

Jan Targosz

# Wibroizolowane przejazdy na skrzyżowaniach torów z drogami kołowymi

**Stosowane do chwili obecnej konstrukcje zabudowy przejazdów na jednopoziomowych skrzyżowaniach torów (kolejowych, tramwajowych) z drogami nie spełniają współczesnych wymogów transportu, ze względu na ograniczenia prędkości przejazdu pojazdów oraz oddziaływania dynamiczne na środowisko (drżania, hałas), których źródłami są pojazdy szynowe i samochody, klawiszowanie płyt oraz związana z tym degradacja techniczna przejazdu, polegająca na zmianie położenia betonowych płyt przejazdowych i punktów ich podparcia. Towarzyszy temu przenoszenie się drgań i hałasu na sąsiadujące z przejazdem obiekty, często zabytkowe.**

Konstrukcja przejazdów charakteryzuje się – z punktu widzenia dynamiki i akustyki – tym, że oddziaływania dynamiczne zarówno od pojazdów szynowych, jak i samochodowych przenoszą się w całości bezpośrednio na płyty betonowe przejazdu, które oddziałują na podkłady, jak również podłoże (rys. 1).

Oddziaływania te są zarazem źródłem drgań mechanicznych i akustycznych. Wszelkie ingerencje konstrukcyjne, technologiczne lub wykonawcze w rozwiązanie oparte na tej koncepcji nie rokuje poprawy funkcjonalności tych przejazdów, tzn. przedłużenia żywotności, zmniejszenia oddziaływań dynamicznych i akustycznych przenoszonych do środowiska, czy też braku ograniczeń prędkości przejazdu zarówno pojazdów szynowych, jak i samochodów. Stąd też zaistniała konieczność opracowania konstrukcji przejazdów, które pozwoliłyby wyeliminować, lub przynajmniej ograniczyć, te niekorzystne zjawiska. Na podstawie badań naukowych oraz własnych doświadczeń opracowano kilka koncepcji przejazdów, z których jedna jest przedmiotem tego artykułu.

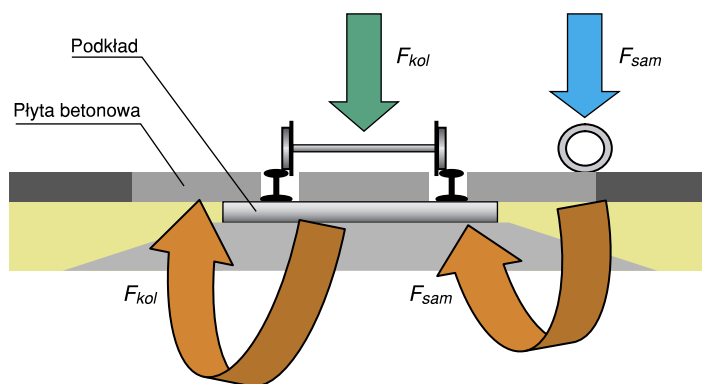
W rozwiązanie konstrukcji przejazdu wprowadza się elementy elastyczne, mające za zadanie izolować tory kolejowe od drogi, w celu ograniczenia wpływów dynamicznych pojazdów na przejazd oraz centrowanie płyt względem szyn. Konstrukcję takiego przejazdu przedstawiono na rysunku 2.

Głównym elementem przenoszącym drgania od pojazdów szynowego i samochodowych w tym rozwiązaniu jest szyna z podkładem, która na skutek zastosowania elastycznych materiałów wibro- i dźwiękoizolacyjnych znacznie ogranicza oddziaływania dynamiczne i akustyczne przekazywane do środowiska naturalnego. Charakteryzują to współczynniki  $\alpha < 1$  i  $\beta < 1$ . Porównanie konstrukcji przejazdu tradycyjnego z przejazdem wibroizolowanym można przeprowadzić na podstawie analizy dynamicznej uproszczonych modeli fizycznych przedstawionych na rysunku 3. Jedną z miar tej skuteczności jest stosunek sił  $R_w/R_d$ , powstałych w trakcie przejazdu pojazdów, przenoszonych na podłoże poprzez przejazd bez elementu wibro- i dźwiękoizolacji i z zastosowaniem takiego elementu.

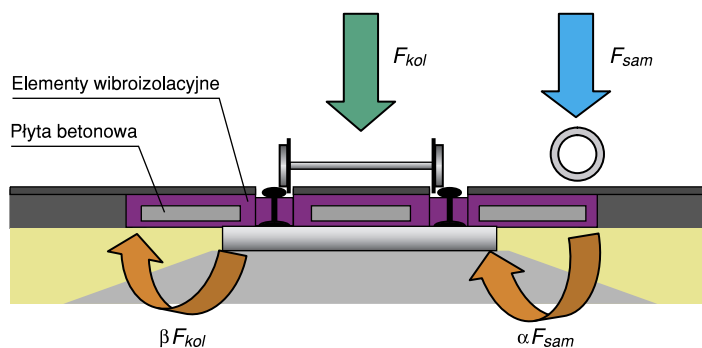
Na podstawie przedstawionych rozważań opracowano koncepcję techniczną wibroizolowanego przejazdu kolejowego, a następnie projekt techniczny przejazdu kolejowego, którego parametry sprężyste oraz masowe dobrano na podstawie analizy dynamicznej modelu dyskretno-ciągłego.

## Koncepcja techniczna i wyniki badań po jej zastosowaniu na przejeździe kolejowym

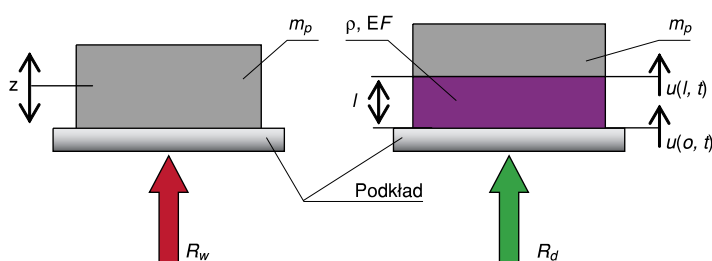
Na podstawie analizy uproszczonego modelu wibroizolowanego przejazdu można było spodziewać się znacznego ograniczenia



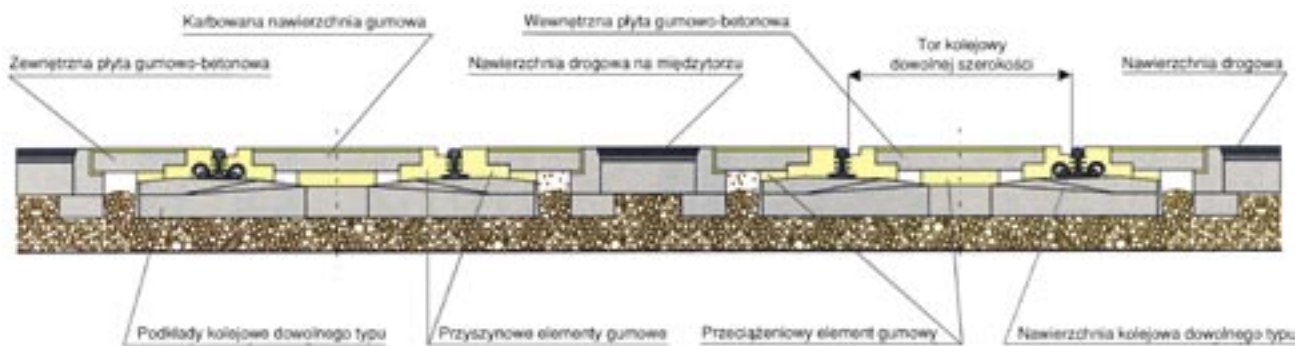
Rys. 1. Rysunek poglądowy tradycyjnego przejazdu kolejowo-samochodowego



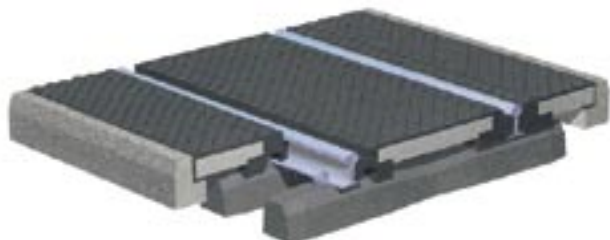
Rys. 2. Rysunek poglądowy wibroizolowanego przejazdu kolejowo-samochodowego



Rys. 3. Modele fizyczne przejazdów: tradycyjnego i wibroizolowanego  
 $m_p$  - masa płyty betonowej + masa pojazdu [kg],  $\rho$  - gęstość płyty gumowej [kg/m<sup>3</sup>],  $E$  - moduł Younga [MPa],  $F$  - pole powierzchni płyty gumowej [m<sup>2</sup>],  $l$  - grubość płyty gumowej [m],  $u(x,t)$  - odkształcenie płyty gumowej [m];  $x = (0 \text{ lub } l)$



Rys. 4. Koncepcja techniczna wibroizolowanego przejazdu kolejowego



Rys. 5. Prototyp wibroizolowanego przejazdu kolejowego

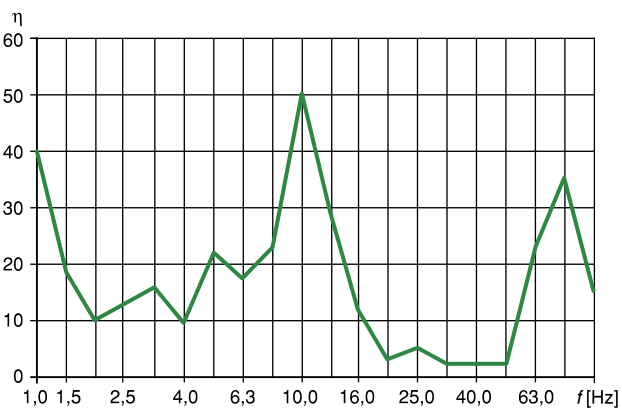


Rys. 6. Wibroizolowany przejazd kolejowy

$A_w$  - amplituda przyspieszeń płyty jezdni przejazdu wywołana ruchem pojazdu,  $A_0$  - amplituda przyspieszeń przekazywanych na podłoże

Po przeprowadzeniu badań doświadczalnych, które dotyczyły własności wytrzymałościowych oraz parametrów wibroizolacyjnych (sprężystość, tłumienie), wykonano poszczególne elastyczne elementy przejazdu, który został zabudowany na dwóch przejazdach kolejowych. Na rysunku 6 i foto 1 przedstawiono wibroizolowany przejazd kolejowy w Trzebinii.

Przeprowadzone badania doświadczalne na zamontowanych wibroizolowanych przejazdach kolejowych potwierdziły przypuszczenia, że oddziaływania dynamiczne przekazywane od pojazdów samochodowych, jak również szynowych, zostaną znacznie ograniczone. Wyniki wstępnych badań przedstawiono na rysunku 7 w postaci charakterystyki przenoszenia  $\eta$ , tzn. ilorazu amplitudy przyspieszeń płyty jezdni przejazdu wywołanych ruchem pojazdu  $A_w$  do amplitudy przyspieszeń przekazywanych na podłoże  $A_0$ .

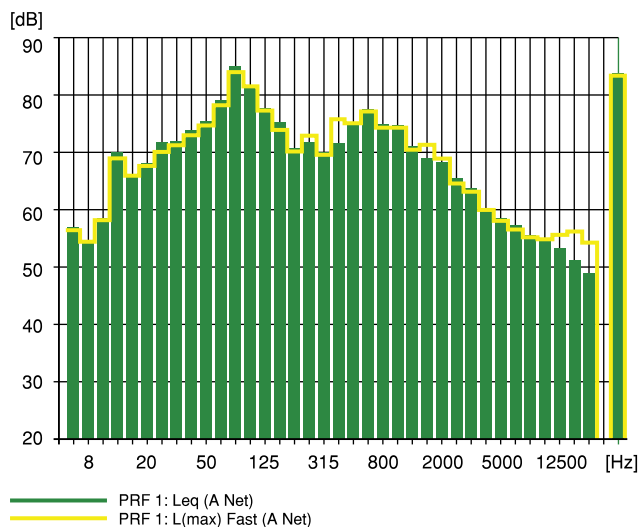


Rys. 7. Skuteczność zastosowania wibroizolacji przejazdu kolejowego

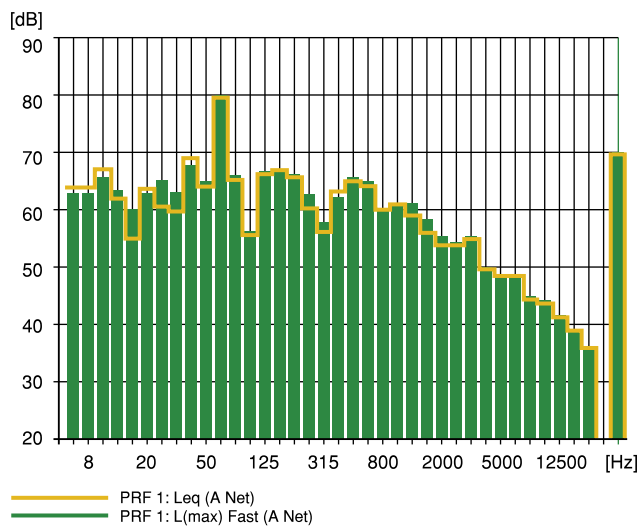
Analizując przebieg współczynnika przenoszenia w funkcji częstotliwości, wyraźnie widać, że jest on w całym zakresie częstotliwości znacznie większy od jedności. Przy częstotliwościach  $f = 10 \text{ Hz}$ ,  $80 \text{ Hz}$  jego wartość zawiera się w przedziale:  $\eta = 40-50$ . Oznacza to, że tylokrotnie zredukowane zostało oddziaływanie dynamiczne na podłoże od sił dynamicznych wywołanych ruchem samochodów po wibroizolowanym przejeździe kolejowym.

Również poziom dźwięku emitowanego do otoczenia na przejeździe kolejowym wibroizolowanym jest niższy o 10 dBA w porównaniu z przejazdem tradycyjnym. Przyczyną tego jest znacznie niższy poziom składowych charakterystyki widmowej w szerokim zakresie częstotliwości od 20 Hz do 20 kHz. Na rysunkach 8 i 9 przedstawiono wyniki badań natężenia hałasu spowodowanego przez samochód osobowy przejeżdżający przez przejazd kolejowy z prędkością 40–45 km/h.

poziomu oddziaływań dynamicznych przekazywanych od pojazdu samochodowego do otoczenia. To skłoniło do opracowania koncepcji technicznej takiego przejazdu, którego ideę przedstawiono na rysunku 4. Następnie wykonano prototyp przejazdu kolejowego (rys. 5).



Rys. 8. Przejazd tradycyjny



Rys. 9. Przejazd wibroizolowany

Obecnie prowadzone są badania trwałości przejazdów wibroizolowanych, zwłaszcza ich elementów składowych, zarówno pod kątem wytrzymałości, jak również odporności na zmienne warunki atmosferyczne. Dotyczy to zarówno elementów elastomero- wych, jak i ich połączeń za pomocą elementów śrubowych.

Ogromną zaletą przejazdów wibroizolowanych jest prostota ich montażu. Elementy przejazdu wykonywane są poza miejscem wbudowania, zgodnie z projektem powstałym w wyniku dokładnych pomiarów geometrii przejazdu. Zabudowa przejazdu kolejowego polega na łączeniu oznakowanych elementów klockowych, co znacznie skraca czas remontu przejazdu i nie wymaga stosowania ciężkiego sprzętu

Na podstawie badań teoretycznych i doświadczalnych można – na obecnym etapie zaawansowania prac związanych z wibroizolowanymi przejazdami kolejowymi – stwierdzić, że:

- ograniczone są oddziaływania dynamiczne w całym badanym zakresie częstotliwości,
- obniżony jest poziom emitowanego do środowiska dźwięku o około 10 dBA,
- prędkości pojazdów samochodowych nie są ograniczane,
- montaż elementów przejazdu jest łatwy,
- ograniczony jest wzajemny wpływ torów na drogi,
- poziom emitowanego hałasu do otoczenia jest zmniejszony o około 10 dB,
- okres eksploatacji nawierzchni przejazdu jest znacznie dłuższy od nawierzchni przejazdów tradycyjnych (dłuższe okresy międzyremontowe).

#### Literatura

- [1] Adamczyk J., Stanek W., Targosz J.: *Badania własności mechanicznych materiału wibroizolacyjnego*. ZN AGH. Mechanika 3-4/1988.
- [2] Adamczyk J., Stojek Z., Targosz J.: *Wibroizolacja podtorzy szynowych*. PAN. Mechanika 15/1991.
- [3] Adamczyk J., Targosz J., i in.: *Patent RP nr 158439. Układ wibro- i dźwiękoizolacji podtorzy szynowych*.
- [4] Targosz J.: *Możliwość obniżenia oddziaływań dynamicznych sprężarki typu L-12*. ZN AGH. Mechanika 4/1986.
- [5] Bojko T., Targosz J., Uhl T.: *Komputerowe wspomaganie projektowania układów wibroizolacji*. Mechanika 2/1996.
- [6] Targosz J. i in.: *Płyta wibro- i dźwiękoizolacyjna*. PL 57412, 1999.
- [7] *Ochrona przed emisją hałasu i drgań od transportu szynowego i drogowego*. Projekt celowy Nr 10T12036 2000C/5359.
- [8] Brzózko E., Targosz J.: *Nowoczesne nawierzchnie przejazdów kolejowych*. Transport Przemysłowy 7<sub>(7)</sub>/2002.

#### Podziękowanie

Autor składa podziękowania Komitetowi Badań Naukowych za finansowanie badań w ramach projektu celowego nr 10 T12 036 2000 C/5359

#### Autor

dr inż. Jan Targosz  
Katedra Robotyki i Dynamiki Maszyn Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie