



SŁAWOMIR KARAS

Politechnika Lubelska
s.karas@pollub.pl

Nowa koncepcja przejścia dolnego dla zwierząt

Podczas projektowania obwodnicy Lublina S17 i S19, miały miejsce dyskusje na temat lokalizacji przejść dla zwierząt, w tym w szczególności dla zwierząt średnich i dużych [1–2]. Na pierwszym odcinku obwodnicy, drodze S17, wybudowano łącznie 20 przejść dolnych dla zwierząt średnich i dużych. Koszt wszystkich obiektów przeznaczonych do ochrony środowiska naturalnego oszacowano na 15% do 25%, w zależności od odcinka inwestycyjnego. Obiekty te najczęściej pełnią podwójną funkcję: przeprowadzają nowo budowaną drogę nad istniejącymi przeszkodami terenowymi (np. rzeka, linia kolejowa, droga) oraz zapewniają ciągłość szlaków migracyjnych zwierząt (fot. 1a).

Również przejścia dla zwierząt małych i płazów są lokowane zazwyczaj w najniższych miejscach łąk, pól uprawnych i niejednokrotnie w ciągu biegu strumieni lub strumyków stałych bądź okresowych (fot. 1b). Ze względu na system ogrodzeń dróg ekspresowych/autostrad brak przejść dla zwierząt rzeczywiście powodowałby fragmentację środowiska fauny. Jednocześnie, w porównaniu do innych klas dróg, śmiertelność zwierząt jest tu najniższa, [3].

Mimo iż wymiarami płyty naprowadzające różnego rodzaju nie są znaczne, to ich powszechne stosowanie powoduje znaczące koszty tak przy ich budowie jak i przy utrzymaniu, (fot. 1c). Zatem, ściśle proekologiczne obiekty to przejścia górne dla zwierząt, a tych jest niewiele. Na

a)



b)



c)



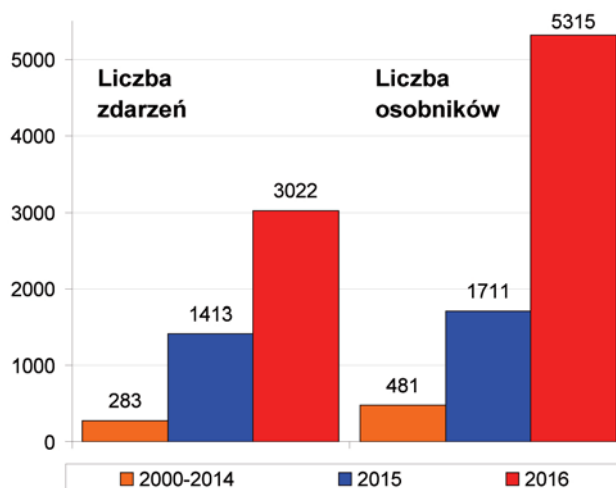
d)



Fot. 1. Niektóre obiekty środowiskowe na obwodnicy Lublina, S19: a) przejście dolne dla dużych zwierząt, b) przepust – przejście dolne, c) betonowy murek naprowadzający dla płazów, d) widok z góry na przejście górne w okolicy Radawczyka

obwodnicy Lublina występuje tylko jedno przejście górne w okolicy Radawczyka. Zaprojektowanie tego przejścia było rezultatem kompromisu. Istniały 3 warianty przebiegu trasy obwodnicy Lublina w ciągu drogi krajowej nr 19 [4]. Latami decyzję o wyborze wariantu do budowy odwlekano, ze względu na liczne protesty różnych środowisk uzasadniających wątpliwości popierane licznymi racjonalnymi lub partykularnymi argumentami. Ostatecznie wybrany wariant nie był środowiskowo idealny, w szczególności planowana trasa biegła przez niewielki, ale zwarty teren leśny. Wycinka drzew objęła około 10% powierzchni lasu (fot. 1d).

Często stosowanym rozwiązaniem konstrukcyjnym przejść górnych dla zwierząt dużych są dwu- lub cztero-przęsłowe wiadukty płytowo-belkowe z betonu sprężonego. Na płycie pomostowej wykonywana jest gruntowa warstwa nawierzchni dla zwierząt z możliwością nasadzeń roślinności zielnej i drzewiastej. W środowisku mostowców można się spotkać z przeciwstawnymi opiniami odnośnie stosowania w przejściach górnych konstrukcji gruntowo-powłokowych z blach falistych. Kilka błędów projektowych i wykonawczych przejść górnych z blach falistych ukształtowało opinię, że wiadukty o takiej konstrukcji nie są właściwym rozwiązaniem. Zdaniem autora, jest to rozwiązanie jak najbardziej poprawne. Niemal naturalny na ziemi, bliski pełnemu nasypowi gruntowemu, o odpowiedniej i niekoniecznie minimalnej wysokości nad kluczem zapewnia właściwe warunki użytkowania. Jest masywny, dobrze tłumi drgania, a do jego utrzymania wystarcza minimalne zaangażowanie. W sensie ekologicznym, nadaje się do prowadzenia zadrzewienia i porostu krzewów. Czas pokaże czy zastosowanie betonowej konstrukcji mostowej będzie równie efektywne. Obecnie, żadne z przejść górnych/dolnych dla zwierząt na obwodnicy Lublina nie jest monitorowane w sposób ciągły.



Rys. 1. Liczba obserwacji oraz ofiar kolizji zarejestrowanych do końca 2016 roku [3]

Trudno jest rozstrzygnąć o efektywności przejść górnych i dolnych. Istnieją oceny wskazujące na kilkukrotnie wyższą liczbę migrujących zwierząt na przejściach górnych niż w przejściach dolnych. Prowadzone liczne obserwacje dają rozeznanie jakościowe, ilościowo właściwie nie ma miarodajnych publikowanych źródeł [5]. Publikowane badania,

obserwacje nie mają cech ciągłości i nie w pełni wskazują na przeciwdziałanie fragmentacji stad zwierzęcych. Natomiast dane uzyskane z obserwacji i zamieszczone w [3] są pesymistyczne, co obrazuje wykres na rys. 1.

Opisany problem dotyczy nie tylko Polski, ale jest powszechny w skali światowej. Rozwój sieci transportowej lądowej, tj. drogowej i kolejowej, jest niezbędny do wzrostu gospodarczego oraz wygody przemieszczania towarów i ludzi. Jednocześnie istniejąca i rozbudowywana sieć dróg, szczególnie w krajach rozwijających się, koliduje z istniejącym stanem fauny, a także flory na obszarach naturalnych lasów, terenów niezagospodarowanych rolniczo, również powierzchni upraw rolnych [6–7].

Dominującym zagadnieniem jest odtworzenie spójności habitatu zwierzyny dzikiej przy istniejącej sieci dróg, szczególnie tam gdzie natężenie ruchu drogowego jest duże. Podstawowe znaczenie przy podejmowaniu działań rewitalizacyjnych ma zdefiniowanie zakresu monitoringu oraz interpretacja powstających zbiorów danych przy tworzeniu modeli cyfrowych funkcjonowania habitatu, w tym w szczególności jego ruchu.

Prezentowana tu propozycja nowej formy przejścia dolnego dla zwierząt ma na celu zwiększenie efektywności migracji zwierzyny w przejściach dolnych.

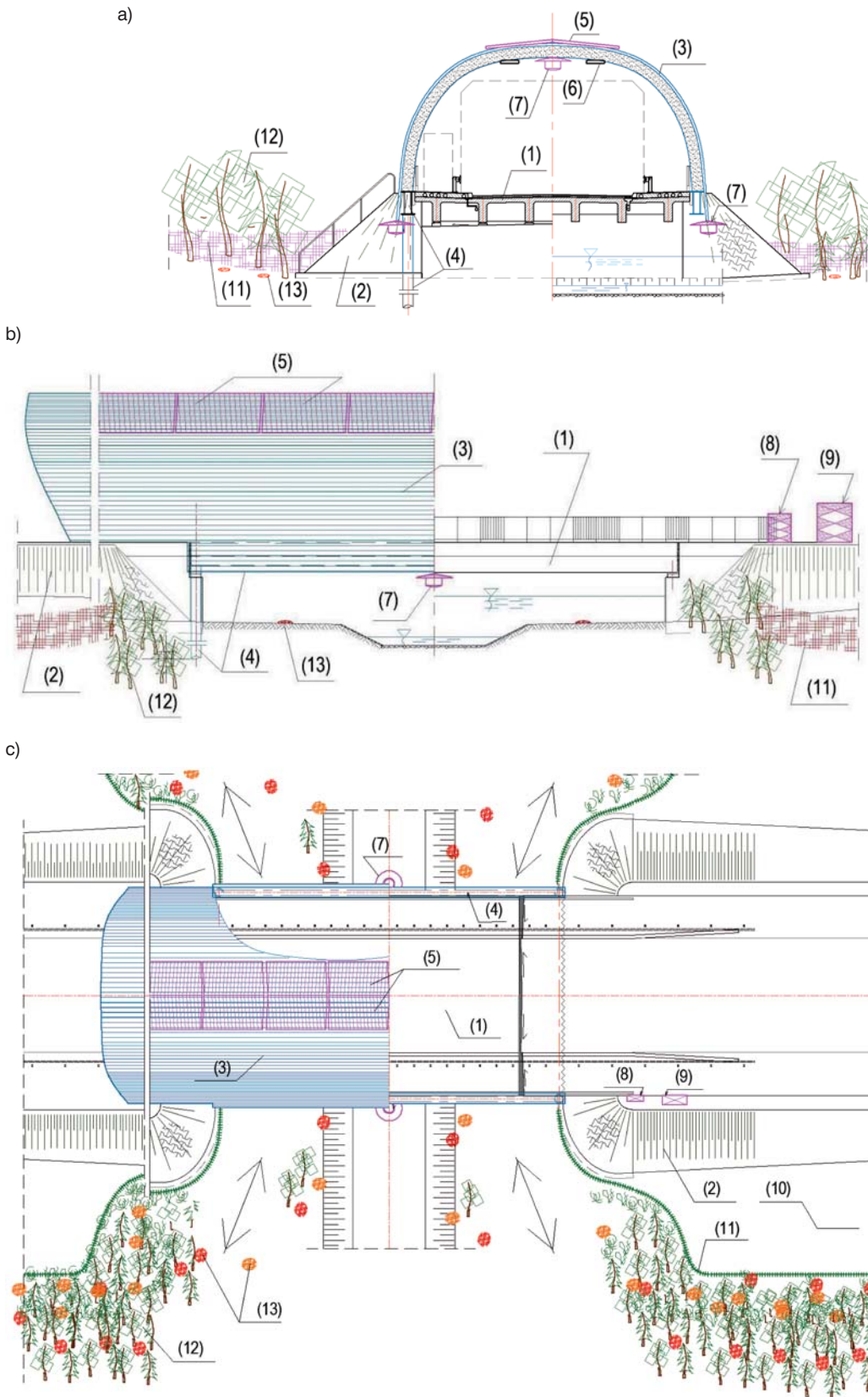
Propozycja techniczna przejścia dolnego dla zwierząt

Propozycja będzie tu omówiona na przykładzie mostu/wiaduktu drogowego, przy czym obiekt inżynierski może być nowoprojektowany lub już istniejący, który ulegnie odpowiedniej adaptacji, rys. 2. Jak już wspomniano, przejście dolne ma podwójne przeznaczenie: jest obiektem inżynierskim prowadzącym ruch drogowy oraz urządzeniem prośrodowiskowym. Zdaniem autora zastosowane wyposażenie mostu sprawia, że można tu stosować kategorię *zielonego mostu* przez analogię do hasłowego domu proekologicznego, tzw. *zielonego domu* [8].

Zakłada się, że przejście dolne ma być przyjazne dla zwierząt, czyli:

- umożliwi swobodny ruch przy minimalizowaniu stresu spowodowanego hałasem od ruchu samochodowego,
- spowoduje obniżenie impaktu świetlnego od świateł samochodowych przez zastosowanie nad mostem ekranu przeciwhałasowego zamkniętego typu półtunel¹ lub most zadaszony, a raczej zabudowany nad mostem i na dojazdach do mostu,
- w zakres przejścia dolnego wchodzi system naprowadzania zwierzyny do światła mostu za pomocą płotów naprowadzających, zalesienia/zakrzaczenia dojścia oraz rozmieszczenie naturalnych lub sztucznych śladów zapachowych rozłożonych do przejścia przy znakowaniu obszarów zwierzęcych przy jednoczesnych działaniach edukacyjnych lub prawnych ograniczających ingerencje człowieka w wykreowany biotop,

¹ W polskiej terminologii półtunel odpowiada przekryciu o angielskiej nazwie *canopy*.

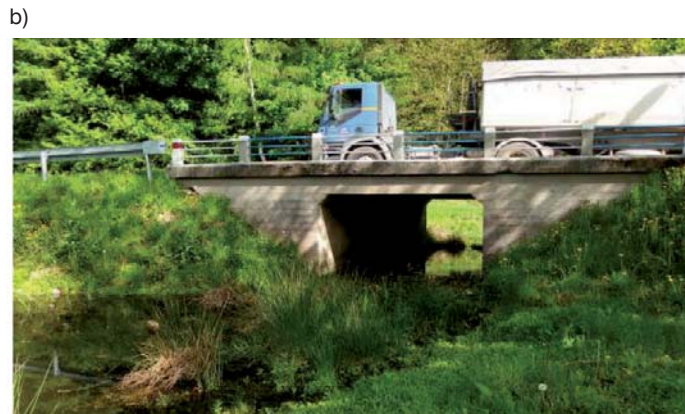


Rys. 2. Zielony most – propozycja techniczna: a) przekrój poprzeczny, b) widok z boku/przekrój podłużny, c) widok w planie. Elementy: 1 – istniejący most, 2 – skarpy nasypu drogowego, 3 – półtunel nad mostem i dojazdami do mostu, 4 – w przypadku istniejącego mostu – dodatkowe ramy boczne do oparcia półtunelu, 5 – panele fotowoltaiczne, 6 – oświetlenie liniowe ledowe, 7 – kamery monitoringu zwierząt, ruchu w półtunelu i stanu technicznego obiektu, 8–9 – szafki akumulatorowe i do aparatury do transmisji bezprzewodowej uzyskiwanych danych, 10 – pas ławkowy o szerokości 10–20 m wzdłuż nasypu drogowego separujący las od drogi, 11 – płyty naprowadzające, 12 – las/zakrzaczenie naprowadzające do światła mostu, 13 – zwierzęce ślady zapachowe, jako znaczniki trasy przejścia dolnego.

- przejście pod mostem będzie monitorowane w sposób ciągły za pomocą kamer rejestrujących obraz w świetle zwykłym lub termowizyjnie, lub odpowiednio inaczej,
 - obrazy z monitoringu będą transmitowane bezprzewodowo do biblioteki cyfrowej w *chmurze*, która z zaniem autora powinna być dostępna powszechnie na zasadach ogólnych bez ograniczeń,
 - podstawowym celem jest obniżenie śmiertelności zwierząt oraz *nauczenie* ich korzystania z przejścia.
- Zastosowanie proponowanego przejścia dolnego dotyczy głównie mostów małych i średniej długości, $L = 10 \div 40$ m w terenach zadrzewionych i łąkowych (fot. 2).

Zastosowanie półtunelu w przypadkach pokazanych na fot. 2 wiąże się również ze zmianą widoku na most. Most sam w sobie jest silnym elementem dominującym lokalnie przestrzeń, a zabudowa dodatkowym przykryciem o minimalnej wysokości 5 m nad jezdnią, wytworzy nowy sztuczny obraz, do którego trzeba przywyknąć. W każdym z wariantów, czyli półtunel lub zadaszenie ze ścianami bocznymi to po pierwsze – zmiana wyglądu mostu i po drugie – powstanie jakościowo nowej i silnej dominanty w krajobrazie, fot. 2 d. Stosowanie odpowiedniej kolorystyki elewacji może moderować nowość widoku, jednakże dzisiaj trudno przewidzieć reakcję, ewentualną akceptację, ludzi żyjących w sąsiedztwie mostu o nowym kształcie.

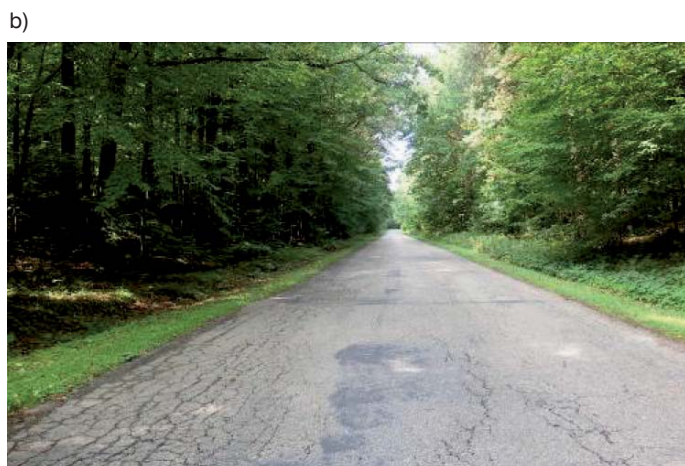
Alternatywnie do funkcjonujących obecnie przejść dolnych z ekranami przeciwoślusniowymi, omawiana konstrukcja może być stosowana na drogach ekspresowych i autostradach, (fot. 1 a).



Fot. 2. Małe mosty: a) DK 17, Łabunie, b) DP 2552L, Wąwolnica, c) DW 710, m. Warta, d) most zadaszony, Crawfordsville Bridge, Oregon (1932)

W przypadku dróg krajowych, wojewódzkich i przede wszystkim powiatowych kluczowe jest wyraźne wyodrębnienie drogi, a właściwie pasa drogowego w przestrzeni zalesionej. Obecnie najczęściej las, dokładniej korony drzew, graniczy bezpośrednio z drogą, a często z nawierzchnią drogową, z wliczeniem szerokości poboczy utwardzonych i gruntowych, (fot. 3). Przedstawione na zdjęciach odcinki drogi w terenie leśnym, ukazują możliwy obraz zagrożenia zarówno dla kierowcy, jak i dla zwierząt leśnych. W chwili wtargnięcia zwierzęcia na jezdnię kierowca ma znikome szanse na zatrzymanie pojazdu. Z tego powodu w rozwią-

zaniu na rys. 2, poz. 10, zaproponowano pas separacyjny łąkowy o szerokości około 20 m. To oczywiście wymaga znacznej wycinki drzew w sąsiedztwie przejścia dolnego, a może nawet wzdłuż całej drogi w lesie. Jeszcze większe problemy bezpieczeństwa zwierzyny występują na obszarach rolnych. Tu otwarta przestrzeń sprzyja kierowcy samochodu do obserwacji relatywnie dużego otoczenia w ciągu dnia. Nocą tunelowy sposób widzenia oświetlonej drogi upodabnia jazdę do przemieszczania się w terenie zalesionym, a to skutkuje liczbą kolizji ze zwierzyną równą lub wyższą w porównaniu do terenów zalesionych, [3].



Fot. 3. Widok odcinka drogi krajowej oraz powiatowej w terenie leśnym: a) DK 19, okolice m. Paszki Duże, b) DP 2700L, wieś Bęczyn

a)



b)



c)



d)



Fot. 4. Zwierzęta a samochód: a–b) Addo Elephant National Park (RPA), c) Kruger National Park (RPA), fot. dr Jarosław Bęc, d) zdjęcie z foto-pułapki – młoda sarna przy drodze pod Puławami, fot. Wioleta Czarnecka

Istniejąca w Polsce tradycja otwartych lasów, zbieranie jagód i grzybów, ścieżki spacerowe i rowerowe sprzyjają rekreacji, poprawie kondycji i bezpośredniemu kontaktowi z naturą. Projektując przejście dolne założono, że bezpośrednio zbliżenie człowieka do zwierzęcia wywołuje w nim silny stan lękowy i najczęściej powoduje paniczną ucieczkę.

Paradoksalnie zwierzęta dużo mniej boją się samochodu niż pojedynczego człowieka czy grupy ludzi. Ten fakt jest powszechnie wykorzystywany na terenach afrykańskich parków narodowych, w których kategorycznie zabrania się, również z powodów bezpieczeństwa dla ludzi, opuszczać samochody (fot. 4). Przyjmując powyższe jako regułę, w przejściach dolnych nie powinny być lokowane chodniki dla pieszych i ścieżki rowerowe. Na poparcie zamieszczonej tezy zdjęcie na fot. 4 c) nie jest silnym argumentem, jest to raczej ewenement, który może się zdarzyć, ale nie jest powszechną sytuacją.

W proponowanym rozwiązaniu most jest także beneficjentem zamontowanych urządzeń. Przykrycie konstrukcji mostowej i skutkiem tego niemal pełna redukcja oddziaływań środowiskowych wpłynie na zwiększenie długowieczności obiektu. Szczególnie w warunkach krajowych dotkliwe skutki zimowego utrzymania drogi mogą nie obejmować

ustroju nośnego, co oznacza minimalizację szkodliwego działania jonów chloru i innych. Przy założeniu, że w przypadku istniejących konstrukcji dostosowanie do proponowanego przejścia dolnego uwzględnia remont ustroju nośnego z ułożeniem nowych warstw hydroizolacji, ułożenie nowej nawierzchni jezdni, reprofilację chodników dla pieszych i rowerzystów, efektem będzie zmniejszenie liczby ewentualnych kolejnych remontów kapitalnych mostu. Dotyczy to przede wszystkim urządzeń dylatacyjnych i szczelin dylatacyjnych, których zmorą są pojawiające się zacieki i przecieki wód deszczowych oraz wód z topniejącego śniegu bądź lodu. Ochrona ustroju nośnego będzie skuteczna jedynie wtedy, gdy długość zadaszonych dojazdów do mostu nie będzie krótsza niż 20 m z każdej strony obiektu.

Zamontowane kamery monitoringu ruchu drogowego umożliwią bieżący nadzór stanu bezpieczeństwa i stworzą możliwość pomiarów rodzaju i ilości ruchu. Potencjalnie na spodzie ustroju nośnego mogą być zamontowane na trwałe mierniki odkształceń oraz akcelerometry rejestrujące ekstremalne stany deformacji i drgań. Rezultaty monitoringu będą transmitowane bezprzewodowo do zainteresowanych instytucji drogowo-mostowych. Przewidziane funkcjonowanie oświetlenia LED-owego nocą zmniejszy efekt klaustrofobii, charakterystyczny przy jeździe w tunelu.

Szacowanie kosztów

Proponowane rozwiązanie przejścia dolnego jest znacznie droższe od typowego mostu. Przeprowadzono oszacowanie kosztów bazując na średnich cenach, które wystąpiły podczas budowy obwodnicy Lublina².

Rozpatrmy przypadek istniejącego mostu, przy czym do dalszych analiz referencyjną wielkością będzie cena ustroju nośnego małego mostu. Cena 1 m² powierzchni ustroju nośnego mostu wynosi około 4200 zł. W przypadku małego mostu przyjęto jego długość $L = 20$ m i szerokość 12 m. Wówczas otrzymujemy wartość obiektu:

$$20 \times 12 \times 4200 = 1\,008\,000 \text{ zł} \approx 1 \text{ mln zł} \leftrightarrow 100\%$$

W dalszych porównaniach wartość obiektu w wysokości 1 mln zł będzie wielkością odniesienia i będzie odpowiadać 100% i na tej zasadzie wartości w złotych będą przyrównywane do wartości procentowych.

Stosowane obecnie ekrany przeciwhałasowe są instalowane w celu obniżenia hałasu w sąsiedztwie siedzib ludzkich. Działają na zasadzie dyfrakcji fali akustycznej powodującej cień akustyczny oraz częściowo przez rozpraszanie i tłumienie dźwięku na ich powierzchniach wypełnień. Cena 1 m² przeciętnego ekranu (wysokość ≥ 3 m) zastosowanego na obwodnicy Lublina jest w przybliżeniu równa 2000 zł za 1 m². Przyjmując, że długość mostu ze skrzydłami/dojazdami wynosi $20 + 2 \times 20 = 60$ m, możemy wyznaczyć cenę ekranu przeciwhałasowego na kwotę:

$$2 \times 60 \times 3 \times 2000 = 720\,000 \text{ zł} \approx 70\%$$

Ekrany przeciwołśnieniowe charakteryzuje znikoma skuteczność tłumienia hałasu. Ekrany tego typu są stosowane powszechnie na przejściach górnych i dolnych dla zwierząt. Cena 1 m² tego ekranu wynosi w przybliżeniu 700 zł, co daje kwotę:

$$2 \times 60 \times 3 \times 700 = 252\,000 \text{ zł} \approx 25\%$$

W Polsce, na terenie Warszawy, są dwa ekrany typu półtunel z transparentną boczną okładziną. Cena 1 mb przykrycia tunelowego na warszawskim Bródnie jest szokująco wysoka i oscyluje wokół 34 000 zł, przy czym szerokość tunelu

wynosi 15 m. Odpowiednio, półtunel nad Trasą Toruńską w Warszawie jest czterokrotnie droższy, przy stosowaniu ceny jednego metra długości obiektu. Zaletą ekranu tunelowego jest najbardziej efektywne wyciszenie hałasu. Zatem, cena 60 m długości półtunelu nad małym mostem wyniesie:

$$60 \times 34\,000 = 2\,040\,000 \text{ zł} \approx 200\%$$

Wysokie koszty półtuneli wynikają z niskiego popytu. Jak zawsze w miarę rozwoju rynku na te konstrukcje ceny będą spadać. Ale, już dziś nie musi być aż tak drogo. Wiodący na polskim rynku producent konstrukcji ze stalowych blach falistych oszacował koszt 60 mb przykrycia w postaci półtunelu na 800 000 zł $\approx 80\%$.

Autorzy artykułu [9] oszacowali koszt półtunelu (koszt materiału + koszt montażu) z żebrami z drewna klejonego na około 500 000 zł $\approx 50\%$, przy czym w przypadku mostu zadaszonego (słupy, krokwie, jętki etc.) koszt mógłby ulec dalszej redukcji.

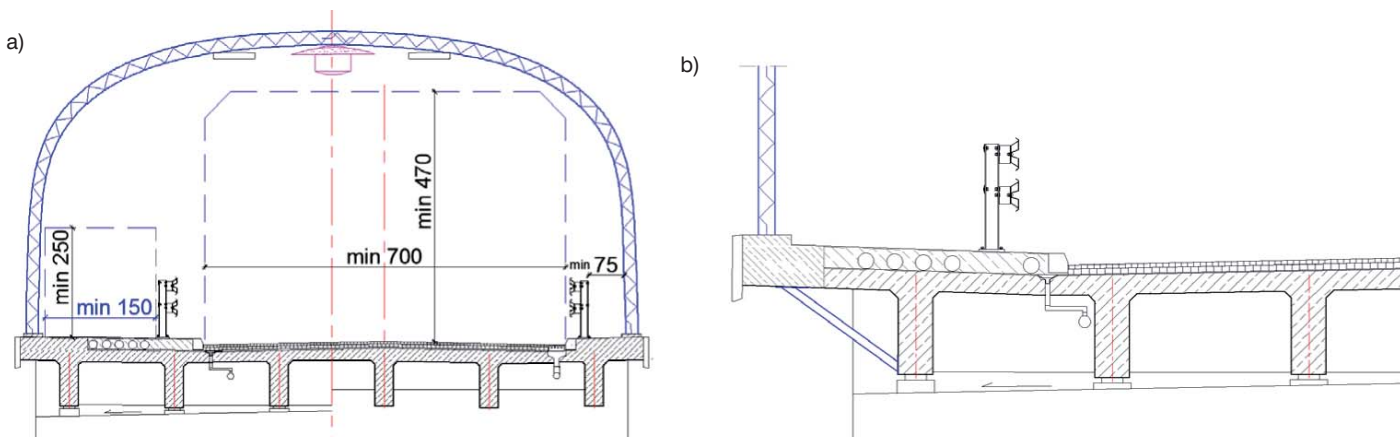
Do kosztów mostu – przejścia dolnego, należy wliczyć remont mostu w niezbędnym zakresie, który można oszacować na około 40%. Ta kwota ulegnie zbilansowaniu na skutek wydłużenia żywotności obiektu. Można przyjąć, że liczba remontów okresowych podczas istnienia mostu ulegnie zmniejszeniu o co najmniej jeden.

Reasumując fragment dotyczący kosztów przykrycia półtunelą przeciwhałasową, można uznać, że jego cena odpowiada cenie ekranu przeciwhałasowego i stanowi około 70% kosztu ustroju nośnego. Może być niższa. W szacowaniu kosztów pominięto przygotowanie dokumentacji projektowej, nasadzenie drzew i krzewów, płyty naprowadzające, monitoring oraz oprzyrządowanie do transmisji bezprzewodowej danych, jako wydatki pomijalnie małe.

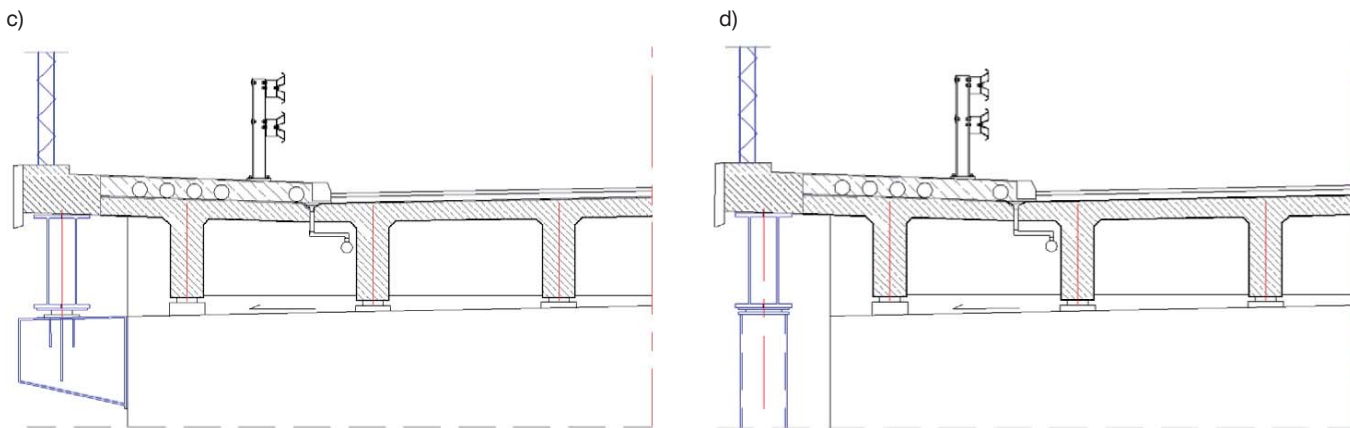
W trakcie projektowania, każdy z ekranów musi być sprawdzony na oddziaływania aerodynamiczne powodowane ciśnieniem/podciśnieniem powietrza przemieszczanego od jadących samochodów. Wskazane jest projektowanie rastrów dekompresji na wlotach/wylotach z tuneli.

Adaptacja istniejącego mostu

Dostosowanie istniejącego mostu do nowej formy przejścia dolnego nie stwarza dużych wyzwań projektowych. Tym



Rys. 3. Przekroje poprzeczne mostu z wariantami rozbudowy przykrycia półtunelowego: a) na istniejącym moście, b) z wykorzystaniem dodatkowych zastrzałów



Rys. 3. Przekroje poprzeczne mostu z wariantami rozbudowy przykrycia półtunelowego: c) ze wspornikiem i dostawioną belką, d) z dostawioną belką na słupach/palach

niemniej na rys. 3. zamieszczono kilka wariantowych rozwiązań. Na rys. 3.a) zamieszczono przekrój poprzeczny mostu z urządzeniami przejścia dolnego. Zastosowano bariery sztywne, chroniące od uderzeń samochodów w ekran półtunelowy.

Podstawowym problemem związanym z montażem przykrycia półtunelowego na istniejących obiektach jest wzmocnienie strefy wspornikowej. Na rysunku 3 przedstawiono trzy podstawowe warianty wzmocnienia. Wzmocnienie przez dodanie zastrzałów (rys. 3 b), dodatkowej belki ustawionej na wspornikach mocowanych do przyczółków/ filarów (rys. 3 c) lub na niezależnych zewnętrznych słupach wprowadzonych w grunt (rys. 3 d) oraz rysunek 2.

Tabela 1. Porównanie wariantów wyposażenia przejścia dolnego

Wariant	W1			W2			W3		
Kryteria	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Oceny									
Ekolog	2	2	2	3	3	2	5	4	3
Projektant	3	4	5	5	4	3	5	4	3
Polityk	2	2	4	4	4	4	5	5	3
Administrator drogi	3	2	3	4	4	3	4	5	4
Dziennikarz	2	3	3	3	3	3	5	4	4
$m_{ki} = (\sum_j c_{ijk}) / 25$	0,48	0,52	0,68	0,76	0,72	0,6	0,96	0,88	0,68
$m_k = (\sum_i \sum_j c_{ijk}) / 75$	0,56			0,69			0,84		

Dyskusja rozwiązania w gronie eksperckim

Zważywszy, że proponowany most – dolne przejście dla zwierząt³, jest technicznie, środowiskowo i także mentalnie nową formą, przeprowadzono dyskusję o akceptowalności rozwiązania w gronie ekspertów z dziedzin powiązanych z tą problematyką [10]. W różnych zakresach udział brali interesariusze przedsięwzięć drogowo-mostowych: inwestor, wykonawca, projektant, przedstawiciel administracji, ekolog, lokalny polityk, dziennikarz.

Stosowano zmodyfikowaną metodę Delphi w dwóch etapach. Na pierwszym stopniu dyskusji analizowano subkryteria kryteriów:

- C1 – ekologicznego,
- C2 – technicznego,
- C3 – kosztowego.

Forsowane było stanowisko, by unikać dominacji ocen o cechach minimalizacja kosztów vs maksymalizacja zysków (inwestor vs wykonawca), zamiast tego kryteria miały być równorzędne, metodologicznie – bez wag. Każdy z uczestników stosował skalę ocen od 2 do 5. Decydowała wartość średnia przy współczynniku zmienności nie większym od 25%.

Pierwszy etap służył eliminacji subkryteriów, ale przede wszystkim zaznajomieniu się z nową problematyką. Etap drugi, przy wiedzy o treściach i wadze subkryteriów, dotyczył dyskusji trzech wariantów:

- W1 – most bez wyposażenia proekologicznego,
- W2 – forma obecnie funkcjonujących przejść dolnych,
- W3 – rozpatrywana tu propozycja mostu przejścia dolnego.

Analizowano przypadki istniejącego i nowego mostu. Tabela 1 zawiera wynik końcowy przeprowadzonego rozpoznania akceptowalności propozycji w przypadku istniejącego mostu.

Na podstawie ocen zamieszczonych w tabeli 1 można wnioskować, że dominujące znaczenie miały kryteria C1 i C3. Wariant W2 został oceniony *konkurencyjnie* do W3. Ku zaskoczeniu uczestników oceny i autora najwyższą notę uzyskał wariant W3, co świadczy o potencjalnej akceptowalności przedstawionej propozycji.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono nową propozycję techniczną mostu – przejścia dolnego dla zwierząt. W stosunku do funkcjonujących obecnie przejść tego typu, zastosowano ekran półtunelowy maksymalnie redukujący hałas. Ekran jest jednocześnie osłoną mostu od oddziaływań środowiskowych.

³ Patent P.416618

Naprowadzanie zwierzyny do przejścia zintensyfikowano przez aranżację zalesienia aż do samego światła mostu. Zaproponowano kierowanie zwierzyny śladami zapachowymi.

Ciągły monitoring fauny, ruchu na moście i konstrukcji mostowej na drodze transmisji bezprzewodowej wytworzy bazę pewnych danych ułatwiającą podejmowanie decyzji technicznych i środowiskowych.

Przeprowadzona analiza wielokryterialna wykazała potencjalną możliwość akceptacji rozwiązania.

Bibliografia

- [1] Kowal M., *Ochrona środowiska na drodze ekspresowej S17*. „Budownictwo i Architektura” 13(1) (2013), 267–276.
- [2] Kowal M., Karaś S., *Przejścia dla zwierząt na odcinku S17 między węzłami „Kurów Zachód” a „Lublin Felin”*, „Budownictwo i Architektura” 15(1) (2016), 71–80.
- [3] Kustus K., Wuczyński A., 2017. *Śmiertelność zwierząt na drogach w Polsce w roku 2016*. Raport roczny „Ogólnopolskiego Rejestru Śmiertelności Zwierząt na Drogach”. www.zwierzetana-drodze.pl.
- [4] Partyka E., *Kontrowersyjna S19*, „Lubelski Inżynier Budownictwa” 40/2016, 20-22.
- [5] Luell B. et al., COST 341, *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. (2003); <http://www.iene.info/cost-341-action/>
- [6] Clevenger A. P., Wierzychowski J., *Maintaining and restoring connectivity in landscapes fragmented by roads*. *Connectivity Conservation* eds. Kevin R. Crooks and M. Sanjayan. Published by Cambridge University Press. Cambridge University Press 2006; p.502-535, [www.researchgate.net/publication/304791979_Maintaining_and_restoring_connectivity_in_landscapes_fragmented_by_roads],
- [7] Taylor B. D., Goldingay R. L., *Restoring Connectivity in Landscapes Fragmented by Major Roads: A Case Study Using Wooden Poles as “Stepping Stones” for Gliding Mammals* (2012), *Restoration Ecology* Vol. 20, No. 6, pp. 671–678. doi: 10.1111/j.1526-100X.2011.00847.x
- [8] Vadiee A., Martin V., *Energy management in horticultural applications through the closed greenhouse concept, state of the art*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (2012) 5087–5100. dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.022
- [9] Kotarski A., Przepiórka J., *Lekkie konstrukcje łukowe z drewna klejonego pokryte membraną PCV*, „Inżynier budownictwa” 7/8, 2018, 78–80.
- [10] Karas S., *Green Bridge – Technical Proposal*, The 9th International Conference on Engineering, Project, and Production Management (EPPM) 2018, 24–26 September, Cape Town, SA.

Errata do artykułu Konrada Jabłońskiego,

opublikowanego w numerze 10 z 2018 r. miesięcznika DROGOWNICTWO,
pt.: **Historia nawierzchni autostrady A4 na odcinku Wrocław – Strzelce Opolskie. Część 4 –
Co zdecydowało o powodzeniu?**

Na stronie 330., 4. wiersz od dołu prawej szpalty, zamiast: „... Jerzy Roczek ...”, powinno być napisane: „...Piotr Kochanowski ...” oraz po: „... – *project menager* ...” zamiast: „ ... i inni) ...” powinno być napisane: „... na kontrakcie nr 4 i Jerzy Roczek na kontrakcie nr 5”, ...

Na stronie 331, fot. 11. na prawej szpalcie, podpis pod fotografią nr 11. powinien być następujący:

„Fot. 11. (od lewej strony) Piotr Kochanowski, Uwe Tjarks, Jean-Paul Dupuy, Roland Perier i Tadeusz Mańkowski, na odcinku z podbudową z mce na kontrakcie nr 4 (fot. *Konrad Jabłoński 08.07.1998 r.*)”.

Na stronie 332, 1. wiersz lewej szpalty; imię i nazwisko: „... Józef Ruczka ...”, który zmarł, powinno być w ramce.

Na stronie 332, 4. wiersz, 5. akapitu w szpalcie lewej, zamiast: „ ... Kallestada ...” powinno być : „...Kallestada...”.

Na stronie III okładki – 6. wiersz, 2. akapitu prawej szpalty, po: „...odkrywaniu” powinno być dopisane (przed kropką): „... ich potencjału”.

Na stronie III okładki – 3. wiersz od dołu prawej szpalty (w nawiasie): po: „...pozytywne...” powinien być myślnik, a po nim tekst: „... dla DC”.

Autor oraz Redakcja bardzo serdecznie przeprasza Pana Piotra Kochanowskiego oraz PT Czytelników za ww. usterki w tekście.

