

Metody zapobiegania kolizjom drogowym i kolejowym z udziałem zwierząt

Joanna Żyłkowska

Abstrakt. Wypadki komunikacyjne z udziałem zwierząt to problem wieloaspektowy. Powodują one negatywne skutki zarówno przyrodnicze, jak i społeczno-ekonomiczne, dlatego zapobieganie im leży w interesie całego społeczeństwa. Celem artykułu jest przybliżenie metod zapobiegania takim zdarzeniom. Metody te można podzielić na kilka sposobów: na aktywne i pasywne, instalowane jako element infrastruktury drogowej lub na/w pojeździe albo też na oddziałujące na zwierzęta i oddziałujące na kierowców. Do metod pasywnych oddziałujących na zwierzęta zaliczamy uniemożliwianie zwierzętom dostępu do drogi (grodzenie) oraz budowę konstrukcji umożliwiających bezkolizyjne przemieszczanie się zwierząt w poprzek drogi (przejścia dla zwierząt). Metodą pasywną adresowaną do kierowców jest stawianie znaków drogowych „Uwaga, zwierzęta”, stosowanie ograniczenia prędkości oraz czasowe zamykanie dróg. Metody aktywne oddziałujące na zwierzęta to m. in. gwizdki ultradźwiękowe montowane na pojazdach, tzw. „wilcze oczy” oraz stosowane na kolei urządzenia akustyczne typu „UOZ-1”. Metodą aktywną oddziałującą na kierowców jest stosowanie znaków drogowych uruchamianych w przypadku wykrycia zwierzęcia przez specjalny system detektorów. Wybór metody zależy od lokalnych uwarunkowań, takich jak natężenie ruchu pojazdów, ukształtowanie terenu oraz dostępne środki ekonomiczne.

Słowa kluczowe: metody zapobiegania wypadkom, przejścia dla zwierząt po powierzchni drogi, systemy ostrzegania kierowców, systemy ostrzegania zwierząt, systemy wykrywania zwierząt, wypadki drogowe z udziałem zwierząt

Abstract. Methods of preventing animal-vehicle collisions – a review. Animal-vehicle collisions are a complex issue, which cause negative consequences both for the natural and socio-economic environment. Therefore it is in the interest of the whole society to prevent such accidents. Purpose of this article is to introduce different measures of preventing animal-vehicle collisions. The methods can be classified in several ways: the *active and passive*, addressing either animals or drivers, road based or vehicle-based systems. Passive methods having an influence on animals include preventing animals' access to the road (fencing) and construction of over- or underpasses for animal. Passive methods having an influence on drivers are: “warning, animals” road signs, speed restrictions and temporary road closure. Active methods having an influence on include ultrasonic whistles mounted on vehicles, wildlife warning reflectors and animal deterring devices “UOZ-1” for railways. Active method of increasing drivers' alertness is the use of active road signs that run when an animal is detected by connected animal detection system. The choice of method depends on local conditions such as traffic volume, terrain and expected investment cost.

Key words: animal crossings, animal detection systems, animal-vehicle collisions, animal warning systems, collision prevention methods, driver warning systems

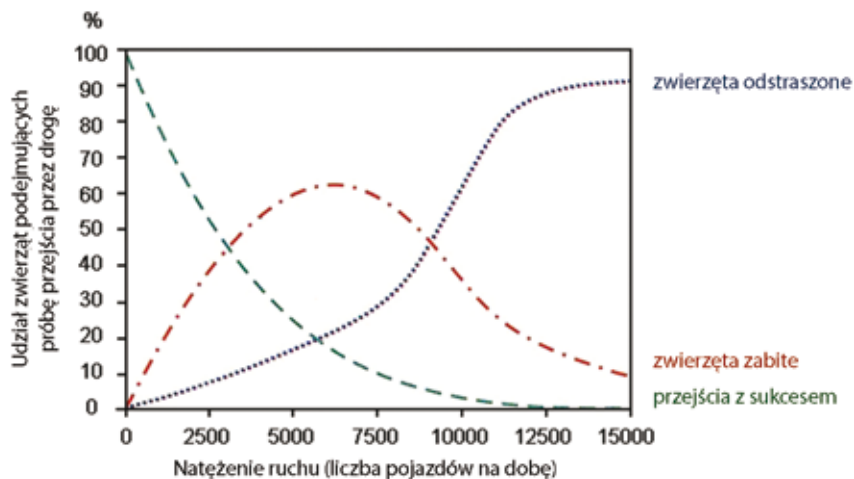
Wstęp

Tam, gdzie cywilizacja styka się z dziką przyrodą, zawsze występują konflikty spowodowane trudnościami w pogodzeniu potrzeb rozwoju z potrzebami ochrony środowiska. Inwestycje liniowe, takie jak drogi i linie kolejowe generują szczególnie dużo konfliktów, ponieważ przecinają naturalne siedliska powodując fragmentację środowiska, a wypadki na drogach powodują śmierć wielu zwierząt.

Dlaczego dochodzi do wypadków? Gdy drogi przecinają terytoria zwierząt, często przechodzą one przez nie w ramach zwykłej dobowej aktywności. Potwierdza to fakt, że najwięcej wypadków ma miejsce w godzinach porannych oraz popołudniowych i wieczornych, czyli w porach największej aktywności zwierząt (Czerniak et al. 2010). Do wielu wypadków dochodzi również na skrzyżowaniach korytarzy transportowych z korytarzami ekologicznymi, które są wykorzystywane przez zwierzęta do dalszych wędrówek.

Podstawowym czynnikiem wpływającym na liczbę wypadków jest fakt, że pojazdy poruszają się często ze znacznie większymi prędkościami niż te, do których przyzwyczajone są zwierzęta. Większość lądowych drapieżników porusza się znacznie wolniej niż samochód na trasie szybkiego ruchu, do tego zwierzęta mogą biegać z maksymalną prędkością jedynie na krótkich dystansach. Dodatkowo polujący drapieżnik rozwija pełną prędkość dopiero, gdy podejdzie blisko ofiary (Kossak 2007). Obiekt, który porusza się szybko ruchem jednostajnym, swoim „zachowaniem” nie przypomina więc drapieżnika i w efekcie nie wzbudza instynktownego lęku. Zwierzęta żyjące w sąsiedztwie dróg przyzwyczajają się do pojazdów i traktują je jako stały element środowiska. Przykładowo często spotyka się stada płochliwych saren pasących się spokojnie w pobliżu drogi lub linii kolejowej. Gdy dodatkowo nadjeżdżający pojazd jest niewidoczny – wyjeżdża z tunelu lub zza zakrętu – zwierzę ma za mało czasu na rozpoznanie zagrożenia i ucieczkę (Kossak 2007).

Celem artykułu jest przybliżenie metod zapobiegania kolizjom z udziałem zwierząt i porównanie ich skuteczności.



Ryc. 1. Zależność skuteczności przejść po powierzchni drogi od natężenia ruchu pojazdów (Borkowska 2009 cyt. za Luell et al. 2003)

Fig. 1. Relationship between traffic volume, successful wildlife crossings, and road mortality (Borkowska 2009 after Luell et al. 2003)

Rycina 1 prezentuje wpływ dróg na zwierzęta próbujące je przekroczyć w zależności od natężenia ruchu pojazdów. Jak widać przy bardzo małym ruchu większości zwierząt udaje się przejść na drugą stronę. Przy średnich natężeniach występuje największa śmiertelność zwierząt, zaś przy wysokich – efekt barierowy, ponieważ większość zwierząt rezygnuje z próby przejścia, a te, które ją podejmą, giną pod kołami. Fragmentacja siedlisk i upadki zwierząt to dwa główne problemy związane z oddziaływaniem dróg na przyrodę.

Osobnym zagadnieniem jest dbałość o bezpieczeństwo ruchu drogowego. Na skutek wypadków ze zwierzętami dochodzi do uszkodzeń pojazdów, a często ofiarami są także ludzie. Z punktu widzenia użytkowników dróg zapobieganie kolizjom jest najważniejsze. Występuje więc pewien konflikt między potrzebami środowiska (pozostawienie możliwości swobodnej migracji) i bezpieczeństwem ludzi (zabezpieczenie przed możliwością kolizji), jednak zapobieganie wypadkom leży w interesie wszystkich: użytkowników dróg oraz środowiska.

Zapobieganie kolizjom

Opracowano wiele różnorodnych metod i urządzeń służących ograniczaniu liczby kolizji, niektóre stosuje się od dawna, inne są w fazie projektów i badań. Uproszczony podział metod zapobiegania wypadkom przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Podział metod zapobiegania wypadkom ze zwierzętami
Table 1. Methods of preventing animal-vehicle collisions

Metody	Metody aktywne (urządzenia chwilowe, ostrzegające)		Metody pasywne	
	instalowane na/w pojeździe	element infrastruktury drogowej		
Oddziałujące na zwierzęta	gwizdki ultradźwię- kowe	„wilcze oczy”, „rumble strips” UOZ-1 (kolej)	ogrodzenia, bariery chemiczne, przejścia dla zwierząt nad lub pod drogą	zwiększanie widoczności
Oddziałujące na kierowców	pokładowy system wykrywania zwierząt	znaki ostrzegawcze połączone z syste- mem detekcji	ograniczenie prędkości, okresowe zamykanie dróg	

Metody zapobiegania wypadkom można podzielić następująco:

- według odbiorcy: oddziałujące na zwierzęta i oddziałujące na kierowców;
- według sposobu działania: urządzenia aktywne (o krótkim czasie działania; ostrzegające) i urządzenia pasywne (działające stale i długookresowo);
- według miejsca instalacji: lokalne – montowane jako element infrastruktury drogowej (lub kolejowej) lub mobilne – montowane na/w pojazdach;
- według zastosowania: na drogach samochodowych, na liniach kolejowych, wszechstronne.

Pod określeniem „metody aktywne” rozumie się tutaj urządzenia, które działają w momencie zbliżania się pojazdu lub wykrycia zwierzęcia emitując bodźce, które mają ostrzegać, odpowiednio zwierzę lub kierowcę, o potencjalnym zagrożeniu. Jednym z założeń tych metod jest ograniczenie liczby wypadków przy jednoczesnym umożliwieniu zwierzętom swobodnej migracji w poprzek drogi. Ogranicza to barierowe oddziaływanie dróg, a także koszty (w porównaniu z budową przejść dla zwierząt). Rozwiązania takie są mniej skuteczne od grodzenia dróg, jednak są wskazane w przypadku, gdy natężenie ruchu jest na tyle niskie, że przynajmniej przez część doby odstęp między kolejnymi pojazdami umożliwiają zwierzętom przekroczenie drogi. Taka sytuacja ma miejsce na drogach lokalnych oraz praktycznie na wszystkich liniach kolejowych położonych poza obszarami miejskimi.

Wraz ze wzrostem natężenia ruchu szanse na przekroczenie drogi spadają, a rośnie udział prób zakończonych wypadkiem i śmiercią zwierzęcia. Przy bardzo dużym natężeniu ruchu, gdy staje się on ciągły, większość zwierząt rezygnuje z próby przekroczenia drogi. W takich sytuacjach należy zastosować inne środki – z jednej strony zapobiegające możliwości wystąpienia kolizji, a z drugiej umożliwiające zwierzętom bezpieczne przemieszczanie się na drugą stronę drogi.

Oddziaływanie na zwierzęta

Urządzenia oddziałujące na zwierzęta mają zapobiegać wejściu zwierząt na jezdnię lub torowisko – albo tylko wtedy, gdy nadjeżdża pojazd, albo przez cały czas. Ogrodzenia fizyczne uniemożliwiają zwierzętom wejście na drogę, jednocześnie powiązanie ich z przejściami

dla zwierząt pozwala na bezpieczne przemieszczanie się zwierząt. Urządzenia aktywne nie kanalizują ruchu zwierząt do narzuconych arbitralnie lokalizacji (przejeżdż dla zwierząt). Większość tego typu urządzeń jest montowana wzdłuż dowolnie długiego odcinka drogi, na którym występuje podwyższone ryzyko kolizji, w odstępach odpowiadających efektywnemu działaniu tych urządzeń.

Ogrodzenia

Grodzenie dróg to stosunkowo łatwa, tania i skuteczna metoda zapobiegania wypadkom. Przy zastosowaniu odpowiednio wysokiej siatki zabezpieczonej przed możliwością podkopania się, skuteczność dochodzi do 100%. Jedynie sporadycznie zwierzętom udaje się przeskoczyć lub sforsować ogrodzenie albo dostać się na obszar pasa drogi idąc wzdłuż nieogrodzonej drogi dojazdowej. Ponieważ takie przypadki się zdarzają, powinno się projektować jednostronne wyjścia umożliwiające ucieczkę zwierzętom uwięzionym wewnątrz ogrodzenia (rampy ucieczkowe). Zakończenia ogrodzonych fragmentów drogi należy projektować w taki sposób, aby uniemożliwić zwierzętom omijanie ogrodzenia i wchodzenie na obszar pasa drogi. Ogrodzenia powinny być płynnie połączone z obiektami takimi jak przejścia dla zwierząt oraz ekrany akustyczne (Kurek 2010).

Ponieważ stosowanie ogrodzeń znacznie przyczynia się do fragmentacji środowiska, z przyrodniczego punktu widzenia jest ono wysoce niewskazane. Nie należy więc ich stosować, jeśli tylko natężenie ruchu jest na tyle niskie, że umożliwia zwierzętom przekroczenie drogi w czasie pomiędzy przejazdami kolejnych pojazdów (ryc. 1). W szczególności dotyczy to linii kolejowych – częstotliwość ruchu pociągów na trasach międzymiastowych nawet na głównych liniach kolejowych jest na tyle niska, że zwierzęta mogą swobodnie przechodzić przez tory. Wypadki z udziałem zwierząt zdarzają się znacznie rzadziej na liniach kolejowych niż na drogach samochodowych. Głównym argumentem za stosowaniem ogrodzeń jest bezpieczeństwo ruchu kolejowego – zwłaszcza w przypadku kolei dużych prędkości. Przyrodnicy zalecają, żeby na kolei ogrodzenia stosować jedynie jako element naprowadzający zwierzęta na przejścia (Kurek 2010).

Bariery chemiczne

Tak zwane bariery lub płoty chemiczne mają za zadanie odstraszać zwierzęta od drogi oraz zwiększać ich czujność poprzez zastosowanie repelentów zapachowych. Aby zapewnić trwałą ochronę danego odcinka drogi, stężenie zapachu w powietrzu powinno być w miarę stałe. Wymaga to użycia odpowiedniego nośnika substancji zapachowej – mogą to być np. pianki organiczne umieszczone w specjalnych pojemnikach na przydrożnych drzewach i krzewach lub specjalnych słupkach. Substancja zapachowa musi być okresowo uzupełniana.

Według badań liczba wypadków z jeleniowatymi jest mniejsza na odcinkach z barierami chemicznymi, za to wzrasta tuż za ich granicami, co wskazuje, że zwierzęta obchodzą zabezpieczenia (Putman et al. 2004). Badania skuteczności metody w odniesieniu do łosi w warunkach ruchu kolejowego dały niejednoznaczne wyniki (Andreassen et al. 2005). Nie ma jeszcze badań stwierdzających, czy zwierzęta z czasem się nie przyzwyczajają do repelentów. Metodę zapachową należy więc uważać za eksperymentalną i uzupełniającą względem innych metod.

Przejścia dla zwierząt

Przejścia dla zwierząt zapewniają im możliwość bezpiecznego przekraczania drogi bez ryzyka kolizji z pojazdami. Zagospodarowanie powierzchni takich przejść stanowi przedłużenie okolicznego krajobrazu, z tego powodu przejścia te nazywane są też mostami krajobrazowymi. Mniejsze przejścia służą ograniczonej liczbie gatunków, o określonych rozmiarach ciała oraz stosunkowo mało wrażliwych na czynniki antropogeniczne. Z większych mogą korzystać wszystkie gatunki zwierząt.

Aby przejścia dla zwierząt należycie spełniały swoją rolę, powinny być zaprojektowane we właściwych lokalizacjach (w miejscach migracji zwierząt) i odpowiednio gęsto. Powinny także mieć właściwe wymiary uzależnione od docelowej grupy zwierząt, prawidłowo ukształtowaną powierzchnię oraz towarzyszące im struktury naprowadzające (zazwyczaj jest to przedłużenie ogrodzenia drogi). Dostępne są poradniki z wytycznymi dotyczącymi projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt (m. in. Kurek 2010), niewiele jest jednak badań naukowych określających, jakie są faktyczne graniczne parametry przejść, w których spełniają one efektywnie swoją rolę.

Ponieważ budowa samodzielnych przejść dla zwierząt jest kosztowna, popularną praktyką jest przystosowywanie do pełnienia tej funkcji istniejących obiektów inżynierskich takich jak mosty i przepusty oraz budowanie przejść zespolonych (z drogami lokalnymi, liniami kolejowymi).

W przypadku linii kolejowych budowanie przejść dla zwierząt jest dodatkowo utrudnione ze względu na rozmiary infrastruktury kolejowej (nasypy, torowisko podniesione przez warstwę tłucznia, obecność słupów trakcji elektrycznej) oraz niemożność zmiany niwelety torów, co w pewnym stopniu można zrobić w przypadku dróg samochodowych. Samodzielne przejścia dla dużych zwierząt stosuje się więc na kolei jedynie sporadycznie.

Oddzielną kategorią przejść dla zwierząt są przejścia po powierzchni drogi. Między innymi w USA testuje się rozwiązania umożliwiające zwierzętom (głównie jeleniowatym) przekraczanie drogi w wyznaczonym miejscu po powierzchni asfaltu, stosując wygrodzienia naprowadzające zwierzęta na tę lokalizację oraz specjalne znaki ostrzegawcze dla kierowców (tablica informująca o przejściu dla zwierząt po powierzchni drogi) (Lehnert et al. 1996).

Ciekawym rozwiązaniem możliwym do zastosowania na liniach kolejowych jest umożliwienie drobnym zwierzętom migracji po powierzchni torowiska pod szynami – w najprostszym wariancie wystarczy zostawić między warstwą tłucznia i stopą szyny szczeliny wysokości około 10 cm, dzięki czemu małe zwierzęta nie muszą pokonywać szyn stanowiących dla nich poważną przeszkodę i nie ma ryzyka, że zostaną rozjechane przez pociąg (Kurek 2010).

Urządzenia ostrzegające

Urządzenia te mają za zadanie ostrzeganie zwierząt o niebezpieczeństwie związanym z nadjeżdżającym pojazdem. Oddziałują na krótką chwilę przed przejazdem samochodu lub pociągu, w pozostałym czasie są bierne i w żaden sposób nie ograniczają zwierzętom dostępu do drogi. Przyjęte założenia sprawiają, że metody te nie uzyskują tak wysokiej skuteczności w zapobieganiu wypadkom, jak ogrodzenia, do tego nie powinny być stosowane na drogach o bardzo dużym natężeniu ruchu, na których ruch pojazdów jest ciągły i nie ma szansy na przekroczenie drogi przez zwierzęta. Ponieważ nawet na najbardziej uczęszczanych pozamiejskich liniach

kolejowych pomiędzy przejazdami pociągów jest dość czasu, aby zwierzęta mogły przekraczać tory, warunki kolejowe dobrze korespondują z założeniami urządzeń ostrzegających.

Elementy odblaskowe

Elementy odblaskowe, nazywane potocznie „wilczymi oczami”, to popularne urządzenia stosowane od lat w wielu krajach (fot. 1). Montuje się je na poboczu drogi na wysokości odpowiadającej wysokości świateł pojazdu, a ich działanie polega na odbiciu i rozproszeniu światła reflektorów nadjeżdżającego pojazdu w bok, na zewnątrz od drogi. W założeniu bodziec świetlny ma zwrócić uwagę zwierzęcia i zaniepokoić je na tyle, aby się nie zbliżało do drogi.

Zalety urządzenia to niski koszt i łatwość montażu. Wady to ograniczenie działania do godzin nocnych (podczas gdy większość wypadków ma miejsce o świcie i o zmierzchu), konieczność utrzymywania powierzchni odbijających światło w czystości i wrażliwość na czynnik ludzki (urządzenia zamontowane na poboczu drogi mogą paść łupem złodziei). Elementom odblaskowym zarzuca się też brak skuteczności. Niezależne badania wykazały szybkie przyzwyczajenie się zwierząt do bodźców świetlnych lub wręcz całkowity brak wpływu tych bodźców na zachowanie zwierząt (m. in. Reeve i Anderson 1993, Romin i Bissonette 1996, Ujvari et al. 1998, D'Angelo et al. 2006.). Polskie badania „wilczych oczu” w warunkach kolejowych również wykazały brak reakcji zwierząt na zastosowane w urządzeniu sygnały (Jasińska et al. 2011).



Fot. 1. Element odblaskowy (fot. J. Żyłkowska)

Photo 1. Wildlife warning reflector

Urządzenia akustyczne

Obok bodźców świetlnych, najczęściej stosowanymi sygnałami do ostrzegania zwierząt są dźwięki. Moduły akustyczne po wykryciu pojazdu (zazwyczaj są one wyposażone w detektory światłoczułe reagujące na światła nadjeżdżającego pojazdu) emitują kilkusekundowy dźwięk – w zależności od producenta może być on ciągły lub modulowany, najczęściej o częstotliwości 2-5 kHz. Dotychczasowe badania skuteczności tych urządzeń dały niejednoznaczne wyniki wskazując raczej na niską skuteczność oraz szybkie przyzwyczajanie się jeleniowatych do zastosowanych dźwięków (Putman et al. 2011).

Popularne w ostatnim czasie gwizdki ultradźwiękowe mają podobne działanie, choć zupełnie inny sposób zastosowania. Montuje się je na pojeździe, a gdy ten osiągnie odpowiednio dużą prędkość (powyżej 60 km/h), gwizdek zaczyna emitować ultradźwięki. Producent zapewnia o blisko 100% skuteczności gwizdków, z czym jednak nie zgadzają się niektórzy naukowcy. Badania na kilku gatunkach jeleniowatych nie wykazały żadnej reakcji tych zwierząt na gwizd ani zmniejszenia liczby wypadków za sprawą gwizdków (Muzzi i Bisset 1990, Romin i Dalton 1992).

Ciekawym pomysłem na dźwiękowe ostrzeżenie jest zastosowanie asfaltu strukturyzowanego (ang. rumble strips). Najechanie na niego przez samochód powoduje emisję głośnego hurgoczącego dźwięku, który powinien ostrzegać zwierzęta. Niestety i ta metoda nie przeszła naukowej weryfikacji (Putman et al. 2004).

Należy tu zaznaczyć, że zarówno „wilcze oczy”, jak i opisane powyżej metody akustyczne, bazują na wykorzystaniu sztucznych bodźców. Autorzy tych metod wychodzili zwykle z założenia, że taki niezwykle sygnał powinien zwrócić uwagę zwierzęcia i zaniepokoić je, a co za tym idzie powstrzymać od podchodzenia oraz zwiększyć ostrożność zwierzęcia. Nieskuteczność tych metod wynika z wielokrotnego powtarzania jednego rodzaju bodźca, na który zwierzęta nie reagują instynktownie, co powoduje bardzo szybkie przyzwyczajanie się (habitucja) i w konsekwencji zupełnie ignorowanie tych sygnałów (Kossak 2007).

Akustyczna „atrapa bodźców kluczowych”

W Polsce opracowano kolejowe urządzenia ochrony zwierząt o nazwie UOZ-1 (Wasilewski et al. 2009) (fot. 2). W przeciwieństwie do metod opisanych powyżej bazują one na wykorzystaniu naturalnych bodźców ze świata przyrody. Urządzenia bezpośrednio przed przejazdem pociągu emitują sekwencję dźwiękową złożoną z nagranych odgłosów zwierząt: krzyków alarmowych ptaków, głosów drapieżników oraz krzyków przerażonych (schwytych przez drapieżniki) zwierząt. Dźwięki te są bodźcami kluczowymi, czyli takimi, które nie podlegają habituacji. Cała sekwencja stanowi tzw. „atrapę bodźców kluczowych” i jest krótkim dźwiękowym spektaklem odzwierciedlającym polowanie przez duże drapieżniki – sytuację potencjalnie niebezpieczną dla wielu zwierząt, zarówno ewentualnej zdobyczy drapieżników (zajęcy, dzików, jeleniowatych), jak i gatunków, które są zabijane, ponieważ stanowią konkurencję (lisy) (Kossak 2007).



Fot. 2. Urządzenie typu UOZ-1 (fot. M. Stolarski)

Photo 2. Animal deterring device UOZ-1

Urządzenia pracują przez całą dobę. Sterowane są elektronicznie, na podstawie informacji o położeniu i prędkości pociągów wyliczają moment rozpoczęcia emisji dźwięków. Sekwencja trwa średnio minutę i kończy się w momencie przejazdu pociągu. Długość, skład i kolejność poszczególnych elementów sekwencji są tak dobrane, aby oddziaływać na jak największą liczbę gatunków charakteryzujących się różną wrażliwością na bodźce (od dzików, często uciekających już po pierwszych dźwiękach, do łośi, które mniej chętnie poddają się takiej stymulacji) (Kossak 2007, Werka et al. 2012).

Zastosowanie sygnałów uwarunkowanych genetycznie powoduje, że zwierzęta nie przyzwyczajają się do nich (Kossak 2007), co potwierdziły pięcioletnie badania skuteczności urządzeń (Werka et al. 2012). Najczęstszą reakcją zwierząt na dźwięki jest przerwanie aktualnie wykonywanych czynności i nasłuchiwanie, a po chwili wycofanie się z okolicy torów w stronę dającą osłonę w postaci wysokiej roślinności. Obserwowano też zwierzęta, które wkrótce po zakończeniu emisji i przejeździe pociągu powracały w pobliże torowiska (Werka et al. 2012).

Oddziaływanie na kierowców

Ograniczenie prędkości, ograniczenie dostępu do drogi

Ograniczenie prędkości pojazdu daje zarówno kierowcy, jak i zwierzęciu więcej czasu na reakcję w potencjalnie niebezpiecznej sytuacji. Ponadto mniejsza prędkość oznacza krótszą drogę

hamowania, co dodatkowo zwiększa szansę na uniknięcie zderzenia. Metoda ta jest jednak mało skuteczna na drogach samochodowych, ponieważ kierowcy często ignorują takie ograniczenia.

Na kolei również czasem stosuje się ograniczenie prędkości, choć jest to niechętnie widziane przez użytkowników i zarządców linii. Najczęściej wprowadza się je tymczasowo, do momentu wdrożenia rozwiązania docelowego. Ograniczenie prędkości zastosowano w okolicy Biebrzańskiego Parku Narodowego ze względu na bardzo dużą śmiertelność łośi wskutek kolizji z pociągami. W przypadku masowych migracji zwierząt (głównie płazów) w możliwych do przewidzenia okresach można też czasowo zamknąć drogę dla ruchu. Jest to możliwe na drogach lokalnych o małym natężeniu ruchu (Kurek 2010). Metodę tę stosuje się m. in. w kilku stanach w USA (Huiser et al. 2008).

Znaki drogowe

Popularną metodą ostrzegania kierowców o ryzyku wypadków ze zwierzętami jest ustawianie standardowych znaków drogowych „Uwaga, dzikie zwierzęta” – w Polsce przedstawiają one sylwetkę skaczącego jelenia. Skuteczność znaków jest jednak bardzo niska, ponieważ kierowcy bardzo często je ignorują. Aby poprawić sytuację proponuje się podjęcie kilku kroków: starannejsze dobieranie lokalizacji, w przypadku migracji sezonowych ustawianie znaków okresowo, stosowanie różnych wariantów graficznych w zależności od głównego gatunku zwierząt występujących na danym terenie (Putman et al. 2004).

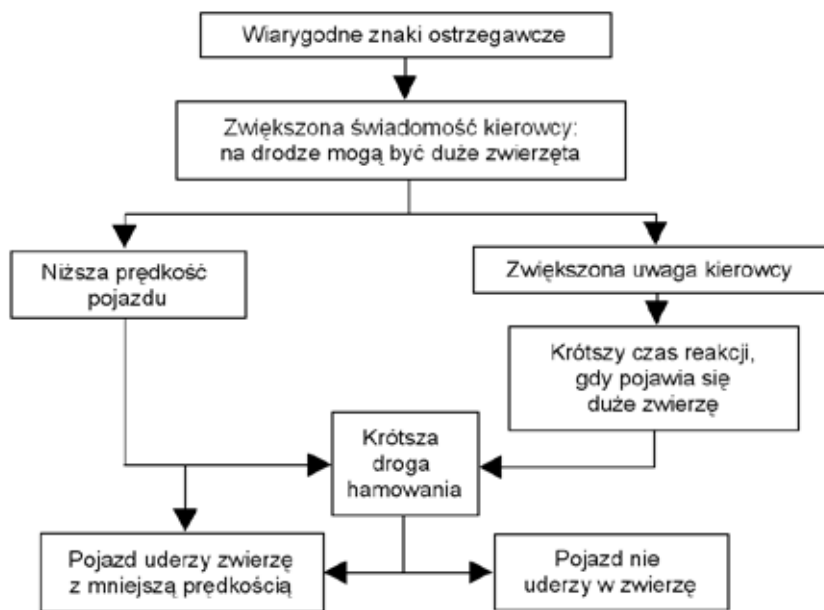
Testuje się również znaki aktywujące się jedynie w przypadku wykrycia zwierząt przez sprzężony z nimi system detekcji. Znak może być w formie tablicy LED albo standardowego znaku z dodatkowymi migającymi reflektorami i informacją „Zwierzę na drodze, gdy światło miga” (Putman et al. 2004). Rycina 2 przedstawia skutki wprowadzenia skuteczniejszego oznakowania ostrzegającego kierowców. Dotychczas przeprowadzone badania wskazują na wysoką skuteczność aktywnego ostrzegania kierowców. Wadą tego rozwiązania jest fakt, że ze względów technicznych wykorzystanie systemów detekcji jest ograniczone do zapobiegania kolizjom tylko z dużymi gatunkami zwierząt. Metoda ta wydaje się dobrze rokować, jednak w chwili obecnej traktuje się ją jako eksperymentalną (Putman et al. 2004, www.detectionsystemsurvey.org). Jej zaletą jest możliwość instalacji bez większej ingerencji w konstrukcję drogi.

Zwiększanie widoczności

Środkiem pozwalającym zmniejszyć ryzyko wypadków jest także zwiększenie widoczności w sąsiedztwie drogi poprzez usunięcie roślinności w pasie ok. 30 m po obu jej stronach. Dzięki temu kierowca ma większe szanse zauważyć zwierzę i w porę wyhamować. Również samo zwierzę, widząc z daleka zbliżający się pojazd, ma większe szanse uniknąć wypadku. Dla skuteczności tej metody istotny jest jednak sposób zagospodarowania pasa przydrożnego. Całkowite usunięcie roślinności zmniejsza prawdopodobieństwo podchodzenia przez zwierzęta roślinożerne blisko drogi, jednakże samo wycięcie drzew i krzewów może spowodować bujny wzrost roślin zielnych, które stanowią atrakcyjne pastwisko i w efekcie mogą przywabiać zwierzęta kopytne – w tym przypadku ryzyko wypadków zamiast spaść, może wzrosnąć. Metoda ta nie jest więc uniwersalna i zaleca się rozważenie jej zastosowania w miejscach zidentyfikowanych jako szczególnie niebezpieczne (Putman et al. 2004).

Badania wpływu widoczności na liczbę wypadków drogowych z udziałem zwierząt wskazują, że obecność wysokich roślin tuż przy drodze zwiększa ryzyko, zaś zwiększenie widocz-

ności je zmniejsza. W warunkach kolejowych temat ten zbadano w Norwegii – zwiększenie widoczności ograniczyło liczbę kolizji pociągów z łośmi o ponad połowę (Jaren et al. 1991).



Ryc. 2. Schemat działania skutecznych znaków ostrzegających kierowców (www.detectionsystem-survey.org)

Fig. 2. *Effective warning signs and driver response*(www.detectionsystemsurvey.org)

Podsumowanie

Rozwój sieci dróg oraz zwiększenie liczby poruszających się nimi pojazdów powodują, że problem wypadków z udziałem zwierząt staje się coraz poważniejszy. Zwierzęta nie wykształciły ewolucyjnie umiejętności pozwalających skutecznie unikać kolizji, dlatego konieczne jest stosowanie urządzeń zapobiegających wtargnięciu zwierząt na drogę lub torę kolejowe przed nadjeżdżającym samochodem lub pociągiem. Znajomość ekologii i zachowań dzikich zwierząt pozwala lepiej zrozumieć przyczyny wypadków z ich udziałem oraz umożliwia opracowanie skutecznych metod zapobiegawczych.

Najsukuteczniejszą i stosunkowo tanią metodą zapobiegania wypadkom jest grodzenie dróg, ma to jednak niekorzystne skutki środowiskowe oraz wymaga budowania specjalnych przejść dla zwierząt, które umożliwiają tym ostatnim bezpieczną migrację w poprzek dróg. Samodzielne przejścia dla dużych zwierząt są kosztowne i wymagają starannego projektowania, gdyż wszelkie błędy projektowe znacznie obniżają ich efektywność. W przypadku, gdy

natężenie ruchu pojazdów jest niewielkie (na mało uczęszczanych drogach, na liniach kolejowych), gradzenie jest niewskazane, a do zapobiegania wypadkom można zastosować inne środki: urządzenia aktywne lub znaki drogowe ostrzegające kierowców, kiedy w otoczeniu drogi znajduje się zwierzę.

Dotychczasowe badania wskazują, że oddziaływanie na zwierzęta jest skuteczne w przypadku zastosowania naturalnych bodźców sygnalizujących zagrożenie (nagrania głosów alarmowych zwierząt, wykorzystanie zapachu drapieźnika), natomiast skuteczność urządzeń bazujących na sztucznych bodźcach (odblaski, modulowany dźwięk elektroniczny, ultradźwięki) jest bardzo wątpliwa. W przypadku systemów ostrzegających kierowców dla ich skuteczności kluczowe jest opracowanie wiarygodnych metod wykrywania obecności zwierząt przy drodze.

W związku ze skalą problemu na całym świecie korzysta się coraz częściej z zaawansowanej technologii i stosuje różne innowacyjne rozwiązania. Metody te przed wdrożeniem ich na szerszą skalę powinny przechodzić naukową i praktyczną weryfikację. Ostateczny wybór metody zastosowanej w danym miejscu powinien zależeć od lokalnych uwarunkowań, takich jak występujące na danym obszarze gatunki zwierząt, natężenie ruchu pojazdów, ukształtowanie terenu oraz dostępne środki ekonomiczne.

Literatura

- Andreassen H.P., Gundersen H., Storaas T. 2005. The effect of scent-marking, forest clearing, and supplemental feeding on moose-train collisions, *Journal of Wildlife Management* 69 (3):1125-1132.
- Borkowska S., 2009. Wypadki ze zwierzętami. Jak mało wciąż o nich wiemy, *Dziki Życie* 6/180: 18-21.
- Czerniak A., Górna M., Kayzer D., Bakinowska E. 2010. Ochrona zwierzyny w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych. Materiały z konferencji pt. „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”, Jurata, 27-29.04.2010: 125-142.
- D'Angelo J.G., Gallagher, G.R., Osborn, D.A., Miller, K.V. i Warren, R.J. 2006. Evaluation of wildlife warning reflectors for altering white-tailed deer behavior along roadways; *Wildlife Society Bulletin* 34: 1175-1183.
- Huijser M.P., McGowen P., Fuller J. i in. 2008. *Wildlife-Vehicle Collision Reduction Study: Report to Congress*, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, USA.
- Jaren V., Andersen R., Ulleberg M., Pedersen P.H., Wiseth B. 1991. Moose-train collisions: the effects of vegetation removal with a cost-benefit analysis; *Alces* 27:93-99.
- Jasińska K., Krauze-Gryz D., Wasilewski M., Werka J. 2011. Optyczne metody ochrony zwierząt na torach kolejowych. Materiały z konferencji pt. „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”, Jurata, 27-29.04.2011: 43-57.
- Kossak S. 2007. Zasada działania atrapy bodźców kluczowych zastosowanej w urzędzeniu UOZ-1 wypłaszającym zwierzęta z torów kolei szybkiego ruchu. W: Jackowiak B. (Eds.), *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa–Poznań–Lublin, 173-179.
- Kurek R.T. 2010. Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach, *Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot*, Bystra.
- Lehnert M.E. Romin L.A., Bissonette J.A. 1996. Mule deer-highway mortality in northeastern Utah: causes, patterns, and a new mitigative technique. W: Evink G. L., Garrett P., Zeigler D., Berry J. (red.), *Trends in Addressing Transportation Related Wildlife Mortality*. Materiały z konferencji „Proceedings of the Transportation-Related Wildlife Mortality Seminar”, Floryda (strony nienumerowane).
- Muzzi P.D., Bisset A.R. 1990. Effectiveness of ultrasonic wildlife warning devices to reduce moose fatalities along railway corridors. *Alces* 26: 37-43.

- Putman R., Apollonio M., Andersen R. 2011. Ungulate Management in Europe: Problems and Practices, Cambridge University Press, UK.
- Putman R.J., Langbein J., Staines B.W. 2004. Deer and Road Traffic Accidents: A Review of Mitigation Measures: Costs and Cost-Effectiveness, Report for the Deer Commission for Scotland, UK.
- Reeve A.F., Anderson S.H. 1993. Ineffectiveness of Swareflex reflectors at reducing deer-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin* 21: 127-132.
- Romin L.A., Bissonette J.A. 1996. Deer vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts, *Wildlife Society Bulletin* 24(2): 276-283.
- Romin L.A., Dalton L.B. 1992. Lack of Response by mule deer to wildlife warning whistles. *Wildlife Society Bulletin* 20: 382-384.
- Ujvari M., Baagoe H.J., Madsen A.B. 1998. Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer vehicle collisions: a behavioral study, *Journal of Wildlife Management* 62:1094-1099.
- Western Transportation Institute: Highway 3, Fort Jones, California – Animal Detection System, <http://www.detectionsystemsurvey.org>.
- Wasilewski M., Babińska-Werka J., Nasiadka P. 2009. Możliwość wykorzystania sygnałów dźwiękowych do odstraszenia zwierząt od torów kolejowych. *Stud. i Mat. CEPL, Rogów*, 2 (21): 101-108.
- Werka J., Wasilewski M., Krauze-Gryz D., Jasińska K. 2012. Monitoring urządzeń do ochrony zwierząt (UOZ-1), sprawozdanie za okres od grudnia 2007 do grudnia 2012 roku. Temat zlecony przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Samodzielny Zakład Zoologii Leśnej i Łowiectwa, Wydział Leśny SGGW, Warszawa.

Joanna Żylkowska

NEEL Sp. z o.o.

joanna.zylkowska@neel.com.pl