

Urządzenia do odstraszania zwierząt UOZ-1 dla linii kolejowych o dużych prędkościach ruchu pociągów

Marek Stolarski

Przedsiębiorstwo Wdrożeniowo-Produkcyjne „NEEL” Sp. z o. o., ul. Meander 15, 02-791 Warszawa

Streszczenie. W artykule przedstawiono zasadę działania, budowę oraz podstawowe parametry techniczne urządzenia do odstraszania zwierząt przekraczających linie kolejowe, po których poruszają się szybkie pociągi. Nowatorskie urządzenie UOZ-1 jest efektem współpracy etologów zwierząt oraz konstruktorów sprzętu bogato wyposażonego w instalacje elektryczne i elektroniczne. Prezentowane urządzenie zostało już sprawdzone w warunkach terenowych, zaś pierwsze wnioski są bardzo optymistyczne.

Słowa kluczowe: linie kolejowe, śmiertelność zwierząt, urządzenie odstraszające zwierzęta, sygnalizacja akustyczna

1. Wstęp

Problem zabijania dzikich zwierząt przez poruszające się z dużą prędkością pociągi istnieje od zarania istnienia kolei. Zjawisko to zdecydowanie nasiliło się wraz z rozwojem konstrukcji podtorza oraz zastosowaniem nowych rozwiązań w budowie podzespołów jezdnych wagonów i lokomotyw. Doprowadziło to do tak znacznego obniżenia poziomu hałasu oraz drgań emitowanych przez coraz szybciej jeżdżące pociągi, że na zmodernizowanych odcinkach linii najpierw je widać, a jeśli je słyszać, to są już naprawdę blisko. Ale to nie mniejszy hałas jest powodem zagrożenia. Problemem jest tu coraz większa prędkość, z jaką poruszają się pociągi.

Wykorzystując wieloletnie doświadczenia w konstruowaniu mikroprocesorowych urządzeń automatyki dla potrzeb PKP oraz wyniki rozmów, konsultacji i bezpośredniej współpracy z przedstawicielami ochrony środowiska, PKP wraz z naukowcami i praktykami zajmującymi się behawioryzmem dzikich zwierząt, wykonano w Przedsiębiorstwie Wdrożeniowo-Produkcyjnym „NEEL” Sp. z o.o. w Warszawie urządzenia odstraszania zwierząt typu UOZ-1. Jest to rozwiązanie nowatorskie i unikalne w skali światowej. W pracach brali udział specjaliści z Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie, CBPBBK „Kolprojekt” w Warszawie oraz Bombardier Transportation (ZWUS) Polska Sp. z o. o. w Katowicach.

Urządzenia te mają za zadanie przeciwdziałać migracji dużych ssaków przez tory kolejowe bezpośrednio przed przejazdem pociągu, zmniejszając do minimum straty w populacji tych zwierząt powodowane zderzeniem, przy jednoczesnym braku ograniczeń w swobodnym przemieszczaniu się w ich obszarach żerowania i rozrodu. Do odstraszania zastosowano sygnały akustyczne, opracowane przez prof. dr hab. Simonę Kossak, Kierownika Zakładu Lasów Naturalnych w Instytucie Badawczym Leśnictwa, wybitnego specjalistę w zakresie zoopsychologii.

2. Zakres stosowania

Zakres stosowania urządzeń UOZ-1 sprowadza się do ochrony szlaków kolejowych w stałych miejscach migracji zwierząt. Może być to ochrona typu punktowego, pokrywająca swoim działaniem obszar o długości kilkuset metrów lub ciągłego (np. na granicach rezerwatów przyrody) działająca na obszarze o długości określonej wielkością rejonu granicznego.

3. Budowa systemu

3.1. Opis ogólny

Kompletny system odstraszenia zwierząt składa się z urządzeń UOZ-1 (odstraszaczy), stawianych przy torze kolejowym w miejscach stałych tras przemieszczania się zwierząt oraz współpracujących z nimi modułów diagnostycznych EZG-2102 ze zmodyfikowanym oprogramowaniem, za instalowanych w kontenerach samoczynnej blokady liniowej typu SHL-12 produkcji Bombardier Transportation (ZWUS) Polska Sp. z o.o. i stanowiących ich fabryczne wyposażenie (rys. 1).



Rys. 1. Urządzenie UOZ-1 zainstalowane przy torze kolejowym i znajdujący się obok niego kontener samoczynnej blokady liniowej

Każde urządzenie UOZ-1 jest autonomicznie pracującą jednostką, wyposażoną w listwę przyłącza elektrycznego, zespół elektroniki sterującej a także głowicę z przetwornikami elektroakustycznymi. Mocowane jest do solidnego, betonowego fundamentu posadowionego na podtorzu (w linii słupów trakcyjnych) naprzemiennie, po obu stronach torowiska. Ma ono kształt walca o wysokości ok. 110 cm i średnicy ok. 30 cm. W górnej części urządzenia widoczne są otwory, przez które emitowane są sygnały odstraszające. Obudowa ma kolor szary i wykonana jest z odpornych na warunki atmosferyczne wysokoudarowych kompozytów epoksydowo-szklanych.

Zasilanie urządzeń odbywa się drogą kablową z kontenera samoczynnej blokady liniowej z podtrzymaniem zasilania (UPS) na minimum 8 godzin. Wszystkie urządzenia UOZ-1, które są zasilane z jednego kontenera sbl łączy ze sobą oraz z kontenerem sbl magistrala informatyczna opartą na łączności przewodowej. Pozwala ona na synchronizację działania urządzeń oraz pełną autodiagnostykę z możliwością nadzoru ich pracy w Centrum Serwisowym Lokalnego Centrum Sterowania

Ruchem Kolejowym. Ponadto każde urządzenie UOZ-1 wyposażone zostało w zestaw czujników reagujący na próby kradzieży i wandalizmu (wszystkie urządzenia UOZ z danego rejonu emitują wtedy alarmowy sygnał dźwiękowy oraz przesyłają do LCS informacje o próbie włamania).

Z każdym kontenerem sbl typu SHL-12 może współpracować do 32 urządzeń UOZ-1 (co gwarantuje pełną ochronę szlaku na długości całego odcinka izolowanego (o długości do 2300 m) i może mieć zastosowanie w przypadku ochrony linii kolejowych prowadzących przez większe obszary leśne lub obszar rezerwatu przyrody (rys. 2).



Rys. 2. Urządzenia UOZ-1 zainstalowane na liczącym ponad 2 km obszarze graniczącym z rezerwatem przyrody

W przypadku konieczności ochrony mniejszych obszarów, liczba odstraszaczy może być dostosowana do ich wielkości (np. cztery urządzenia UOZ-1 pozwalają na ochronę odcinka linii o długości ok. 250 – 300 m). Zakładany skuteczny zasięg oddziaływania pojedynczego urządzenia UOZ-1 wynosi ponad 70 m. Tyle też wynosi (ok. 70 m) liczona wzdłuż osi torowiska zalecana odległość pomiędzy kolejnymi odstraszaczami. Taki sposób montażu urządzeń UOZ-1 pozwala na utrzymanie ciągłości strefy odstraszania, bez występowania „dziur” akustycznych, z maksymalnym wyrównaniem natężenia emitowanego przez odstraszacze pola dźwiękowego.

3.2. Parametry techniczne

Urządzenie UOZ-1 przeznaczone jest do pracy w klimacie umiarkowanym na wolnym powietrzu w zakresie temperatur zewnętrznych od -35°C do $+55^{\circ}\text{C}$. Podstawowe parametry techniczne urządzenia zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe parametry techniczne urządzenia UOZ-1

Parametr techniczny	Wartość
Ciężar urządzenia UOZ-1	~29 kg (290N) (korpus kompozytowy)
Ciężar fundamentu	~128 kg (1,28kN)
Stopień ochrony	IP 65 (zespół elektroniki sterującej)
Zasilanie	230V 50Hz (napięcie separowane)
Napięcie próby	4000 V RMS
Maksymalny pobór mocy	80VA, $\cos\phi > 0,9$
Zabezpieczenie	wyłącznik instalacyjny nadprądowy klasy C
Max. moc wyjściowa wzmacniacza	$P_{\max} = 50\text{W}$
Standardowa transmisja danych cyfrowych	RS-485
Szybkość transmisji	300 Bd

3.3. Budowa urządzenia UOZ-1

Urządzenie UOZ-1 składa się z następujących części składowych: obudowa, głowica z przetwornikami akustycznymi, zespół elektroniki sterującej, układ regulacji temperatury i elementy ochrony przeciwprzepięciowej i przeciwzakłóceńowej.

Obudowa wykonana została w postaci zwięzającej się w górnej części rury osłonowej o średnicy zewnętrznej ok. 30 cm, umocowanej na betonowym fundamencie i wystającej z niego na wysokość ok. 110 cm. Wewnątrz rury osłonowej znajduje się korpus wewnętrzny, zawierający listwę przyłącza, do której podłączone są kable zasilania i teletransmisji. Nad listwą umocowano zamknięty w hermetycznej obudowie kompletny zespół elektroniki sterującej pracą urządzenia. Górna część korpusu została zamknięta okrągłą głowicą zawierającą przetworniki akustyczne.

Głowica z przetwornikami akustycznymi stanowi integralną część korpusu wewnętrznego. Wykorzystano zespół dwóch przetworników dynamicznych, pokrywających łącznie pasmo akustyczne w zakresie od 300 do 20000Hz o efektywności powyżej 90dB i charakteryzujący się dookólną charakterystyką emisji dźwięku.

Zespół elektroniki sterującej jest odpowiedzialny za logikę działania urządzenia UOZ-1 i zbudowany w oparciu o jednokładowy mikroprocesor o małym poborze mocy i dużej mocy obliczeniowej. Zapamiętane w specjalizowanym układzie pamięci próbki sygnałów odstraszaających stanowią źródło sygnału akustycznego sterującego wzmacniaczem mocy. W skład modułu wchodzi ponadto:

- zasilacz pracujący na napięciu 230V 50Hz dostarcza napięcia do zasilania układów cyfrowych, zasilania grzałki oraz akustycznego wzmacniacza mocy;
- moduł teletransmisji danych został zbudowany z wykorzystaniem specjalizowanych układów transmisji szeregowej RS-485, zapewniających odpowiednią separację napięciową;
- moduł wzmacniacza mocy zbudowany z wykorzystaniem monolitycznego układu scalonego dysponuje mocą wyjściową rzędu 30-50W, przy zachowaniu pełnej odporności na przeciążenie termiczne oraz zwarcie obciążenia.

Układ regulacji temperatury ma w okresie eksploatacji zimowej systemu utrzymać temperaturę pracy urządzeń elektronicznych w zakresie bezpiecznym od skraplania wilgoci.

Elementy ochrony przeciwprzepięciowej i przeciwzakłóceńowej zabezpieczają działanie przytorowych urządzeń UOZ-1 przed zakłóceniami elektronenergetycznymi i radioelektrycznymi oraz przepięciami występującymi w sieci zasilającej i teletransmisji.

Listwa zaciskowa pozwala na podłączenie kabli zasilających oraz teletransmisyjnych. Na liście umieszczono również wyłącznik instalacyjny nadmiarowo-prądowy, ochronnik przeciwprzepięciowy oraz filtr przeciwzakłóceńowy dla linii teletransmisyjnej.

3.4. Opis konstrukcji mechanicznej

Urządzenie UOZ-1 jest wykonane z materiałów całkowicie odpornych na działanie korozji. Wygląd zewnętrzny urządzenia UOZ-1 został pokazany na rys. 3. Urządzenie składa się z korpusu wewnętrznego (stal cynkowana ogniowo lub kompozyt epoksydowo-szkłany) oraz cylindrycznej osłony zewnętrznej (kompozyt epoksydowo-szkłany). Korpus wewnętrzny oraz osłona zewnętrzna mają kształt rury. Osłona zewnętrzna jest przykręcona do korpusu śrubami specjalnymi (antywłamaniowymi). W dolnej części korpusu wewnętrznego znajduje się płyta podstawy z otworami montażowymi i dławnicami kablowymi, natomiast od góry jest przykręcona głowica z przetwornikami elektroakustycznymi. Z boku korpusu wewnętrznego znajdują się dwa prostokątne otwory rewizyjne, umożliwiające dostęp do aparatury zamontowanej wewnątrz. Otwory osłonięte są pokrywami z uszczelkami gumowymi.

Na obwodzie obudowy zewnętrznej UOZ-1 znajduje się szereg otworów umożliwiających swobodną emisję dźwięków ostrzegawczych z przetwornika elektroakustycznego. Przestrzeń pomiędzy osłoną zewnętrzną a korpusem wewnętrznym tworzy obszar cyrkulacji termicznej powietrza, sku-

tecznie chroniący przed przegrzaniem znajdujący się wewnątrz korpusu wewnętrznego zespół elektroniki. Materiał, z jakiego została wykonana obudowa gwarantuje jej trwałość przez okres 20 lat.

3.5. Autodiagnostyka systemu

Każde przytorowe urządzenie UOZ-1 zostało wyposażone w system autodiagnostyczny, pozwalający zdalnie, to jest z poziomu Lokalnego Centrum Sterowania oraz kontenera sbl, wykrywać i lokalizować wszystkie nieprawidłowości pracy. Dokładność lokalizacji usterek z poziomu LCS ograniczona jest do określenia lokalizacji kontenera sbl oraz ogólnego typu usterki. Szczegółowa informacja o miejscu i rodzaju uszkodzenia jest pokazywana na wyświetlaczu LCD modułu diagnostycznego w kontenerze sbl.



Rys. 3. Wygląd zewnętrzny urządzenia UOZ-1

3.6. Ochrona przeciwwłamaniowa

Urządzenie UOZ-1 wyposażone jest w system ochrony przeciwwłamaniowej, reagujący na próby demontażu i zniszczenia obudowy. Ochrona uaktywnia się po krótkim czasie od założenia i zamknięcia obudowy zewnętrznej. W razie wykrycia próby zniszczenia lub włamania, wszystkie urządzenia należące do jednego punktu odstraszania emitują przez 90 sekund bardzo głośny akustyczny sygnał alarmowy (syreny policyjne, itp.), a informacja o włamaniu natychmiast przesyłana jest systemem łączności do kontenera sbl i dalej do Lokalnego Centrum Sterowania Ruchem Kolejowym.

3.7. System łączności UOZ-1

Przytorowe urządzenia UOZ-1 należące do jednego punktu odstraszania są połączone systemem łączności przewodowej między sobą i ze współpracującym z nimi kontenerem samoczynnej blokady liniowej SHL-12. Przyjęty został dwuprzewodowy system dwukierunkowej transmisji szeregowej typu „master-slaves” oparty na standardzie RS-485. Jako „master” został wykorzystany moduł diagnostyczny typu EZG-2102, stanowiący standardowe wyposażenie kontenera sbl, wyposażony w wyświetlacz LCD, wyjście transmisji RS-485 oraz powiązanie z automatyką samoczynnej blokady liniowej. Funkcje „slaves” pełnią sterowniki przytorowych urządzeń UOZ.

Zmodyfikowane oprogramowanie modułu diagnostycznego pozwala na realizację wszystkich dotychczasowych jego funkcji a także funkcji sterujących systemem UOZ w danym obsza-

rze. Założona prędkość transmisji w sieci łączności jest stosunkowo niewielka i wynosi 300 Bd. Przyjęcie tak wolnej transmisji pozwoliło na osiągnięcie bardzo wysokiej odporności na często występujące przy torze kolejowym zakłócenia elektromagnetyczne i radioelektryczne.

4. Zasada działania

Urządzenia UOZ-1 są automatycznie uruchamiane na krótko przed przejazdem pociągu na podstawie sygnałów otrzymanych z obwodów automatyki samoczynnej blokady liniowej. W praktyce polega to na tym, że do wszystkich urządzeń przytorowych UOZ podłączonych do danego kontenera, wysyłane są informacje o zajęciu i zwolnieniu przez pociągi kolejnych odcinków izolowanych. Pozwala to na stworzenie w pamięciach komputerów sterujących pracą urządzeń UOZ-1 map obszaru linii kolejowej, gdzie dokonywane jest śledzenie zmian w aktualnym przemieszczaniu się pociągów. Do wyliczania czasu pojawienia się pociągu w obszarze odstraszenia wykorzystany został inteligentny algorytm uwzględniający topologię odcinka linii oraz analizę prędkości jazdy pociągów. Dla każdego pociągu jest wyliczany czas dojazdu i na tej podstawie następuje uruchomienie w odpowiednim momencie czasowym procedury odstraszenia w poszczególnych urządzeniach UOZ-1. Kompletna sekwencja odstrasząca trwa od 50 do 180 sekund, a jej długość jest automatycznie dopasowywana do zmieniającej się sytuacji ruchowej na linii kolejowej (pociąg zwalnia, przyspiesza lub zatrzymuje się na przystanku).

Uruchomienie procedury odstraszenia polega na emitowaniu sygnałów akustycznych przez wszystkie należące do jednego punktu przytorowe stanowiska urządzeń UOZ-1. Ponadto zakłada się, że w trakcie trwającej od 1 do 3 minut procedury odstraszenia, czasy trwania poszczególnych sygnałów składających się na kompletną sekwencję będą się zmieniać w celu wyeliminowania efektu osłabienia czujności zwierząt na wielokrotnie powtarzający się i pochodzący z tego samego obszaru bodziec ostrzegawczy jednego rodzaju. Ponadto wykorzystywanych jest kilka różniących się od siebie sekwencji. Decyzja o uruchomieniu i wyborze rodzaju sekwencji jest podejmowana przez wszystkie urządzenia UOZ-1 znajdujące się w danej grupie stanowisk. Któreś z nich zawsze wykona to najszybciej i ono narzuca pozostałym swoją decyzję. Synchronizacja zmian jest dokonywana w czasie rzeczywistym wykorzystując opisany wcześniej system łączności. Wybór sekwencji może być również sterowany kalendarzem i zegarem. Stosowanie pewnych sekwencji może być ograniczone do określonej pory doby lub też pory roku.

Zakończenie procedury odstraszenia następuje po jej całkowitym odtworzeniu. Może się zdarzyć, że sekwencja odstrasząca nie zdąży się zakończyć bezpośrednio przed przejazdem pociągu i końcowa jej część będzie emitowana w trakcie przejazdu pociągu przez obszar odstraszenia. Zgodnie z przyjętymi założeniami jest to działanie prawidłowe.

5. Wnioski

W porównaniu do stosowanego powszechnie w krajach Europy Zachodniej ograniczania dostępu do torowisk linii kolejowych o podwyższonych i dużych prędkościach jazdy pociągów poprzez ogrodzenie ich wysoką siatką oraz budowę konstrukcji inżynierskich w postaci pod- i nadziemnych przejść dla zwierząt, zaproponowana metoda ochrony zwierząt posiada dwie bardzo istotne zalety. Pierwszą z nich jest całkowity brak ograniczeń w swobodnym przemieszczaniu się zwierząt w ich obszarach żerowania i rozrodu, a drugą nieporównywalnie niższy koszt inwestycji. Koszt budowy jednego przejścia nadziemnego dla zwierząt odpowiada kosztowi ochrony urządzeniami UOZ-1 odcinka linii kolejowej o długości od 200 do 500 km. Tak duża różnica w długości linii kolejowych wynika z różnej gęstości występowania obszarów leśnych i leśno-łąkowych. Zaproponowane

rozwiązanie spełnia wymagania stawiane przez Unię Europejską w zakresie kompensaty wpływu inwestycji transportowych na środowisko naturalne.

6. Podsumowanie

Pierwsza partia urządzeń typu UOZ-1 została zainstalowana na odcinku linii kolejowej E20 pomiędzy Mińskiem Mazowieckim a Siedlcami, gdzie w warunkach rzeczywistej eksploatacji zwerifikowano zastosowane rozwiązania techniczne oraz metodę emisji i arsenał akustycznych bodźców odstrasżających. Zamontowano tam łącznie 62 urządzenia UOZ-1, z czego 32 zlokalizowano w ośmiu punktach migracji zwierząt, a pozostałe 30 ogranicza dostęp zwierząt do linii kolejowej na jej dwukilometrowym odcinku graniczącym bezpośrednio z rezerwatem przyrody „Stawy Broszkowskie” koło Siedlec. Na rys. 4 pokazano urządzenia UOZ-1 zainstalowane w punkcie odstrasżania Woźbin koło stacji Mrozy. Cztery urządzenia UOZ-1 zapewniają tam ochronę szlaku kolejowego na długości ok. 300 m.



Rys. 4. Urządzenia UOZ-1 zainstalowane w punkcie odstrasżania Woźbin koło stacji Mrozy na odcinku linii kolejowej E20 pomiędzy Mińskiem a Siedlcami, bezpośrednio graniczącym z rezerwatem przyrody „Stawy Broszkowskie”

Trwająca już ponad 2 lata eksploatacja urządzeń wykazała ich wysoką niezawodność oraz odporność na próby kradzieży i zniszczenia. Kompozytowa konstrukcja obudowy okazała się bardzo odporna na próby dewastacji, nie ulegając takim działaniom, jak usiłowanie wyrwania jej łańcuchem przymocowanym do samochodu lub ciągnika. Istotną rolę odegrał tu z pewnością skuteczny system ochrony przeciwwłamaniowej, gdzie bardzo głośny sygnał alarmu emitowanego równocześnie z całej grupy urządzeń zadziałał deprymująco na sprawców zdarzenia, a wysłana do Lokalnego Centrum Sterowania informacja o włamaniu umożliwiła natychmiastową interwencję pracowników służby utrzymania lub funkcjonariuszy Służby Ochrony Kolei.

Cykl badania skuteczności urządzeń UOZ-1 został zrealizowany przez Instytut Badawczy Leśnictwa w okresie zimy 2004/2005, kiedy na podstawie obserwacji tropów zwierząt na śniegu można było wiarygodnie określić ich reakcję na zastosowane bodźce. Raport końcowy z badań wykazał, że zarówno dziko żyjący roślinożercy (jelenie, sarny, dziki i zające) jak i drapieżniki (lisy) oraz ptaki (sójki) prawidłowo odczytują znaczenie zastosowanych sygnałów odstrasżających, a jednocześnie nie rezygnują z przebywania w pobliżu odcinka linii kolejowej z zainstalowanymi urządzeniami UOZ-1.