

*Dr inż. Wojciech Kozłowski
Politechnika Opolska,
Dr hab. inż. Andrzej Surowiecki, prof. UP
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

ROZWIĄZANIA DOTYCZĄCE UWARUNKOWAŃ ŚRODOWISKOWYCH W PROCESIE MODERNIZACJI MAGISTRAL KOLEJOWYCH

SPIS TREŚCI

1. Instytut Kolejnictwa awangardą w procesie tworzenia linii dużych prędkości
2. Wymagania w zakresie ochrony środowiska w świetle standardów technicznych opracowywanych przez Instytut Kolejnictwa
3. Ochrona zwierząt wzdłuż toru kolejowego
4. Redukowanie hałasu komunikacyjnego
5. Kompensacje przyrodnicze
6. Podsumowanie

STRESZCZENIE

Prezentowano przykłady rozwiązań, stosowanych w procesie modernizacji magistral kolejowych, w celu spełnienia środowiskowych uwarunkowań realizacji przedsięwzięcia. Opisane rozwiązania dotyczą ochrony przyrody i jej renaturalizacji w otoczeniu szlaków kolejowych. Obejmują trzy kierunki działania: ochronę zwierząt wzdłuż tras komunikacyjnych; redukcję hałasu komunikacyjnego; kompensację przyrodniczą, polegającą na renaturalizacji terenu otaczającego trasy kolejowe, w celu poprawy stosunków wodnych oraz warunków siedliskowych dla zwierząt.

1. INSTYTUT KOLEJNICTWA AWANGARDĄ W PROCESIE TWORZENIA LINII DUŻYCH PRĘDKOŚCI

Prowadzona na sieci kolejowej PKP PLK S.A. modernizacja magistral o znaczeniu międzynarodowym ma na celu ich przystosowanie do uwarunkowań, wynikających z dyrektywy Unii Europejskiej oraz Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności kolei konwencjonalnej (TSI CR) [15].

Instytut Kolejnictwa, któremu z okazji sześćdziesiątej rocznicy utworzenia i jako dowód szczególnego uznania dedykowane jest niniejsze opracowanie, legitymuje się prekursorskim dorobkiem w zakresie teorii, doświadczeń laboratoryjnych i poligonowych oraz wdrożeń, obejmującym całość zagadnień kolejnictwa. Jako wiodąca w Polsce placówka naukowo-badawcza realizuje projekty ukierunkowane m.in. na wprowadzenie dużych prędkości w kolejnictwie polskim. Wśród rezultatów tych prac (mających znaczenie poznawcze i praktyczne) znajdują się aprobaty techniczne, instrukcje i wytyczne techniczne lub rozwiązania techniczne odnośnie wybranych segmentów kolejnictwa albo też opracowania o charakterze kompleksowym.

Podstawowym dokumentem, który został przyjęty do stosowania w pracach projektowych i wykonawczych, realizowanych przez PKP PLK S.A. są opracowane w 2009 r. przez Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa (obecnie Instytut Kolejnictwa) „Standardy techniczne – szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) i 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem)” [15]. Tom XV tego opracowania dotyczy ochrony środowiska.

Według rozporządzenia Rady Ministrów [13], budowa i modernizacja linii kolejowych jest zaliczana do przedsięwzięć, które mogą destruktywnie wpływać na środowisko. Wobec tego wymagane jest przeprowadzenie postępowania zgodnie ze specjalnymi procedurami, polegającego na analizie i ocenie wszystkich aspektów oddziaływania tych inwestycji. Postępowanie takie kończy się decyzją o środowiskowych uwarunkowaniach, w której wskazane są między innymi działania, jakie należy podjąć celem minimalizacji negatywnego wpływu przedsięwzięcia na środowisko.

W artykule opisano trzy podstawowe zadania mające na celu stworzenie trasy przyjaznej dla środowiska:

- ochrona zwierząt wzdłuż trasy,
- redukcja hałasu komunikacyjnego,
- kompensacje przyrodnicze (renaturalizacja terenu otaczającego trasy komunikacyjne, prowadząca w efekcie do poprawy stosunków wodnych; tworzenie warunków siedliskowych zwierząt itp.).

2. WYMAGANIA W ZAKRESIE OCHRONY ŚRODOWISKA W ŚWIETLE STANDARDÓW TECHNICZNYCH OPRACOWANYCH PRZEZ INSTYTUT KOLEJNICTWA [15]

Celem opracowania „Standardów Technicznych” [15] jest dostosowanie rozwiązań technicznych infrastruktury transportu szynowego do prędkości 250 km/h. Standardy spełniają także funkcję warunków technicznych, które powinny być respektowane w procesie realizacji inwestycji i jej późniejszej eksploatacji. Zakres tomu XV obejmuje 23 zagadnienia ochrony środowiska, w tym problematykę będącą przedmiotem niniejszego

artykułu, czyli: ochronę zwierząt, ochronę przed hałasem i wibracjami oraz kompensacje przyrodnicze.

W zakresie ochrony zwierząt „Standardy” podają m.in. informacje dotyczące:

- istoty ochrony zwierząt według prawa ochrony środowiska (Dz.U. Nr 62, 2001, poz. 627);
- sposobu realizowania ochrony zwierząt,
- pasywnych i aktywnych metod ochrony zwierząt (w tym zalet i wad metod),
- zagrożeń dla zwierząt podczas budowy, modernizacji i eksploatacji infrastruktury kolejowej,
- rozwiązań zmniejszających negatywne oddziaływanie na zwierzęta podczas budowy i modernizacji linii kolejowej,
- podstawowych rodzajów przejść dla zwierząt.

W zakresie ochrony przed hałasem i wibracjami w „Standardach” sygnalizuje się konieczność spełnienia warunków określonych w przepisach krajowych i zagranicznych oraz wyszczególnia się czynniki:

- wpływające na poziom natężenia hałasu w sąsiedztwie linii kolejowej,
- związane z oddziaływaniem styku koła pojazdu – szyna.

Następnie prezentowane są środki ochrony przed hałasem, a zwłaszcza sztuczne ekrany akustyczne. Omówione są: klasyfikacja, zalety, dostępne na rynku typy ekranów, zalecenia dotyczące stosowania ekranów określonego rodzaju, uwarunkowania przy projektowaniu ekranu i skuteczność ekranu jako funkcja wielu czynników zmiennych. W „Standardach” wspomniano o naturalnych ekranach akustycznych (np. nasypy pokryte zielenią) oraz pasach zieleni, niekiedy skutecznie tłumiących hałas.

Temat kompensacji przyrodniczych podejmowany jest w „Standardach” na tle postanowień „Prawa Ochrony Środowiska” [17], z których wynika, że:

- inwestor realizujący przedsięwzięcie budowlane ma obowiązek uwzględnić ochronę środowiska w rejonie prowadzonych prac,
- dopuszczalne jest przekształcanie elementów przyrodniczych na etapie prac budowlanych,
- kompensacje przyrodnicze (czyli działania prowadzące do przywrócenia równowagi przyrodniczej i likwidacji szkód dokonanych w środowisku wskutek realizacji inwestycji) należy podejmować tylko i wyłącznie w wypadku braku możliwości ochrony przyrody.

3. OCHRONA ZWIERZĄT WZDŁUŻ TRAS KOLEJOWYCH

3.1. Uwagi ogólne

Transport kolejowy (podobnie jak samochodowy) może stanowić zagrożenie dla prawidłowego funkcjonowania korytarzy ekologicznych, w tym zagrożenie dla życia zwierząt. Do najczęstszych wymagań w zakresie ochrony środowiska przyrodniczego,

nakładanych w decyzjach o środowiskowych uwarunkowaniach przy modernizacji linii kolejowych należą:

- budowa przejść i elementów naprowadzających (tzw. wygrodzień) dla zwierząt,
- adaptacja istniejących obiektów inżynierskich (mostów małych, przepustów) do pełnienia funkcji przejść dla zwierząt,
- instalacja akustycznych urządzeń powstrzymujących zwierzęta przed wtargnięciem na tory (autorzy w artykule wprowadzili nazwę: urządzenia prewencji albo zamiennie „prewentery”), aktywizujących się samoczynnie w momencie zbliżania się i przejazdu pociągów;
- instalacja wizualnych urządzeń prewencji,
- przystosowanie systemów odwodnienia linii kolejowych do umożliwienia migracji gadów, płazów i drobnych ssaków w sposób, który umożliwi bezpieczne wejście i wyjście tych zwierząt [3, 14].

Przedsiębiorstwo PKP PLK S.A. nie tylko realizuje postanowienia decyzji środowiskowych, lecz także z własnej inicjatywy organizuje akcje ochrony zwierząt i opracowuje rozwiązania zapobiegające zjawiskom negatywnego oddziaływania transportu szynowego na środowisko przyrodnicze [14]. W artykule przedstawiono dwa rodzaje akustycznych systemów prewencji, zastosowane na modernizowanych magistralach PKP PLK. Podstawową zaletą tych urządzeń jest ciągle przemieszczanie się sygnału wraz z jadącym pociągiem. W związku z tym zwierzęta rezygnują z przebywania w pobliżu trasy kolejowej tylko podczas przejazdu pociągu. Urządzenia te mogą z powodzeniem zastąpić powszechnie stosowane w krajach Europy Zachodniej systemy ograniczeń dostępu do linii dużych prędkości w postaci ogrodzeń wysoką siatką lub podziemnych i nadziemnych przejść dla zwierząt.

3.2. Przykłady akustycznych urządzeń ochrony zwierząt

System UOZ-1

W 2004 roku skonstruowano i zamontowano na linii E-20 Mińsk Mazowiecki – Siedlce, pierwszy na świecie system prewencyjny UOZ-1 (rys. 1) [14] składający się z dwóch elementów:

- urządzenia UOZ-1 w kształcie pionowego walca o wysokości 110 cm i o średnicy około 30 cm (typu wieża), instalowanego przy torze w miejscach stałych tras przemieszczania się zwierząt,
- modułu diagnostycznego EZG z oprogramowaniem (współpracującego z wieżami UOZ-1), zainstalowanego w kontenerach samoczynnej blokady liniowej (sbl) typu SHL-12, produkcji Bombardier Transportation Polska.

Każda wieża UOZ-1 jest autonomicznie pracującą jednostką, wyposażoną w zasilacz sieciowy, elektronikę sterującą i głowicę z przetwornikami akustycznymi. Wieża jest osadzona na betonowym fundamencie, posadowionym na podtorzu (w ciągu słupów trakcyjnych) naprzemiennie, po obu stronach torowiska (rys. 2) [14]. W górnej części urządzenia

znajdują się otwory, przez które emitowane są sygnały odstrasżające. Obudowa ma szary kolor i jest wykonana z kompozytów epoksydowo-szklanych. Urządzenia UOZ-1 są automatycznie uruchamiane na krótko przed przejazdem pociągu, na podstawie sygnałów otrzymanych z obwodów automatyki samoczynnej blokady liniowej. Sygnały te powodują uruchomienie w odpowiednim momencie procedury odstrasżania w poszczególnych urządzeniach UOZ-1. Kompletna sekwencja odstrasżająca trwa od 50 do 180 sek., a jej długość jest automatycznie dopasowana do zmieniającej się sytuacji ruchowej na linii kolejowej (pociąg zwalnia, przyspiesza lub zatrzymuje się na przystanku).



Rys. 1. Widok fragmentu magistrali E-20 Mińsk Mazowiecki-Siedlce z zainstalowanymi prewenterami UOZ-1 [3, 14]



Rys. 2. Urządzenie (wieża) UOZ-1 na magistrali E-20 Mińsk Mazowiecki-Siedlce UOZ-1 [3, 14]

Z każdym kontenerem sbl typu SHL-12 może pracować do 32 urządzeń UOZ-1 (co gwarantuje pełną ochronę szlaku na długości całego izolowanego odcinka i może mieć zastosowanie w przypadku ochrony linii kolejowych prowadzących przez obszar rezerwatu

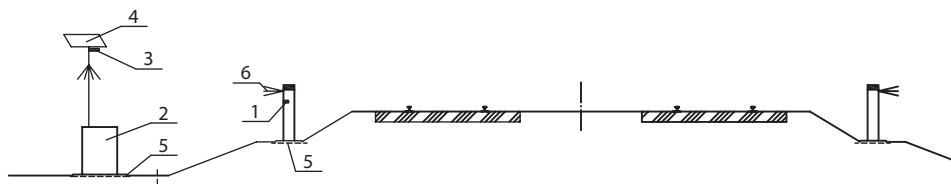
przyrody). W wypadku konieczności ochrony mniejszych obszarów, liczba „odstraszczy” UOZ-1 może być dostosowana do wielkości obszaru (np. 4 urządzenia UOZ-1 pozwalają na ochronę odcinka linii o długości około 250 m). Zakładany skuteczny zasięg oddziaływania pojedynczego urządzenia UOZ-1 wynosi ponad 70 m.

Zasilanie urządzeń odbywa się kablami z kontenera samoczynnej blokady liniowej (sbl), z zapewnieniem dostawy energii na minimum 8 godzin. Urządzenia UOZ-1 są połączone między sobą oraz z kontenerem sbl przewodową magistralą informatyczną zapewniającą synchronizację działania urządzenia oraz pełną autodiagnostykę i nadzór Centrum Serwisowego (LCS). Każda wieża UOZ-1 jest wyposażona w zestaw czujników reagujących na próby kradzieży i wandalizmu (wszystkie urządzenia UOZ z danego rejonu emitują alarmowy sygnał dźwiękowy oraz przesyłają do LCS informacje o próbie włamania). Na odcinku Mińsk Mazowiecki – Siedlce magistrali E-20, w warunkach eksploatacyjnych zweryfikowano zastosowane rozwiązania techniczne oraz metodę emisji i arsenał akustycznych bodźców odstrasżających (rys. 2) [14].

System SOLAR TUX

System (rys. 3) składa się z [14]:

- samodzielnych urządzeń – prewenterów (typu wieżowego) powstrzymujących zwierzęta przed wtargnięciem na tory, montowanych obustronnie wzdłuż toru, w odległości około 70 m (system liczy ogółem 239 sztuk prewenterów łączonych w sekcje, zawierające max 8 sztuk);
- stacji bazowych umiejscowionych po jednej stronie toru, z których każda obsługuje max 8 sztuk prewenterów wieżowych (czyli jedną sekcję), wyposażonych w system powiadamiający o nadejściu pociągu, montowanych w odstępach około 840 m.



Rys. 3. Przekrój poprzeczny przez tor wraz z systemem SOLAR TUX [14];

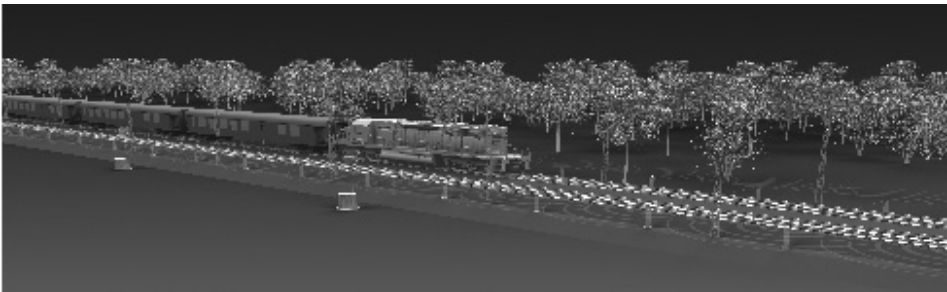
- 1) akustyczno-światelny odstrasżasz zwierząt, 2) kontener stacji bazowej, 3) kamera (opcjonalnie), 4) przetwornik, 5) fundament, 6) sygnały świetlne (opcjonalnie)

Prewenter jest urządzeniem elektronicznym zainstalowanym w stalowej obudowie rurowej (tubus) o średnicy około 0,24 m, grubości ścianek min. 6 mm i wysokości 1,2–1,5 m. Obudowa jest posadowiona na fundamencie żelbetowym. Wewnątrz znajduje się przetwornik dźwięku z głośnikiem. Urządzenie emituje modulowany zestaw dźwięków o częstotliwości 2–6 kHz, która zmienia się wraz z temperaturą powietrza. Elektronika jest zabezpieczona przed wilgocią i ekstremalnymi temperaturami.

Stacje bazowe są zbudowane (podobnie jak prewenter) ze stalowego cylindra średnicy ok. 0,7 m i wysokości około 1,2 cm oraz grubości ścianek min. 6 mm. Obudowa

stacji bazowej jest także zamontowana na fundamencie żelbetowym. Wewnątrz stacji znajdują się: bateria, układ elektroniczny odbierający i przekazujący sygnał o nadejściu pociągu, układ elektroniczny powiadamiający o ewentualnej próbie włamania. Oba urządzenia (prezenter i stacja bazowa) są zabezpieczone przed dewastacją i włamaniem. Obudowa stacji bazowej stanowi podstawę masztu (stalowego, ocynkowanego i powleczonego emalią na bazie epoksydu) o wysokości 3–4 m, zawierającego baterię słoneczną. U zwieńczenia masztu można montować specjalnie skonfigurowaną kamerę nadzorującą pracę urządzeń oraz monitorującą zachowania zwierząt.

System umożliwia uruchomienie urządzeń na kilka sekund przed nadejściem czoła pociągu. Sygnał dźwiękowy pojawia się jednocześnie w sekcji (zawierającej do 8 sztuk prewenterów), co odpowiada odcinkowi około 210 m linii kolejowej. W zależności od prędkości jazdy pociągu, są uruchamiane z wyprzedzeniem kilku sekund następne sekcje (również po 8 szt. prewenterów). System działa kaskadowo. Czas emitowanego dźwięku wynosi od kilku do kilkunastu sekund. Wskutek przechwytywania przez system sygnału o nadjeżdżającym pociągu odcinkami o długości około 840 m, jest możliwe precyzyjne i krótkotrwałe działanie systemu. Krótki i zmieniający się dźwięk zapobiega przyzwyczajaniu się zwierząt do nowej sytuacji środowiskowej i nie wpływa negatywnie na panujący w rejonie klimat akustyczny. Graficzną prezentację działania systemu SOLAR TUX pokazano na rysunku 4 [14].



Rys. 4. Graficzna prezentacja działania systemu SOLAR TUX [14]

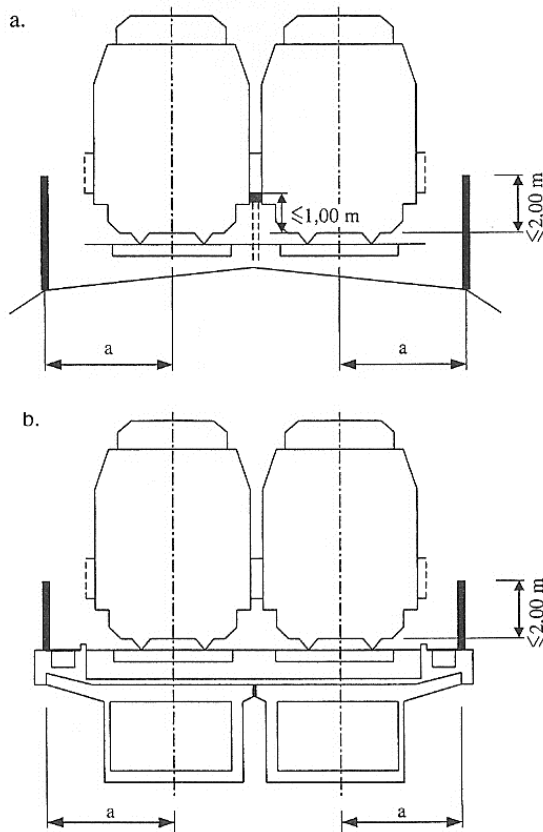
4. REDUKOWANIE HAŁASU KOMUNIKACYJNEGO

W celu zapewnienia ochrony przed hałasem i drganiami emitowanymi przez pojazdy kolejowe, w odpowiednich wytycznych ochrony środowiska [6] ustalono minimalne odległości urządzeń infrastruktury kolejowej od zabudowy mieszkalnej i użyteczności publicznej, w zależności od intensywności ruchu kolejowego. Warunek ten może być dość łatwo spełniony w przypadku nowo budowanych linii na terenie o zabudowie rozproszonej. Natomiast budowa lub modernizacja linii kolejowej na terenie o zabudowie gęstej może spowodować przekroczenie dopuszczalnej wartości poziomu natężenia dźwięku i drgań. Występuje wtedy konieczność stosowania odpowiednich zabezpieczeń.

Ochrona przed hałasem transportowym i drganiami jest jednym z zagadnień uwzględnianych w „Standardach Technicznych” [15], wytycznych i programach działań w zakresie ochrony środowiska [1, 2, 9–17].

Istnieje ponadto Dyrektywa Parlamentu Europejskiego oraz Rady Europejskiej [4] w sprawie oceny i kontroli poziomu hałasu w środowisku. Z prawa związanego z ochroną środowiska w zakresie hałasu komunikacyjnego wynikają obowiązki inwestorów i zarządców, a więc stosowanie metod ochrony przed hałasem. Od kilku lat, najczęściej praktykowaną w Polsce metodą ochrony, jest ekran akustyczny w postaci przegrody rozmieszczonej równoległe do osi toru pomiędzy źródłem hałasu a odbiorcą. Przegrody te są stałym elementem fragmentów modernizowanych magistral kolejowych, prowadzonych przez tereny gęsto zabudowane. Takie ekrany zainstalowano, np. w obrębie posterunków stacji: Dąbrowa Niemodlińska (stacja) i przystanku osobowego Jaśkowice Legnickie znajdujących się na magistrali E30.

Skuteczność ekranu akustycznego zależy od wielu czynników, np. lokalizacji ekranu względem źródła hałasu, wysokości, długości i kształtu ekranu, materiału, z którego wyko-

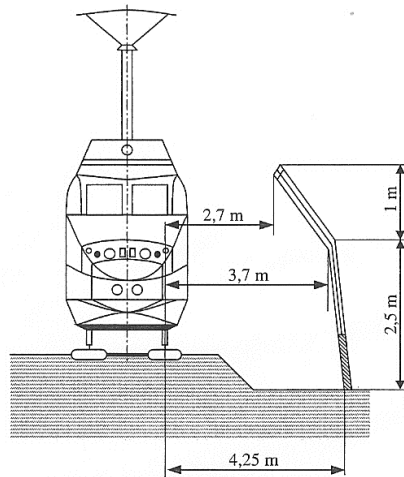


Rys. 5. Lokalizacja pionowych ekranów akustycznych na kolejach niemieckich [6, 16]:
a) torowisko na szlaku, b) tor na wiadukcie

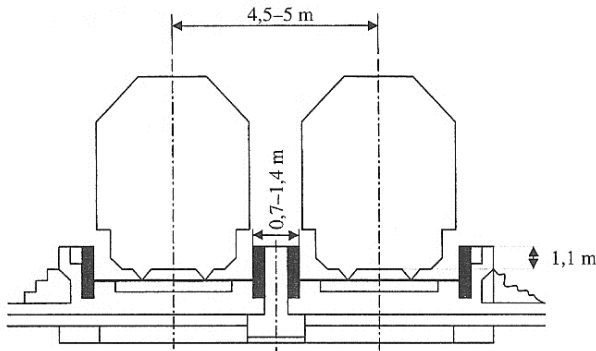
nano ekran, rodzaju hałasu transportowego, natężenia ruchu pojazdów [1, 2]. Według [1], maksymalną skuteczność funkcjonowania ekranu można osiągnąć na zasadzie kompozycji, np. tworząc zespół ekranu sztucznego z wałem ziemnym pokrytym roślinnością (redukcja poziomu dźwięku do 20 dB).

W transporcie kolejowym najczęściej stosuje się ekrany pionowe i ukośne. Rysunek 5 ilustruje przykład rozmieszczenia pionowych ekranów na kolejach niemieckich [6, 16]. Odstęp „a” ekranu od osi toru wynosi: 3,0 m na mostach przy prędkościach $V \leq 160$ km/h, 3,5 m na istniejących i modernizowanych liniach przy prędkościach $V \leq 200$ km/h, 4,5 m na liniach nowych przy prędkościach 250 km/h.

Ekran pochyły jest stosowany, gdy występuje potrzeba skierowania fali akustycznej poza obszar chroniony. Na rysunku 6 pokazano ekran pochyły na linii TGV we Francji, natomiast na rysunku 7 niski ekran pionowy, rozpraszający fale akustyczne [6, 16].



Rys. 6. Ekran pochyły przy torze na linii TGV we Francji [6, 16]



Rys. 7. Ekrany pionowe niskie, rozpraszające fale akustyczne [6, 16]

Ekrany akustyczne są klasyfikowane [1] z uwagi na:

- materiał, z którego są wykonane (beton, szkło, drewno, wełna mineralna, tworzywa sztuczne, stal, ceramika itp.),
- sposób działania (odbijanie, rozpraszanie, pochłanianie),
- wysokość,

Ekrany są najczęściej wykonywane jako konglomerat kilku różnych materiałów.

W zależności od wysokości [1] rozróżnia się ekrany:

- wysokie (wysokość $H = 6-7$ m): skuteczność akustyczna może osiągać wartości > 10 dB,
- średnie (wysokość około 5 m): najczęściej stosowane w Polsce, skuteczność 7–10 dB,
- niskie ($H < 3,5$ m): skuteczność ≤ 8 dB, stosowane w przypadku lokalizacji chronionej zabudowy poniżej niwelety toru,
- bardzo niskie (wysokość około 1,0 m): skuteczność około 3 dB.

W „Standardach Technicznych” [15] określono typową wysokość ekranów na 3–5 m. Niższe ekrany mogą być stosowane, jeżeli są wykonywane z wałów ziemnych lub gdy linia kolejowa jest zlokalizowana w nasypie. Natomiast ekrany akustyczne wyższe powinny mieć zainstalowane specjalne konstrukcje wsporcze, z uwagi na znaczne siły parcia wiatru. Szczegółowe badania skuteczności ekranów akustycznych z powierzchnią dyfuzyjną (z rozpraszaczem Schrödera) w odniesieniu do zwykłego ekranu o powierzchni refleksyjnej omówiono w [7].

5. KOMPENSACJE PRZYRODNICZE

5.1. Istota problemu

Modernizowane magistrale są często prowadzone przez chronione przyrodniczo tereny „Natura 2000”. W związku z tym należy realizować stosowne urządzenia ochronne i podejmować działania, zawarte w decyzjach o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia. Zabiegi te wiążą się z dotrzymaniem standardów zawartych w ustawie „Prawo ochrony środowiska” [17]. Przykładem takich działań, określanych jako kompensacje przyrodnicze, jest fragment magistrali kolejowej E30. Kompensacje przyrodnicze zmierzały do renaturalizacji terenu otaczającego magistralę, czyli poprawy stosunków wodnych i tworzenia odpowiednich warunków siedliskowych dla zwierząt. W szczególności obejmowały budowę prostych piętrzeń na rowach leśnych (mała retencja) oraz renaturalizację potoku Wykrotnica przez jego ponowne, tzw. zmeandryzowanie. Teren, na którym zaprojektowano prace restauracyjne w środowisku przyrodniczym należy do nadleśnictwa Pieńsk oraz Węglińiec i stanowi otoczenie ciągu modernizowanej magistrali E30 między stacjami Węglińiec i Zgorzelec [8].

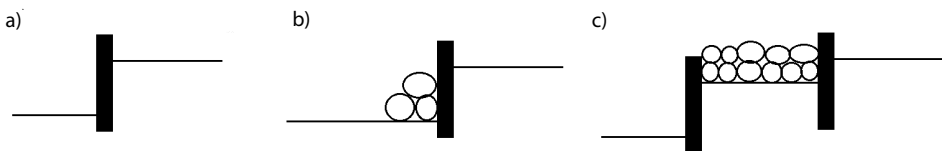
5.2. Obiekty małej retencji

Na rozpatrywanym terenie zaprojektowano wykonanie 20 prostych piętrzeń podnoszących poziom wody o około 0,5–0,7 m na rowach odwadniających, znajdujących się na obszarze Lasów Państwowych w otoczeniu magistrali E30. Przewiduje się, że projektowane piętrzenia na rowach melioracyjnych i ciekach odwadniających mokradła powinny wpłynąć na poprawę stosunków wodnych naruszonych inwestycją komunikacyjną oraz na odtworzenie siedlisk zwierząt.

Piętrzenia na rowach odwadniających

Zaprojektowano następujące rodzaje stałych piętrzeń o prostej konstrukcji:

- drewniane niewzmocnione (rys. 8a), wykonane w postaci szczelnej ścianki z desek wbitych w podłoże na głębokość 0,8–1,0 m; wysokość przelewu $\leq 0,5$ m, szerokość dna cieku 2–4,0 m,
- drewniane wzmocnione (rys. 8b), wykonane jak poprzednie w postaci szczelnej ścianki z desek wbitych w podłoże na głębokość 0,8–1,0 m; wysokość przelewu $\leq 0,8$ m, szerokość dna cieku ponad 4,0 m,
- drewniano-kamiennie (rys. 8c), stanowiące dwie ścianki szczelne drewniane z narzutem kamiennym pomiędzy nimi (dwa progi piętrzące); wysokość przelewu do 1,0 m, dopuszcza się możliwość budowy kaskad z kilku piętrzeń.



Rys. 8. Schematy piętrzeń na rowach odwadniających [8]:
a – niewzmocnione, b – wzmocnione, c – drewniano-kamiennie

Przewidywanymi efektami projektowanych rozwiązań w środowisku są: zwiększenie retencji gruntowej, powstrzymanie odpływu wody zbędnymi rowami, inicjowanie zarastania i zamulania się rowów, co prowadzi do ich zaniku. Po zaniku rowów, progi wykonane z materiałów naturalnych ulegną z czasem rozkładowi. Istnieje jednak ryzyko środowiskowe, wynikające z przerwania ciągłości ekologicznej cieku i w konsekwencji utworzenia bariery dla przemieszczania się organizmów wodnych. Ponadto należy przewidywać ujemne skutki ewentualnego oddziaływania wytworzonego sztucznie piętrzenia.

Budowle piętrzące na ciekach leśnych

Obiekty zwiększające retencję wodną na obszarach leśnych dostosowano do warunków przyrodniczo-krajobrazowych, w celu swobodnego przemieszczania się orga-

nizmów wodnych. Zalecane jest użycie materiałów pochodzenia naturalnego (kamień, drewno, faszyna itp.) i zapewnienie okresu funkcjonowania obiektu do kilkunastu lat bez konieczności dokonywania remontów. Zaprojektowano następujące rodzaje piętrzeń (progów):

- **drewniane wariant I:** próg drewniany z przelewem z okrągłaków albo z desek; dno umocnione faszyną lub brukiem, brzegi zasadniczo darniowane; wysokość przelewu do 0,3 m; szerokość dna cieku 0,5–1,5 m; efekty w środowisku: piętrzenie wody w cieku, zwiększenie retencji gruntowej, inicjowanie zarastania i zamulania się rowów; próg wykonany z materiałów naturalnych ulegnie z biegiem czasu rozkładowi;
- **drewniane wariant II:** próg drewniany z przelewem, wykonany z desek tworzących ściankę szczelną (z wyokrągleniem w części środkowej, z obniżoną poziomo częścią środkową); wysokość przelewu do 0,3–0,5 m; szerokość dna cieku 0,5–1,5 m. Efekty w środowisku: jak w wariantcie I. Celem częściowego obniżenia progu jest zachowanie strużki wody w okresie obniżonego stanu w cieku. Przelewająca się woda nie ulega ogrzewaniu w takim stopniu, jak w progu o stałej wysokości, co ma znaczenie dla mikroorganizmów, dla których ciek wodny jest naturalnym środowiskiem;
- **drewniane wariant III:** próg jest konstrukcją mieszaną wykonaną z pali drewnianych i desek; wysokość piętrzenia max 0,5 m; szerokość dna cieku < 0,8 m; przewidywane efekty w środowisku: jak w wariantcie I;
- **drewniano-kamienne:** wykonane z bali, pali lub łat drewnianych współpracujących z narzutem kamiennym. Efekty w środowisku: jak w wariantcie I, ponadto narzut kamienny umożliwia swobodę migracji ryb i nie stanowi bariery dla przemieszczania się organizmów wodnych;
- **piętrzenia typu bystrotok,** wykonane z pali drewnianych i narzutu kamienia łamanego o wielkości ziaren 0,4–0,8 m (lub otoczeków) powyżej i poniżej progu. Efektami w środowisku są: przeciwdziałanie erozji dna cieku, zmniejszenie spadku i stabilizacja profilu podłużnego dna przy znacznych prędkościach przepływu. Zaletą jest zapewnienie swobody przemieszczania się organizmów wodnych, czyli zachowanie drożności ekologicznej cieku;
- **piętrzenie typu bystrotok faszynowo-kamienny,** będące przelewem z drewnianej ścianki szczelnej, wykonanej z drewnianych bali z ocepem drewnianym. Pochylnię stanowi narzut kamienny o grubości warstwy 0,25 m w boksach faszynowych o wymiarach 1,0 m x 1,0 m. Efektem w środowisku jest przeciwdziałanie erozji dna cieku i zachowanie drożności ekologicznej cieku.

5.3. Meandryzacja potoku Wykrotnica

Potok Wykrotnica jest lewobrzeżnym dopływem rzeki Czarna Wielka. Powierzchnia zlewni potoku wynosi 25,6 km². Przy odpowiedniej konserwacji nie występuje zagrożenie powodziowe dla terenów zabudowanych w pobliżu cieku. Na podtopienie są jedynie narażone użytki zielone bezpośrednio przyległe do potoku, na którego dłu-

gości nie występują obwałowania. Projektowana renaturalizacja potoku Wykrotnica, polegająca na wykonaniu meandrów na odcinku około 1,5 km ma na celu wytworzenie warunków siedliskowych niektórych gatunków ptaków, ryb i mikroorganizmów. Budowle te powinny regulować przepływ wody, zmniejszając prędkość przepływu i jednocześnie zwiększając retencję wód powierzchniowych, które wskutek infiltracji spowodują podniesienie poziomu wód gruntowych i zasilenie zbiorników wód podziemnych. Projektowane na potoku meandry przyczynią się dodatkowo do ochrony pożarowej okolicznych lasów i łąk. Zaprojektowano następujące warianty meandrów (przegrodzeń cieku):

- **wariant I:** palisada z kołków drewnianych lub przegrodzenie kłodą drewnianą zastabilizowaną drewnianymi kołkami. Zasięg przegrody wynosi ok. 1/3 szerokości cieku. Przegroda odchylona pod kątem 30–45° od linii brzegowej cieku (w kierunku spływu), w zależności od prędkości przepływu. Jest to najprostszy typ przegrodzenia, składający się wyłącznie z materiałów naturalnych, które w przyszłości ulegną rozkładowi. Jako konsekwencje zastosowania przegrody uzyskuje się:
 - lokalną zmianę kierunku przepływu,
 - poniżej przegrodzenia, na przeciwległym brzegu wystąpi proces lokalnego poszerzania się cieku (meandryzacja),
 - lokalne spowolnienie przepływu powyżej przegrody i sedimentacja osadów, które tworzą naturalną barierę i ukierunkowują przepływ wody.Zaletą przegrodzenia jest umożliwienie swobodnego przemieszczania się organizmów wodnych.
- **wariant II:** przegrodzenie jak w wariantcie I, z dodatkiem narzutu kamiennego wypełniającego klin między brzegiem a przegrodą, poniżej przegrodzenia. Narzut należy wykonać z kamienia łamanego (lub otoczków) o wielkości ziaren 0,3–0,8 m. Przewiduje się efekty takie jak w wariantcie I oraz dodatkowo naniesienie osadów, które stopniowo będą wypełniać pustki w narzucie kamiennym zlokalizowanym poniżej przegrody;
- **wariant III:** przegrody złożone z wielu elementów:
 - przegrodzenia drewniano-kamienne w układzie szeregowym: układ szeregowy kilku kłód drewnianych umiejscowionych pod kątem 45° względem linii brzegowej, w kierunku spływu. Długość kłód około 1/3 szerokości cieku. Proponuje się wypełnienie przestrzeni pomiędzy kłodami narzutem kamiennym lub gliną. Efekty w środowisku jak w przypadku wariantu I.
 - przegrodzenia drewniano-kamienne w układzie szeregowym, zlokalizowane przeciwnie na obu brzegach cieku. Oczekiwane efekty w środowisku jak w przypadku wariantu I.

6. PODSUMOWANIE

Przedstawiono przykłady niektórych rozwiązań stosowanych w procesie modernizacji magistral kolejowych, w celu wypełnienia wymogów decyzji o środowiskowych

uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia. Podane rozwiązania dotyczą ochrony przyrody i jej renaturalizacji wokół szlaków kolejowych w sferze trzech kierunków działań:

- ochrona zwierząt wzdłuż tras komunikacyjnych,
- redukcja hałasu komunikacyjnego,
- kompensacje przyrodnicze (renaturalizacja terenu otaczającego trasy komunikacyjne).

Omówiono dwa rodzaje urządzeń ochrony zwierząt (UOZ-1 oraz SOLARTUX), wprowadzane aktualnie na PKP PLK jako nowatorskie sposoby ochrony środowiska przyrodniczego wzdłuż magistral kolejowych. Zadaniem tych urządzeń (o akustycznym charakterze działania) jest zapobieżenie wtargnięciu zwierząt na tory podczas przejazdu pociągu. Urządzenia charakteryzują się licznymi zaletami. Na przykład koszt obsługi (ochrony) odcinka linii kolejowej o długości do 500 km z zastosowaniem kompletu urządzeń UOZ-1 jest ekwiwalentny kosztowi budowy jednego przejścia nadziemnego dla zwierząt.

W przypadku systemu SOLARTUX stwierdzono następujące zalety:

- niezawodne dostosowanie systemu do nadjeżdżającego pociągu; stosowanie monitoringu czoła pociągu co około 840 m sprawia, że sygnał dźwiękowy pojawia się na krótko i to w wymaganym czasie (system działa *just in time*);
- dość niskie koszty obsługi,
- całkowita i bezpieczna separacja względem kolejowych urządzeń zasilających i sterujących, co jest szczególnie pożądane w przypadkach zmian lokalizacji systemu.

Należy podkreślić, że oba systemy prewencji są montowane poza skrajnią taboru. Natomiast ich konfiguracja pozwala na samodzielne działanie, wskutek czego istnieje możliwość szybkiej zmiany lokalizacji sekcji systemu, np. w przypadku przemieszczania części prewenterów w inne, bardziej pożądane miejsca, w których migracja zwierząt uległa powiększeniu lub wystąpiła nagle, skutkiem innych czynników. W takich sytuacjach jedyną inwestycją jest wykonanie nowych fundamentów, przy czym pozostawione istniejące fundamenty mogą być eksploatowane ponownie, na wypadek ewentualnego powrotu prewenterów. Systemy te zostały pozytywnie zweryfikowane w badaniach terenowych, wykonanych w latach 2004–2005 przez Instytut Badawczy Leśnictwa.

Scharakteryzowano wymagania w zakresie ochrony środowiska, zawarte w „Standardach Technicznych – szczegółowych warunkach technicznych dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) i 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem)”, opracowanych przez Instytut Kolejnictwa.

Przedstawiono wybrane zagadnienia redukcji hałasu komunikacyjnego, skupiając się głównie na ekranach akustycznych w postaci przegrody, rozmieszczonej równolegle do osi toru. Podano niektóre wymagania, dotyczące ekranów dźwiękoizolacyjnych. Poruszono problem skuteczności ekranu akustycznego i wspomniano o badaniach nad skutecznością ekranów akustycznych z powierzchnią dyfuzyjną (z rozpraszaczem Schrödera).

W zakresie kompensacji przyrodniczych przedstawiono działania ukierunkowane na wypełnienie wymogów decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na re-

alizację inwestycji komunikacyjnej. Kompensacje zmierzały do renaturalizacji terenu otaczającego modernizowaną magistralę E30 (między stacjami Węglińiec i Zgorzelec), czyli poprawy stosunków wodnych i tworzenia odpowiednich warunków siedliskowych dla zwierząt. Opisano budowę prostych piętrzeń na rowach leśnych (mała retencja) oraz renaturalizację potoku Wykrotnica, przez jego ponowne zmeandryzowanie.

BIBLIOGRAFIA

1. Bęben D.: *Hałas wokół szlaków transportowych*. „Drogownictwo”, 2010, nr 9, s. 293–304.
2. Bęben D.: *Ochrona środowiska w budownictwie komunikacyjnym*. Opole, Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej, 2009.
3. Dyr. T., Wełnic P.: *Infrastruktura transportu kolejowego w Unii Europejskiej i w Polsce*. „Technika Transportu Szynowego”, 2006, nr 7–8, s. 23–28.
4. Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku. Dz.U. L 189 z 18.07.2002. Polskie wydanie specjalne. Tom 07 P. 101–115.
5. Foldersy Firmy Bombardier Transportation Polska.
6. Gronowicz J.: *Ochrona środowiska w transporcie lądowym*. Radom, Wydawnictwa Instytutu Technologii i Eksploatacji, Poznań–Radom, 2003.
7. Kamisiński T. i inni: *Ekran akustyczny z powierzchnią dyfuzyjną*. „Drogownictwo”, 2010, nr 12, s. 416–418.
8. KONSORCJUM Ekobel Schall Schulz, EGBUD, Carbologistic. Wypełnienie wymogów decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia „Modernizacja linii kolejowej E30 na odcinkach Węglińiec – Zgorzelec i Węglińiec – Bielawa Dolna”. Projekt koncepcyjny, Kontrakt Nr 2002/PL/16/P/PT/016-08.
9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz. U. 2007, Nr 120, poz. 826.
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem. Dz.U. 2002, Nr 179, poz. 1498.
11. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 29 lipca 2004 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. Dz.U. 2004, Nr 178, poz. 1841.
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 9 stycznia 2002 r. w sprawie wartości progowych poziomu hałasu. Dz.U. 2002, Nr 8, poz. 81.
13. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko. Dz.U. 2004, Nr 257, poz. 2573.

14. Skuła R.: *Nowe i nowatorskie technologie stosowane przy modernizacji i remontach linii kolejowej*. Pr. dypl. (promotor: Surowiecki A.). Legnica, WSM w Legnicy, 2010.
15. Standardy techniczne – szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) i 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem). Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, Warszawa, 2009.
16. Towpik K.: *Oddziaływanie wibroakustyczne transportu kolejowego na środowisko i sposoby ograniczenia*. „Przegląd Kolejowy”, 2000, nr 131.
17. Ustawa z dn. 27 kwietnia 2001. Prawo ochrony środowiska (z późniejszymi zmianami). Tekst jednolity. Dz.U. 2006, Nr 129, poz. 902.