infrastructure*. Underground infrastructure of urban areas 2. Taylor & Francis Group. London 2012.
- [7] Wysokowski A., Madryas C.: *The specificity of construction of eco civil engineering objects in transport infrastructure using trenchless technology*. Underground infrastructure of urban areas 3. Taylor & Francis Group. London 2015.
- [8] Wysokowski A.: *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt – dokument ujednocwiający problematykę*. „Budownictwo i Architektura” 2014, t. 13 (1).
- [9] Wysokowski A.: *Specyfika budowy dolnych przejść dla zwierząt w technologii bezwykopowej*. „Materiały Budowlane” 2014, nr 2.
- [10] Wysokowski A., Howis J.: *Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej*. Cz. I–XVII. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2008–2015.
- [11] Wysokowski A., Howis J.: *Stosowanie konstrukcji gruntowo-powłokowych jako przejść dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej*. „Materiały Budowlane” 2008, nr 4.
- [12] Wysokowski A., Madryas C., Howis J.: *Stosowanie rurowych elementów betonowych jako przejść dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej*. Konferencja Dni Betonu 2008. Tradycja i Nowoczesność. Wiśła, październik 2008. Polskie Stowarzyszenie Producentów Cementu. Kraków 2008.
- [13] Wysokowski A., Madryas C., Skomorowski L.: *Development of the transport infrastructure in Poland with the application no-dig with CC-GRP materials*. International No-Dig 2010 28th International Conference and Exhibition, 8–10 November 2010, Singapore.
- [14] Wysokowski A., Staszczuk A., Bednarek B.: *Decrease of negative impact of transport infrastructure investments on natural migration of the wild animals*. I Europejska Konferencja Konstrukcje podatne z blach falistych. Rydzyna 2007. „Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Poznańskiej” 2007, nr 1.
- [15] Wysokowski A., Staszczuk A., Bosak W.: *Przejścia dla zwierząt w budownictwie komunikacyjnym*. „Inżynier Budownictwa” 2007, nr 12, s. 72–75.
- [16] Materiały konferencyjne XII Świątecznej Drogowo-mostowej Żmigrodzkiej Konferencji Naukowo-Technicznej Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej. Żmigród, grudzień 2013 r. Infrastruktura Komunikacyjna Żmigród, Wydawnictwo Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie. Kraków 2013.
- [17] Materiały konferencyjne Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą. Poznań, wrzesień 2006.
- [18] Materiały konferencyjne konferencji Ochrona dziko żyjących zwierząt przy inwestycjach liniowych (drogi i linie kolejowe) w Polsce. Łągowy, wrzesień 2007.
- [19] Materiały konferencyjne konferencji Inwestycje na obszarach chronionych. Słubice–Garbicz, listopad 2007.
- [20] Materiały informacyjne i katalogi firm produkujących elementy na potrzeby konstrukcji przejść dla zwierząt.

