

PRZEPUSTY i mosty ekologiczne

Zagospodarowanie przepustów o funkcji ekologicznej oraz ekomostów



tekst i zdjęcia:

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

Tytułem wstępu autorzy wyrażają ogromną satysfakcję, że do czytelników trafia już 25. część cyklu *Przepusty i mosty ekologiczne*. To właściwy moment, aby spojrzeć całościowo na dorobek tej serii, zastanowić się nad jej genezą, historią i obecnym miejscem w branży budownictwa inżynierskiego.

Jubileusz cyklu

Pomysł zrodził się w trakcie rozmowy z redaktorem naczelnym Mariuszem Karpińskim-Rzepą, która odbyła się w 2008 r., na temat możliwości przygotowania do czasopisma „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” artykułu dotyczącego przepustów, mało wówczas docenianych w branży budownictwa infrastrukturalnego. Stwierdziliśmy, że nie da się napisać jednego artykułu na temat przepustów, tak jak nie da się napisać jednego artykułu na temat mostów – tematyka jest zbyt szeroka. Tym samym rozmowa sprzed 12 lat stała się przyczynkiem do powstania niniejszej serii artykułów dotyczących przepustów komunikacyjnych, tak drogowych, jak i kolejowych, jako mniejszych, a przez to słabszych braci mostów.

Cieszy fakt, że doświadczenia autorów mogą być w dalszym ciągu prezentowane na łamach „Nowoczesnego Budownictwa Inżynierskiego”. W trakcie przygotowywania dalszych artykułów obserwujemy, jak tematyka dotycząca przepustów rozwija się, wdrażane są nowe materiały i technologie, wzrasta jakość projektowania i budowy, a także badań, wzmocnienia i utrzymania tego typu konstrukcji. Nie bez znaczenia jest również skuteczność i upór redaktora naczelnego w dążeniu do rozwoju serii oraz podnoszenia poziomu merytorycznego kolejnych naszych publikacji. Autorzy wyrażają nadzieję, że rozpowszechniona przez to poczytne czasopismo wiedza techniczna przekłada się na dalszy rozwój krajowej infrastruktury transportowej. W imieniu autorów i redakcji zachęcamy wszystkich zainteresowanych do lektury obecnego, jubileuszowego, 25. artykułu z tej serii, a także następnych, planowanych w przyszłości.

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację tematyki związanej z odpowiednim wyposażeniem przepustów o funkcji ekologicznej i górnych przejść dla zwierząt, tym razem ze szczególnym uwzględnieniem ich optymalnego zagospodarowania pod względem ekologicznym.

W przypadku ekomostów oraz przepustów o funkcji ekologicznej, których podstawową funkcją techniczną jest umożliwienie migracji dzięki faunie, odpowiednie zagospodarowanie pod względem ekologicznym jest kluczowym elementem warunkującym skuteczność tych obiektów infrastrukturalnych.

Wprowadzenie

Mając na uwadze bogactwo przyrodnicze naszego kraju, wszyscy powinniśmy doceniać znaczenie, a także potrzebę budowy obiektów ekologicznych, w tym przejść dla zwierząt oraz przepustów o funkcji ekologicznej.

Najnowsze analizy dotyczące funkcjonalności przejść dla zwierząt [1], a także bogate doświadczenia z budowy przejść dla zwierząt w Polsce i na świecie wskazują jednoznacznie, że są to obiekty wymagające dużej, interdyscyplinarnej wiedzy i szczególnej uwagi zarówno w fazie projektowania oraz wykonawstwa, jak i późniejszej eksploatacji. Wiedza ta jest przedmiotem wielu spotkań branżowych i konferencji [2, 3, 4, 5, 6].

Przy licznych pracach studialnych i analizach projektowych często wykorzystywane są opracowania branżowe [7–13] oraz najnowsza publikacja z tego zakresu, wydana przez IBDiM [14] przy współudziale autora niniejszego artykułu, która powstała na bazie wspomnianego wcześniej szerokiego raportu [1].

Oprócz samej konstrukcji i zastosowanych materiałów ważne jest spełnienie funkcji ekologicznej, której taka konstrukcja ma służyć. Z tego względu odpowiedni sposób zagospodarowania zarówno samego obiektu ekologicznego, jak i jego otoczenia stanowi kluczowy element mający bezpośredni wpływ na jego efektywność.

W dalszej części niniejszego artykułu omówiono syntetycznie zagadnienia związane z odpowiednim zagospodarowaniem obiektów ekologicznych, podając przykłady rozwiązań krajowych oraz stosowanych w innych państwach.

Zagospodarowanie przejść i przepustów o funkcji ekologicznej

Jak już wspomniano na wstępie, elementy wyposażenia mające wpływ na funkcjonalność obiektów ekologicznych muszą spełniać szereg wymagań już w momencie budowy obiektu, a także w czasie jego późniejszego eksploataowania. Wiążą się z tym nie tylko czynniki wykonawcze i materiałowe, ale przede wszystkim utrzymanie biologicznych elementów wyposażenia po zakończeniu prac budowlanych, co nie zawsze ma miejsce w praktyce inżynierskiej. Podstawowe elementy konstrukcyjno-materiałowe wyposażenia dolnych przejść dla zwierząt omówione zostały przez autorów w 19. części niniejszego cyklu artykułów [15].

W tabeli 1 autorzy zestawili podstawowe zalecane elementy zagospodarowania przejścia dolnego lub przepustu o funkcji ekologicznej.

W przypadku wyposażenia dolnych przejść dla zwierząt, w tym przepustów o funkcji ekologicznej, podstawowym elementem konstrukcyjnym są odpowiednio usytuowane i wykonane ekrany akustyczne i przeciwoślnościowe, które stanowią sztuczne przeszkody zlokalizowane przeważnie równoległe do ciągu komunikacyjnego, bezpośrednio nad przejściem lub przepustem. Ich główną rolą jest ograniczenie emisji hałasu, mającego wpływ na zachowania dzikich zwierząt, od ruchu pojazdów, a także zmniejszenie wpływu rozbłysków świetlnych reflektorów samochodowych. Długości odcinków z ekranami powinno się wyznaczać indywidualnie dla każdego z obiektów ekologicznych, uwzględniając istniejącą rzeźbę terenu (np. wysokości nasypów), znaczenie korytarzy migracyjnych oraz lokalne natężenie ruchu na danym odcinku drogi [16]. Minimalna zalecana długość odcinków obustronnych ekranów akustycznych wynosi 50,0 m poza koniec strefy najścia. Jednakże prowadzony monitoring porealizacyjny oraz doświadczenia światowe wskazują, że długość ta powinna wynosić od 75 do 100 m.

Jednocześnie, zdaniem autorów, ekrany akustyczne powinny być projektowane nad wszystkimi przejściami dla dużych zwierząt, gdyż gatunki te należą do najbardziej płochliwych.

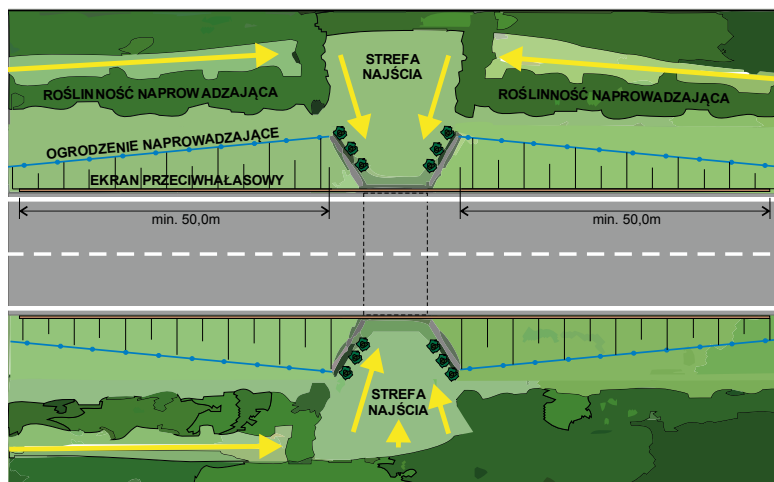
Aby ekrany możliwie najskuteczniej spełniały swoje zadanie, muszą być szczelne oraz trwałe, jednakże zaleca się stosowanie materiałów naturalnych – drewna lub materiałów drewnopochodnych. Powierzchnie ekranów od strony najść nie powinny być malowane na jaskrawe kolory. Kolorystyka powinna być jak najbardziej zbliżona do otoczenia – zalecane kolory to różne odcienie zieleni czy też brązu. Powłoki malarskie stosowane do wykonywania zabezpieczeń antykorozyjnych powinny być możliwie matowe, tak aby nie powodowały odbijania promieni słonecznych lub światła pojazdów, szczególnie w obrębie łuków poziomych drogi.

Podstawowym źródłem hałasu drogowego jest interakcja opony pojazdu kołowego z nawierzchnią. Do jednych z najnowszych metod ograniczania emisji wspomnianego hałasu należy stosowanie na odcinkach, gdzie znajdują się omawiane konstrukcje, specjalnych nawierzchni drogowych. Nawierzchnie tego typu mają właściwości absorpcyjne dzięki porowatej strukturze w górnej strefie warstwy ścieralnej jezdni. Dużą skuteczność ograniczania hałasu wykazują również nowoczesne mieszanki asfaltowe modyfikowane gumą, w szczególności mieszanki modyfikowane gumą na mokro.

Tab. 1. Podstawowe elementy zagospodarowania przejścia dolnego lub przepustu o funkcji ekologicznej

Podstawowe zalecane elementy zagospodarowania przejścia dolnego
Elementy zagospodarowania powinny dotyczyć zarówno strefy naprowadzającej, jak również strefy migracji.
Ekran przeciwhałasowy oraz przeciwoślnościowy powinny być szczelne, a ich długość nie powinna być mniejsza niż 50,0 m (zalecane 75–100 m).
Strefę naprowadzającą należy obustronnie obsadzać w sposób liniowy drzewami i krzewami (nasadzenia mieszane).
Zaleca się stosowanie gatunków odpornych na występujące okresowo susze.
Bezpośrednio w strefie migracji nie zaleca się stosowania roślinności wysokiej – ograniczającej szerokość i wysokość światła przejścia.
Zagospodarowanie strefy migracji powinno ograniczać dostęp do przejścia dla zmotoryzowanych.

Na rycinie 1 przedstawiono podstawowy, zdaniem autorów, sposób zagospodarowania przejść dolnych i przepustów ekologicznych. Przykład ten bazuje na własnych doświadczeniach dotyczących omawianych konstrukcji, jak również na studium przepisów obowiązujących w innych krajach Europy [17, 18].



Ryc. 1. Przykład podstawowego sposobu zagospodarowania przejść dolnych i przepustów ekologicznych

Jak wspomniano już na wstępie, przejścia dla zwierząt są obiektami trudnymi do realizacji. Szczególnie dotyczy to odpowiedniego zagospodarowania otoczenia obiektu pod względem biologicznym. Do umocnienia skarp w bezpośrednim obrębie najść ze względu na konieczność odtworzenia odpowiednich warunków gruntowych dla rozwoju flory należy stosować jedynie metody biologiczne z dodatkowym zbrojeniem materiałami geosyntetycznymi. W uzasadnionych przypadkach, zwłaszcza dla przepustów spełniających również funkcję ekologiczną, dopuszcza się stosowanie elementów ażurowych, np. elementów betonowych o przestrzeniach umożliwiającym rozwój

roślinności. Nie dopuszcza się stosowania elementów mogących stanowić pułapkę dla zwierząt, np. siatek gabionowych.

Zagospodarowanie biologiczne przejścia dolnego powinno dotyczyć zarówno strefy naprowadzającej, jak i strefy migracji (wewnątrz konstrukcji wiaduktu lub przepustu ekologicznego). Strefę naprowadzającą należy obustronnie obsadzić w sposób liniowy drzewami i krzewami o wysokości na etapie realizacji co najmniej 0,5 m (nasadzenia mieszane). W celu zapewnienia wymaganej wegetacji roślinności zaleca się stosowanie gatunków odpornych na występujące okresowo susze.

Bezpośrednio w strefie migracji nie zaleca się wprowadzania roślinności wysokiej, ograniczającej szerokość i wysokość światła przejścia. W celu umożliwienia wykonywania przeglądów konstrukcji oraz prac utrzymaniowych nie należy stosować roślin pnących lub innych zakrywających elementy konstrukcyjne.

Na rycinie 2 przedstawiono przykładowy schemat zagospodarowania przepustu o funkcji ekologicznej według przepisów obowiązujących w Hiszpanii [17].



Ryc. 2. Przykładowy schemat zagospodarowania przepustu o funkcji ekologicznej według przepisów obowiązujących w Hiszpanii [17]

Zagospodarowanie strefy migracji, oprócz spełnienia funkcji ekologicznej, powinno ograniczać dostęp do przejścia dla zmotoryzowanych przez stosowanie karp oraz pasów ułożonych prostopadłe do osi konstrukcji przejścia, wykonanych z kamienia naturalnego, głazów czy też pniaków [19].

Rezultatem źle dobranych i wykonanych elementów wyposażenia biologicznego jest najczęściej nieefektywne wykorzystywanie przez dziką faunę przejść, mających zapewnić swobodne przemieszczanie się osobników i ciągłość szlaków migracyjnych [20–25].

Zagospodarowanie użytkowe ekomostów

Podobnie jak w przypadku dolnych przejść dla zwierząt, podstawowym, a przede wszystkim nieodzownym elementem wyposażenia górnego przejścia dla zwierząt, bez którego nie będzie ono w najmniejszym stopniu prawidłowo funkcjonowało i spełniało swojego zadania, są ekrany przeciwolśnieniowe oraz ekrany akustyczne. Elementy te z uwagi na usytuowanie przejść górnych powyżej niwelety szlaku komunikacyjnego, a co za tym idzie zwiększonej emisji hałasu, muszą spełniać surowsze wymagania dotyczące zdolności ograniczenia fal akustycznych i świetlnych.

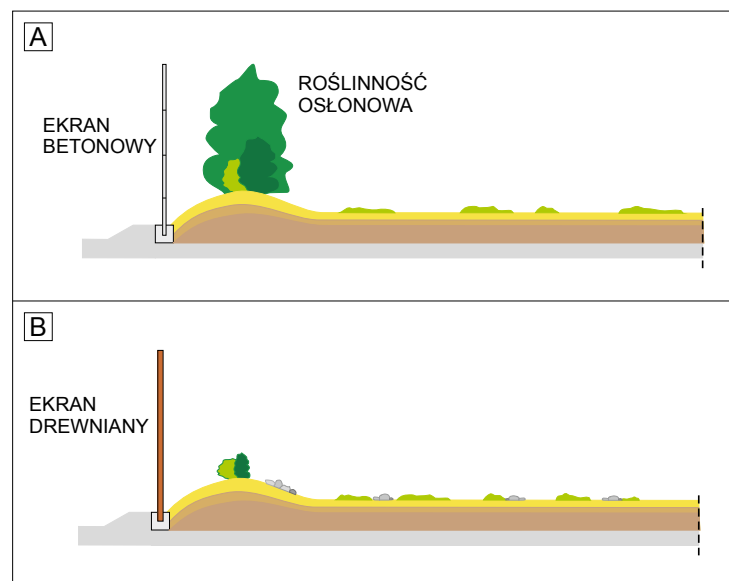
Skuteczność zastosowania ekranów akustycznych i przeciwolśnieniowych wymaga poszukiwania optymalnych rozwiązań, począwszy od ich odpowiedniej lokalizacji w obrębie

ekomostu, a skończywszy na odpowiednim wykonaniu. Błędy w lokalizacji i wykonaniu ekranów skutecznie potęguje i tak już wysoki poziom bariery psychofizycznej zwierząt, powodując ich odstraszenie i całkowite zaniechanie korzystania z przejścia [26].

Ze względu na chęć dostosowania przejścia w jak największym stopniu do warunków biologicznych panujących na danym terenie, w przypadku tych elementów wyposażenia powinny być stosowane rozwiązania najbardziej przypominające te naturalne, odzwierciedlające przekształcone elementy krajobrazu oraz zawierające jak najmniej elementów obcych, które odstraszą zwierzynę. Mając na uwadze dążenie do eliminacji elementu obcego w strefie ekomostów, celowe jest stosowanie w pierwszej kolejności ekranów naturalnych w postaci m.in. wałów i skarp ziemnych. Uzupełnieniem tych konstrukcji powinny być odbijające i pochłaniające ekrany powierzchniowe usytuowane na przeciwległych końcach przejść, wykonane z drewna, ewentualnie tworzyw sztucznych. Na rycinie 3 przedstawiono przykładowy schemat zagospodarowania bocznych stref migracji w przekroju poprzecznym ekomostu według przepisów obowiązujących w Hiszpanii [17].

Kolejnym nieodzownym elementem wyposażenia górnych przejść dla zwierząt jest odpowiednia szata roślinna zarówno w strefach najść, jak i w strefie migracji. Przy projektowaniu biologicznego zagospodarowania przejść dla zwierząt należy uwzględnić następujące ogólne wymagania dotyczące roślinności:

- należy stosować gatunki występujące na danym terenie, nie dopuszcza się stosowania gatunków inwazyjnych;
- w wypadku przejść górnych należy dobrać gatunki roślin o nierozbudowanym systemie korzeniowym, które nie uszkodzą konstrukcji przejścia;
- rozplanowanie struktury różnorodności gatunków roślin powinno być zbliżone do występującej w otoczeniu przejścia;
- elementy konstrukcyjne przejścia oraz ogrodzenia naprowadzające powinny być osłonięte dodatkowymi nasadzeniami,



Ryc. 3. Przykładowy schemat zagospodarowania bocznych stref migracji w przekroju poprzecznym ekomostu według przepisów obowiązujących w Hiszpanii [17]: a) w przypadku ekranów wykonanych z betonu, b) w przypadku ekranów wykonanych z paneli drewnianych

nasadzenia powinny umożliwić wykonywanie przeglądów obiektów i niezbędnych prac utrzymaniowych;

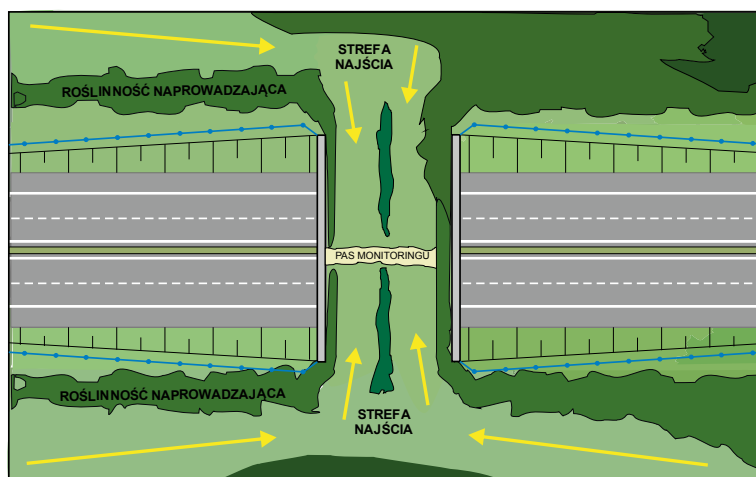
- rośliność należy projektować przy uwzględnieniu następujących stref:
 - strefa migracji (nawierzchnia przejścia) – zaleca się obsiew trawiasty na całej powierzchni w wypadku przejścia dolnego oraz stosowanie roślinności drzewiastej i krzewiastej w strefach bocznych w wypadku przejścia górnego,
 - strefa przywabiania – w obrębie podstawy strefy migracji należy stosować nasadzenia stanowiące bazę do żerowania dla gatunków celowych,
 - strefa naprowadzająca – w obrębie najścia na przejście należy stosować niskie drzewa lub krzewy, zaleca się także dodatkowe nasadzenia równoległe do drogi, zgodne z geometrią ogrodzenia, na odcinkach co najmniej 10,0 m od granicy strefy najścia;
 - w celu stworzenia strefy ochronnej dla mniejszych zwierząt w strefie migracji dopuszcza się zastosowanie pni lub stert gałęzi do wysokości 1,0 m.
- W tabeli 2 autorzy zestawili podstawowe zalecane elementy zagospodarowania górnego przejścia dla zwierząt.

Tab. 2. Podstawowe elementy zagospodarowania górnego przejścia dla zwierząt

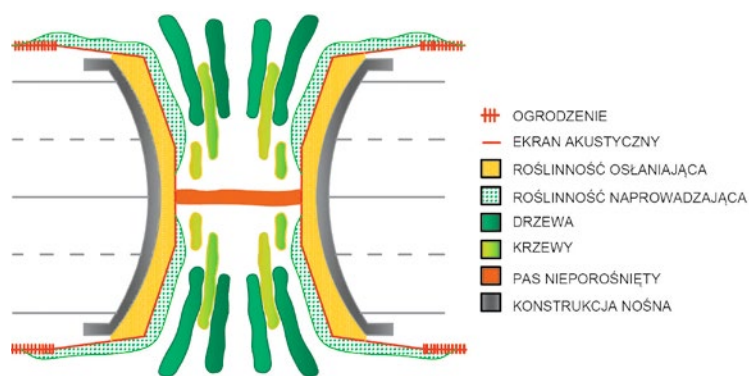
Podstawowe zalecane zagospodarowanie ekomostu
Układ elementów zagospodarowania powinien być heterogeniczny, łączący otwartą przestrzeń strefy migracji ze strefami bocznymi.
Strefy boczne oraz najścia należy obsadzać w sposób liniowy drzewami i krzewami.
Zaleca się stosowanie co najmniej dwóch rzędów roślinności, sadzonej mijankowo.
W strefie migracji roślinność powinna stanowić co najmniej 30% przekroju poprzecznego przejścia.
Układ geometryczny stref bocznych powinien być – w miarę możliwości – równoległy (w celu ułatwienia orientacji ptakom i nietoperzom).
Dla ułatwienia prac konserwacyjnych należy pozostawić wolną przestrzeń pomiędzy linią nasadzeń strefy bocznej i ekranami przeciwośnieniowymi o szerokości co najmniej 1,0 m.
Do obsadzenia przejść górnych należy stosować wyłącznie rodzime gatunki roślinności.
O ile to możliwe, należy wykorzystywać drzewa i krzewy występujące na terenie inwestycji.

Na rycinie 4 przedstawiono podstawowy, zdaniem autorów, sposób zagospodarowania górnego przejścia dla zwierząt. Przykład ten bazuje na własnych doświadczeniach dotyczących omawianych konstrukcji.

Dla porównania na rycinie 5 przedstawiono zalecany sposób zagospodarowania biologicznego górnych przejść dla zwierząt według najnowszych wytycznych obowiązujących na Słowacji [18].



Ryc. 4. Przykład podstawowego sposobu zagospodarowania górnego przejścia dla zwierząt



Ryc. 5. Kształtowanie roślinności (nasadzeń) dla dużych przejść dla zwierząt według wytycznych słowackich [18]

Dla rozwoju roślinności niezbędne jest właściwe przygotowanie odpowiedniego podłoża na powierzchni strefy migracji i najściach ekomostu. Nawierzchnię przejścia górnego dla zwierząt powinna stanowić warstwa gruntu urodzajnego o miąższości co najmniej 50 cm. W przypadku braku obustronnych wałów ziemnych w obrębie bocznych stref migracji miąższość warstwy gruntu powinna wynosić co najmniej 70 cm, a w obrębie ogrodzeń naprowadzających – co najmniej 100 cm. Zaleca się stosowanie gleb żyznych oraz urodzajnych, posiadających wysokie zdolności akumulacji wody. Pozyskanie odpowiedniego materiału glebowego nie zawsze jest możliwe na terenie inwestycji, a transport odpowiedniego materiału z dalszej odległości wiąże się z dodatkowymi kosztami. Często wykorzystywany jest więc materiał o gorszych właściwościach, powodujący trudności w zaadaptowaniu się roślinności i jej dalszym wzroście. W tym przypadku można zastosować naturalne metody mające na celu poprawę żyzności gleby, np. w postaci wysiewu roślin z gatunków bobowatych oraz trawiastych. W celu poprawy akumulacji wody w strukturze gleby wykorzystuje się również metody polegające na wykorzystaniu materiałów polimero-wych w postaci hydrożelów, które miesza się z glebą w górnej warstwie nawierzchni przejścia dla zwierząt [26].

Ze względu na dużą powierzchnię czynną konstrukcji ekomostów przy projektowaniu zagospodarowania należy również uwzględniać elementy mające na celu skuteczne odprowadzenie wody opadowej, szczególnie w przypadku

coraz częściej występujących w naszym kraju opadów nawalnych [27].

Podstawowe odwodnienie konstrukcji przejścia górnego dla zwierząt należy zapewnić przez zastosowanie pochyleń poprzecznego i podłużnego powierzchni przejścia o wartości wynoszącej co najmniej 4,0%. Na powierzchni konstrukcji trzeba wykonać system odwodnienia liniowego, który powinien odprowadzić wodę poza obiekt.

Jednocześnie należy brać pod uwagę, że omawiane obiekty mają w swoim założeniu być użytkowane przez dziką faunę, z tego względu w strefie przywabiania przejścia dla zwierząt nie należy lokalizować klasycznych elementów odwodnienia. Należą do nich zarówno zbiorniki odparowujące, jak również rowy o nachyleniu skarp większym niż 1:2. W strefie naprowadzającej oraz migracji należy stosować wyłącznie odwodnienie skanalizowane lub rowy typu mulda, o nachyleniu skarp nie większym niż 1:2,5, z okryciem gruntowym.

Przy projektowaniu omawianych elementów zagospodarowania ekomostów powinno się również brać pod uwagę, aby jak najdokładniej lub wręcz całkowicie odtworzyć te elementy, które zostały przekształcone w wyniku prowadzonych prac budowlanych przy budowie obiektu.

Trzeba dążyć do tego, aby inwestycja polegająca na budowie przejścia dla zwierząt stała się elementem w minimalnym stopniu obcym dla zwierząt zamieszkujących dany region.

Skuteczność zaprojektowanych i wykonanych elementów wyposażenia przejść dla zwierząt na etapie ich eksploatacji powinna być stale monitorowana. Jednym z najprostszych sposobów monitoringu są badania metodą tropień. Prowadzone są one na specjalnie przygotowanych powierzchniach. Są to zaorane, pozbawione roślinności pasy o szerokości od 1,0 do 2,0 m, na których są widoczne tropy zwierząt. Specjalnie przygotowana powierzchnia powinna znajdować się w poprzek przejścia i obejmować całą jego szerokość. W wypadku przejścia górnego powierzchnia powinna być usytuowana w okolicy najwyższego miejsca na przejściu, a w wypadku przejścia dolnego w środku lub – jeżeli nie jest to możliwe – jak najbliżej wejścia po każdej stronie przejścia. Istnieją również mniej inwazyjne metody badań migracji zwierząt przez konstrukcje przejść, wykorzystujące urządzenia rejestrujące w postaci fotopułapek czy też kamer z wbudowanymi czujnikami ruchu. Urządzenia te są bardziej wskazane z uwagi na potrzebę ograniczenia bytności ludzi na tych obiektach, a co za tym idzie – minimalizacji obcych śladów i zapachów.

Podsumowanie

Jak autorzy wielokrotnie podkreślali w swoich publikacjach, przejścia dla zwierząt stanowią obecnie podstawowy sposób eliminowania lub ograniczania negatywnego wpływu rozwoju infrastruktury komunikacyjnej na świat dziko żyjących zwierząt. Zaprojektowanie, wykonanie i oddanie do użytku przejścia dla zwierząt nie oznacza końca zamierzenia inwestycyjnego. Zamyka jedynie jeden z etapów, rozpoczynając tym samym kolejny i zdaniem autorów najważniejszy – etap użytkowania przejścia przez dziko żyjące zwierzęta. Etap ten weryfikuje, czy wszystkie elementy zostały w sposób optymalny dobrany do ich potrzeb. Odpowiedni nadzór nad funkcjonowaniem tego typu obiektów powinien zatem stanowić bazę wiedzy, która pozwala na dalszą optymalizację istniejących rozwiązań. Jednocześnie, zdaniem autorów, przy projektowaniu kolejnych obiektów

tego typu warto podjąć współpracę z szerszym gronem specjalistów, m.in. nadleśnictwami czy też kołami łowieckimi, które posiadają cenną wiedzę na temat elementów stwarzających odpowiednie warunki bytowania zwierząt.

Zdaniem autorów, nie powinniśmy poszukiwać nowych, skuteczniejszych rozwiązań, ale dopracować te, które już wdrożyliśmy [28].

Z uwagi na obszerność przedstawionej tematyki, a jednocześnie z uwagi na szczupłe ramy artykułu w niniejszej części omówione zostały jedynie najistotniejsze zagadnienia i problemy związane z zagospodarowaniem omawianych konstrukcji przejść dla zwierząt.

Literatura

- [1] Rymśza J., Bohatkiewicz J., Werka J., Jasińska K., Krauze-Gryz D., Kowal P., Howis J., Wysokowski A.: *Analiza efektywności przejść dla zwierząt dziko żyjących na drogach publicznych. Etap I. Analiza przejść dla zwierząt dziko żyjących na drogach publicznych, wybudowanych w Polsce w okresie co najmniej od 1999 r. do 2016 r., pod względem efektywności rozwiązania. Etap II. Analiza przepisów technicznych dotyczących przejść dla zwierząt na drogach publicznych.* Instytut Badawczy Dróg i Mostów. Warszawa 2017.
- [2] Szruba M.: *Przepusty i przejścia dla zwierząt PPZ 2019.* „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne 2020, nr 1, s. 10–20.
- [3] Wysokowski A.: *IX Świąteczna Drogowo-Mostowa Żmigrodzka Sesja Naukowa. Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej. Teoria i praktyka.* „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2009, nr 1, s. 24–25.
- [4] Wysokowski A., Staszczuk A., Bosak W.: *Ekologiczne konstrukcje przejść dla zwierząt a rozwój infrastruktury kolejowej.* Konferencja Naukowo-Techniczna *Inwestycje na obszarach chronionych.* Słubice–Garbicz 2007.
- [5] Wysokowski A., Staszczuk A., Bosak W.: *Przejścia dla zwierząt w budownictwie komunikacyjnym. Propozycja zaleceń normalizujących zagadnienie.* W: *Ochrona dziko żyjących zwierząt przy inwestycjach drogowych w Polsce.* Stowarzyszenie Pracownia na Rzecz Wszystkich Istot. Bystra 2007, s. 32–34.
- [6] Howis J., Karpińska-Rzepa A., Karpiński-Rzepa M., Wysokowski A.: *Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej.* Wydawnictwo Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne. Kraków 2013.
- [7] Bohatkiewicz J.: *Podręcznik dobrych praktyk wykonywania prac w środowiskowych dla dróg krajowych.* GDDKiA. Warszawa 2007.
- [8] Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R., Stachura K., Zawadzka B.: *Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populację dzikich zwierząt.* Wyd. 2. Zakład Badania Ssaków PAN. Białowieża 2006.
- [9] Jędrzejewski W., Nowak S., Stachura K., Skierczyński M., Mysłajek R., Niedziałkowski K., Jędrzejewska B., Wójcik J., Zalewska H.: *Projekt korytarzy ekologicznych łączących Europejską Sieć Natura 2000 w Polsce.* Zakład Badania Ssaków PAN. Białowieża 2005.
- [10] Jędrzejewski W., Nowak S., Stachura K., Skierczyński M., Mysłajek R.W., Niedziałkowski K., Jędrzejewska B., Wójcik J.M., Zalewska H., Pilot M., Górny M., Kurek R.T., Ślusarczyk R.: *Projekt korytarzy ekologicznych łączących Europejską Sieć Natura 2000 w Polsce.* Zakład Badania Ssaków PAN. Białowieża 2011.
- [11] Kurek R.T.: *Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach.* Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot. Bystra 2010.
- [12] Kurek R.T., Rybacki M., Sotysiak M.: *Ochrona dziko żyjących zwierząt w projektowaniu inwestycji drogowych. Problemy i dobre*

- praktyki. *Poradnik ochrony płazów*. Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot. Bystra 2011.
- [13] Pierużek-Nowak S., Mysłajek R.W., Jędrzejewski W., Kurek R., Briggs L.: *Analiza możliwości wdrożenia systemu monitoringu przejść dla zwierząt w Polsce*. Stowarzyszenie dla Natury „Wilk”. Twardorzeczka 2007.
- [14] Rymśza J., Bohatkiewicz J., Wysokowski A., Howis J., Jukowski M., Turek W., Rymśza B.: *Efektywność przejść dla zwierząt na drogach publicznych w Polsce*. *Studia i Materiały*, zeszyt 84. IBDiM. Warszawa 2019.
- [15] Wysokowski A., Howis J.: *Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej – cz. 19. Wyposażenie przejść dla zwierząt – przejścia dolne*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2016, nr 3, s. 82–88.
- [16] Stachowiak K.: *Wyposażenie górnych przejść dla zwierząt*. Praca dyplomowa magisterska. Promotor A. Wysokowski. Uniwersytet Zielonogórski, 2012.
- [17] *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales* (segunda edición, revisada y ampliada) Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015 (hiszpańskie wytyczne dotyczące przejść dla zwierząt).
- [18] *Technické Podmienky Migračné Objekty Pre Voľne Tlivoce i Tivočičy Projektovanie, výstavba, prevádzka a oprava*. Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR. Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií, TP 04/2013.
- [19] Patalas E., Wysokowski A.: *Aspekty badań efektywności przejść dla zwierząt pod kątem bezpieczeństwa ruchu drogowego w ciągu autostrady A-2*. W: *Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej*. Wydawnictwo Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne. Kraków 2013, s. 85–93.
- [20] Wysokowski A.: *Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej*. „Vademecum Infrastruktura” 2017, s. 15–19.
- [21] Wysokowski A.: *Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt - dokument ujednociający problematykę*. „Budownictwo i Architektura” 2014. Vol. 13, nr 1, s. 149–155.
- [22] Wysokowski A.: *Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej*. „Materiały Budowlane” 2014, nr 1, s. 76.
- [23] Wysokowski A., Janusz L., Staszczuk A., Bednarek B.: *Zmniejszenie negatywnego wpływu inwestycji komunikacyjnych (drogowo-kolejowych) na możliwość swobodnej migracji zwierząt*. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*. GDDKiA. Warszawa 2006.
- [24] Wysokowski A., Staszczuk A., Janusz L., Bednarek B.: *Przejścia dla zwierząt – w zgodzie z naturą*. „Geoinżynieria. Drogi, mosty, tunele” 2007, nr 2, s. 40–42.
- [25] Wysokowski A., Staszczuk A., Bosak W.: *Przejścia dla zwierząt w budownictwie komunikacyjnym*. „Inżynier Budownictwa” 2007, nr 12, s. 72–75.
- [26] Kowalewska A.: *Wyposażenie górnych przejść dla zwierząt*. Praca dyplomowa magisterska. Promotor A. Wysokowski. Uniwersytet Zielonogórski, 2013.
- [27] Wysokowski A.: *Przejścia dla zwierząt w budownictwie kolejowym – aktualna problematyka*. „Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej w Krakowie” 2019, nr 2, s. 297–309.
- [28] Wysokowski A., Howis J.: *Odwodnienie powierzchniowe i wgłębne mostów ekologicznych jako główny wyznacznik trwałości eksploatacyjnej*. „Mosty” 2019, nr 6, s. 31–36.



DR HAB. INŻ. ADAM WYSOKOWSKI, PROF. UZ

Adam Wysokowski urodził się w 1954 r. we Wrocławiu. W latach 1973–1978 studiował na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Wrocławskiej (specjalność budowa mostów), za pracę dyplomową otrzymał nagrodę specjalną Ministra Komunikacji. Stopień naukowy doktora nauk technicznych uzyskał w Instytucie Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej w 1986 r. na podstawie pracy *Wytrzymałość eksploatacyjna stalowych przeszć mostów drogowych*, napisanej pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Jana Kmity. Z Politechniką Wrocławską był związany w latach 1978–1983 przez studia doktoranckie oraz pracę naukową, w czasie której brał udział w pracach badawczych z zakresu mostownictwa stalowego, głównie zjawiska zmęczenia tych konstrukcji. W latach 1983–1986 pracował w Przedsiębiorstwie Budownictwa Drogowego i Mostowego we Wrocławiu na różnych stanowiskach kierowniczych (jego najważniejszym osiągnięciem z tego okresu jest obwodnica drogowa Kłodzka z estakadą mostową nad doliną Nysy Kłodzkiej z zastosowaniem nowatorskich w owym czasie połączeń na śruby sprężające). W latach 1986–2007 był zatrudniony w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów w Warszawie, kierował Ośrodkiem Badań Mostów, Betonów i Kruszyw w Żmigrodzie (filia IBDiM). W tym czasie zajmował się badaniami laboratoryjnymi i terenowymi związanymi z wdrożeniem nowoczesnych materiałów i technologii w budownictwie infrastrukturalnym, w tym konstrukcji gruntowo-powłokowych jako przepustów i mostów ekologicznych. Aktywnie uczestniczył w pracach przy tworzeniu Systemu Gospodarki Mostowej, pełniąc w latach 90. jednocześnie funkcję głównego koordynatora. Wynikiem tych prac jest funkcjonujący obecnie w drogownictwie system SGM, ale też zainteresowanie niedocenianymi konstrukcjami, jakimi są przepusty. Złożył pracę habilitacyjną *Trwałość mostów stalowych w funkcji zjawisk zmęczeniowych i korozyjnych*, za którą otrzymał nagrodę Ministra Infrastruktury w grupie nagród za prace habilitacyjne w 2003 r. Od 2004 r. kieruje utworzonym i zorganizowanym z jego udziałem Zakładem Dróg i Mostów na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego. Był członkiem Sekcji Materiałów Budowlanych, a obecnie drugą kadencję jest członkiem Sekcji Inżynierii Komunikacyjnej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN. Wieloletni członek Normalizacyjnej Komisji Problemowej nr 251 Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, a następnie Komitetu Technicznego ds. mostów. Od wielu lat jest ekspertem Unii Europejskiej, wcześniej ds. transportu powierzchniowego, a obecnie w ramach Horizon 2020, natomiast w kraju – Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości. Jest członkiem wielu organizacji naukowo-technicznych tak w kraju, jak i za granicą (ZMRP, PZITB, IABSE, ASCE, SEI, TDI).

MGR INŻ. JERZY HOWIS

Jerzy Howis urodził się w 1981 r. w Nowej Soli. W latach 2002–2007 studiował na Wydziale Inżynierii Lądowej i Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego na kierunku budownictwo, specjalność drogi i mosty. Pracę magisterską obronił z wyróżnieniem. Odbił liczne praktyki zawodowe oraz kursy i szkolenia. Od 2007 r. pracuje w firmie Infrastruktura Komunikacyjna. Badania – Szkolenia – Konsulting Sp. z o.o., obecnie jako dyrektor techniczny. Od wielu lat zajmuje się zagadnieniami związanymi z obiektami inżynieryjnymi, w tym konstrukcjami przepustów oraz przejść dla zwierząt. Jest współautorem ponad 150 projektów technicznych, ekspertyz i opinii z zakresu mostownictwa i drogownictwa. Jest również autorem opracowań dotyczących wdrażania nowoczesnych materiałów i technologii w budownictwie infrastrukturalnym. Obecnie aktywnie uczestniczy w pracach merytorycznych związanych z nowelizacją przepisów dotyczących obiektów inżynieryjnej infrastruktury komunikacyjnej.