

Prądnik. Prace Muz. Szafera	20	441–452	2010
-----------------------------	----	---------	------

DARIUSZ WOJDAN

Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego
Instytut Biologii, Pracownia Ochrony Przyrody
ul. Świętokrzyska 15, 25–406 Kielce
dariusz.wojdan@ujk.edu.pl

WSTĘPNA OCENA WPLYWU PRZEBUDOWY DRÓG NA PRZYRODĘ ŚWIĘTOKRZYSKIEGO PARKU NARODOWEGO

The preliminary assessment of road renovation impact on the nature of the Świętokrzyski National Park

Abstract. The paper discusses the predictable implications of the renovation of roads surrounding the Świętokrzyski National Park (and the special conservation area “Łysogóry” at the same time) carried out within a project called the Small Świętokrzyska Loop (Mała Pętla Świętokrzyska). The investment is supposed to consider the preservation of the Park’s natural environment, including, in particular, migratory fauna. In the course of the research, highly endangered places were determined. Seventeen wildlife crossings were proposed.

Key words: roads, renovation, nature, animals, Świętokrzyski National Park

WSTĘP

W Polsce tereny cenne przyrodniczo sąsiadują zwykle z obszarami zagospodarowanymi, obejmującymi uprawy rolne, wsie, a nawet miasta. Łącznikiem między miejscowościami jest gęsta sieć połączeń drogowych. Dodatkowo obszary o dużych walorach krajobrazowych (np. parki narodowe) przyciągają liczne rzesze turystów zmotoryzowanych. Od roku 1990 do 2010 liczba samochodów w Polsce wzrosła ponad dwukrotnie, a za 20 lat będzie ich, jak przypuszczają eksperci, minimum o 50% więcej. Obecnie nasz kraj jest na 6 miejscu w Europie pod względem liczby samochodów, których liczbę GUS szacuje na ponad 20 mln (Jeziński, Leszczyńska 2003; Oleński, Dmochowska 2009). Dla miejscowej przyrody oznacza to liczne zagrożenia, w tym zwłaszcza utrudnienie migracji zwierząt. Na drogach często giną nie tylko bezkręgowce i kręgowce naziemne, ale nawet ptaki i nietoperze (Lesiński 1995).

Projekty modernizacji dróg otaczających Łysogóry realizowane są w ramach koncepcji tzw. „Małej Pętli Świętokrzyskiej”. Przebudowa ta ma na celu wzmocnienie infrastruktury turystycznej na terenach najbardziej atrakcyjnych przyrodniczo i kulturowo. Realizowana jest od 2007 r., a planowana była już od 2002 r. Modernizacja ta polega na poszerzeniu dróg (m.in. o pas dla rowerów), zlokalizowaniu nowych zatok autobusowych oraz wysepek

i przejść dla pieszych, zmianie nawierzchni, ustawieniu krawężników, chodników, barier sprężystych, przebudowie przepustów, umocnieniu nasypów, wykopów i in. Inwestycja realizowana jest na drogach otaczających Park. Obecnie część prac jest już wykonana, ale wyłącznie poza terenem Świętokrzyskiego Parku Narodowego (ŚPN). Dla Parku najważniejsze znaczenie mają drogi przebiegające w jego sąsiedztwie, a zwłaszcza przecinające lub graniczące z ŚPN odcinki: Wzorki–Podgórze (4 km), Święta Katarzyna (0,5 km) oraz Bartoszowiny–Trzcianka (1 km).

Celem badań, prowadzonych w latach 2008–2009, było określenie wpływu przebudowywanych dróg na przyrodę Świętokrzyskiego Parku Narodowego, głównie na zwierzęta.

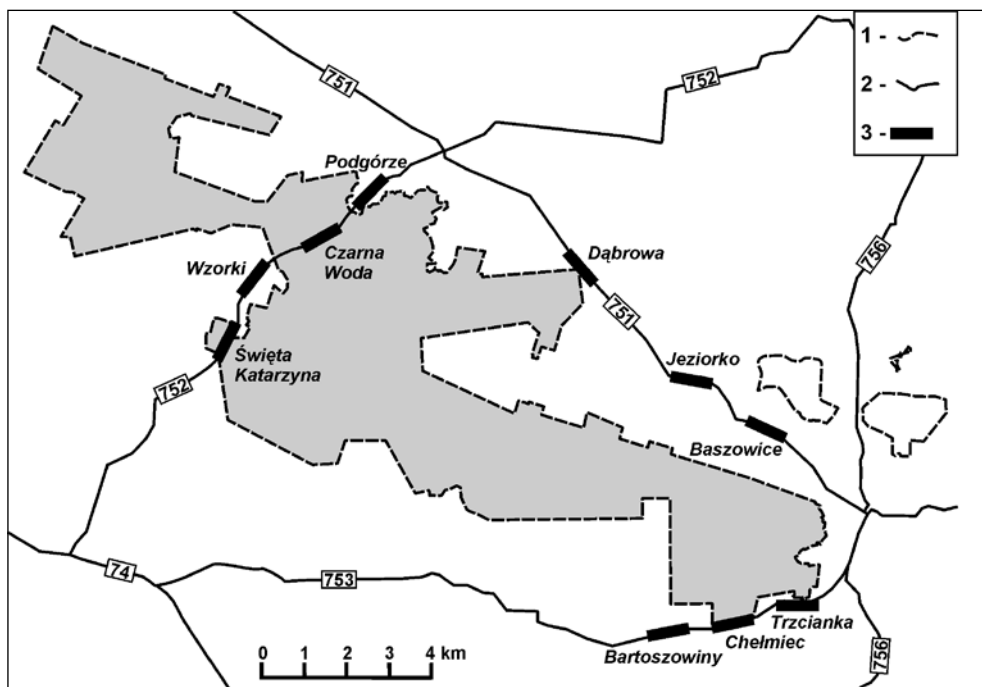
TEREN I METODY

Badania prowadzono w Świętokrzyskim Parku Narodowym w latach 2008–2009 na drogach: krajowych (nr 74) i wojewódzkich (nr 751, 752, 753 i 756) oraz w ich sąsiedztwie, ze szczególnym uwzględnieniem przydrożnych stawów i cieków. Łączna długość tych dróg wynosiła 49 km. Wytypowane odcinki kontrolowano 3 razy w tygodniu, licząc i oznaczając rozjechane kręgowce (martwe osobniki każdorazowo usuwano). Obserwacje dotyczyły 26 dni badań w 2008 r. (w okresie od 1 kwietnia do 28 maja 2008 r.) oraz 36 dni w 2009 r. (w okresie od 25 marca do 12 czerwca 2009 r.). Teren badań obejmował 10 odcinków dróg po 1 km długości każdy, położonych w otulinie ŚPN: Święta Katarzyna, Wzorki, Podgórze, Dąbrowa, Jeziorko, Baszowice, Trzcianka, Bartoszowiny i w samym Parku: Czarna Woda oraz Chełmiec (ryc. 1).

Wyznaczano również lokalizacje przejść dla zwierząt, określając ich rodzaj, zastosowanie, wielkość i budowę opisaną w szeregu publikacjach (Drewnowski, Wójcicki 1999; Wójcicki 2002; Iuell i in. 2003; Curzydło, Konopka 2005; Jędrzejewski i in. 2006). Przy wyznaczaniu przejść uwzględniono stwierdzoną śmiertelność i szlaki wędrówek fauny, a także położenie, ukształtowanie terenu, deniwelacje, szerokość pasa drogowego, liczbę samochodów w ciągu doby i in. (Iuell 2007; Wysokowski 2007a, 2007b; Bohatkiewicz 2008).

Istnieje wiele rodzajów tych przejść, przystosowanych dla określonej fauny (Michalak, Nosek 2007). Najprostszy podział dotyczy rozmiarów (duże, średnie i małe). Należy zaznaczyć, że nie zawsze o wielkości przejścia decydują rozmiary poszczególnych gatunków zwierząt. Bardzo ważna jest też ich biologia, ekologia i etologia. Przykładowo, ssaki z grupy tzw. „norowców”, nawet te średnie (np. lis *Vulpes vulpes* L., jenot *Nyctereutes procyonoides* Gray, borsuk *Meles meles* L. i bóbr *Castor fiber* L.), dość często korzystają z przejść małych (Wójcicki 2002; Georgii i in. 2007). Z kolei małe ssaki nie będące „norowcami” (np. wiewiórka *Sciurus sciurus* L.) preferują przejścia większe i o wyższym stopniu insulacji (Hlaváč, Anděl 2002).

Pod względem usytuowania na drodze przejścia dzielą się na: 1) po powierzchni drogi, 2) nad drogą (tzw. przejścia górne), 3) pod drogą (tzw. przejścia dolne). Przejścia górne nazywane są przez projektantów dróg wiaduktami, estakadami lub mostami (Drewnowski, Wójcicki 1999; Wójcicki 2002). Ze względu na łączenie z funkcjami pozaprzrodniczymi przejścia dzielą się na samodzielne (przeznaczone wyłącznie dla fauny) i zespolone (środkiem biegnie ciek, rzadziej droga gruntowa, a po bokach są półki dla zwierząt). Przejścia zespolone to zazwyczaj przebudowane do tej roli dawne przepusty (Curzydło 1999; Wójcicki 2002; Iuell i in. 2003; Jędrzejewski i in. 2006; Bohatkiewicz 2008) i tak też często są nazywane.



Ryc. 1. Rozmieszczenie stanowisk badawczych w Świętokrzyskim Parku Narodowym i w jego otulinie: 1 – granice ŚPN; 2 – drogi wojewódzkie i krajowe; 3 – odcinki dróg (długości 1 km)

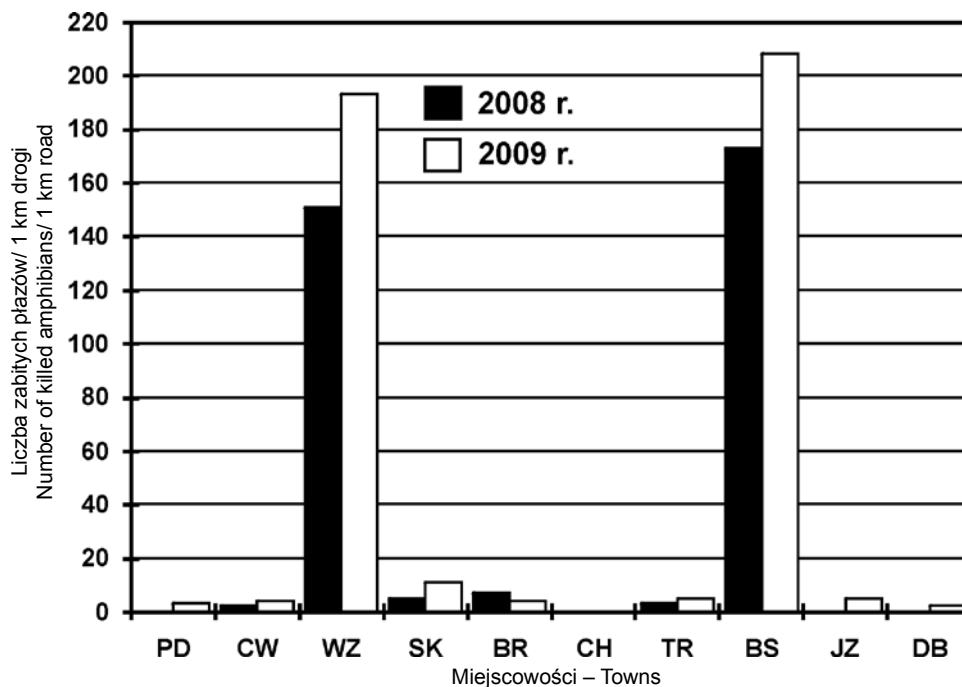
Fig. 1. Distribution of research localities in the Świętokrzyski National Park and its protection zone: 1 – borders of the Świętokrzyski National Park; 2 – regional and national roads; 3 – part of the roads (1 km long)

Istnieją również przejścia specjalnie przystosowane dla określonych grup systematycznych (np. przejścia dla płazów, ssaków) oraz zależne od rodzaju drogi (np. autostrada, droga szybkiego ruchu, linia kolejowa) lub krajobrazu (Keller, Pfister 1999; Pfister i in. 1999; Piepers 1999; Smit i in. 2007; Wysokowski 2007a, 2007b; Sołowczuk 2009). Przejścia dla płazów wymagają zastosowania urządzeń naprowadzających oraz naświetli (Iuell i in. 2003; Russell i in. 2005; Brodziewska 2006; Jędrzejewski i in. 2006; Woltz i in. 2008).

Generalnie im przejście większe, tym skuteczniej umożliwi wędrowki fauny. Najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie estakad, ale są one rzadko budowane ze względu na ogromne koszty (Spellerberg 1998; Forman i in. 1999; Tegothof 1999, 2007; Skriabine, Carsignol 2007; Stojan, Ostojic 2007). Z podobnych przyczyn w Polsce tylko wyjątkowo stosuje się przejścia górne, a zwłaszcza największe z nich – mosty krajobrazowe.

WYNIKI

W 2008 r. na drogach wokół ŚPN stwierdzono 339 rozjechanych płazów, a w 2009 r. – 428 osobników (ryc. 2). Przykładowo, w 2009 r. na stanowisku w Baszowicach naliczono 208 rozjechanych płazów, a we Wzorkach na 130 m – 193 osobniki. W obu przypadkach płazy były zabijane na niewielkich odcinkach drogi. Do najczęściej rozjeżdżanych płazów należały ropucha szara *Bufo bufo* L., a zwłaszcza żaba trawna *Rana temporaria* L. Rza-



Ryc. 2. Liczba zabitych płazów wiosną 2008 i 2009 r. na drogach w Świętokrzyskim Parku Narodowym. Objasnienia: PD – Podgórze, CW – Czarna Woda, WZ – Wzorki, SK – Święta Katarzyna, BR – Bartoszowiny, CH – Chełmiec, TR – Trzcianka, BS – Baszowice, JZ – Jeziorko, DB – Dąbrowa

Fig. 2. The number of killed amphibians in the spring 2008 and 2009 on roads in the Świętokrzyski National Park. For details see Polish explanation

dziej znajdowano martwe osobniki z gatunków: traszka zwyczajna *Lissotriton vulgaris* L., traszka górską *Mesotriton alpestris* Laur., żaba wodna *Pelophylax* kl. *esculentus* L. i żaba moczarowa *Rana arvalis* Nilss.

Znajdowano przy drogach także pojedyncze martwe gady (trzy jaszczurki zwinki *Lacerta agilis* L.), ptaki (jeden kos *Turdus merula* L.) i ssaki (jeden jeż *Erinaceus europaeus* L., jedna wiewiórka *Sciurus vulgaris* L. i dwie nornice rude *Clethrionomys glareolus* Schr.). Stwierdzono również, że drogi otaczające ŚPN przecinają szlaki wędrówek średnich ssaków drapieżnych i parzystokopytnych. W okolicach dróg obserwowano pojedyncze lisy *Vulpes vulpes* L. i grupy saren *Capreolus capreolus* L. Znajdowano tam również ślady innych ssaków, np. kuny leśnej *Martes martes* L. i dzika *Sus scrofa* L.

DYSKUSJA I WNIOSKI

Komunikacja samochodowa (w mniejszym stopniu kolejowa) ma bezpośredni i pośredni negatywny wpływ na florę i faunę (Treweek i in. 1993; Mikusiński i in. 2007). W przypadku flory najbardziej szkodliwa jest emisja spalin oraz uszkodzenie siedlisk granicznych z pasem drogowym (Voelk, Glitzner 1999; Trombulak, Frissell 2000; Jackowiak i in. 2007). Jeszcze gorszy skutek przynosi całkowite lub częściowe zniszczenie siedlisk,

drastyczne ich zubożenie oraz istotne pogorszenie warunków egzystencji zasiedlających je populacji (Yanes 1995; Hlaváč, Anděl 2002, 2007; Damarad, Bekker 2003; Fahrting i in. 2003). Najbardziej wyraźny jest wpływ dróg na faunę, w tym zwłaszcza przerwanie łączności ekologicznej siedlisk oraz korytarzy migracyjnych. Fragmentacja siedlisk doprowadza do fragmentacji populacji gatunków zasiedlających te siedliska (Forman, Alexander 1995; Gliwicz 1997).

Pierwszym rodzajem oddziaływania bezpośredniego jest uniemożliwienie dyspersji, które prowadzi do izolacji populacji (Jędrzejewski i in. 2006). Przykładowo, jeśli liczba przejeżdżających drogą samochodów przekroczy 15 tys. na dobę, około 90% zwierząt zostaje odstraszone i nie próbuje jej przekroczyć, a ok. 10% zostaje zabitych, czyli prawie żadne zwierzę nie przechodzi (Iuell i in. 2003; Jędrzejewski i in. 2006). Za krytyczną dla fauny uznaje się już liczbę >10 tys. samochodów na dobę, gdyż bariera psychofizyczna oraz śmiertelność zwierząt uzyskują stopień 4 w czterostopniowej skali (Müller, Berthoud 1994; Iuell i in. 2003; Bohatkiewicz 2008).

Według obserwacji autora, odstraszanie przez pojazdy nie dotyczy płazów, gdyż one zawsze próbują przejść przez drogę. Jednak w przypadku ssaków istniejąca, ruchliwa droga stanowi psychofizyczną barierę, prowadzącą do izolacji populacji (Curzydło, Konopka 2007). Nie jest przy tym istotne, jakie siedlisko jest po obu stronach drogi. Przykładowo, jeśli droga biegnie przez las, to dla gatunków leśnych jest ona barierą, chociaż po obu stronach występują ich populacje (Clevenger, Waltho 2005). W tym przypadku droga przyczynia się do fragmentacji populacji naziemnych kręgowców (Hlaváč, Anděl 2007).

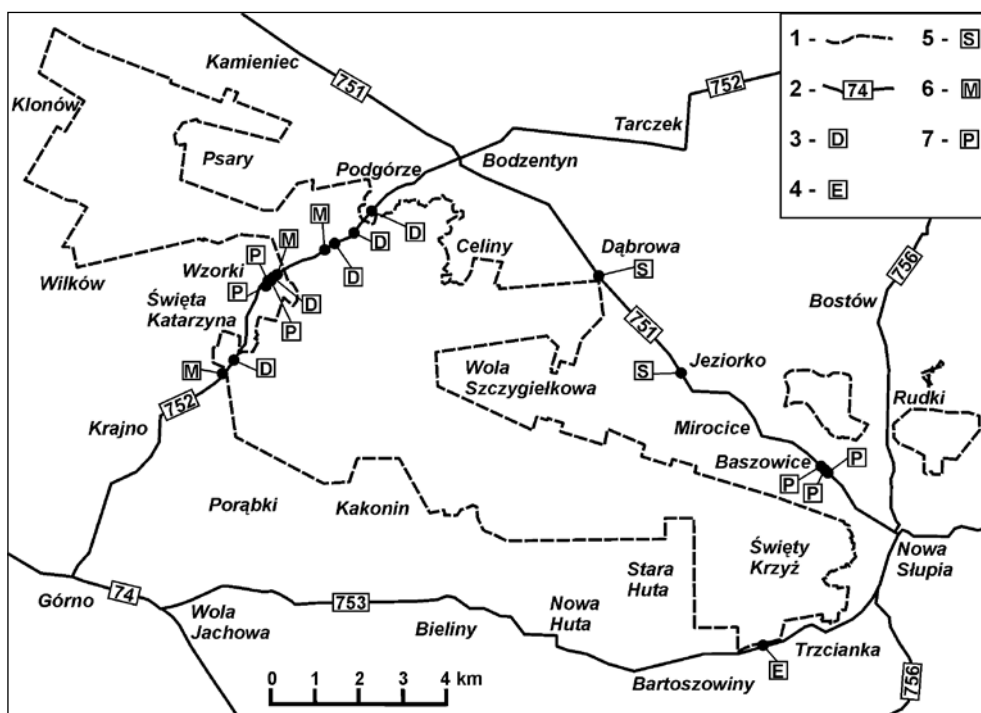
Drugim rodzajem bezpośredniego oddziaływania jest zabijanie migrującej fauny (Underhill, Angold 2000; van Langevelde, Jaarsma 2004). Jest to szczególnie drastyczny sposób niszczenia populacji zwierząt, zwłaszcza w sytuacjach, gdy ma charakter masowy, np. w trakcie migracji płazów (Fahrting i in. 1995; Curzydło 2007). Największa śmiertelność ma miejsce przy natężeniu ruchu pojazdów rzędu 6 tys. na dobę (Seiler, Helldin 2006). Zwierzęta próbują wówczas z reguły przechodzić drogę (rzadziej są odstraszone), ale jest to przyczyną śmierci aż 60% z nich, 20% zostaje odstraszone i również 20% przekracza tę barierę (Iuell i in. 2003; Jędrzejewski i in. 2006). Szczególnie zagrożone są płazy, odbywające coroczne migracje wiosenne (godowe), a niektóre gatunki także jesienne (na zimowiska). Jest to przyczyną masowej śmiertelności na drogach, szczególnie w sąsiedztwie zbiorników (Pechmann i in. 2001; Gibbs, Shriver 2005) i cieków wodnych (Gryz, Krauze 2008), a także na odcinkach o największym natężeniu ruchu samochodowego (Smit i in. 2007) oraz na obszarach cennych przyrodniczo i w ich sąsiedztwie (Russell i in. 2005; Elzanowski i in. 2009). Jednocześnie uważam, że łatwo projektować przejścia dla płazów, gdyż zwierzęta te przechodzą drogę na niewielkim odcinku (wąski szlak migracyjny). Tak właśnie miało miejsce w Świętokrzyskim Parku Narodowym, gdzie szerokość najważniejszych szlaków ich migracji wynosiła zaledwie 130–220 m.

W Świętokrzyskim Parku Narodowym stwierdziłem dodatkowe problemy z lokalizacją przejść. Przykładowo, nie można zastosować największych przejść ze względu na konieczność rozszerzenia pasa drogowego, co z kolei pociągnęłoby za sobą zmianę granic ŚPN (tzn. wydania przez Radę Ministrów nowego rozporządzenia o utworzeniu Parku). Z tego powodu zastępowano je np. przejściami po powierzchni drogi (z zastosowaniem m.in. urządzeń spowalniających). Takie rozwiązanie jest raczej półśrodkiem, ale jedynym możliwym w danej sytuacji. Ogromną rolę odgrywa deniwelacja – na przykład nie można

stosować przejść dolnych, gdy droga biegnie w wykopie. Najbardziej skomplikowane, choć najmniejsze, okazały się projektowane przejścia dla płazów. Jednocześnie są one najbardziej potrzebne, ze względu na liczebność rozjeżdżanej batrachofauny.

Najogólniej można stwierdzić, że przebudowa dróg wokół ŚPN nie tylko nie pogorszy, ale może ułatwić migrację fauny Parku i terenów sąsiednich, pod warunkiem wybudowania przejść dla zwierząt. Jednak w przypadku rezygnacji z ich budowy inwestycja może spowodować przerwanie łączności ekologicznej, tym bardziej, że z roku na rok przejeżdżających tędy pojazdów będzie przybywać. Dlatego takie działania należy podjąć już teraz, gdyż następna duża modernizacja dróg wokół ŚPN nastąpi nie wcześniej niż za 20–30 lat, a więc w czasie, gdy ruch samochodowy wzrośnie tu około dwukrotnie.

W celu ochrony fauny ŚPN proponuje się wyznaczenie 17 przejść dla zwierząt (ryc. 3). Przy ich lokalizacji wykorzystano wyniki bezpośrednich obserwacji (w przypadku przejść dla płazów) oraz pośrednie dowody na obecność tras migracji zwierząt (dotyczy głównie



Ryc. 3. Rozmieszczenie projektowanych przejść dla zwierząt w Świętokrzyskim Parku Narodowym i w jego otulinie: 1 – granice ŚPN; 2 – drogi wojewódzkie i krajowe; 3 – przejście po powierzchni drogi; 4 – estakada (ewentualnie zespolone przejście dolne duże); 5 – zespolone przejście dolne średnie; 6 – zespolone przejście dolne małe; 7 – przejście dla płazów (samodzielne lub zespolone).

Fig. 3. Distribution of designed wildlife crossings in the Świętokrzyski National Park and its protection zone: 1 – borders of the Świętokrzyski National Park; 2 – regional and national roads; 3 – at-grade crosswalk; 4 – bridge (or combined large underpass); 5 – medium-sized combined underpass; 6 – small combined underpass; 7 – amphibian crossing (individual or combined)

ssaków). W tym drugim przypadku szlaki migracyjne przebiegają wzdłuż naturalnych obniżen terenu – jarów, wąwozów, a zwłaszcza dolin cieków wodnych (Iuell i in. 2003, Jędrzejewski i in. 2006). Zaplanowano kilka rodzajów tych przejść, uwzględniając szereg czynników, przy czym śmiertelność fauny była jednym z nich. Ponadto wykorzystując naturalne szlaki migracji i dyspersji wzdłuż cieków, część przepustów przeznaczono do przebudowy na przejścia zespolone dla zwierząt (ryc. 4). Na drodze nr 752 wyznaczono



Ryc. 4. Przepusty przeznaczone do przebudowy na zespolone przejścia dla zwierząt w Świętokrzyskim Parku Narodowym. Fot. D. Wojdan

Fig. 4. A culverts designated for reconstruction a combined wildlife underpasses in the Świętokrzyski National Park. Photo by D. Wojdan

pięć przejść po powierzchni drogi, trzy przejścia dla płazów (dwa samodzielne, jedno zespolone) oraz trzy zespolone przejścia dolne małe. Na drodze nr 753 wyznaczono jedno zespolone przejście dolne pod estakadą, z ewentualną zamianą na zespolone przejście dolne duże. To drugie rozwiązanie jest optymalne ze względów przyrodniczych, ale mało realne z uwagi na koszty. Na drodze nr 751 wyznaczono trzy przejścia dla płazów (dwa samodzielne, jedno zespolone) oraz dwa zespolone przejścia dolne średnie. Przejścia zespolone projektowano wyłącznie w miejscach istniejących przepustów, stanowiących naturalne szlaki migracyjne. Odcinki dróg przebiegające w ŚPN lub graniczące z Parkiem wyłączono z planowanego poszerzenia.

PIŚMIENICTWO

Bohatkiewicz J. (red.). 2008. *Podręcznik dobrych praktyk wykonywania opracowań środowiskowych dla dróg krajowych*, wyd. GDDKiA. Warszawa, ss. 456.

Brodziewska J. 2006. *Wildlife tunnels and fauna bridges in Poland: past, present and future, 1997–2013*, [w:] *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation, Center for Transportation and the Environment*, wyd. North Carolina State University. Raleigh, s. 448–460.

Clevenger A. P., Waltho N. 2005. *Performance indices to identify attributes for highway crossing structures facilitating movement of large mammals*. "Biological Conservation", **121**: 453–464.

Curzydło J. 1999. *Problem ekologicznych mostów i przepustów dla zwierząt wolno żyjących w Polsce*, [w:] *Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia – niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych. Międzynarodowe seminarium*, wyd. AR w Krakowie. Kraków, s. 169–180.

Curzydło J. 2007. *Problem masakry płazów w Polsce na przykładzie drogi nr 780 Kraków–Libiąż we wsi Poręba-Żegoty*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 235–240.

Curzydło J., Konopka J. 2007. *Siedliska rozdzielone infrastrukturą transportową ponownie łączone są przez ekologiczne mosty i przepusty: przykłady przejść dla dzikich zwierząt w Austrii, Belgii, Francji, Niemczech, Szwajcarii i Polsce*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 219–226.

Damarad T., Bekker G. J. 2003. *COST 341 – Habitat Fragmentation due to transportation infrastructure*. "Find Cost Action" **341**: 1–16.

Drewnowski J., Wójcicki T. 1999. *Katalog typowych drogowych urządzeń ochrony zwierząt*, [w:] *Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia – niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych. Międzynarodowe seminarium*, wyd. AR w Krakowie. Kraków, s. 201–206.

Elzanowski A., Ciesiołkiewicz J., Kaczor M., Radwańska J., Urban R. 2009. *Amphibian road mortality in Europe: a meta-analysis with new data from Poland*. "European Journal of Wildlife Research", **55**, 1: 33–43.

Fahring L., France R., Goldman C. R., Heanue K., Jones J. A., Swanson F. J., Turrentine T., Winter T. C. 2003. *Road ecology. Science and solutions*, wyd. Island press. Washington, ss. 504.

Fahring L., Pedlar J. H., Pope S. E., Taylor P. D., Wegner J. F. 1995. *Effects of road traffic on amphibian density*. "Biological Conservation", **74**: 177–182.

Forman R. T. T., Alexander L. E. 1995. *Roads and their major ecological effects*. "Annual Review of Ecology and Systematics", **29**: 207–231.

Forman R. T. T., Sperling D., Bissonette J. A., Clevenger A. P., Cutshall C. D., Dale V. H., Georgii B. 1999. *Grünbrücken für Wildsäuger über Straßen – Erfahrungen aus Europa*, [w:] *Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia – niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych. Międzynarodowe seminarium*, wyd. AR w Krakowie. Kraków, s. 33–48.

Georgii B., Peters-Ostenberg E., Hanneberg M., Knauer F. 2007. *Korzystanie z przejść dla dzikich zwierząt przez średnie i duże ssaki*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 197–208.

Gibbs J.P., Shriver W. G. 2005. *Can road mortality limit populations of pool-breeding amphibians?* "Wetlands Ecology and Management", **13**: 281–289.

Gliwicz J. 1997. *Oddziaływanie dróg i ruchu drogowego na przyrodę ożywioną*, [w:] *Alternatywna Polityka Transportowa*, t. 7, wyd. Instytut na Rzecz Ekorozwoju. Warszawa, s. 90–100.

Gryz J., Krauze D. 2008. *Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza Valley (NE Poland)*. "European Journal of Wildlife Research", **54**, 4: 709–714.

Hlaváč V., Anděl P. 2002. *On the Permeability of Roads for Wildlife*, wyd. Agency for Nature Conservation and Landscape Protection. Praha, ss. 52.

Hlaváč V., Anděl P. 2007. *Fragmentacja siedlisk i śmiertelność zwierząt na drogach w Republice Czeskiej*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 197–208.

Iuell B. 2007. *Dzika przyroda a komunikacja*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 9–22.

Iuell B., Bekker G. J., Curerus R., Dufek J., Fry G., Hicks C., Hlaváč V., Keller V. M., Rosell C., Sangwine T., Torslov N., Wandall B. 2003. *COST 341 – Wildlife and traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions*, wyd. KNNV Publisher. Delft, ss. 176.

Jackowiak B., Ratyńska H., Szwed W., Wojterska M. 2007. *Wpływ infrastruktury transportowej na siedliska i roślinność: metodyczne podstawy analizy i próba oceny*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 53–65.

Jezierski A., Leszczyńska C. 2003. *Historia gospodarcza Polski*, wyd. Key Text. Warszawa, ss. 568.

Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R. W., Stachura K., Zawadzka B. 2006. *Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populacje dzikich zwierząt*, wyd. Zakład Badania Ssaków PAN. Białowieża, ss. 95.

Keller V. Pfister H. P. 1999. *Wildlife passages and their effectiveness to mitigate habitat fragmentation by roads and railway lines*, [w:] *Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia – niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych*, wyd. AR w Krakowie. Kraków, s. 49–66.

van Langevelde F., Jaarsma C. F. 2004. *Using traffic mortality in mammals*. "Landscape Ecology", **19**: 895–907.

Lesiński G. 1995. *Śmiertelność nietoperzy na drogach w Polsce*, [w:] *Materiały IX Ogólnopolskiej Konferencji Chiropterologicznej*, wyd. Centrum Informacji Chiropterologicznej ISEZ PAN. Kraków, s. 18.

Michalak E., Nosek A. 2007. *Problemy budowy przejść dla zwierząt w ciągach dróg*, [w:] *Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona środowiska i estetyka a rozwój infrastruktury drogowej”*, wyd. GDDKiA. Warszawa, s. 22–26.

Mikusiński G., Seiler A., Angelstam P., Blicharska M., Törnblom J. 2007. *Wskaźniki i gatunki kluczowe w ocenie wpływu infrastruktury transportowej na środowisko przyrodnicze*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, Wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 31–39.

Müller S., Berthoud G. 1994. *Sécurité Faune/Trafics. Manuel pratique e l'usage des ingénieurs civils*, wyd. École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Département de Génie Civil. Lausanne, ss. 124.

Oleński J., Dmochowska H. (red.). 2009. *Mały Rocznik Statystyczny Polski 2008*, wyd. Zakład Wydawnictw Statystycznych. Warszawa, ss. 711.

Pechmann J. H. K., Estes R. A., Scott D. E., Gibbons J. W. 2001. *Amphibian colonization and use of ponds created for trial mitigation of wetland*. "Wetlands", **21**, 1: 93–111.

Pfister H. P., Keller V., Teck H., Georgii B. 1999. *Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege*, [w:] *Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia – niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych*, wyd. AR w Krakowie. Kraków, s. 15–32.

Piepers A. A. G. 1999. *Fauna passages in the Netherlands*, [w:] *Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia – niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych*, wyd. AR w Krakowie. Kraków, s. 67–82.

Russell A. P., Bauer, A. M. Johnson M. K. 2005. *Migration in amphibians and reptiles: An overview of patterns and orientation mechanisms in relation to life history strategies*, [w:] *Migration of Organisms*, red. A. M.T. Elewa, wyd. Springer-Verlag. Heidelberg, s. 151–203.

Seiler A., Helldin J. O., 2006, *Mortality in wildlife due to transportation*, [w:] *The ecology of transportation: managing mobility for the environment*, red. J. Davenport, J. L. Davenport, wyd. Kluwer. Amsterdam, s. 165–190.

Skriabine P., Carsignol J. 2007. *Zarządzanie, utrzymanie i monitoring przejść dla dzikiej fauny we Francji*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 189–195.

Smit G. F. J., Brandjes J., Veenbaas G. 2007. *Przejścia dla płazów pod autostradami: rozwiązania dla migracji czy dyspersji?*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 227–233.

Sołowczuk A. 2009. *A20 – niemieckie doświadczenia w budowie przejść dla zwierząt*, [w:] *Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona środowiska i estetyka a rozwój infrastruktury drogowej”*, wyd. GDDKiA. Warszawa, s. 47–50.

Spellerberg I. F. 1998. *Ecological effects of roads and traffic: a literature review*. "Global Ecology and Biogeography", **7**: 317–333.

Stojan M., Ostojic B. B. 2007. *Przegląd metod ochrony środowiska w procesie planowania i projektowania autostrad w Chorwacji*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 41–52.

Tegothof U. 1999. *Minimierung von Zerschneidungseffekten*, [w:] *Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia – niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych*. Międzynarodowe seminarium, wyd. AR w Krakowie. Kraków, s. 83–106.

Tegethof U. 2007. *Środki łagodzące oddziaływania infrastruktury drogowej na środowisko w Niemczech*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 145–147.

Treweek J. S., Thompson N. V., Japp C. 1993. *Ecological assessment of road developments. A review of environmental statements*. "Journal of Environmental Planning and Management", **36**: 295–308.

Trombulak S. C., Frissell C. 2000. *Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities*. "Conservation Biology", **14**: 19–29.

Underhill J. E., Angold P. E. 2000. *Effects of roads on wildlife in an intensively modified landscape*. "Environmental Review", **8**: 21–39.

Voelk F. H., Glitznier I. 1999. *Barrier effects on big game due*, [w:] *Ekologiczne przejścia dla zwierząt wolno żyjących i przydrożne pasowe zadrzewienia – niezbędnymi składnikami nowoczesnych inwestycji transportowych*, wyd. AR w Krakowie. Kraków, s. 107–134.

Woltz H. W., Gibbs J. P., Ducey P. K. 2008. *Road crossing structures for amphibians and reptiles: Informing design through behavioral analysis*. “Biological Conservation”, **141**: 2745–2750.

Wójcicki T. (red.). 2002. *Katalog drogowych urządzeń ochrony środowiska*, wyd. IBDiM. Warszawa, ss. 343.

Wysokowski A., Janusz L., Staszczuk A., Bednarek B. 2007a. *Zmniejszenie negatywnego wpływu inwestycji komunikacyjnych (drogowo-kolejowych) na możliwość swobodnej migracji zwierząt*, [w:] *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, red. B. Jackowiak, wyd. GDDKiA. Warszawa–Poznań–Lublin, s. 209–217.

Wysokowski A., Staszczuk A., Bosak W. 2007b. *Przejścia dla zwierząt w budownictwie komunikacyjnym*, [w:] *Ochrona dziko żyjących zwierząt przy inwestycjach liniowych (drogi i linie kolejowe) w Polsce*, wyd. SPnrWI. Łągow Lubuski, s. 38–47.

Yanes M., Velasco J. M., Suárez F. 1995. *Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts*. “Biological Conservation”, **71**: 217–222.

SUMMARY

The paper describes a potential impact of road renovation in the vicinity of the Świętokrzyski National Park (special conservation area “Łysogóry”), which is developed within a project called the Small Świętokrzyska Loop (Polish: Mała Pętla Świętokrzyska).

In general terms, the road renovation includes road widening works (e.g. with the bicycle path), changing the road surface, adding kerbs, building pavements, adding flexible safety road barriers, and the renovation of culverts, embankments, ditches etc. The project is implemented on regional roads No 751, 752, 753, 756 and one national road No 74 (total length – 49 km). A part of the investment has already been implemented outside the Świętokrzyski National Park. From the point of view of the Świętokrzyski National Park, the most important are works on roads bordering with the Park or crossing its area, especially the sections: Wzorki–Podgórze (4 km) and Bartoszowiny–Trzcianka (1 km).

The aim of the carried out in the years 2008-2009 research was to assess an impact of these roads on animal populations, with a special regard to amphibians. For example, in the spring of 2009 as many as 208 dead amphibians were counted along the 220-metre-long section of the road in Baszowice. In Wzorki, the number of dead amphibians was 193 along the 130-metre-long section of a local road. The most commonly killed amphibians were European toad *Bufo bufo* L. and, especially, common grass frog *Rana temporaria* L. Less common were: smooth newt *Lissotriton vulgaris* L., alpine newt *Mesotriton alpestris* Laur., moor frog *Rana arvalis* Nilss., and water-holding frog *Pelophylax kl. esculenta* L. (Fig. 1). Individual dead mammals, rodents and insectivorous, were found along the roads as well. Moreover, it was shown that roads surrounding the Świętokrzyski National Park cross migration corridors of larger mammals, such as even-toed ungulates and predatory. It is estimated that in the following years a total isolation of the Park’s fauna may take place, unless some protection measures will be implemented during the presently realized investment (Iuell et al. 2003).

In order to protect the fauna of the Park, 17 wildlife crossings were proposed (Fig. 2). The designs made for several types of these crossings take into account the location, migration routes, terrain relief, elevation, car traffic etc. (Wójcicki et al. 2002, Jędrzejewski et al. 2006). Some culverts under roads will be reconstructed into combined crossings for small animals. Their location is based on migration and dispersion routes along water courses.

The following wildlife crossings are planned along the road No 752: five at-grade crosswalks (road surface passes), three passes for amphibians (two individual, one combined) and three small combined underpasses. The road No 753 will hold one combined crossing under a flyover (with a possible change into a large combined underpass). The road No 751 will hold three amphibian passes (two individual, one combined) and two combined underpasses of a medium size. Roads within the Świętokrzyski National Park or those bordering with the Park will not be widened within this investment.