

Jerzy ZARICZNY<sup>1</sup>  
Sławomir GRULKOWSKI<sup>2</sup>

### **WPLYW TYPU KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI TRAMWAJOWEJ NA POZIOM GENEROWANEGO HAŁASU**

*Komunikacja tramwajowa pomimo wielu oczywistych zalet ma istotną wadę, szczególnie ważną w kontekście akcesji Polski do Unii Europejskiej. Poruszający się tabor generuje uciążliwy dla zurbanizowanego otoczenia hałas. W artykule poruszono problematykę wpływu typu konstrukcji nawierzchni tramwajowej na poziom generowanego hałasu. Wskazano na konieczność racjonalizacji doboru typu nawierzchni tramwajowej, w zależności od lokalizacji i otoczenia linii tramwajowej. Przedstawiono wady i zalety różnych rozwiązań technicznych.*

### **EFFECT OF THE TYPE OF TRAM TRACK STRUCTURE ON THE LEVEL OF GENERATED NOISE**

*Tram transportation has despite many obvious advantages a significant disadvantage, particularly important in the context of Polish accession to the European Union. The moving rolling stock generates disruptive noise to the urban environment. The article addresses the topic of the effect of Tram Track Structure on the level of generated noise. The need for rationalizing the selection of the type of Tram Track Structure depending on the location and environment of the tramline has been indicated. Presented are advantages and disadvantages of different technical solutions.*

## **1. WSTĘP**

Komunikacja tramwajowa przeżywa obecnie renesans. Na całym świecie powstają nowe linie tramwajowe, istniejące linie są modernizowane, a dotychczas użytkowany tabor jest zastępowany przez nowoczesne tramwaje niskopodłogowe. Podejmowane są działania mające na celu nadanie komunikacji tramwajowej priorytetu w ruchu ulicznym. W wielu miastach tramwaj pojawił się w dzielnicach o ukształtowanym już dawno charakterze oraz

---

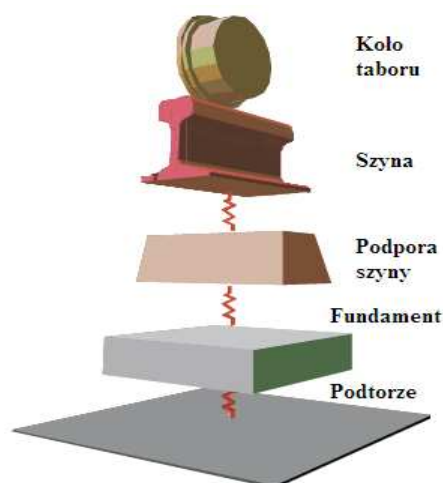
<sup>1</sup>Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Kolejowej  
80 – 233 Gdańsk; ul. Narutowicza 11 / 12, Tel.: + 48 58 348 – 60 – 89; Fax.: + 48 58 347 – 26 – 44,  
E – mail: jerzarc@pg.gda.pl

<sup>2</sup>Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Kolejowej  
80 – 233 Gdańsk; ul. Narutowicza 11 / 12, Tel.: + 48 58 348 – 60 – 89; Fax.: + 48 58 347 – 26 – 44,  
E – mail: slawi@pg.gda.pl

w bezpośrednim sąsiedztwie zwartej zabudowy mieszkaniowej, a wzdłuż najważniejszych arterii komunikacyjnych powstały pasy autobusowo – tramwajowe i ciągi pieszo – tramwajowe. Spowodowało to zapotrzebowanie na nowoczesne nawierzchnie bezpodsypkowe. Ich główne zalety eksploatacyjne w zurbanizowanym otoczeniu dotyczą skutecznego tłumienia drgań i hałasu, wytrzymałości konstrukcji (ograniczenie procesów naprawczych) oraz wielofunkcyjności.

## 2. ANALIZA KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI TRAMWAJOWEJ [1]

Na Rys.1. przedstawiono ujednoczony schemat konstrukcji nawierzchni tramwajowej. W przypadku tradycyjnej nawierzchni podsypkowej podporę szyny stanowi podkład, a funkcję fundamentu pełni podsypka. Z uwagi na różnorodność nowoczesnych nawierzchni bezpodsypkowych tak jednoznaczne przypisanie poszczególnych elementów jest niemożliwe.



Rys.1. Ujednoczony schemat konstrukcji nawierzchni tramwajowej [1]

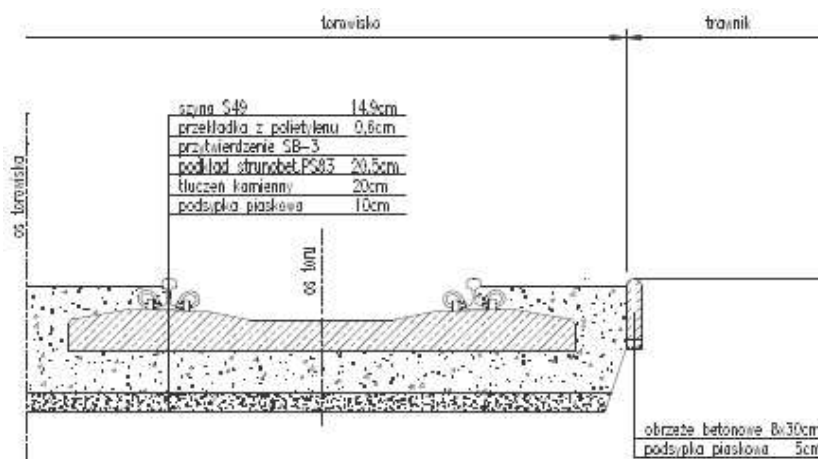
Z Rys.1. wynika, że izolację wibroakustyczną można umieścić na styku szyny z podporą szyny, podporą szyny z fundamentem lub fundamentu z podtorzem. Ponieważ wielkość masy odsprężynowanej ma decydujący wpływ na skuteczność tłumienia drgań i hałasu, musi być to wybór w pełni uzasadniony. Jeżeli izolacja wibroakustyczna zostanie umieszczona na styku szyny z podporą szyny, masę odsprężynowaną stanowić będzie jedynie masa wózka taboru i szyny. Jeżeli izolacja wibroakustyczna zostanie umieszczona na styku podpory szyny z fundamentem lub fundamentu z podtorzem, masę odsprężynowaną stanowić będzie odpowiednio masa wózka taboru, szyny i podpory szyny lub masa wózka taboru, szyny, podpory szyny i fundamentu. Skuteczność tłumienia drgań i hałasu można dodatkowo zwiększyć umieszczając izolację wibroakustyczną jednocześnie w dwóch lub trzech punktach styku.

Istotne znaczenie ma również sposób podparcia i mocowania szyny. W przypadku tradycyjnej nawierzchni podsypkowej oraz nawierzchni bezpodsypkowych o starszych typach konstrukcji szyna jest podparta punktowo i mocowana za pomocą przytwierdzeń pośrednich lub sprężystych. W najnowszych rozwiązaniach stosowane jest ciągłe podparcie i sprężyste mocowanie w otulinie. Poprzez ograniczenie zjawiska interferencji fal akustycznych w układzie koło taboru – szyna, zwiększają one skuteczność tłumienia drgań i hałasu.

### 3. TYPY KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI TRAMWAJOWEJ

#### 3.1. Tradycyjna nawierzchnia podsypkowa [3]

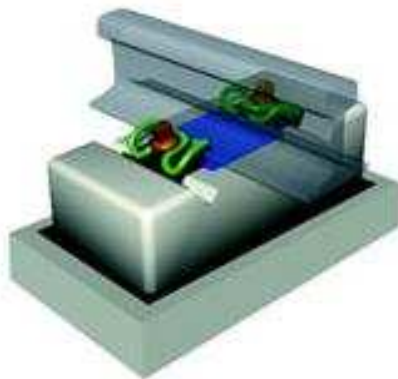
Przedstawiona na Rys.2. tradycyjna nawierzchnia podsypkowa została przywołana jako punkt odniesienia dla nowoczesnych nawierzchni bezpodsypkowych. Poziom ekspozycyjny dźwięku generowanego w torze na podkładach drewnianych z przytwierdzeniami pośrednimi wynosi od 75 do 95 dB. Zastosowanie podkładów strunobetonowych i przytwierdzeń sprężystych oraz zasypanie podkładów strunobetonach podsypką tłuczniovą zmniejsza generowany hałas o około 1 dB. Tradycyjna nawierzchnia podsypkowa jest zalecana w przypadku torów wydzielonych oddalonych od zwartej zabudowy mieszkaniowej o minimum 50 m.



Rys.2. Tradycyjna nawierzchnia podsypkowa [4]

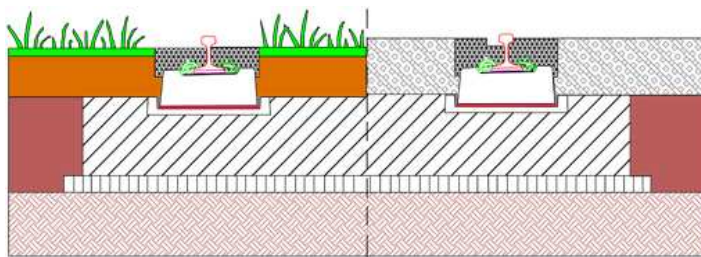
#### 3.2. EBS – Embedded Block System [6]

W nawierzchniach bezpodsypkowych typu EBS (Rys.3.) podporę szyny stanowi pojedynczy, prefabrykowany, betonowy blok podporowy zabudowany przy użyciu sprężystej masy zalewowej w prefabrykowanym gnieździe betonowym lub kompozytowym, które jest z kolei zabudowane w monolitycznej płycie betonowej pełniącej funkcję fundamentu.



Rys.3. EBS – Embedded Block System [5]

Zamiast sprężystej masy zalewowej jako izolacja wibroakustyczna może być zastosowana sprężysta podkładka wibroizolacyjna. Masę odsprężynowaną stanowi masa wózka taboru, szyny i pojedynczego, prefabrykowanego, betonowego bloku podporowego. Szyna jest podparta punktowo i mocowana za pomocą przytwierdzeń pośrednich lub sprężystych. Skuteczność tłumienia drgań i hałasu można zwiększyć zabudowując tor nawierzchnią drogową lub pokrywając go humusem oraz trawą – tzw. „zielony tor”. Stosowane są wówczas profile przyszynowe i podszynowe, które stanowią otulinę szyny (Rys.4.). Nawierzchnie bezpodsypkowe typu EBS zabudowane nawierzchnią drogową są zalecane w przypadku torów wspólnych z jezdnią, pasów autobusowo – tramwajowych i ciągów pieszo – tramwajowych. Tzw. „tor zielony” powinien być stosowany w torach wydzielonych oddalonych od zwartej zabudowy mieszkaniowej o mniej niż 50 m lub położonych w bezpośrednim sąsiedztwie terenów rekreacyjno – sportowych.



Rys.4. Tzw. „zielony tor” i nawierzchnia bezpodsypkowa typu EBS zabudowana nawierzchnią drogową [5]

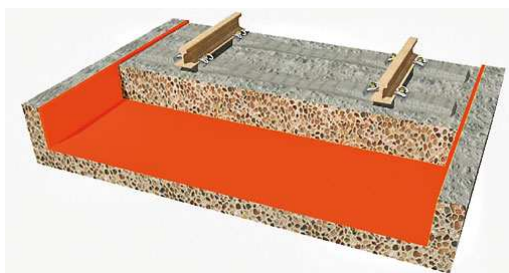
### 3.3. Podtorowe maty wibroizolacyjne [7]

Podtorowe maty wibroizolacyjne są stosowane w tradycyjnych nawierzchniach podsypkowych (Rys.5.) i nowoczesnych nawierzchniach bezpodsypkowych (Rys.6.). Są układane na styku fundamentu z podtorzem, więc masę odsprężynowaną stanowi masa

wózka taboru i całej nawierzchni. Dlatego podtorowe maty wibroizolacyjne są zalecane na obiektach inżynierskich – mosty, wiadukty, estakady i tunele lub w szczególnych przypadkach, gdy izolacja wibroakustyczna umieszczona na styku szyny z podporą szyny lub podpory szyny z fundamentem w niedostatecznym stopniu tłumi drgania i hałas. Zastosowanie podtorowych mat wibroizolacyjnych w nowoczesnych nawierzchniach bezpodсыpkowych oznacza umieszczenie izolacji wibroakustycznej w minimum dwóch punktach styku.



Rys.5. Podtorowa mata wibroizolacyjna w tradycyjnej nawierzchni podsypkowej [5]



Rys.6. Podtorowa mata wibroizolacyjna w nowoczesnej nawierzchni bezpodсыpkowej [5]

#### 3.4. ERS – Embedded Rail System [2]

Na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat nawierzchnie bezpodсыpkowe typu ERS były kilkakrotnie modyfikowane. Obecnie są stosowane nawierzchnie bezpodсыpkowe typu ERS trzeciej, czwartej i piątej generacji. W każdej z nich szyna jest podparta w sposób ciągły i mocowana sprężysto w prefabrykowanej lub monolitycznej płycie betonowej za pomocą otuliny z przekładką podszynową – tzw. „szyna pływająca”. Nawierzchnia bezpodсыpkowa typu ERS piątej generacji jest w całości prefabrykowana i dostarczana na budowę przez producenta (Rys.7). Masę odsprężynowaną stanowi masa wózka taboru i szyny. Aby dodatkowo zwiększyć skuteczność tłumienia drgań i hałasu, w wyjątkowych okolicznościach (patrz punkt 3.3.) stosowane są podtorowe maty wibroizolacyjne. Prefabrykowana lub monolityczna płyta betonowa pełni jednocześnie funkcję podpory szyny i fundamentu.



Rys.7. Nawierzchnia bezpodsypkowa typu ERS piątej generacji [2]

Nawierzchnie bezpodsypkowe typu ERS są zalecane w przypadku torów wspólnych z jezdnią, przejazdów tramwajowych i pasów autobusowo – tramwajowych oraz torów wydzielonych, po których dopuszczono ruch pojazdów uprzywilejowanych.

#### 4. WNIOSKI

Nowoczesne nawierzchnie bezpodsypkowe – zarówno kolejowe, jak i tramwajowe – to niewątpliwie bardzo drogie rozwiązania konstrukcyjne. Jednak w aspekcie bardzo ograniczonej przestrzeni miejskiej tylko one są w stanie polepszyć jakość życia mieszkańców (ograniczenie hałasu) a zarazem służyć usprawnieniom komunikacyjnym w miastach (tory wspólne z jezdnią). Poprzez ich zastosowanie otwiera się w miastach estetyczna przestrzeń komunikacyjna, która do tej pory samoograniczała się przez stosowanie tradycyjnych nawierzchni podsypkowych. Niewątpliwie te nowoczesne rozwiązania będą stanowiły o przyszłości szynowej komunikacji miejskiej.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Carels P., Zamaro A.: *Izolacje wibroakustyczne w nawierzchniach szynowych*, Infrastruktura Transportu 2008, Nr 4.
- [2] Insa Franco R. D., Real Herraiz J. I.: *Techniczna ewolucja systemów ERS*, Infrastruktura Transportu 2009, Nr 4.
- [3] Kucharski R. J.: *Zagadnienia ochrony środowiska w komunikacji tramwajowej – Hałas*, Warszawa, Instytut Ochrony Środowiska 2000.
- [4] Makuch J.: *Torowiska tramwajowe – Wczoraj i dziś*, IX Dolnośląski Festiwal Nauki, Wrocław 2006
- [5] Strona internetowa <http://www.tines.pl>
- [6] Wójciak J.: *Nowoczesne konstrukcje torowisk tramwajowych i ich znaczenie dla eksploatacji tras tramwajowych*, Biuletyn Komunikacji Miejskiej 2007, Nr 98
- [7] Wójciak J.: *Nowoczesne rozwiązania – Podtorowe maty wibroizolacyjne*, Technika Transportu Szynowego 2007, Nr 9