

**Sławomir BAJKOWSKI**

Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska SGGW  
Department of Hydraulic Engineering and Environmental Recultivation WAU

## **Przejścia dla zwierząt w przepustach i pod mostami** **Passages for animals in culverts and under bridges**

**Słowa kluczowe:** przejście dla zwierząt, przepust, most

**Key words:** passage for animals, culvert, bridge

### **Wprowadzenie**

Zmiany w środowisku spowodowane działalnością człowieka ograniczyły swobodną migrację oraz rozprzestrzenianie się zwierząt. Ubywanie lasów, rozwój urbanizacji oraz infrastruktury komunikacyjnej spowodowało podzielenie obszarów bytowania zwierząt na niewielkie, oddzielone od siebie „płaty”. Fragmentaryzacja naturalnego środowiska oraz brak możliwości swobodnego kontaktu i wymiany genów pomiędzy lokalnymi populacjami stanowi wielkie zagrożenie dla istnienia wielu gatunków zwierząt.

Dużego znaczenia w sfragmentaryzowanym środowisku nabierają korytarze ekologiczne, ułatwiające łączność między poszczególnymi siedliskami. Przy przekraczaniu ciągów komunikacyjnych odpowiednio zaprojektowane przejścia dla zwierząt stają się integralną

częścią korytarzy ekologicznych. O rozmiarach takich przejść decydują przede wszystkim gatunki zwierząt, dla których są one przeznaczone (Iuell i in. 2003). Pod względem pełnionych funkcji przejścia dla zwierząt dzieli się na samodzielne, służące wyłącznie zwierzętom, oraz zespolone, pełniące jednocześnie inne funkcje, w tym prowadzenie wody (Katalog... 2002). Przy ich projektowaniu należy uwzględniać warunki hydrologiczne cieku, warunki hydrauliczne przepływu, wymagania konstrukcyjne, krajobrazowe i przyrodnicze oraz bezpieczeństwo ruchu pojazdów.

Przewody istniejących przepustów drogowych mogą spełniać rolę wodnych przejść zespolonych, łącząc funkcje związane z prowadzeniem wody oraz przechodzeniem zwierząt. W tym celu można konstruować w przewodach istniejących obiektów ścieżki dla zwierząt (Wild 1997, Bajkowski, Marzysz 2004, Ng i in. 2004).

W artykule omówiono badania, których celem było określenie warunków przechodzenia zwierząt przez ciągi komunikacyjne w istniejących obiektach

wodnych budownictwa drogowego. Przedstawione analizy obejmują studium wpływu zmian stanów wody na parametry przejść położonych na brzegach cieków.

## Obiekty badawcze

Badania terenowe prowadzono na odcinku drogi klasy GP nr 17 między miejscowościami Zakręt i Kołbiel. Wybrany odcinek przebiega wzdłuż wschodniej granicy Mazowieckiego Parku Krajobrazowego (MPK). Obszar badań stanowi przykład typowej mozaiki polno-leśnej, przy czym daje się zauważyć zdecydowaną przewagę lasów na zachód od trasy Warszawa – Lublin, na wschód od trasy przeważają pola.

Na długości badawczego odcinka wydzielono lokalne korytarze ekologiczne biegnące od obszaru MPK w kierunku wschodnim. Wzdłuż wydzielonych stref migracyjnych występują wodne przeprawy drogowe w formie przepustów lub małych mostów. Do analiz wybrano następujące obiekty (rys. 1):

- Majdan – przepust w linii ciągu leśnego na trasie od MPK w kierunku lasów wokół wsi Izabela i Brzeziny; przewód przepustu ma kształt dzwonowy, a wlot i wylot są kołnierzone,
- Zajazd – most jednoprzęsłowy wspornikowy na dopływie rzeki Mieni; w okresie letnim ciek nie prowadzi wody,
- Wiązowna – most jednoprzęsłowy o konstrukcji wspornikowej na rzece Mieni, stanowiący razem z poprzednim obiektem korytarz na trasie wsi Aleksandrów i Wiązowna,

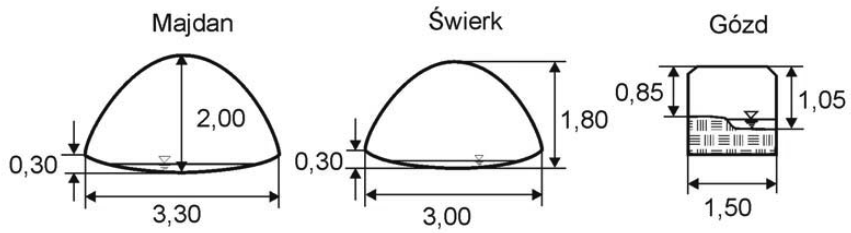
- Świerk – przepust na cieku będącym dopływem rzeki Świder; przepust ma kształt dzwonowy o czołowym wlocie i wylocie; w pobliżu obiektu występują niewielkie działki leśne poprzecinane polami,
- Gózd – przepust o przekroju prostokątnym na polnym odcinku drogi; obiekt położony jest w linii cypla leśnego MPK; przewód przepustu jest częściowo zamulony,
- Kołbiel – most jednoprzęsłowy na lewym dopływie rzeki Świder; obiekt zlokalizowany jest w miejscu, gdzie rzeka zbliża się do drogi; od mostu w kierunku obszarów leśnych MPK rozpościerają się pola uprawne.

Badane obiekty mają zbliżone długości konstrukcji, a znaczące różnice między nimi występują w wartościach ich światła. Dla celów dalszych analiz podzielono je na dwie grupy: mosty i przepusty. Do przepraw mostowych zakwalifikowano: Zajazd, Wiązownę i Kołbiel, a do przepustów: Majdan, Świerk, Gózd. Uzyskane z badań wyniki analizowano oddzielnie dla mostów i przepustów.

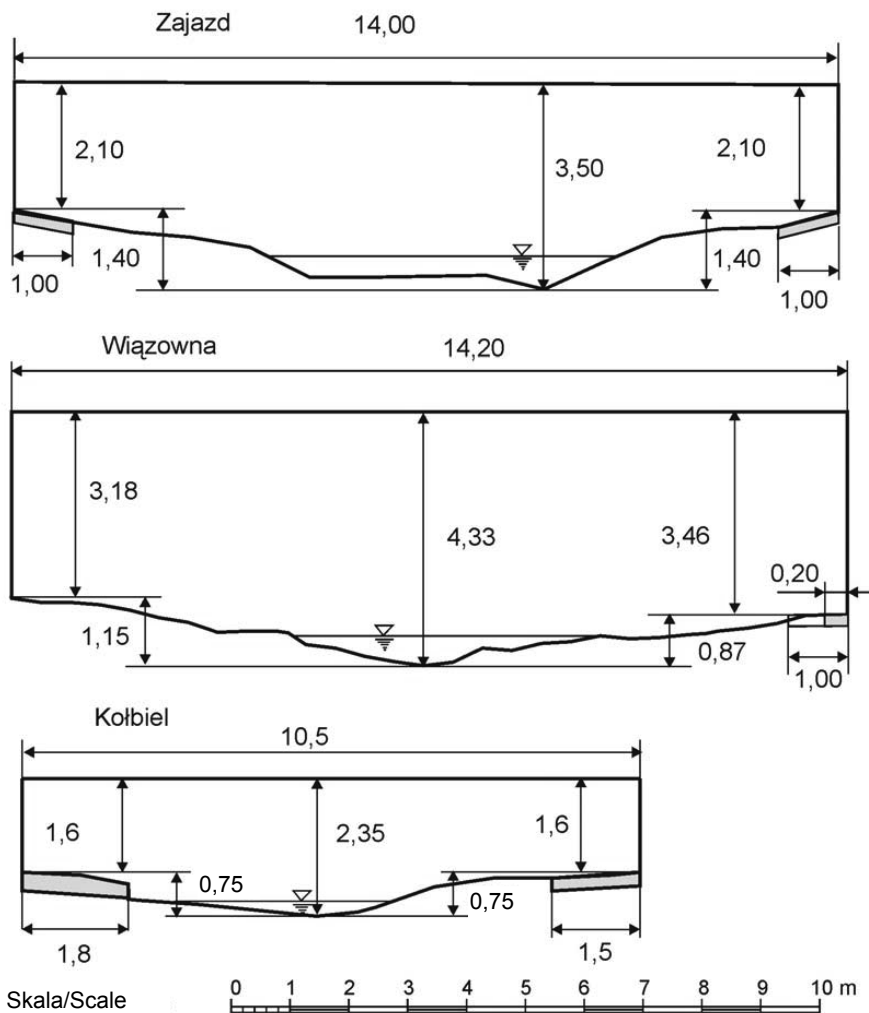
## Parametry przejść

Parametry wodnych przejść zespolonych zależą od geometrii przekroju poprzecznego oraz poziomów wody w cieku płynącym wzdłuż przeprawy. W przekroju poprzecznym tego typu przejść wydziela się część przekroju zajęta przez płynący strumień, powierzchnie położone nad lewą i prawą ścieżką oraz nad zwierciadłem wody. Dla przepustów ze specjalnymi ścieżkami dla zwierząt i zwartym korytem dla przepływu wody

Przepusty/Culverts



Mosty/Bridges



RYSUNEK 1. Przekroje poprzeczne obiektów  
 FIGURE 1. Cross sections of the objects

szerokości i wysokości wolnej przestrzeni dla zwierząt nie ulegają znaczącym zmianom. W przejściach mostowych wielkości poszczególnych powierzchni ulegają okresowym zmianom i zależą od poziomu wody w cieku (Bajkowski i Witczak 2005). Przepływający wzdłuż przeprawy ciek może zajmować znaczną część szerokości światła obiektu, a gdy napelnienia przewyższają głębokości koryta przy ścianach przyczółków, woda zajmuje całą szerokość światła i przejście jest niemożliwe (Bajkowski i Marzysz 2005).

Według Rozporządzenia... (2000) do scharakteryzowana tzw. jasności przejścia stosowany jest współczynnik ciasnoty względnej ( $E$ ), wyrażający wzajemne relacje pomiędzy wysokością ( $H$ ), szerokością ( $B$ ) i długością przejścia ( $L$ ).

Zaproponowany w Rozporządzeniu... (2000) wzór można stosować dla prostych przejść o regularnych kształtach przekroju poprzecznego i prostopadłych wlotach. Dla złożonych nieregularnych kształtów przekrojów wielkości kształtujące parametry przejścia zdefiniowano następująco:

$B_p$  – szerokość przejścia, rozumiana jako dostępny dla zwierząt pas położony wzdłuż przyczółka mostowego lub przewodu przepustu; szerokość przejścia wzdłuż lewego brzegu cieku, liczoną od ściany obiektu do śladu zwierciadła wody, oznaczono  $B_p^L$ , a wzdłuż prawego brzegu  $B_p^P$ ,  
 $H_p$  – wysokość przejścia, charakteryzowana jako wzniesienie spodu konstrukcji nośnej mostu lub zwieńczenia przewodu przepustu nad poziomem ścieżki dla zwierząt; w wodnych przejściach zespolonych wyróżniamy wysokość przejścia le-

wego ( $H_p^L$ ) oraz prawego ( $H_p^P$ ); dla przekrojów mostowych największa wysokość przejścia występuje zazwyczaj przy brzegu cieku, a najmniejsza przy ścianach licowych przyczółków,

$H_k$  – wysokość prześwitu mostów i przewodów przepustów mierzona od dna cieku do spodu konstrukcji,

$T_p$  – wzniesienie poziomu ścieżki przejścia lub terenu nad dnem cieku przy ścianie lewego przyczółka mostowego ( $T_p^L$ ) oraz prawego ( $T_p^P$ ).

Rzeczywistą wartość współczynnika  $E$  zaleca się obliczać ze wzoru ogólnego postaci:

$$E = \frac{F_p}{L_p} \quad (1)$$

gdzie:

$L_p$  – długość elementów przykrywających przejście mierzona wzdłuż spodu górnej konstrukcji nośnej [m],

$F_p$  – powierzchnia przekroju poprzecznego przejścia, uwzględniająca przestrzeń nad lustrem wody [m<sup>2</sup>].

## Prowadzenie badań

Badania obejmowały obmiary obiektów, obserwacje śladów i tropów zwierząt w ich pobliżu, warunków przepływu wody oraz czynników atmosferycznych i parametrów ruchu drogowego. Najdogodniejszym okresem do prowadzenia badań była zima, wtedy bowiem łatwo obserwować ślady migrujących zwierząt. Obserwacje prowadzono w ciągu jednego dnia na wszystkich obiektach, jedną dobę po opadach śniegu. Liczba zidentyfikowanych zachowań odnosiła się więc

do okresu jednej doby obserwacyjnej. W analizach posłużono się średnią dobową liczbą zachowań, którą obliczano, dzieląc sumaryczną liczbę poszczególnych zachowań przez liczbę dób obserwacyjnych (wyjazdów).

Na podstawie tropów określano gatunki zwierząt, liczbę osobników pojawiających się w strefie obserwacji oraz kierunki i intensywność migracji. Pomiarzy zimowe ograniczały się wyłącznie do obserwacji gatunków wiodących ruchliwy tryb życia w tym okresie.

Wyodrębniono cztery główne zachowania zwierząt:

- A, obecność na obiekcie – obecność zwierzęcia w pasie drogowym na długości badanego odcinka (około 100 m od osi obiektu w każdą stronę wzdłuż drogi (Wild 1997),
- B, próba przejścia – podjęta przez zwierzę próba przejścia przez drogę (po dojeździe do skraju jezdni zwierzę po jednej lub kilku próbach rezygnowało z przechodzenia),
- C, przejście nad drogą – ślady, które dochodziły do drogi z widocznym wejściem zwierzęcia na jezdnię,
- D, przejście pod drogą przez obiekt mostowy lub przepust – ślady zaobserwowane w okolicach wlotu i wylotu lub w obiekcie (zimą na nawianym śniegu, latem na zgromadzonym rumowisku rzeczonym).

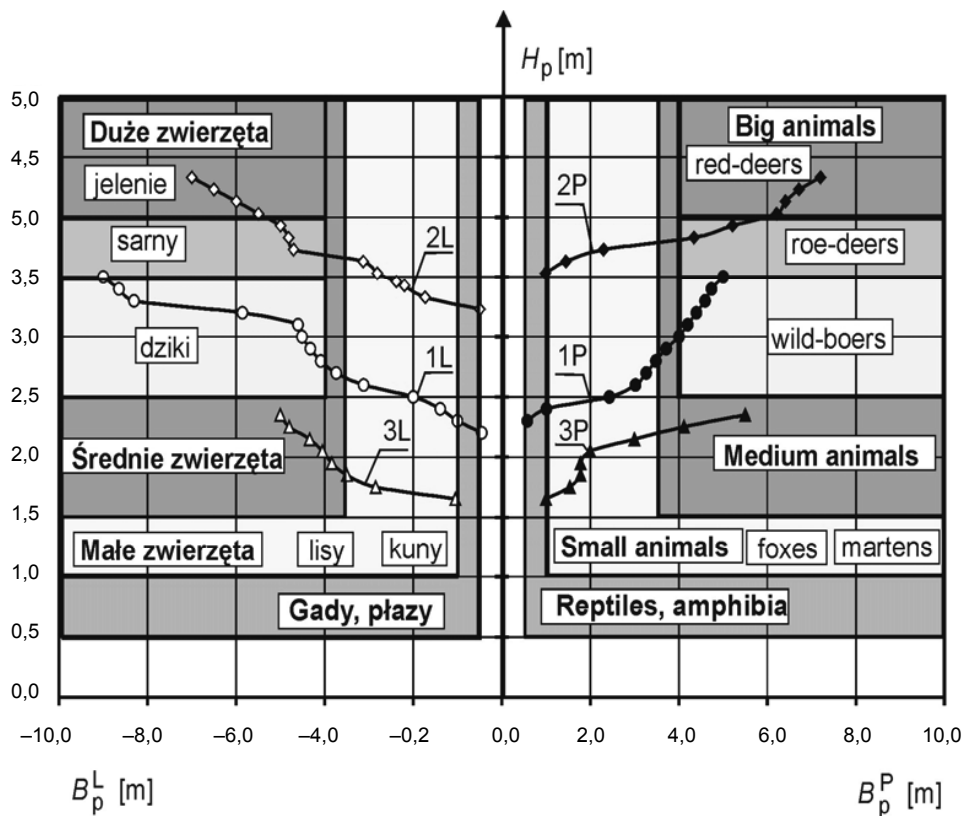
Do oceny stopnia wykorzystania obiektu przez zwierzęta do przechodzenia przez drogę wykorzystano procentowy współczynnik skuteczności przejścia ( $S$ ). Obliczono go jako stosunek liczby przejść przez obiekt ( $D$ ) do całkowitej liczby przejść przez drogę ( $C + D$ ).

## Analiza wyników

W wodnych przejściach zespolonych zwierzęta wykorzystują do przejścia nie tylko utwardzone ścieżki biegnące wzdłuż ścian, ale również odsłonięte przez wodę pasy doliny i części koryta głównego. Gdy woda nie jest zbyt głęboka, niektóre zwierzęta, np. sarny, przechodzą korytem cieką, brodząc w niej. W okresach występowania pokrywy lodowej znaczna część zwierząt przechodzi po lodzie. Wymiary przejść wykorzystywanych przez zwierzęta do przechodzenia przez przewody przepustów i pod mostami zależą od wielkości obiektu oraz głębokości wody w cieką.

Przewody badanych przepustów nie miały ukształtowanych ścieżek do przechodzenia – zwierzęta przechodziły po odsłoniętej części dna lub po rumowisku zalegającym w przewodach. Badane przepusty charakteryzowały się małymi wymiarami, w okresie zimowym ich wloty były częściowo przysłonięte śniegiem zsuwanym z jezdni, a w okresie letnim gęstą pokrywą roślinną. Wiele zwierząt po dojeździe do obiektu rezygnowało z próby przejścia. Zależności największych wysokości przejść (w linii zwierciadła wody) oraz ich szerokości wzdłuż lewych i prawych przyczółków badanych mostów od głębokości wody w cieką przedstawiono na rysunku 2.

Charakter zmian krzywych na rysunku 2 zależy od kształtu przekroju poprzecznego oraz warunków przepływu wód. Punkty położone najniżej i najbliższej osi ( $H_p$ ) wskazują na występowanie najmniej korzystnych warunków dla zwierząt, gdy ścieżki są bardzo wąskie, a niewielki wzrost napełnienia powoduje ich całkowite zalanie. Na przeciw-



RYSUNEK 2. Charakterystyki przejść mostowych: 1 – Zajazd, 2 – Wiązowna, 3 – Kołbiel, L – przejście lewe, P – przejście prawe

FIGURE 2. Bridge passages characteristics: 1 – Zajazd, 2 – Wiązowna, 3 – Kołbiel, L – left passage, P – right passage

nych krańcach krzywych leżą punkty dla najmniejszych napełnień, kiedy to warunki przechodzenia zwierząt są najkorzystniejsze. Dla mostu Wiązowna rzędne brzegu lewego i prawego są zróżnicowane (krzywe 2L i 2P na rys. 2) i o całkowitym zalaniu ścieżek pod mostem decyduje większa głębokość brzegowa. W obiekcie tym dojście do lewego przejścia jest utrudnione z uwagi na występujące zakole rzeczne, dlatego też nawet przy głębokościach wody nieprzekraczających napełnienia brzegowego zwierzęta niechętnie z niego korzystają.

Dla obiektów na ciekach okresowo wysychających szerokość dostępnego pasa przejścia przy braku przepływu rozciąga się na całą szerokość światła mostu, wtedy  $B_p = B_p^L + B_p^P$ .

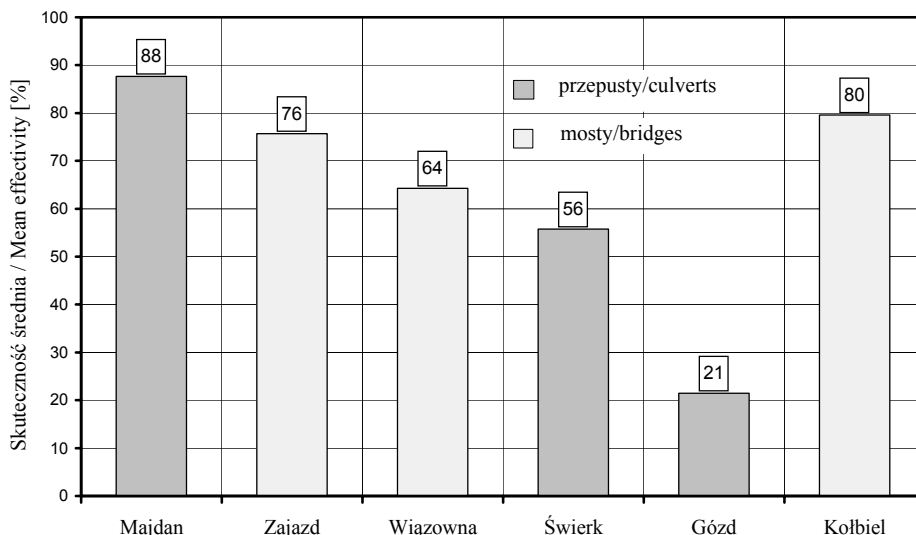
Krzywe na rysunku 2 pokazano na tle minimalnych wymiarów przejść dla różnych gatunków zwierząt. Gdy krzywa przejścia przebiega przez pole wyznaczające minimalne wymiary, oznacza to, że przejście spełnia wymogi dla danego gatunku zwierząt. W badanych obiektach przy najwyższych stanach gwarantującej szerokość przejścia 0,5 m dostępne

ścieżki mogą być wykorzystywane przez gady i płazy. Spośród badanych mostów jedynie krzywa przejścia dla obiektu Wiązowna dochodzi do pola dla dużych zwierząt. Właśnie pod tym mostem występowały tropy saren.

Obserwacje zwierząt prowadzone przez różnych autorów w pobliżu wodnych obiektów drogowych różnią się warunkami ich prowadzenia, lokalizacją i rozwiązaniami konstrukcyjnymi obiektów oraz interpretacją typów zachowań. Wyniki uzyskane w tak różniących się warunkach nie stanowią jednorodnego materiału badawczego. Wykonując analizy porównawcze tych badań, należałoby opracować jednolitą klasyfikację obiektów, barier procesu migracyjnego oraz zachowań zwierząt. W analizach przedstawionych w pracy wykorzystano wyłącznie wyniki badań własnych. Pozwoliło to ograniczyć wpływ liczebności lokalnych subpopulacji zwierząt na liczbę poszczególnych typów zachowań.

Średnie wartości współczynnika skuteczności przejścia ( $S$ ) dla poszczególnych obiektów przedstawiono na rysunku 3. Najwięcej, bo aż 88% (3,4 osobników na dobę) zwierząt przekraczało drogę przez obiekt Majdan. Przepust ten w okresie badawczym nie prowadził wody, służył wyłącznie do przechodzenia zwierząt. Z przepustu na obiekcie Gózd korzystało zaledwie 21% zwierząt (0,3 osobnika na dobę). Jest on położony na polnym odcinku trasy i znacznie oddalony od obszaru MPK. Do przechodzenia na drugą stronę pasa drogowego chętniej wykorzystywane przez zwierzęta są obiekty mostowe – średnia skuteczność 73% (3,4 osobników na dobę), niż przepusty – średnia skuteczność 55% (1,8 osobnika na dobę).

W pobliżu badanych mostów średnio jedno zwierzę na cztery wędrujące wzdłuż ciekę przekraczało pas drogowy, przechodząc górą przez jezdnię. Pozostałe 3 osobniki wybierały dostępne ścieżki



RYSUNEK 3. Średnia skuteczność przechodzenia zwierząt przez badane obiekty  
 FIGURE 3. Mean affectivity of animal's crossing trough researched objects

pod mostami. Z przejść przez przepusty korzystało co drugie zwierzę ze wszystkich przekraczających pas drogowy.

Na skuteczność przejścia mają wpływ wymiary przewodu, elementy konstrukcyjne drogi, rodzaj obiektu, warunki atmosferyczne, powiązanie okresu badawczego z okresami rui u zwierząt występujących na terenie. Jednym z ważniejszych elementów jest liczebność subpopulacji zwierząt. Określenie wpływu tych czynników na skuteczność migracyjną badanych obiektów wymaga zgromadzenia bogatszego materiału badawczego, co wskazuje na potrzebę prowadzenia dalszych badań w kolejnych sezonach obserwacyjnych. Przedstawione wyniki badań dotyczą zdefiniowanych zachowań zwierząt wędrujących przez wschodnią ścianę MPK i w dużej mierze wynikają z uwarunkowań środowiskowych tego obszaru i siedlisk, do których migrują zwierzęta. W badaniach innych autorów definiowane są odmienne zachowania, a badane obiekty posiadały wymiary odbiegające od opisanych w artykule. Dlatego też nie można jednoznacznie odnieść uzyskanych wyników do prezentowanych przez innych autorów.

Najczęściej na przekroczenie drogi przez mosty i przepusty decydowały się kuny leśne, lisy, a także unikające przejść podziemnych zające. Zwierzęta te wybierały jednak częściej przejścia przez mosty niż przepusty. Czynnikiem kształtującym takie zachowania były zapewne większe rozmiary przejść mostowych, udogodnienia konstrukcyjne w postaci półek, znajdujących się przy przyczółkach mostów, oraz znacznie bogatsze środowisko ekosystemów rzecznych. Elementami odstrasżającymi zwierzęta

były wysokie stany wód zatapiające półki przy przyczółkach oraz stosunkowo częsta obecność ludzi. Przyzwyczajenia migracyjne wzdłuż cieków były jednak na tyle duże, że przy braku możliwości bezpiecznego przekroczenia pod ciągiem jezdnym większa liczba zwierząt decydowała się na przejście górą; dotyczyło to szczególnie zajęcy.

## Wnioski

1. Większość zwierząt przekraczających ciąg komunikacyjny za drogę przejścia wybiera znajdujące się w okolicy mosty lub przepusty.
2. Zwierzęta mają skłonność do wykorzystywania niezmodyfikowanych przepustów na przejścia, gdy nie ma w nich wody.
3. Skuteczność przejść pod mostami wynosiła 73%, a przez przepusty 55%.
4. Spośród zwierząt dziko żyjących najchętniej z przepustów korzystały lisy, w mniejszym stopniu zające oraz rzadko spotykane kuny leśne.
5. Znaczącym czynnikiem w przechodzeniu zwierząt przez przepusty i pod mostami jest nasilenie procesów migracyjnych.

## Literatura

- BAJKOWSKI S., MARZYSZ P. 2004: Możliwości wykorzystania przepustów drogowych na przejścia dla zwierząt. *Acta Scientiarum Polonorum, Architectura* 3(2): 69–78.
- BAJKOWSKI S., MARZYSZ P. 2005: Przechodzenie zwierząt przez przepusty i małe mosty. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*



CCLXV. *Melioracje i Inżynieria Środowiska* 26: 23–28.

- BAJKOWSKI S., WITCZAK U. 2005: Kształtowanie przepustów przeznaczonych na przejścia dla zwierząt. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 507. Część I. PAN Wydział Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych: 25–32.
- IUELL B. i in. 2003: Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. Wildlife and Traffic. Cost 341. A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. KNNV Publisher.
- Katalog drogowych urządzeń ochrony środowiska. Załącznik do zarządzenia nr 58 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 kwietnia 2002 roku. GDDKiA, Warszawa.
- NG S.J., DOLE J.W., SAUVAJOT R.M., RILEY S., VALONE T.J. 2004: Use of Highway Undercrossings by Wildlife in Southern California. *Biological Conservation* 115: 499–507.
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. DzU nr 63, poz. 735, ze zmianami.
- WILD F. 1997: Faune Contre Autoroutes: Ne lésons pas sur les passerelles vertes. *Bulletin de l'OFEEP Environnement* 3.

## Summary

**Passages for animals in culverts and under bridges.** Road routes cross numerous local valleys in which watercourses, conducting water constantly or periodically, are located. In these areas, there are suitable conditions for animal migrations between habitats dispersed along the watercourses, which provide easy access to water. To overcome the water barriers there are bridges built above them. These objects are often connected with the brinks of the valley trough long and high embankments. High overpasses are built in the urban river sections with large bridges, while road junctions are usually placed on the adjoining area.

In the article the parameters of the combined passages are defined, separating the space into the animal routs and the water flow. The author published the measures from which the animal passage's width is dependant, and related them with the watercourses' hydraulic parameters, like depth of water. The results of the local research carried out to define the utilization of existing roads objects and their use by animals are also presented.

### Author's address:

Sławomir Bajkowski  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska  
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa  
Poland