

Mgr inż. Marek Stolarski,
Mgr Joanna Żyłkowska
NEEL Sp. z o.o., Warszawa

OCHRONA ZWIERZĄT JAKO ISTOTNY ELEMENT PROCESU INWESTYCYJNEGO PODCZAS BUDOWY I MODERNIZACJI LINII KOLEJOWYCH

SPIS TREŚCI

1. Procesy inwestycyjne wobec wymagań ochrony środowiska
2. Oddziaływanie linii kolejowych na zwierzęta
3. Przyczyny bytowania zwierząt na torach kolejowych, przyczyny wypadków z udziałem zwierząt
4. Środki ochrony zwierząt na kolei
5. Monitoring skuteczności metod ochrony zwierząt
6. Podsumowanie

STRESZCZENIE

Ochrona zwierząt na liniach kolejowych jest złożonym problemem. Składają się na nią: ochrona życia zwierząt w pobliżu torów kolejowych, ochrona korytarzy ekologicznych, bezpieczeństwo ruchu kolejowego oraz kwestie ekonomiczne. Aby skutecznie chronić zwierzęta, konieczna jest znajomość ich zachowania i ekologii. W artykule przedstawiono wpływ inwestycji kolejowych na populacje zwierząt, przyczyny kolizji z punktu widzenia psychologii zwierząt, omówiono sposoby ochrony małych i dużych zwierząt. Podkreślono wagę monitoringu skuteczności stosowanych rozwiązań.

1. PROCESY INWESTYCYJNE WOBEC WYMAGAŃ OCHRONY ŚRODOWISKA

Wszystkie inwestycje mogące znacząco oddziaływać na środowisko, a do takich należą budowa i modernizacja linii kolejowej, zgodnie z ustawą Prawo Ochrony Środowiska należy rozpoczynać od przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko i uzyskania

decyzji środowiskowej. Ocena oddziaływania na środowisko ma za zadanie wskazać, jakie skutki środowiskowe będzie miało przeprowadzenie inwestycji w każdym z możliwych wariantów, także w tak zwanym wariantcie „zero”, czyli przy zaniechaniu inwestycji. Rzetelnie przeprowadzona ocena wymaga niejednokrotnie przeprowadzenia badań w miejscu inwestycji. Jest ona też podstawą do określenia już po zakończeniu inwestycji, czy zastosowane środki zostały właściwie dobrane i czy zapewniają odpowiedni poziom ochrony środowiska. Decyzja środowiskowa wskazuje, jakie konkretne środki kompensacyjne należy zastosować, aby ograniczyć negatywne oddziaływanie inwestycji na środowisko [16, 17].

Inwestor jest zobowiązany zastosować środki wskazane w decyzji środowiskowej oraz przeprowadzić analizę porealizacyjną. Pod tym pojęciem rozumie się badania rzeczywistego oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko i weryfikację metod podjętych w celu ograniczenia negatywnych oddziaływań. Analiza służy więc porównaniu prognoz i stanu faktycznego. W razie stwierdzenia nieprawidłowości, zawiera wskazówki dotyczące działań naprawczych. Celem całej procedury ocen, decyzji środowiskowych i analiz porealizacyjnych jest zapewnienie jak najlepszego poziomu ochrony środowiska, w tym ochrony zwierząt.

2. ODDZIAŁYWANIE LINII KOLEJOWYCH NA ZWIERZĘTA

Polska charakteryzuje się bardzo wysokim wskaźnikiem różnorodności biologicznej, jednym z najwyższych w Europie. Na terenie kraju istnieje sieć szczególnie cennych obszarów, objętych ochroną jako parki narodowe i krajobrazowe, rezerваты przyrody oraz obszary Natura 2000. Przy inwestycjach o charakterze liniowym nie sposób ominąć wszystkie te obszary. W takich konfliktowych lokalizacjach, w których inwestycja przecina cenne przyrodniczo obszary, należy z jednej strony zastosować jak najskuteczniejsze środki ochrony środowiska, z drugiej – prowadzić badania wpływu linii kolejowej na przyrodę, które będą mogły służyć w przyszłych procesach planistycznych jako podstawa do sporządzenia ocen oddziaływania na środowisko przyszłych inwestycji [1].

Oddziaływanie szlaków komunikacyjnych na środowisko zależy od licznych czynników, w tym od natężenia ruchu, lokalizacji, konstrukcji torowiska. Drogi i linie kolejowe zawsze powodują negatywne skutki w postaci degradacji krajobrazu, fragmentacji ekosystemów, emisji hałasu i innych. Tereny naturalne i na wpół naturalne ulegają przekształceniom niekorzystnym dla zwierząt [2].

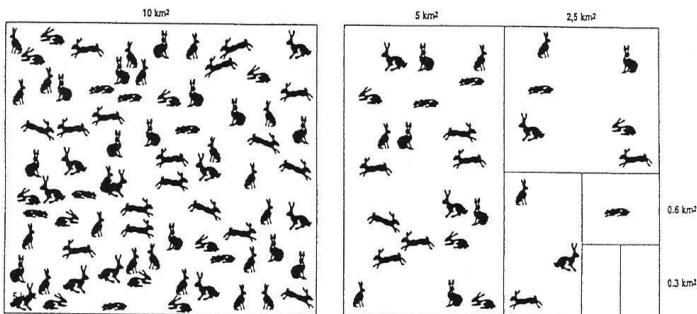
Oddziaływanie inwestycji kolejowych na zwierzęta można ogólnie podzielić na krótkoterminowe, występujące tylko w fazie realizacji inwestycji oraz długoterminowe – w fazie eksploatacji inwestycji. W każdym z nich można wydzielić oddziaływanie chwilowe i oddziaływanie trwałe. Oddziaływanie chwilowe podczas realizacji inwestycji wiąże się z płoszeniem zwierząt spowodowanym hałasem, obecnością ludzi i maszyn, wykonywanymi pracami. Oddziaływanie trwałe to zajęcie terenu pod plac budowy, ogradzanie go

oraz czasowe przekształcenie terenu. Oddziaływaniem chwilowym w fazie eksploatacji linii kolejowej jest przejazd pociągu; oddziaływanie trwale wiąże się z obecnością infrastruktury kolejowej, stanowiącej często bariery dla pewnych grup zwierząt [9]. W dalszej części artykułu zajmiemy się tylko oddziaływaniami długoterminowymi, jako znacznie istotniejszymi dla problemów ochrony zwierząt.

Linie kolejowe mają relatywnie niewielki wpływ na środowisko naturalne. Usuwanie roślinności na poboczach i obecność elementów antropogenicznych może powodować zaniepokojenie u najbardziej wrażliwych gatunków zwierząt, zniechęcając je do podchodzenia w okolice torów i do ich przekraczania (bariera behawioralna). Przekopy i nasypy utrudniają przemieszczanie się większości grup zwierząt [5].

Dla małych zwierząt (gryzonie, płazy) torowisko pokryte tłuczniem i szyny (pionowa przegroda wysokości kilkunastu cm) stanowią poważną fizyczną przeszkodę. Dodatkową barierą mogą być też elementy odwodnienia – głębokie prefabrykaty betonowe o stromych ścianach, czyli tak zwane korytka krakowskie stanowią pułapkę dla drobnych zwierząt, uniemożliwiającą przekraczanie linii kolejowej i przyczyniającą się do ich śmiertelności (zwierzęta giną z wyczerpania nie mogąc opuścić korytek lub topią się, jeśli jest w nich woda). Nietoperze i ptaki giną, zderzając się z elementami sieci trakcyjnej [5].

Przejeżdżające pociągi swoją obecnością, hałasem i wibracjami również mogą działać odstraszaюще, zwiększając efekt barierowy linii kolejowej. Poza tym wypadki na torach są jedną z przyczyn śmiertelności zwierząt, które giną na każdej nieogrodzonej linii kolejowej. Liczba zabitych zwierząt zależy od przebiegu linii i liczby zwierząt w jej otoczeniu, od natężenia ruchu pociągów i ich prędkości. Dotychczas nie ma szczegółowych danych dotyczących rozmiarów tego zjawiska. Z punktu widzenia środowiska, fragmentacja siedlisk to najpoważniejsze zagrożenie związane z wszelkimi inwestycjami liniowymi. Swobodna migracja zwierząt jest kluczowa dla trwałego funkcjonowania populacji. Grodzenie dróg transportu prowadzi do zmian dotychczasowych tras migracyjnych zwierząt i często uniemożliwia wymianę genów pomiędzy subpopulacjami. Brak możliwości wymiany genów i chów wsobny może skutkować spadkiem kondycji oddzielonych od siebie populacji, zwiększeniem podatności na choroby, a w konsekwencji spadkiem liczebności zwierząt. Wiele gatunków funkcjonuje prawidłowo jedynie przy zachowanych ciągach korytarzy ekologicznych [1, 2]. Skutki fragmentacji środowiska ilustruje rysunek 1.



Rys. 1. Skutki fragmentacji areалу zajmą [15]

Oddziaływanie barierowe ma więc poważniejsze następstwa populacyjne niż śmiertelność zwierząt potrąconych przez pociągi. Dla pospolitych gatunków zwierząt jest ona wielokrotnie niższa niż, np. pozyskanie przez myśliwych. Jednak w przeciwieństwie do myśliwych, pociągi nie wybierają ofiar i na torach giną również przedstawiciele różnych cennych gatunków. Co innego, gdy na torach śmierć poniesie lis, co innego, gdy ofiarą padnie łoś. W przypadku gatunków zagrożonych wyginięciem, np. rysi, śmierć każdego pojedynczego osobnika jest poważną stratą dla populacji. Konieczne jest więc wprowadzenie skutecznych środków ochronnych zwłaszcza na terenach, na których występują przedstawiciele cennych, chronionych gatunków.

Należy też pamiętać, że kolizje z udziałem zwierząt wiążą się z zagrożeniem dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego – częstym skutkiem kolizji jest uszkodzenie lokomotywy bądź szynobusu, znane są też przypadki wykolejenia się pociągów w wyniku najechania na stado zwierząt [19]. Istnieją sytuacje sprzyjające takim wypadkom, w szczególności zimowe przemieszczanie się dużych ssaków po odśnieżonych torach. Gdy nadjeżdża pociąg, zwierzęta wolą uciekać po torach niż w bok, w grubą pokrywę śnieżną, co kończy się najechaniem na nie przez pociąg. Z tej drogi najczęściej korzystają gatunki szczególnie niepożądane na torach z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu: łośie i dziki [5].

Reasumując, występuje pewien konflikt między potrzebami środowiska (pozostawienie możliwości swobodnej migracji) i bezpieczeństwem ruchu (zabezpieczenie przed możliwością kolizji).

3. PRZYCZYNY BYTOWANIA ZWIERZĄT NA TORACH KOLEJOWYCH, PRZYCZYNY WYPADKÓW Z UDZIAŁEM ZWIERZĄT

Linie kolejowe przecinają terytoria oraz szlaki wędrówek zwierząt. Zwierzęta zasiedlające sąsiedztwo linii kolejowej często przechodzą przez tory podczas zwykłej dobowej aktywności w poszukiwaniu pożywienia lub przemieszczania się z miejsc odpoczynku na żerowiska. Na podstawie danych dla ruchu samochodowego można stwierdzić, że najwięcej wypadków ma miejsce w godzinach rannych oraz popołudniowych i wieczornych, czyli w porach największej aktywności [1]. Zwierzęta skłonne do przemieszczania się na większe odległości podczas swych wędrówek przekraczają różne przeszkody terenowe, w tym tory. Ryzyko kolizji z niektórymi gatunkami utrzymuje się na zbliżonym poziomie przez cały rok – dotyczy to zwierząt nie przywiązanych do określonego terytorium, np. łośi. U innych gatunków występują okresowe wzrosty mobilności związane z porą godową i poszukiwaniem partnerów oraz z dyspersją młodych osobników po odłączeniu od matki. Niedoświadczone młode oraz samce zaferowane walkami o samice są mało ostrożne, przez co bardziej narażone na wypadki. Według danych z dróg, najwięcej wypadków w cyklu rocznym ma miejsce w kwietniu, maju i październiku [1].

W przypadku zwierząt stadnych duże znaczenie ma niechęć do oddzielania się od grupy. Jeżeli przewodnik stada decyduje się przekroczyć tory, pozostałe osobniki idą

za nim. W czasie, jaki upływa między przekroczeniem torów przez pierwsze i przez ostatnie zwierzę może nadjechać pociąg. Zwierzę zdeterminowane, by trzymać się grupy, mimo niebezpieczeństwa zaryzykuje przebiegnięcie tuż przed pojazdem. Sytuacją szczególnie sprzyjającą kolizjom jest pojawienie się innego niebezpieczeństwa w postaci drapieżnika lub człowieka. Spłoszone zwierzę w panice ucieka prawie na oślep. W takich momentach nie zadziałają urządzenia ostrzegające zwierzęta przed pociągiem, gdyż emitowane sygnały zostaną zignorowane. Drapieżnik goniący potencjalną ofiarę również nie zwraca uwagi na wiele sygnałów z otoczenia, przez co zwiększa się ryzyko potrącenia go przez pociąg [20].

Są też sytuacje, w których zwierzęta przychodzą specjalnie w pobliże torowiska lub wręcz na tory. Linia kolejowa bywa traktowana przez zwierzęta jako żerowisko. Wykoszony pas roślinności jest wysokiej jakości pastwiskiem dla saren i zajęcy. Dla wszystkich zwierząt mogą być atrakcyjne odpadki wyrzucane z pociągów oraz resztki zabitych zwierząt. Pas skoszonej roślinności oraz samo torowisko może być także wygodnym szlakiem wędrówek. Każde pojawienie się zwierząt w pobliżu torów potencjalnie może skończyć się kolizją. Ważnym czynnikiem wpływającym na śmiertelność zwierząt na drogach i na torach jest fakt, że zwierzęta nie traktują pojazdów mechanicznych jako swoich naturalnych wrogów. Pasażerowie pociągów nieraz mogą obserwować stada saren pasące się przy torach i niezwracające uwagi na przejeżdżający pociąg. Pociąg sam w sobie nie wywołuje lęku i nie prowokuje do ucieczki.

Aby przetrwać w naturalnym środowisku jest konieczne unikanie zagrożeń, ale z drugiej strony nie należy marnować energii bez potrzeby. Sygnały mogące świadczyć o obecności drapieżnika wywołują instynktowny niepokój i gotowość do ucieczki. Jednocześnie zwierzęta bardzo szybko się uczą, które zjawiska nie niosą ze sobą realnego zagrożenia i przestają na nie reagować. Dotyczy to wielu elementów wprowadzonych do środowiska przez ludzi – jeżeli nie przypominają one naturalnych zagrożeń, zwierzęta szybko przyzwyczajają się do ich obecności. Pociąg jadący po torach pod żadnym względem nie przypomina drapieżnika, nie stanowi też zagrożenia dla zwierząt znajdujących się kilkanaście metrów od torowiska, nie ma więc potrzeby przed nim uciekać. Niebezpieczeństwo pojawia się wtedy, gdy zwierzę znajdzie się na torach w momencie przejazdu pociągu. Ponieważ pociągi nie wywołują naturalnej reakcji ucieczki, a jednocześnie poruszają się z prędkościami wielokrotnie przekraczającymi prędkości osiągnięte przez drapieżniki, zagrożone zwierzę reaguje często zbyt późno, by zdążyć uciec [4, 20]. Dlatego opracowuje się urządzenia ostrzegające zwierzęta przed niebezpieczeństwem przez zwiększenie czujności i gotowości do ucieczki lub przez odstraszenie od torów przed przejazdem pociągu.

4. ŚRODKI OCHRONY ZWIERZĄT NA KOLEI

4.1. Ochrona małych zwierząt

4.1.1. Zapobieganie śmiertelności zwierząt w elementach odwodnienia

W celu polepszenia stanu środowiska dla małych zwierząt należy stosować środki umożliwiające im bezpieczną migrację w poprzek linii kolejowej oraz zapobiegające śmiertelności w elementach odwodnieniowych. Obecnie odchodzi się od stosowania tzw. korytek krakowskich na rzecz innych rozwiązań: prefabrykatów o znacznie mniejszym kącie nachylenia ścianek (tzw. korytka słowackie o kącie nachylenia poniżej 45°) oraz nieumacnianych rowów z pokrywą trawiastą. W miejscach, gdzie zamontowano już korytka krakowskie, instaluje się specjalne elementy umożliwiające zwierzętom opuszczenie kanału. PKP-PLK S.A. wprowadziły cztery typy takich elementów [8]:

- Prefabrykowane pochylnie prostopadłe do osi kanału, montowane w taki sposób, aby tworzyły obustronne wyjście z kanału;
- Prefabrykowane pochylnie równoległe do osi kanału. Pojedynczy element umożliwia opuszczenie korytka w tę stronę, po której został zamontowany. Pochylni tej (lub dwóm pochylniom ustawionym naprzeciwko siebie) towarzyszy płyta przykrywająca kanał, umożliwiającą zwierzętom przejście górą (rys. 2a).
- Żelbetowe pochylnie montowane na zewnątrz kanału, umożliwiając opuszczenie kanału tylko w tę stronę, po której zostały zamontowane (rys. 2b).
- Pochylnie umieszczone wewnątrz kanału w postaci pryzmy z tłucznia z rurą przepływową, umożliwiając opuszczenie kanału w obie strony.

Jako jedną z opcji zalecanych w miejscach, gdzie zwierzęta szczególnie chętnie przemierzają się przez tory, zaleca się skanalizowanie rowów [5].

a)



b)



Rys. 2. Rozwiązania umożliwiające drobnym zwierzętom wyjście z głębokich elementów odwodnienia (fot. J. Żyłkowska)

W celu umożliwienia płazom bezpiecznego przekroczenia linii kolejowej stosowano także rozwiązanie polegające na przenoszeniu płazów przez tory w sezonie migracyjnym. Wzdłuż linii kolejowej zamontowano ogrodzenia uniemożliwiające płazom dojście do torów i naprowadzające je do specjalnych pułapek żywołownych. Wolontariusze codziennie wykonywali obchód wszystkich pułapek i przenosili płazy na drugą stronę torów. To rozwiązanie zastosowano w 2008 roku, podczas wiosennej migracji płazów na linii E-30 w okolicach Węglińca (rys. 3) [8, 13].



Rys. 3. Przenoszenie płazów przez tory na linii E-30 (fot. PKP PLK).

4.1.2. Przepusty dla małych zwierząt

Swobodne i bezpieczne przekraczanie linii kolejowych przez drobne zwierzęta jest możliwe przy zastosowaniu odpowiednich przejść i przepustów dedykowanych tej grupie zwierząt i rozmieszczonych odpowiednio gęsto wzdłuż torów. Przykładowo, przejścia dla płazów w miejscach ich sezonowych migracji powinny być rozmieszczone co 30–100 metrów. Poza budową specjalnych przejść, należy w miarę możliwości wykorzystywać inne dostępne obiekty inżynieryjne, które po odpowiedniej adaptacji mogą pełnić rolę przejść dla małych zwierząt. Optymalna adaptacja polega na zamontowaniu suchych półek pokrytych naturalnym gruntem, biegnących wzdłuż przepustu po obu jego stronach oraz na zamontowaniu elementów naprowadzających zwierzęta do przepustu. W praktyce, przejścia dla małych zwierząt są projektowane głównie jako obiekty zespolone z przepustami dla cieków wodnych [5]. W roli przejść dla małych zwierząt sprawdzają się również przejścia dla dużych i średnich zwierząt z zastrzeżeniem, że trzeba zastosować odpowiednie elementy naprowadzające.

Na kolei jest możliwe również zastosowanie przejść dla drobnej fauny po powierzchni torowiska pod szynami. Najprostszą opcją jest pozostawienie szczeliny pomiędzy powierzchnią tłuczni a stopką szyny – wysokość szczeliny powinna wynosić minimum 10 cm. Dodatkowo poza pozostawieniem szczelin można usypać ścieżkę z materiału drobnoziarnistego, aby ułatwić małym zwierzętom wędrówkę (pod podsypką można zastosować kształtownik z blachy lub polimeru). Inny wariant to wykorzystanie betonowych lub stalowych rynien o półokrągłym lub prostokątnym przekroju, ułatwiających przemieszczanie się prostopadłe do torów. Zaleca się stosowanie przejść pod szynami na wszystkich odcinkach linii kolejowej, na których nie ma przepustów dla drobnych zwierząt [5].

4.2. Ochrona dużych zwierząt

Polega ona na przeciwdziałaniu powstawania efektu barierowego i ograniczaniu śmiertelności zwierząt w wyniku kolizji. Uproszczony podział metod ochrony średnich i dużych zwierząt przedstawia tablica 1.

Tablica 1

Metody ochrony zwierząt [14]

Metody pasywne	Metody aktywne	Inne
<ul style="list-style-type: none"> • Grodzenie linii kolejowej • Przejścia dla zwierząt 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflektory odblaskowe „wilcze oczy” • Systemy wizualno-akustyczne • System akustyczny UOZ-1 	<ul style="list-style-type: none"> • Gwizdki ultradźwiękowe montowane na lokomotywie lub szynobusie • Ograniczenie prędkości pociągu • Zwiększanie widoczności w sąsiedztwie linii kolejowej

4.2.1. Metody pasywne

Są od dawna znane i stosowane w krajach Europy Zachodniej. Ich zaletą jest bardzo wysoka skuteczność w zapobieganiu wypadkom, wadą jest fragmentacja siedlisk przyrodniczych oraz wysokie koszty inwestycji w przypadku budowy przejść dla zwierząt. Ogrodzenia linii kolejowych są wykonywane o wysokości 150–200 cm z siatki stalowej o małych lub średnich oczkach, analogicznie jak ogrodzenia, autostrad i dróg szybkiego ruchu. Przy zastosowaniu odpowiednio wysokiego ogrodzenia skuteczność w zapobieganiu wypadkom jest niemal stuprocentowa (zwierzętom udaje się sforsować ogrodzenie sporadycznie, czasem też się zdarza, że zostanie ono uszkodzone przez ludzi), samo grodzenie jest też stosunkowo tanie.

Z punktu widzenia ochrony przyrody, grodzenie linii kolejowych przeważnie nie ma uzasadnienia – straty w populacji spowodowane wypadkami są stosunkowo niewielkie, znacznie większe znaczenie ma zamykanie dróg migracji zwierząt. Głównym argumentem za stosowaniem ogrodzeń jest zachowanie bezpieczeństwa ruchu pociągów i bezpieczeństwa pasażerów, szczególnie w przypadku kolei dużych prędkości. Środowisko przyrodników zaleca zaniechanie grodzenia i zachowanie przejść po powierzchni torów jako podstawowego środka zachowania ciągłości ekologicznej. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie ogrodzeń jako elementu naprowadzającego na przejścia dla zwierząt [5].

Typowe przejścia górne dla dużych i średnich zwierząt powszechne na autostradach, bardzo rzadko stosuje się na kolei. Takich przejść nad liniami kolejowymi jest kilkanaście w skali całej Europy, w tym dwa w Polsce w Puszczy Rzepińskiej (rys. 4). Najczęściej stosuje się przejścia dolne zespolone, wykorzystując istniejące mosty i wiadukty. Wynika to z kilku czynników. Optymalna lokalizacja górnych i dolnych przejść dla zwierząt, to odpowiednio głębokie przekopy oraz wysokie nasypy. Tymczasem linie kolejowe przeważnie biegną w poziomie terenu lub na niskich nasypach. Nie ma też możliwości zmiany niwelety

torów ze względu na przejścia dla zwierząt. Budowa przejść jest więc nieuzasadniona zarówno ekonomicznie (wyższe koszty), jak i ekologicznie (zwierzęta niechętnie korzystają z przejść wynoszących się znacząco ponad teren).



Rys. 4. Przejścia dla zwierząt w Rzepinie, ich budowa kosztowała ponad 5 milionów Euro (fot.: PKP PLK)

Dodatkowym problemem w przypadku linii kolejowych jest obecność trakcji elektrycznej. Powoduje ona konieczność dodatkowego wyniesienia konstrukcji przejścia ponad poziom terenu. W efekcie przejścia górne mogą być lokalizowane tylko w bardzo głębokich przekopach. Aby maksymalnie ograniczyć wysokość przejścia względem terenu, należy budować przejścia górne bezpośrednio nad siecią trakcyjną pomiędzy górnymi krawędziami słupów. Jedynie przekopy o głębokości powyżej 6 metrów pozwalają na przejście ponad słupami bez dodatkowego podnoszenia przejścia. Rozstaw słupów należy dostosować do szerokości przejścia i vice versa – w praktyce maksymalna możliwa szerokość przejścia górnego położonego pomiędzy słupami to około 40 m. Przejścia dla zwierząt w Rzepinie mają szerokość właśnie 40 m, ich wkomponowanie w otoczenie wymagało m.in. korekty rozstawu słupów trakcyjnych, korekty odwodnienia podtorza i przebudowy linii potrzeb nietrakcyjnych [5]. Należy mieć świadomość, że efektywność przejść dla zwierząt jest bardzo wrażliwa na wszelkie błędy na etapie wyznaczania lokalizacji, projektowania oraz utrzymania. Zła lokalizacja, niewłaściwie dobrane parametry przejścia (np. zbyt mała szerokość, zbyt niskie przejście dolne), intensywne używanie przejść przez ludzi – wszystko to sprawia, że zwierzęta nie chcą korzystać z przejść i inwestycja mija się z celem.

4.2.2. Metody aktywne

Metody aktywne polegają na zamontowaniu na poboczu, przeważnie w linii słupów trakcyjnych specjalnych urządzeń, które w czasie bezpośrednio poprzedzającym przejazd pociągu, emitują bodźce wizualne lub akustyczne mające na celu ostrzeżenie zwierząt o zagrożeniu. Pomiędzy przejazdami pociągów urządzenia są bierne, a zwierzęta mogą swobodnie korzystać z terenu linii kolejowej. Głównym założeniem tych metod jest umożliwienie zwierzętom swobodnej migracji przez linię kolejową przy jednoczesnym ograniczeniu ich śmiertelności. Zwierzętom nie ogranicza się dostępu na torowisko, a jedynie odpłusza się je tuż przed przejazdem pociągu.

Żadna z metod aktywnych nie zapewni zmniejszenia liczby kolizji do zera, ponieważ zwierzęciu w żaden sposób fizycznie nie blokuje się wejścia na torowisko. Oddziałuje się na jego psychikę, by skłonić je do zatrzymania się lub oddalenia. Zdarzają się sytuacje, w których zwierzęta przemieszczają się z taką determinacją, że nie zwracają uwagi na większość sygnałów z otoczenia. Przykładem takiej sytuacji jest goniona sarna przez sforę psów lub pogoń lisa za zającem. Część metod aktywnych wymaga źródła zasilania, niektóre nie powinny być stosowane w bezpośrednim sąsiedztwie siedzib ludzkich. Poza tym, przy bardzo dużym natężeniu ruchu pociągów i krótkim – kilkuminutowym odstępie między kolejnymi przejazdami, czas odpłaszania coraz bardziej wydłuża się w stosunku do czasu przerw. Po przekroczeniu pewnej granicznej wartości natężenia ruchu, pozostaje zastosowanie metod pasywnych. Zaletą metod aktywnych jest niski koszt inwestycji w porównaniu z groźeniem linii i budową przejść dla zwierząt.

Elementy odblaskowe

Punktowe elementy odblaskowe (PEO), nazywane potocznie „wilczymi oczami”, powstały z myślą o zapobieganiu wypadkom z udziałem zwierząt na drogach samochodowych. Mają one prostokątny kształt, barwę najczęściej białą lub czerwoną, odbijają światło nadjeżdżających pojazdów w stronę na zewnątrz od drogi. Montuje się je na poboczu na wysokości odpowiadającej wysokości świateł pojazdu – w przypadku linii kolejowych biegnących na terenie płaskim, elementy odblaskowe znajdują się ponad 2 m nad poziomem terenu (rys. 5).

a)



b)



Rys. 5. Elementy odblaskowe: a) wygląd, b) wysokość mocowania (fot.: NEEL)

PEO mają zagorzałych zwolenników i przeciwników. Producent zapewnia o skuteczności w zapobieganiu wypadkom na drogach nawet do 100%, podczas gdy niezależne badania udowadniają całkowity brak reakcji zwierząt na tego typu sygnał świetlny [3, 11]. Światło reflektorów lokomotywy jest znacznie słabsze niż samochodowych świateł mijania, czy nawet świateł drogowych. Odpowiednio słabsze będzie światło odbite. Ponadto, elementy odblaskowe przy torach kolejowych są montowane na wysokości osi reflektorów lokomotywy, czyli znacznie wyżej niż linia wzroku zwierząt. Poważnym

ograniczeniem jest również fakt, że działają wyłącznie w nocy, podczas gdy większość zwierząt jest aktywna o zmierzchu i o świcie. Ponadto sygnał jest widoczny z pewnego oddalenia, urządzenia te nie chronią zwierząt, które znajdują się na torowisku lub bezpośrednio przy nim [14]. Badania elementów odblaskowych w warunkach ruchu kolejowego (linia E65) nie potwierdziły ich skuteczności [7]. Zaletą urządzenia jest niski koszt i łatwość montażu, a podstawową wadą udowodniony brak skuteczności działania.

Systemy optyczno-akustyczne

Moduł akustyczny bywa stosowany na drogach jako uzupełnienie elementów odblaskowych lub jako autonomiczne urządzenie. Urządzenie emituje trwający około półtorej sekundy modulowany dźwięk o częstotliwości 2–5 kHz. Jest wyposażone w detektor światłoczuły i uruchamia się po oświetleniu reflektorami pojazdu. Podobnie jak element odblaskowy, działa wyłącznie od zmierzchu do świtu. Odległość, z jakiej moduł reaguje na samochodowe światła mijania wynosi około 50–100 m. Nie ma danych na temat skuteczności modułów akustycznych dla ruchu kolejowego.

Należy tu wspomnieć, że zarówno krótki modulowany pisk, jak i odbite i rozproszone światło lokomotywy to sztuczne bodźce, które same w sobie nie niosą zrozumiałych dla zwierząt informacji. Jako element obcy w środowisku mają one zwrócić uwagę zwierzęcia i sprawić, że szybciej zauważy ono pociąg i odsunie się od torów. Wiadomo jednak, że wielokrotne powtarzanie bodźca, na który reakcja nie jest wrodzona, ani nie została uwarunkowana w procesie szkolenia, powoduje szybkie przyzwyczajanie się zwierzęcia i zanik reakcji – a co za tym idzie, bardzo szybki spadek skuteczności urządzeń [4].

Behawioralne urządzenia akustyczne

W przeciwieństwie do „wilczych oczu” i modułów akustycznych, urządzenia ochrony zwierząt typu UOZ (rys. 6), to wynalazek dedykowany wyłącznie dla ruchu kolejowego. Podstawową różnicą między opisanymi metodami aktywnymi i urządzeniami behawioralnymi jest rodzaj zastosowanych sygnałów. W przypadku UOZ są to naturalne dźwięki występujące w przyrodzie i świadczące o potencjalnym niebezpieczeństwie. W skład sekwencji wchodzi między innymi głosy alarmowe ptaków, ujadanie psów i krzyki przerażonych zwierząt. Sekwencje zostały opracowane przez specjalistów psychologii zwierząt w ten sposób, aby przekaz o niebezpieczeństwie był zrozumiały dla jak największej liczby gatunków [4, 14].

Przed przejazdem pociągu urządzenia emitują „spektakl dźwiękowy” odwzorowujący polowanie przez drapieżniki. Reakcja pomiędzy drapieżnikami a potencjalnymi ofiarami jest wrodzona, dzięki czemu nie następuje przyzwyczajanie do zastosowanych dźwięków (użyte sygnały wywołują reakcję nawet u zwierząt urodzonych w niewoli). Zaletą urządzeń typu UOZ jest bardzo duża elastyczność i możliwość programowego dopasowania głośności i składu sekwencji odstraszałej do warunków zewnętrznych. Urządzenia działają przez całą dobę. Badania zleczone przez PKP-PLK potwierdziły wysoką skuteczność urządzeń. Wykazano też, że urządzenia nie powodują trwałego wypłoszenia zwierząt z danego terenu, a z drugiej strony potwierdzono, że zwierzęta nie przyzwyczajają się do zastosowanych sygnałów [18].



Rys. 6. Urządzenie akustyczne typu UOZ (fot.: NEEL)

Inne metody

Gwizdki ultradźwiękowe – kolejne urządzenie wymyślone dla samochodów i adaptowane przez kolej. Gwizdki przykleja się do zderzaka samochodu, do szynobusu lub do lokomotywy. Przy prędkości powyżej 60 km/h emitują one dźwięk o częstotliwości 16–20 kHz w zamyśle mający odstraszać zwierzęta. Badania nad skutecznością odstraszenia zwierząt przez gwizdki przeprowadzone w latach dziewięćdziesiątych nie wykazały żadnej reakcji jeleniowatych na tego typu sygnał, ani też spadku liczby wypadków przy stosowaniu tych urządzeń [11, 12].

Ograniczenie prędkości pociągu do 20–50 km/h – jest to sposób bardzo skuteczny, ale niechętnie widziany przez zarządców linii kolejowej i przez użytkowników. Stosuje się go wtedy, gdy nie ma możliwości zastosowania innych sposobów lub tymczasowo, do momentu wdrożenia rozwiązania docelowego. W Polsce zastosowano ograniczenie prędkości w okolicach Biebrzańskiego Parku Narodowego, w miejscu gdzie występowały liczne wypadki z udziałem łośi.

Środkiem pozwalającym zmniejszyć ryzyko wypadków jest także **zwiększenie widoczności** w sąsiedztwie linii kolejowej przez wycinanie roślinności w pasie o szerokości około 30 m po obu stronach torów. Doświadczenia Norwegów wskazują, że zwiększenie widoczności otoczenia pozwala zmniejszyć o ponad połowę [6] liczbę kolizji z łośiami. Metoda ta jest jednak ograniczona do linii, na których pociągi poruszają się stosunkowo wolno (do około 80 km/h), a maszynista ma obowiązek hamować na widok zwierzęcia.

Wspomnijmy tu jeszcze o metodzie ograniczenia szkód ekonomicznych powstałych w wyniku kolizji pociągów ze zwierzętami. Dostanie się szczątków zwierząt pod

lokomotywę prowadzi często do jej uszkodzeń lub nawet podniesienia się pojazdu, co w skrajnym przypadku może skutkować wykołaceniem. Aby zminimalizować to ryzyko, można montować na lokomotywie specjalnej konstrukcji pługi śnieżno-błotne, na tyle solidnie wykonane, aby wytrzymały siłę uderzenia w duże zwierzę [19].

Dzięki stosowaniu takich pomocniczych rozwiązań unika się konieczności grodzenia linii kolejowej powodującej przerywanie ciągłości korytarzy ekologicznych i fragmentację siedlisk.

5. MONITORING SKUTECZNOŚCI METOD OCHRONY ZWIERZĄT

Aby zyskać pewność, że zastosowane środki ochrony zwierząt należycie spełniają swoją funkcję, konieczne jest przeprowadzenie badań monitoringowych. Takie badania są wymagane jako element analizy porealizacyjnej w przypadku inwestycji znacząco oddziałujących na środowisko.

Ustawa „Prawo Ochrony Środowiska” nie precyzuje, w jakim terminie powinna być wykonana analiza porealizacyjna inwestycji kolejowych. Najczęściej w decyzjach środowiskowych podaje się terminy takie, jak w przypadku dróg, czyli sporządzenie analizy porealizacyjnej po upływie 12 miesięcy od oddania obiektu do użytku, a przedstawienie jej wyników w terminie 18 miesięcy. Czasem w przypadku analiz dotyczących oddziaływania na środowisko przyrodnicze dopuszcza się dłuższe terminy, np. 24 miesiące na badania. Umożliwia to przeprowadzenie badań przy docelowym natężeniu ruchu i zakładanej prędkości pociągów [10].

Ogólny cel badań to określenie śmiertelności zwierząt i skali efektu barierowego w wyniku budowy bądź przebudowy linii kolejowej. Metody i szczegółowy zakres badań należy dostosować do ich przedmiotu, czyli zastosowanych środków mitygujących. Przed wszystkim badania powinny dać odpowiedź na pytania, czy dobrze wyznaczono lokalizację przejść dla zwierząt i / lub urządzeń ograniczających śmiertelność i czy zastosowane środki są wystarczające. W przypadku przejść dla zwierząt należy określić, czy korzystają z nich zwierzęta, dla których przejście zostało wybudowane i jaki jest stopień akceptacji obiektu. Przy zastosowaniu urządzeń ostrzegających lub odstraszać zwierzęta bada się reakcję poszczególnych gatunków zwierząt na emitowane sygnały i skuteczność odstraszenia [21]. Dwie podstawowe metody badań to tropienia oraz rejestracje wideo.

Liczenie tropów zwierząt pozwala ustalić, jakimi ścieżkami przemieszczają się poszczególne gatunki zwierząt i jakie jest względne natężenie ich wędrówek. Tropieniem można objąć długi – wielokilometrowy odcinek linii kolejowej. Jest to metoda stosunkowo tania i niewymagająca skomplikowanych środków technicznych. Przeważnie tropienia wykonuje się zimą po opadach śniegu. W innych porach roku tropienia są możliwe, gdy grunt jest na tyle miękki i plastyczny, by ślady odbiły się w nim w czytelny sposób, jednak zwykle w sezonie wegetacyjnym obserwacje utrudnia szata roślinna.

Aby obejść ten problem i zebrać dane z całego roku, można przygotować do badań specjalne pasy zaoranej ziemi. **Ograniczenia metody:** na podstawie tropień nie można stwierdzić, czy daną trasę przemierza stado zwierząt, czy przechodzi kilkakrotnie ten sam osobnik; nie da się określić dokładnej pory doby, w której wędrują zwierzęta. Tylko w wąskim zakresie można dowiedzieć się, jak się zachowują zwierzęta podczas przekraczania linii kolejowej.

Rejestracje wideo (rys. 7) umożliwiają zebranie znacznie bogatszego materiału na temat zachowań zwierząt. Kamery pracujące w świetle widzialnym i w podczerwieni pozwalają na całodobowe gromadzenie danych z dokładnością do minuty. Jedną z wad metody jest przywiązanie do określonej lokalizacji. W przypadku monitoringu przejść dla zwierząt jedna kamera wystarcza, aby objąć praktycznie całą szerokość przejścia. Monitoring urządzeń instalowanych wzdłuż torów na odcinku dłuższym niż około 200 m wymaga dokonania wyboru reprezentatywnej lokalizacji, w której zostanie zamontowany zestaw rejestrujący. Monitoring wideo wymaga też opracowania rozwiązań technicznych związanych ze sposobem zasilania kamer oraz przesyłania i gromadzenia materiału filmowego.



Rys. 7. Przykładowy obraz z kamery monitoringu (fot. SGGW)

Analiza zgromadzonego materiału w oparciu o wiedzę z zakresu ekologii i behawioru pozwala na wyciągnięcie wniosków. Przykładowo, aby móc wnioskować o pełnej akceptacji przejścia przez zwierzęta, trzeba stwierdzić, że korzystają z niego nawet najbardziej ostrożne osobniki (byki jeleni i pojedyncze odyńce) oraz że przejście jest wykorzystywane również w ciągu dnia. Taka akceptacja przejścia świadczy o jego dobrej lokalizacji oraz właściwych parametrach technicznych i wykończeniu. W przypadku aktywnych metod ochrony zwierząt, o ich skuteczności wnioskuje się na podstawie powtarzalnej reakcji zwierząt, polegającej na odejściu od torów po zadziałaniu bodźca odstrasającego [21].

Jednym z celów badań porealizacyjnych jest porównanie stanu sprzed rozpoczęcia inwestycji i po jej ukończeniu. Do tego niezbędne są porównywalne dane z obu tych momentów. W raporcie oceny oddziaływania na środowisko obowiązkowo są zawarte informacje na temat stanu środowiska, jednak przeważnie są one zbyt ogólne, by mogły posłużyć jako podstawa analizy porównawczej przy takich szczegółowych zagadnieniach, jak np. liczba wypadków ze zwierzętami na konkretnym odcinku szlaku czy intensywność korzystania z korytarza ekologicznego, wyrażona w wymiernych jednostkach. Problem braku odpowiednich danych porównawczych dotyczy w największym stopniu inwestycji realizowanych w niedługim czasie po wejściu w życie przepisów dotyczących sporządzania ocen oddziaływania na środowisko. Sytuacja ta powoli ulega zmianie i stopniowo wypracowuje się standardy umożliwiające pełną analizę wpływu inwestycji i zastosowanych w niej środków ograniczających negatywny wpływ na środowisko.

Następstwa analizy porealizacyjnej mogą być trojakiemu rodzaju [16]. Jeżeli zastosowane środki minimalizujące okazały się wystarczające, inwestycja może być eksploatowana, a inwestor nie musi podejmować dalszych działań w zakresie ochrony środowiska. Jeśli środki minimalizujące negatywny wpływ na środowisko okazały się niewystarczające, inwestor powinien je zmodyfikować (rozszerzyć, zastosować dodatkowe rozwiązania), aby zapewnić właściwy poziom ochrony środowiska. Trzecią możliwością jest ustanowienie obszaru ograniczonego użytkowania oraz wypłata odszkodowań, gdy pomimo zastosowania dostępnych rozwiązań nie da się utrzymać wymaganych standardów ochrony środowiska – ta ewentualność raczej nie dotyczy problemu ochrony zwierząt.

6. PODSUMOWANIE

Ochrona zwierząt na szlakach komunikacyjnych jest problemem wieloaspektowym, jej składowe to ochrona życia zwierząt na torach kolejowych, ochrona korytarzy ekologicznych i ciągłości naturalnych siedlisk, bezpieczeństwo ruchu kolejowego i podróży oraz kwestie ekonomiczne. Aby skutecznie chronić zwierzęta, konieczna jest znajomość ich zachowania i ekologii. Istniejące od dziesięcioleci linie kolejowe stanowią element środowiska, do którego większość zwierząt szybko się przyzwyczaja. Zwierzęta nie traktują pociągu jak naturalnego wroga, dlatego wskazane jest stosowanie urządzeń zapobiegających wtargnięciu zwierzęcia na tory przed nadjeżdżającym pociągiem.

Najskuteczniejszą i tanią metodą zapobiegania wypadkom jest grozdzenie linii kolejowej, ma ono jednak bardzo niekorzystne skutki środowiskowe i wymaga budowania specjalnych przejść dla zwierząt. Odpowiednio skonstruowane przejścia górne umożliwiają zwierzętom bezpieczną migrację w poprzek torów, jest to jednak rozwiązanie bardzo kosztowne. Jeśli warunki terenowe to umożliwiają, lepszym rozwiązaniem jest budowa systemu przejść dolnych, najwygodniejszych i najmniej stresujących zwierzęta.

Alternatywą jest stosowanie aktywnych metod ochrony zwierząt, działających tylko w chwili bezpośrednio poprzedzającej przejazd pociągu i umożliwiających im swobodną migrację. Dla płazów i innych drobnych zwierząt konieczne jest budowanie przepustów lub umożliwienie migracji po powierzchni torowiska pod szynami.

Wszystkie metody ochrony zwierząt wymagają monitorowania ich skuteczności. Z jednej strony obowiązek ten jest narzucony wobec wszystkich inwestycji mogących znacząco oddziaływać na środowisko, a do takich zalicza się budowa i modernizacja linii kolejowych. Z drugiej strony badania są konieczne do wypracowania spójnych standardów ochrony zwierząt przy liniach kolejowych.

BIBLIOGRAFIA

1. Czerniak A., Górna M.: *Warunki bytowania zwierzyny w obszarach linii kolejowej*. Materiały z Konferencji Naukowo-Technicznej „Problematyka ochrony zwierząt w aspekcie bezpieczeństwa ruchu pociągów na zelektryfikowanych liniach magistralnych PKP”, Warszawa, 2009.
2. Czerniak A., Górna M., Kayzer D., Bakinowska E.: *Ochrona zwierzyny w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych*. Materiały z konferencji „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”, Jurata, 2010.
3. D’Angelo J.G., Gallagher G.R., Osborn D.A., Miller K.V., Warren R.J.: *Evaluation of wildlife warning reflectors for altering white-tailed deer behavior along roadways*. „Wildlife Society Bulletin” 34: 1175-1183, 2006.
4. Kossak S.: *Zasada działania atrapy bodźców kluczowych zastosowanej w urządzeniu UOZ-1 wypłaszającym zwierzęta z torów kolei szybkiego ruchu*. Materiały z Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą”, Poznań, 2006.
5. Kurek R.T.: *Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach*. Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, Bystra, 2010.
6. Jaren V., Andersen R., Ulleberg M., Pedersen P.H., Wiseth B.: *Moose-train collisions: the effects of vegetation removal with a cost-benefit analysis*. *Alces* 27:93-99, 1991.
7. Jasińska K., Krauze-Gryz D., Wasilewski M., Werka J.: *Optyczne metody ochrony zwierząt na torach kolejowych*. Materiały z konferencji „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”, Jurata, 2011.
8. Michajłow U.: *Systemy odwadniania a ochrona małych zwierząt*. Materiały z konferencji „Nowoczesne technologie w systemach infrastruktury kolejowej”, Jurata, 2008.
9. Michajłow U.: *Ochrona korytarzy ekologicznych w strategii rozwoju infrastruktury kolejowej o znaczeniu krajowym*. W: „Ochrona łączności ekologicznej w Polsce”. Materiały z konferencji międzynarodowej „Wdrażanie koncepcji korytarzy ekologicznych w Polsce”, Białowieża, 2009.

10. Michajłow U., Trojnara D.: *Środowiskowa analiza porealizacyjna jako finał projektu inwestycyjnego w transporcie kolejowym i drogowym*. Materiały z konferencji „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”, Jurata, 2011.
11. Putman R.J., Langbein J., Staines, B.W.: *Deer and road traffic accidents. A review of mitigation measures: costs and cost-effectiveness*. Report for the Deer Commission for Scotland, 2004.
12. Romin L.A., and Dalton L.B.: *Lack of response by mule deer to wildlife warning whistles*. „Wildlife Society Bulletin” 20:382-84, 1992.
13. Stolarski M., Żyłkowska J.: *Aktywne metody ochrony zwierząt na magistralnych liniach kolejowych PKP, metody monitoringu działania urzędzeń*. Materiały z konferencji naukowo-technicznej „Problematyka ochrony zwierząt w aspekcie bezpieczeństwa ruchu pociągów na zelektryfikowanych liniach magistralnych PKP”, Warszawa, 2009.
14. Stolarski M., Żyłkowska J.: *Systemy ochrony zwierząt w obszarach linii kolejowych*. „Magazyn KZA Express”, 2011, nr 6.
15. Trocme M., Magnin B., Lebeau R.P.: *La reconstitution de corridors ecologiques: une reponse au morcellement croissant des habitats*. „ENV”, No 4/1996, 27–29.
16. Ustawa Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627 ze zm.).
17. Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko z dnia 3 października 2008 r. (Dz.U. 2008 Nr 199 poz. 1227 ze zm.).
18. Wasilewski M., Werka J., Jasińska K.: *Akustyczne i optyczne metody ochrony zwierząt na torach kolejowych – wnioski z badań monitoringowych*. Materiały z konferencji „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”, Jurata, 2010.
19. Wiśniewska K., Pogorzelska-Gos I.: *Bezpieczeństwo ruchu pociągów jako aspekt problemu ochrony zwierząt przy torach kolejowych*. Materiały z konferencji „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”, Jurata, 2010.
20. Żyłkowska J.: *Analiza zachowań zwierząt w warunkach zagrożenia kolizją z nadjeżdżającym pociągiem czyli dlaczego zwierzęta wpadają pod pociągi?* Materiały z konferencji „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”, Jurata, 2010.
21. Żyłkowska J.: *Problematyka badania zachowań zwierząt jako jednego z elementów monitoringu powykonawczego inwestycji komunikacyjnych*. Materiały z konferencji „Nowoczesne technologie w realizacji projektów inwestycyjnych transportu kolejowego”, Jurata, 2011.