



Dorota Jakubiec - Benroth

WPLYW MOTORYZACJI I ROZBUDOWY SIECI DRÓG NA POPULACJE SSAKÓW

The influence of motorization and road network development on the mammal populations

Abstract

According to the analysis of available literature it was concluded that 35 mammal species perish on European roads.

These species were divided into three groups: perishing generally, regularly and occasionally.

The specification shows that among the small mammals and hoofed mammals the major part consists of the species which fall into the group perishing generally, whereas most of the beasts of prey are classified as occasionally perishing. The smallest number of animals die on the roads since October to February.

Solutions, created and used in European countries, are presented, which may have importance for preventing the animal - car collisions. These solutions could be implemented with huge investments such as ecoducts or tunnels, but also with cheaper and simpler ones, such as speed ramps, escape jump-ins for deer or badger gates in fences.

KEY WORDS: road mortality, wildlife crossings, mammals.

Wstęp

Wzrost liczby ludności, stała rozbudowa sieci osadniczej, dynamiczny rozwój ruchu samochodowego oraz zastępowanie transportu kolejowego samochodowym są głównymi przyczynami rozbudowy sieci dróg. Ma to określone skutki ekologiczne, między innymi rosnącą liczbę zwierząt zabijanych na drogach. Informacje dotyczące wpływu komunikacji samochodowej na faunę ssaków są niepełne. Dostępne są bowiem jedynie fragmentaryczne i nieujednolicone dane jakościowe i ilościowe, przedstawiające liczbę ofiar na wybranych odcinkach dróg (Adamic 1994, Boscagli 1987, Mader 1979, Novak 1990, Pandolfi i Poggiani 1982, Reeve 1994).

W Polsce problemem wpływu motoryzacji na populacje dzikich zwierząt zajęto się stosunkowo wcześniej (Dziabaszewski 1963). Pierwsze badania przeprowadzono w Puszczy Białowieskiej (Wołk 1978) i w Wielkopolsce (Ptaszyk 1979). Zebrano także dane o śmiertelności nietoperzy (Lesiński 1995). Jednak dopiero plan budowy dróg szybkiego ruchu i autostrad wymusza przeprowadzenie dokładnych badań i zebranie

całościowych informacji. W krajach Europy zachodniej problem śmiertelności zwierząt na drogach był szeroko dyskutowany już w latach 70., jednak brak powszechnie przyjętej metodyki powoduje, że do tej pory nie można dokonać całościowej oceny zjawiska w skali poszczególnych krajów lub kontynentu.

Współczesne planowanie budowy dróg, zwłaszcza autostrad, zakłada stosowanie szeregu rozwiązań zapobiegających kolizjom pojazdów ze zwierzętami na drogach. Niektóre z nich są kosztowne. Wprawdzie nie niwelują one skutków powstawania barier ekologicznych, jednak częściowo je łagadzą. Podane w niniejszej pracy metody zapobiegania ujemnym następstwom budowy dróg oparto na rozwiązaniach stosowanych w Holandii (Wildlife Crossings for Roads and Waterways 1995).

Ssaki ginące na drogach

Analizując na podstawie literatury śmiertelność ssaków na drogach stwierdzono, że można wyróżnić pewne kategorie ilustrujące częstość wypadków śmiertelnych. Wyróżniono tu trzy kategorie częstości: ginące powszechnie, regularnie i sporadycznie. Do kategorii **POWSZECHNIE** zaliczono gatunki, które giną na całym obszarze swego występowania, a informacje o tym zjawisku są dobrze udokumentowane i/lub wskazują na dużą liczebność ofiar. Do kategorii **REGULARNIE** zaliczono gatunki, które giną mniej licznie, jak również gatunki, których najprawdopodobniej każdy śmiertelny wypadek zostaje odnotowany. Gatunki, których przedstawiciele rzadko giną na drogach z racji typu zasiedlanego biotopu lub trybu życia i w związku z tym publikacje na ten temat są nieliczne, zaliczono do kategorii ginących **SPORADYCZNIE** (tab.1). Dane zebrane z całej Europy dotyczą 35 gatunków. Z zestawienia wynika, że wśród drobnych ssaków i kopytnych przeważają gatunki zaliczone do kategorii ginących powszechnie, podczas gdy większość ssaków drapieżnych zaliczona została do kategorii ginących sporadycznie.

Przypadki śmierci na drogach dotyczą prawie wszystkich ssaków, jednak nie wszystkie gatunki są narażone w równym stopniu. Śmiertelność zależy od wielu czynników: gęstości dróg, liczebności populacji danego gatunku, rozmiarów ciała oraz trybu życia. Najczęściej pod kołami samochodów giną zwierzęta drobne, większe, jak łosie i żubry, odnoszą obrażenia ale często udaje im się przeżyć. Na drogach nie giną zwierzęta nieliczne lub zasiedlające niedostępne środowiska np. rosomak, który zamieszkuje obszary o niskim zaludnieniu, co oznacza małe zagęszczenie dróg i niską liczbę pojazdów; koziorożec alpejski, którego dość liczne populacje zasiedlają wysokie partie Alp, przez które nie przebiega żadna szosa.

Wraz ze wzrostem liczebności danego gatunku i/lub wzrostem gęstości dróg, śmiertelność ssaków wzrasta. Zjawisko to dotyczy nie tylko drobnych gatunków. W Polsce, gdzie populacje niedźwiedzia nie są liczne, zanotowano tylko jeden przypadek śmierci niedźwiedzia pod kołami autokaru i jeden zabicia przez pociąg (Jakubiec w druku). We Włoszech i byłej Jugosławii, gdzie populacje niedźwiedzi są

Tab. 1. Wykaz gatunków ssaków ginących na drogach w Europie. Kat - kategoria: P - powszechnie, R - regularnie, S - sporadycznie; dotyczy całej Europy, natomiast w nawiasach podano oceny lokalne (zestawienia dokonano na podstawie prac: Adamic 1994; Boscagli 1987; Dzieciolowski i Pielowski 1993; Dzieciolowski 1994; Hotz i Niethamer 1990; Leńkowa 1985; Lesiński 1995; Monbaron 1979; Müller 1995; Novak 1990; Pandolfi i Poggiani 1982; Peters 1993; Pielowski 1984; Pomorski 1994; Ptaszyk 1979; Reeve 1994; Sikora 1996; Sumiński et al. 1993; Tyrała 1995; Wołk 1978).

Tab. 1. The index of mammal species perishing on the European roads. Kat - category, P - generally, R - regularly, S - occasionally; causing the whole Europe, in brackets approximate local estimations (specification made according to Adamic 1994; Boscagli 1987; Dzieciolowski i Pielowski 1993; Dzieciolowski 1994; Hotz i Niethamer 1990; Leńkowa 1985; Lesiński 1995; Monbaron 1979; Müller 1995; Novak 1990; Pandolfi i Poggiani 1982; Peters 1993; Pielowski 1984; Pomorski 1994; Ptaszyk 1979; Reeve 1994; Sikora 1996; Sumiński et al. 1993; Tyrała 1995; Wołk 1978).

DROBNE SSAKI	Kat.	SSAKI DRAPIEŻNE	Kat.	SSAKI KOPYTNE	Kat.
Nocek rudy <i>Myotis daubentoni</i>	S	Borsuk <i>Meles meles</i>	R	Dzik <i>Sus scrofa</i>	P
Gacek brunatny <i>Plecotus auritus</i>	S	Ryś <i>Lynx lynx</i>	S	Sarna <i>Capreolus capreolus</i>	P
Chomik <i>Cricetus cricetus</i>	R	Jenot <i>Nyctereutes procyonoides</i>	S (P)	Jeleń <i>Cervus elaphus</i>	P
Wiewiórka <i>Sciurus vulgaris</i>	S	Wilk <i>Canis lupus</i>	?	Daniel <i>Dama dama</i>	P
Normik polny <i>Microtus arvalis</i>	R	Niedźwiedź <i>Ursus arctos</i>	S (R)	Łoś <i>Alces alces</i>	S (R)
Szczur śniady <i>Rattus norvegicus</i>	P	Lis <i>Vulpes vulpes</i>	P	Kozica <i>Rupicapra rupicapra</i>	S
Szczur wędrowny <i>Rattus rattus</i>	P	Wydra <i>Lutra lutra</i>	S		
Mysz leśna <i>Apodemus flavicollis</i>	P	Gronostaj <i>Mustela erminea</i>	S		
Mysz polna <i>Apodemus agrarius</i>	P	Łasica <i>Mustela nivalis</i>	S		
Mysz domowa <i>Mus musculus</i>	R	Tchórz <i>Mustela putorius</i>	S		
Nornica ruda <i>Clethrionomys glareolus</i>	P				
Orzesznica <i>Muscardinus avellanarius</i>	S				
Ryjówka aksamitna <i>Sorex araneus</i>	P				
Rzęsorek rzeczek <i>Neomys fodiens</i>	S				
Kret <i>Talpa europaea</i>	S				
Jeż wschodni <i>Erinaceus concolor</i>	?				
Jeż zachodni <i>Erinaceus europaeus</i>	P				
Zając szarak <i>Lepus europaeus</i>	P				
Królik <i>Oryctolagus cuniculus</i>	R				

liczniejsze, a tereny przez nie zasiedlone poprzecinane są wieloma szosami, notowanych jest nawet kilka przypadków śmierci tych zwierząt rocznie (Adamic 1994, Boscagli 1987).

Przy badaniu wpływu dróg na populacje ssaków ważne jest uwzględnianie środowisk przez jakie przebiegają te drogi, niestety wielu badaczy nie uwzględnia tego aspektu. W swojej pracy na temat wpływu dróg na populacje myszy leśnej i normicy rudej Mader (1979) zwrócił na to szczególną uwagę, oba te gatunki unikają bowiem terenów otwartych. Następnymi ważnymi czynnikami, które są niezwykle istotne w tego typu badaniach są: natężenie ruchu, rodzaj i klasa drogi, liczba pasów ruchu, rzeczywista średnia prędkość pojazdów oraz typ pobocza. Należy również podkreślić, że duże znaczenie ma okres w jakim badania były przeprowadzane. Z włoskich (Pandolfi i Poggiani 1982) oraz niemieckich (Grzimek 1978) doświadczeń wynika, że najmniej zwierząt ginie na drogach w okresie od listopada do lutego, co potwierdzają również polskie badania (Wołk 1978, Ptaszyk 1979).

Śmiertelność ssaków drobnych

W 1972 roku we Włoszech zostały przeprowadzone badania na zlecenie World Wildlife Foundation, których wyniki zostały ekstrapolowane na ogólną długość dróg we Włoszech, uwzględniając różną klasę dróg (Pratesi 1972 za Pandolfi i Poggiani 1982). Wyniki te odniesiono do 5100 km autostrad, 42775 km dróg narodowych, 283704 km dróg drugiej klasy i 286579 km łącznej długości wszystkich dróg. Po przeliczeniu podanych wyników na 1000 km różnej klasy dróg w ciągu roku, dane te zostały porównane w tabeli 2 z wynikami duńskich badań Hansena (1958 za Pandolfi i Poggiani 1982). Uzyskano zaskakującą zbieżność wartości. Biorąc pod uwagę, że badania we Włoszech były prowadzone ponad 10 lat później, że obejmowały odległy region Europy, wydaje się nieprawdopodobne aby liczby zabitych zwierząt były prawie identyczne. Dlatego też uznano, że są to wyniki niewiarygodne i pominięto je w dalszych rozważaniach.

Wyniki badań duńskich, zilustrowane na wykresie (ryc.1), wskazują, że najwięcej drobnych ssaków ginie na drogach narodowych, zbliżonych charakterem do autostrad. Niestety w badaniach tych nie zostały uwzględnione typy środowisk, przez jakie przebiegają te drogi niezależnie od klasy, dlatego wyniki te są przybliżeniem i nie oddają stanu faktycznego.

Informacje dotyczące zwierzyny łownej pochodzą najczęściej od kół łowieckich i zakładów ubezpieczeń. Na tej podstawie stwierdzono, że w 1977 roku w byłej RFN zginęło na szosach 150 000 zajęcy (Stachoń 1995), a straty w roku 1986 oszacowano na 47 000 zajęcy i 25 000 królików. Może to świadczyć o znacznym zmniejszeniu się populacji zajęcy lub przyzwyczajeniu się zwierząt do istnienia w ich środowisku barier, jakimi są szosy, a w końcu o skuteczności zabezpieczeń dróg, jakie buduje się dla drobnej zwierzyny np. przejść pod autostradami.

Jeże stanowią bodaj najczęstszy obiekt badań, gdyż dominuje przekonanie, że ich strategia obrony przed drapieżnikami powoduje, że są one szczególnie narażone

Tab. 2. Liczba ssaków ginących na każde 1000 km różnej klasy dróg we Włoszech i w Danii (przeliczone na podstawie danych zawartych w pracy Pandolfi i Poggiani 1982).

Tab. 2. The number of perishing mammals for each 1000 km of various classed roads in Italy and Denmark (estimated according to data comprised in the publication by Pandolfi i Poggiani 1982).

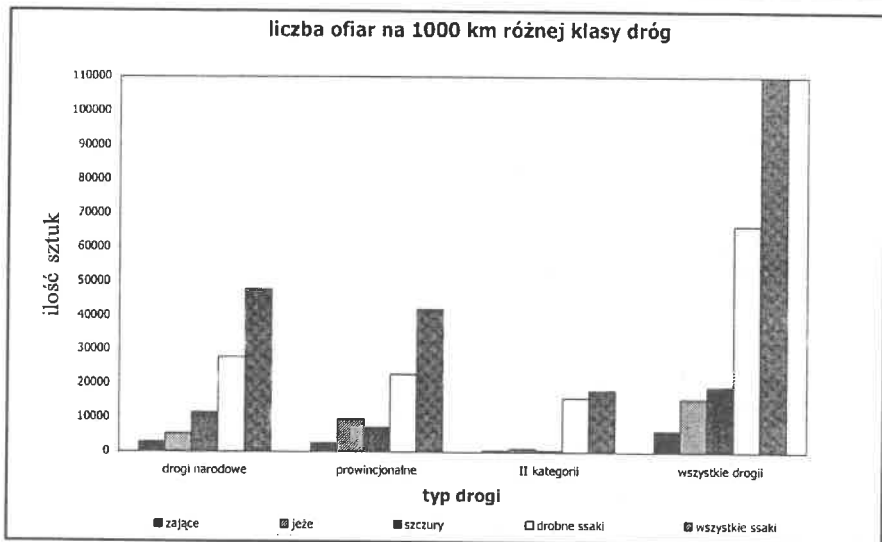
RODZAJ OFIARY	AUTO-STRADY	DROGI NARODOWE		DROGI PROWINCJO-NALNE	DROGI DRUGIEJ KLASY		WSZYSTKIE DROGI	
	Włochy	Dania	Włochy	Dania	Dania	Włochy	Dania	Włochy
Zające	3013	3014	2670	2720	600	503	6334	950
Jeże	5377	5377	11513	9345	1103	925	15825	2730
Szczury	11577	11577	7070	7198	544	456	19319	1712
Drobne ssaki	27824	27824	22407	22821	15994	13417	66639	17122
Wszystkie ssaki	47792	47791	43659	42084	18241	15302	110117	22515

na śmierć pod kołami samochodów. Jednak badania szwajcarskie (Bontadina i Hotz 1996) wykazały, że jeże bardzo szybko przebiegają przez jezdnie, a słysząc zbliżający się samochód uciekają, zawracają lub w ogóle rezygnują z wejścia na szosę. Duża liczba ofiar wśród tych ssaków może być odzwierciedleniem obecności dynamicznie rozwijających się populacji. Nie istnieją bowiem żadne dane, pozwalające ustalić korelację pomiędzy liczebnością populacji a wysokością śmiertelności na drogach. Ogólnie ginie więcej samców niż samic jeża, zaś większość ofiar wśród osobników męskich znajdowanych jest wcześniej w sezonie i w okresie rui. Wśród samic najwięcej ofiar znajdowano później w sezonie, prawdopodobnie już po reprodukcji (Hotz i Niethammer 1990).

Badania dotyczące ofiar na drogach wykazały, że populacje jeża zachodniego wydają się być najliczniejsze w pobliżu osiedli ludzkich (Reeve 1994). Reichholf i Esser (1981 za Reeve 1994) najwyższe wskaźniki ofiar odnotowali w czerwcu i październiku. Średnia śmiertelność wynosiła 1 osobnik/km/rok. Na terenie małych wiosek lub na obrzeżach większych wsi wskaźnik był największy i wynosił 5,0 - 5,3 os/km/rok. W obrębie dużych wsi wskaźnik wynosił zaledwie 0,4 os/km/rok na terenach rolniczych i leśnych 0,6 os/km/rok.

Śmiertelność ssaków drapieżnych

Pośród ssaków drapieżnych na europejskich drogach giną wydry, łasice, gronostaje, tchórze, lisy, jenoty, borsuki, wilki, rysie i niedźwiedzie. Nie są one jednak tak częstymi ofiarami, jak drobne ssaki, dlatego informacje o wysokości śmiertelności na drogach wśród ssaków drapieżnych są niekompletne. Prawdopodobnie najczęstszymi ofiarami są drobne łasicowate (choć brak na ten temat danych) i borsuki. Zwierzęta te poszukując pokarmu zwracają małą uwagę na otoczenie i często nagle przebiegają drogi i szosy (Sumiński et al. 1993).



Ryc. 1. Śmiertelność ssaków na każde 1000 km różnej klasy dróg w Danii wg danych Hansena (1958 za Pandolfi i Poggiani 1982).

Fig.1. Mortality of mammals estimated for each 1000 km of various classed roads in Denmark according to Hansen (1958, by Pandolfi i Poggiani 1982).

W Holandii głównym czynnikiem śmiertelności i ograniczania populacji borsuków, obok polowania i chwytania przez rolników, jest narastający ruch drogowy. Rocznie pod kołami samochodów ginie w tym kraju 250 - 300 borsuków. W Szwecji, gdzie wielkość populacji jest najwyższa w całej Europie i wynosi 350 - 400 tys. osobników, rocznie na drogach ginie 40 000 tych zwierząt (Pomorski 1994). W Niemczech pod kołami samochodów ginie rocznie 4000 borsuków. Wypadki drogowe są najczęstszą przyczyną śmierci borsuków, polowania i wścieklizna zajmują dalsze miejsca (Müller 1993).

Ruch samochodowy wywiera również silny wpływ na populację jenotów. W 1984 roku w dawnej RFN na 28 znalezionych martwych jenotów, 8 było ofiarami wypadków drogowych (Nowak 1993).

W populacjach żyjących na terenach o wyższym zaludnieniu wypadki drogowe są najczęstszą przyczyną śmierci szczeniąt wilków i częstą przyczyną urazów u osobników dorosłych (Peters 1993).

Również tak duże drapieżniki, jak niedźwiedzie brunatne giną w wyniku kolizji z samochodami. W Parku Narodowym Abruzzo (środkowe Włochy) w latach 1970 - 84 w wypadkach drogowych zginęło 9 niedźwiedzi, co stanowi 20% odnotowanych przypadków śmierci (Boscagli 1987). W latach 1946 - 85 w regionie Gorski Kotar w byłej Jugosławii 31 (11%) niedźwiedzi padło w wyniku zderzenia z pociągami i samochodami (Ruff et al. 1987).

W Słowenii na autostradzie pomiędzy Ljublianą a Razdrto w latach 1992 - 94 potracono 7 niedźwiedzi, 5 z nich zginęło, 2 osobniki odniosły obrażenia, ale zdołały uciec (Adamic 1994).

Duże ssaki, które odnoszą obrażenia lecz są w stanie uciec, często giną później w wyniku szoku mioglobinowego. Tak było w przypadku jednego z trzech rysiów, które zginęły w 1994 roku w wyniku kolizji z samochodami w Kampinoskim Parku Narodowym (Tyrła 1995).

Śmiertelność na drogach ssaków kopytnych

Stosunkowo dobrą dokumentację o śmiertelności na drogach zebrano dla zwierzyny łownej. Najdokładniejsze informacje pochodzą z zachodniej części Niemiec. Oszacowano, że w 1977 roku zginęło tam ok. 800 jeleni, 700 danieli, 70 000 saren i 1500 dzików (Grzimek 1978). Natomiast w 1983 roku zginęło ok. 700 jeleni, 1200 danieli, 110 000 saren i 1500 dzików.

W Szwajcarii na drogach ginie rocznie ok. 7 - 8 tys. saren. Niewiele ginie jeleni i kozic, gdyż żyją one na wysokościach, gdzie dróg jest niewiele i nie są one bardzo uczęszczane. Dlatego w Szwajcarii rocznie ginie nie więcej niż 15 kozic (Monbaron 1979).

W Szwecji w 1962 roku zanotowano 672 przypadki zabicia łosi w wypadkach drogowych i kolejowych. Na tej podstawie obliczono, że rocznie ginie tam ok. 800 - 1000 łosi (Markgren 1969, za Dzieciółowskim i Pielowskim 1993).

Na Wyspach Brytyjskich ponad 60% przypadków śmiertelnych wśród danieli spowodowanych jest wypadkami drogowymi. Śmiertelność wśród byków jest znacznie wyższa niż wśród łań. Jest ona wysoka w ciągu całego roku, ale swój szczyt osiąga w październiku i listopadzie, a więc w okresie rui, kiedy byki danieli wykazują szczególną aktywność (Chapman i Chapman 1975, za Dzieciółowskim 1994).

W Polsce brak konkretnych danych na temat strat w pogłowie zwierzyny kopytnej, spowodowanych przez wzrastający ruch kołowy.

Inne zagrożenia wynikające z gęstej sieci dróg

Szozy i autostrady nie stanowią żadnej przestrzeni życiowej, należy raczej uważać te tereny za strefy śmierci dla wszystkiego, co żyje, z powodu dużego natężenia ruchu, hałasu i zanieczyszczeń. Są to infrastruktury liniowe, wrogie przyrodzie, które poprzecinały dawniej istniejące, wielkoprzestrzenne, zwarte ekosystemy. Drogi stanowią bariery ekologiczne utrudniające lub uniemożliwiające wędrówki zwierząt. Fragmentacja środowisk prowadzi do zmniejszania się całkowitego ich obszaru, mogącego stanowić właściwy biotop dla licznych gatunków oraz izolacji poszczególnych populacji. Małe populacje rządzą się prawami populacji wyspowych, co oznacza, że zahamowanie przepływu genów może doprowadzić do zakłócenia funkcjonowania i stopniowego ich wymierania. Należy pamiętać, że wyeliminowanie niekiedy pojedynczego elementu z ekosystemu może być przyczyną jego drastycznych zmian, np. przez zaburzenie łańcuchów troficznych. Różnorodność gatunkowa wzrasta

bowiem wolno wraz ze wzrostem obszaru, dlatego małe obszary cechują się większą liczbą gatunków na jednostkę powierzchni niż duże. Niemniej jednak na dużych obszarach występują gatunki nie spotykane na obszarach małych - np. duże ssaki drapieżne i kopytne potrzebujące dużych arealów. Dlatego liczba gatunków na jednostkę powierzchni nie jest dobrym miernikiem bioróżnorodności (Pimm i Gilpin 1989).

Kolejnym następstwem wybudowania nowej drogi jest zmiana mikroklimatu w bezpośrednim jej sąsiedztwie. Wiąże się z tym również zmiana struktury pobocza przez wycinanie drzew tzw. prześwietlanie, co powoduje, że w to miejsce wchodzi roślinność obca dla danego biotopu. Również niszczenie szaty roślinnej, przez sól stosowaną do odśnieżania, powoduje stopniowe wycofywanie się zwierząt z wcześniej zajmowanych terenów. Także hałas, jasne światła, zanieczyszczenia przenikające do gleby i wód gruntowych nie są obojętne dla środowiska i wywierają wpływ na faunę.

Rozmiary następstw wywołanych ingerencją w środowisko przyrodnicze, jaką jest budowa nowej szosy przedstawione zostały na schemacie (ryc.2).

Metody zapobiegania ujemnym następstwom budowy dróg

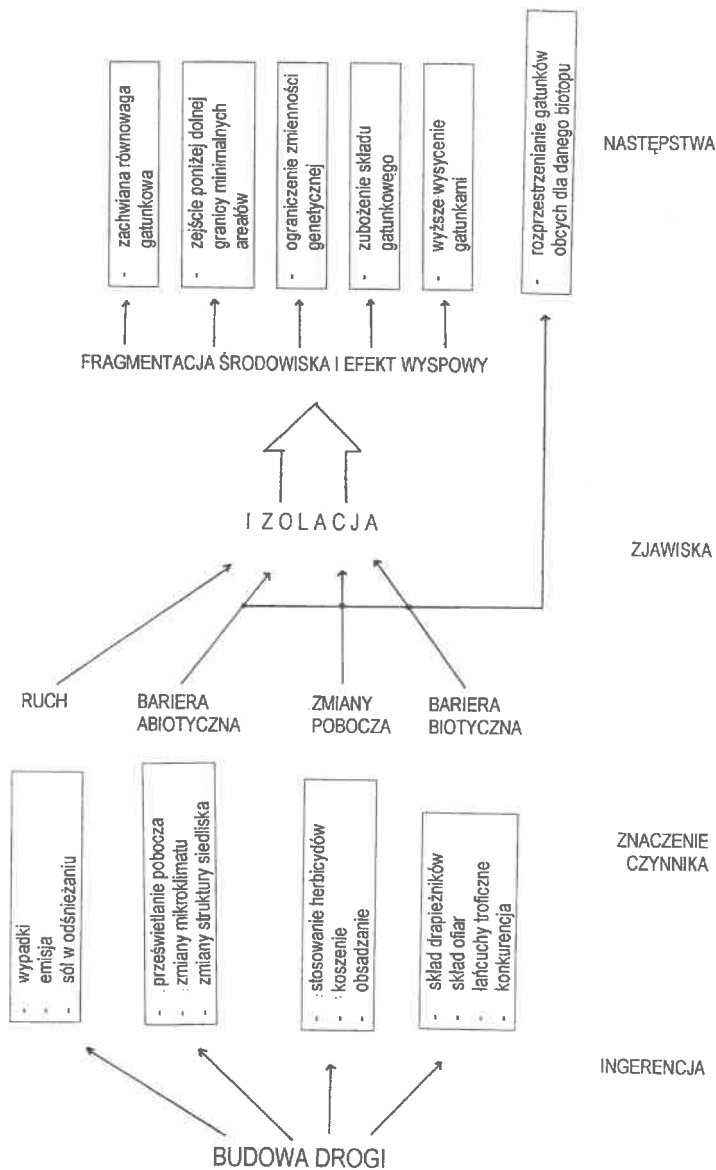
W związku z zagrożeniami jakie stwarzają dla uczestników ruchu kolizje ze zwierzętami na drogach, a także wysoką śmiertelnością samych zwierząt, przy budowie dróg szybkiego ruchu i autostrad w wielu krajach europejskich planuje i realizuje się budowę przejść dla zwierzyny. Takie przejścia stanowią korytarze ekologiczne i są przeznaczone dla zwierząt, które nie rezygnują z przemieszczania się i padają ofiarami w wypadkach drogowych. Pomiedzy przejściami stosuje się również ogrodzenia zapobiegające wtargnięciu zwierząt na jezdnię.

Wiele małych i średnich zwierząt porusza się poprzez otwarte tereny wzdłuż płotów, zakrzaczeń, nasypów kolejowych, zadrzewień czy cieków wodnych. Te struktury zapewniają możliwość ukrycia się, czy znalezienia pożywienia, tak więc przejścia dla małych i średnich ssaków powinny być dopasowane do wzoru elementów linearnych w krajobrazie. Przykładanie dużej wagi do zaprojektowania otoczenia wokół przejścia, jest warunkiem jego efektywności. Są trzy główne zasady dobrego projektowania:

- 1 - stworzenie atrakcyjnej drogi prowadzącej do przejścia, zawierającej linearne struktury zapewniające osłonę,
- 2 - zapobieganie przechodzeniu zwierząt w miejscach nieporządkanych przez naprowadzanie do przejść (tzw. lejki). Jeśli zastosowane zostaną ogrodzenia, muszą wytyczać "logiczną" drogę do przejścia i być połączone z naturalnymi elementami krajobrazu,
- 3 - zredukowanie wizualnego niepokojenia przez światła, widok ludzi i samochodów.

Wejścia powinny być obsadzone gęstą roślinnością, tworzącą ekran o wys. 1,5m, dając możliwość ukrycia się.

Tunele pod jezdnią o średnicy 30 - 100 cm są regularnie wykorzystywane przez drobne ssaki, pod warunkiem, że podłoga wysypana jest piachem lub ziemią i nie ma



Ryc. 2. Schemat wpływu szosy na populacje zwierząt i wynikające z tego następstwa (Mader 1979).
Fig. 2. The scheme of road influence on the animal populations and its results (Mader 1979).

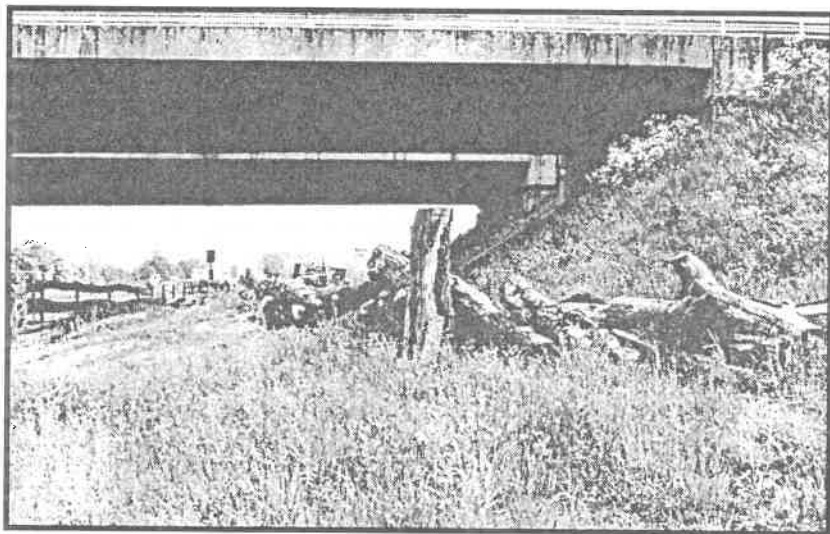
tam dostępu woda. Zwierzęta tak płochliwe, jak zające w zasadzie nie korzystają z tuneli lecz przejść w postaci mostów dla dużych zwierząt. Ogrodzenia stosowane w połączeniu z tunelami zapobiegają wtargnięciu zwierząt na jezdnię np. borsuków i innych drobnych ssaków. Muszą mieć wys. ok. 1m, zbudowane są z mocnej drucianej siatki o małych oczkach, częściowo wkopanej w ziemię, żeby uniemożliwić zwierzętom przechodzenie pod siatką. Dla dobrych wspinaczy, jak oba gatunki kun, takie zabezpieczenia nie są żadną barierą. Czasem zdarza się więc, że zwierzęta znajdują się po niewłaściwej stronie siatki, więc żeby mogły uciec z powrotem stosuje się tzw. borsucze bramy, używane także przez inne zwierzęta jak lisy czy tchórze. Są one montowane w ten sposób, że zwierzęta mogą je otworzyć tylko od strony jezdni. Zalecana odległość pomiędzy takimi bramami wynosi 400m. W miejscach, które stwarzają potencjalne możliwości wyjścia zwierząt poza ogrodzenie np. na styku drogi i ogrodzenia na skrzyżowaniach, przy bramach prowadzących na prywatne grunty i drogi, przy rowach, zastosowanie znajdują pastuchy elektryczne. Rowy krzyżujące się z płotami mogą być blokowane przez okratowanie.

Dodatkową barierą, oprócz ogrodzenia, mogą być rowy z wodą po obu stronach drogi. Brzegi od strony drogi muszą być strome, jeśli to konieczne ogrodzone ekranem z desek, lecz przeciwległe strony muszą mieć łagodny profil, umożliwiający zwierzętom wyjście na brzeg. W miejscu przejść dla zwierząt rowy te muszą być łatwo przekraczalne, jest to możliwe już dzięki prostym rozwiązaniom, jak zwykła deska, aż po szeroką groblę. Obsadzanie brzegów rowu gęstą roślinnością prowokuje zwierzęta do wędrówki wzdłuż brzegu rowu i może naprowadzać do przejść.

Kolejnym rozwiązaniem atrakcyjnym dla małych ssaków, szczególnie z rodziny łąsicowatych, są ściany z pni drzew (ryc. 3). Są alternatywą dla płotów i obsadzania roślinnością w naprowadzaniu zwierząt do przejść, są też ekranami dla ruchu drogowego i mogą stanowić wewnętrzne ściany większych przejść.

W celu zmuszenia kierowców do uważniejszej jazdy stosowane są hamownice. Żeby były efektywne muszą być zlokalizowane w pobliżu miejsc, gdzie zwierzęta najczęściej przechodzą, a garby na jezdni na tyle wysokie, by zmusić kierowców, żeby jechali z prędkością pieszego.

Ważne szlaki migracji dużych ssaków są często używane przez wiele lat i są bardzo dobrze widoczne. Kiedy buduje się nową drogę przejścia dla dużych zwierząt musi się z tymi szlakami łączyć. Duże ssaki, szczególnie jelenie, są nieufne i wyczulone na zakłócenia, dlatego w odległości 500 m od przejścia nie powinno być żadnych dróg, chodników czy ścieżek rowerowych. Przejście musi być wkomponowane w teren i wyglądać tak naturalnie, jak to tylko możliwe. Powinno być łatwo dostępne, żeby zwierzęta nie musiały przechodzić przez tereny odwiedzane przez ludzi. Roślinność jaką przejście jest obsadzone, musi być naturalna, na tyle wysoka, żeby zapewniała bezpieczeństwo, ale nie może utrudniać wejścia. Idealnie byłoby gdyby przejście znajdowało się na poziomie gruntu.



Ryc. 3. Ściana z pni drzew pod wiaduktem autostrady stworzona z myślą o drobnych zwierzętach (Wildlife Crossings 1995).

Fig. 3. A tree - stump wall under a bridge attracts all kinds of small fauna (Wildlife Crossings 1995).

Przejścia dla dużych zwierząt mogą być budowane w formie tunelu lub ekoduktu.

Tunele są rozwiązaniami bardzo drogimi i wykorzystywane są tylko do tworzenia połączeń między ważnymi środowiskami populacji rzadkich gatunków. Dla jeleniowatych wysokość tunelu musi być większa lub równa 0,1 długości tunelu i wynosić min. 3m. Dla mniejszych zwierząt np. dzików tunel może mieć 2,5 m wysokości i 2,5 m szerokości, jednak nie jest znana optymalna średnica dla długich tuneli.

Do określenia optymalnych rozmiarów tuneli o wysokości minimalnej 2,5 m, dla dużych zwierząt, służy równanie:

$$\frac{\text{wysokość} \times \text{szerokość}}{\text{długość}} = X$$

Tunele są chętnie wykorzystywane przez zwierzęta, gdy X jest większe od 1 i nie są wykorzystywane gdy X jest mniejsze od 0,35.

Podłoga tunelu nie może być brukowana i nie może stać tam woda. Wejście do tunelu powinno być łatwo osiągalne, obsadzone roślinnością chroniącą przed hałasem i światłami samochodów. Można stosować również ogrodzenia naprowadzające tzw. lejki.

Ekodukty czasem nazywane jelenioduktami lub cerviduktami powinny mieć szerokość 50 - 80 m. Z doświadczeń francuskich i holenderskich wynika, że z przejść o szerokości poniżej 20 m zwierzęta korzystają rzadko i niechętnie. Ekodukty powinny być obsadzone naturalną roślinnością, a ekrany osłonowe, których zadaniem jest ograniczanie hałasu i widoku pędzących samochodów nie powinny być wyższe niż ok. 1.5m. żeby nie stwarzać efektu tunelowego. Natomiast zalecane jest obsadzanie ekranów naturalną roślinnością.

Ogrodzenia z siatki zapobiegające wejściu dużych zwierząt na drogę powinno mieć min 1,6m wysokości dla saren i 1,8 m dla jeleni, żeby nie mogły go podkopać dziki powinno być wkopane w ziemię.

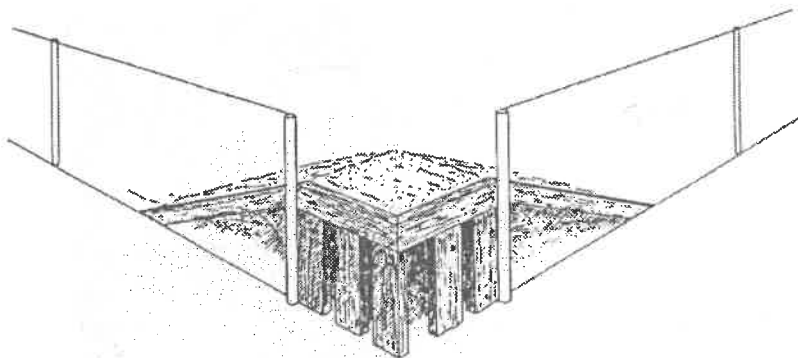
Możliwe jest również użycie pastuchów elektrycznych, lecz nie są one pożądane w naprowadzaniu zwierząt do przejść. Poza tym wymagają one konserwacji i cotygodniowej kontroli.

Skocznie i bramy dla jeleni są przeznaczone dla zwierząt, które znalazły się po niewłaściwej stronie siatki. Skocznie (ryc. 4) muszą być niedostępne od bezpiecznej strony. Bramy muszą być tak skonstruowane, żeby zwierzęta trafiały do nich z drogi w sposób naturalny i były w stanie pchnąć i otworzyć drzwiczki.

Kolejnym rozwiązaniem zastosowanym w Holandii są lustra i reflektory, odbijające światła samochodów na dwie strony drogi. Zwierzęta przestraszone jasnymi światłami rezygnują z przejścia na drugą stronę lub czekają aż samochody przejadą. Do tej pory nie wiadomo jednak jak wysoka jest skuteczność tego rozwiązania, gdyż spadek liczby wypadków głównie z udziałem saren jest nieznaczny a borsuki w ogóle nie boją się jasnych światła.

Jeśli nie ma innych możliwości, alternatywą może być czasowe zamknięcie drogi. W Parku Narodowym Veluwe w Holandii niektóre drogi są otwarte tylko za dnia.

Budowa przejść i zabezpieczeń nie jest jedyną możliwością ograniczenia szkodliwego wpływu dróg na środowisko. Jednym z rozwiązań może być rozbudowa starych szlaków komunikacyjnych zamiast budowy nowych, zwłaszcza gdy nowa droga przyczyni się do drastycznej segmentacji środowiska (Mader 1979). Na skutek rozbudowy i poszerzenia istniejącej drogi nie nastąpi dalsze dzielenie populacji, lecz istniejąca dotychczas bariera zwiększy swoje oddziaływanie. W takim przypadku przedstawione na schemacie (ryc.2) czynniki, jak bariera biotyczna (spektrum ofiar i drapieżników, łańcuchy troficzne i konkurencja) oraz zmiany pobocza (zawartość herbicydów, koszenie oraz wprowadzanie nowych gatunków roślin) pozostaną praktycznie nie zmienione. Wzrośnie za to oddziaływanie czynników z grupy ruch (wypadki, emisje, sól w odśnieżaniu) i bariera abiotyczna (prześwietlanie poboczy, zmiany mikroklimatu i struktur siedliska). Ponieważ rozbudowa drogi oznacza jej poszerzenie następują zmiany mikroklimatu np. podczas poszerzania trasy o 2m, w połączeniu z obustronnym prześwietlaniem w celu poprawienia widoczności, strefa o zmienionych warunkach abiotycznych zwiększa się o 10 - 20 m. Budowa nowej drogi oznacza utratę ok. 60 - 70m pasa powierzchni. W przypadku, gdy droga przebiega przez las przy rozbudowie utrata powierzchni wynosi ok. 2 ha/km, to



Ryc. 4. Skocznia dla jeleni; przejście możliwe jest tylko w jedną stronę (Wildlife Crossings 1995).
Fig. 4. Jump - in for deer; the animal can pass the fence from one side (Wildlife Crossings 1995).

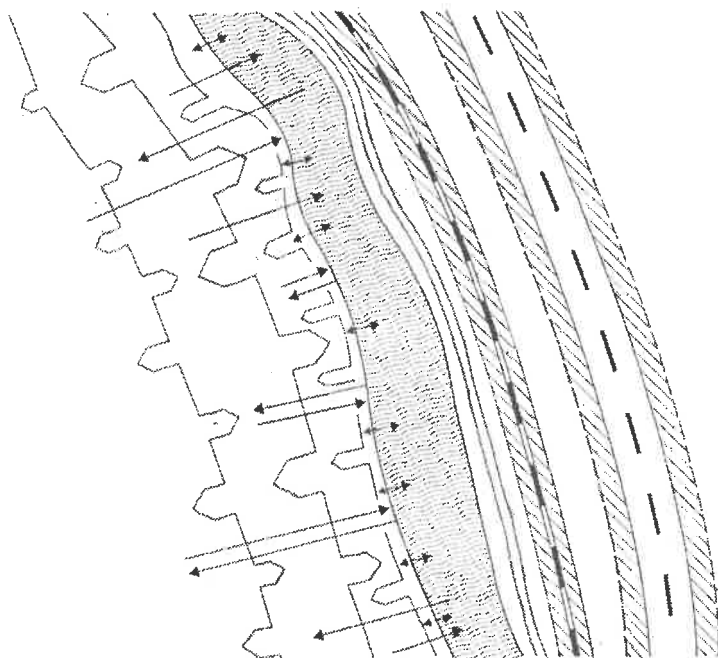
w przypadku budowy nowej drogi oznacza utratę ok. 7 ha/km. Wszystkie te szacunkowe wartości odnoszą się do drogi dwupasmowej.

Kolejną możliwością jest tworzenie tzw. wiązki dróg zamiast niezależnych połączeń (Mader 1979). Dodanie nowego elementu do już istniejących infrastruktur, obciążających środowisko umożliwi zachowanie dotychczas niezniszczonych obszarów. Są jednak sytuacje, w których takie rozwiązanie niesłoby ze sobą duże zagrożenie dla świata zwierzęcego. Doliny rzek są właśnie takimi środowiskami, gdzie nie można zastosować wiązki dróg. stanowią one wrażliwe i wartościowe części składowe większych ekosystemów. Wzdłuż rzeki, w różnej odległości od jej koryta, ciągną się biocenozy strefowe, które funkcjonują dzięki przepływowi energii między nimi (Fritz 1979 za Mader 1979). Na powierzchniach o takiej strukturze wprowadzenie wiązki dróg grozi powstaniem pasmowych barier izolujących, które mogą prowadzić do wymarcia całych biocenoz (ryc. 5).

Podsumowanie

Stale wzrastający wpływ szlaków komunikacyjnych, a przede wszystkim dróg szybkiego ruchu i autostrad na populacje ssaków jest olbrzymi. Jest to zarówno wpływ bezpośredni, gdyż w wypadkach drogowych ginie wiele zwierząt, jak i pośredni przez tworzenie populacji wyspowych oraz degradację, fragmentację i destrukcję środowisk. Środowisko w pobliżu szos zmienia się drastycznie powodując wycofywanie się zwierząt z tych obszarów, a gęsta sieć dróg powoduje powstanie biotopów wyspowych, w których większość gatunków o dużych arealach skazana jest na wymarcie.

Analiza dostępnej literatury wykazuje, że podstawowym problemem jest szybkie wypracowanie i przyjęcie jednolitej metodyki badań nad śmiertelnością zwierząt na szlakach komunikacyjnych. W obecnej sytuacji niemożliwe jest dokonywanie porównań oraz ocen ilościowych.



Biocenozy strefowe

Drogi biegnące wzdłuż rzeki

Ryc. 5. Schematyczne przedstawienie przestrzennego przenikania biocenoz strefowych na niezniszczonym brzegu rzeki (po lewej). Zniszczenie tego systemu przez przeprowadzone równoległe do rzeki szlaki komunikacyjne (po prawej) (Mader 1979); strzałki - synecologiczne oddziaływania wzajemne, szrafunek - strefy emisji wzdłuż dróg.

Fig. 5. The schematic of spatial transposition of zonal biocenoses on the undestroyed river side (on the left). The destruction of this system made by the communication tract run parallelly to the river side (at right) (Mader 1979). Arrows - synecological mutual action. Shaded area - emission zones along the road.

W krajach Europy zachodniej stosuje się wiele rozwiązań mających zapobiegać kolizjom zwierząt z pojazdami. Niektóre z nich, jak ekodukty czy tunele dla dużych zwierząt, wiążą się z dużymi nakładami finansowymi, jednak inne, takie jak hamownice, skocznie czy bramki w ogrodzeniach, stanowią stosunkowo tanie i godne polecenia rozwiązania. Z przykrością należy stwierdzić, że niestety nie wzięto tego pod uwagę przy planowaniu i budowie autostrad i dróg szybkiego ruchu w naszym kraju.

LITERATURA

- ADAMIC M. 1994. Avtocestne in prostoziwece divje zivaki - o nebezbnosti konfliktov in možnostih za njihovo blazitev. Gozdarski vestnik 52, 10: 426-433.
- BOSCAGLI G. 1986. Brown bear mortality in central Italy from 1970 to 1984. Int. Conf. Bear Res. and Manage. 7: 97-98.
- BONTADINA F., HOTZ T. 1996. Igel und Straben. Igel Bulletin 16 Nov.1996 Publikationsorgan der Vereins pro Igel.
- DZIABASZEWSKI B. 1963. Motoryzacja a ochrona przyrody. Przyr. Pol. Zach. 7, 1 - 4: 9 - 20.
- DZIĘCIOŁOWSKI R. 1994. Daniel. Wyd. Łowiec Polski. Warszawa.
- DZIĘCIOŁOWSKI R., PIEŁOWSKI W. 1993. Łoś. Wyd. Antoni-5. Warszawa.
- GRZIMEK B. 1978. Autos gegen Tiere ... und Tiere gegen Autos. Das Tier. 11'78: 21-23, 40-41.
- HOTZ H., NIETHAMMER J. 1990. *Erinaceus europaeus* Linnaeus, 1758 - Braunbrustigel, Westigel. Handbuch der Säugetiere Europas Band 3/I: Insektenfresser, Primaten. Red. NIETHAMMER J., KRAPP F. AULA-Verlag. Wiesbaden.
- LENKOWA A. 1985. Trudna droga do Arki Noego. Wyd. KAW Warszawa.
- LESIŃSKI G. 1995. Śmiertelność nietoperzy na drogach w Polsce. IX Ogólnopolska Konferencja Chiropterologiczna - streszczenia referatów. Centrum Informacji Chiropterologicznej ISEZ PAN Kraków. s. 18.
- MADER H - J. 1979. Die Isolationwirkung von Verkersstraßen auf Tierpopulationen untersucht Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose. Schr. - Reihe für Landschaftspflege und Naturschutz 19: 1 - 130.
- MONBARON S. 1979. Faune et trafic automobile. Protection de la Natur. August Nr 4: 24-25.
- MÜLLER W. 1995. Untersuchungen zum Dachsbestand im Baden - Württemberg (1993-94). Stattliche Lehr- und Verschanstalt für Vichhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf.
- NOVAK E. 1993. *Nyctereutes procyonoides*, Gray 1834 - Marderhund. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5/I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae 1. Red. Stubbe M., Krapp F. AULA-Verlag. Wiesbaden.
- PANDOLFI M., POGGIANI L. 1982. La mortelita di specie animali lungo le strade delle Marche. Natura e montagna. 29,2: 34 - 42 .
- PETERS G. 1993. *Canis lupus* Linnaeus, 1758 - Wolf. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 5/I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae 1. Red. STUBBE M., KRAPP F. AULA-Verlag. Wiesbaden.
- PIEŁOWSKI Z. 1984. Sarna. Wyd. PWRiL. Warszawa.
- PIMM S.L., GILPIN M.E. 1989. Theoretical Issues in Conservation Biology. Perspectives in Ecological Theory. Princeton University Pres. Princeton, New Jarsay: 287-305.
- POMORSKI W. 1994. *Meles meles* (Linnaeus, 1758) (*Carnivora, Mustelidae*) w warunkach naturalnych i ogrodach zoologicznych. (mscr.). Praca mag. Katedra Zoologii AR we Wrocławiu. Wrocław.
- PTASZYK J. 1979. Negatywne oddziaływanie chemizacji, mechanizacji i komunikacji na ptaki; Korespondencje. Chrońmy Przyr. Ojcz. 35, 5: 52-59.
- REEVE N. 1994. HEDGEHOGS. T & AD POYSER Natural History. London.
- RUFF R.L., CICHNIAK L., FRKOVIC A., HUBER D. 1987. Brown bear Mortality During 1946-85 in Gorski Kotar, Yugoslavia. Abstracts XVIII th Congress of the International Union of Game Biologist. Kraków: 169-170.
- SIKORAS. 1996. Występowanie wydry, *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) w Polsce oraz problemy

- gospodarcze związane z tym gatunkiem. Referaty, Ogólnopolska Konferencja Teriologiczna, 22-26 maj 1996. Puszczykowo.
- STACHOŃ W. 1995. Żelazna śmierć. Raj - Ogólnopolski Miesięcznik Ekologiczny 10: 24.
- SUMIŃSKI P., GOSZCZYŃSKI J., ROMANOWSKI J. 1993. Ssaki drapieżne Europy. PWRiL, Warszawa.
- TYRAŁA P. 1995. Rysie w Kampinosie. Łowiec Polski 10'95: 10-11.
- Wildlife Crossings for Roads and Waterways. 1995. Ministry of Transport, Public Works and Watermanagement, Road and Hydraulic Engineering Division (DWW), Delft.
- WOŁK K. 1978 Zabijanie zwierząt przez pojazdy samochodowe w Rezerwacie Krajobrazowym Puszczy Białowieskiej. Chrońmy Przyr. Ojcz. 34, 6: 20-28.

Adres autorki:
Katedra Zoologii
Akademia Rolnicza we Wrocławiu
ul. Cybulskiego 20
50 - 205 Wrocław