

6/2020

ISSN 1644-1958

IRK

RYNEK KOLEJOWY

www.rynek-kolejowy.pl



TEMAT NUMERU

Zmiany na rynku taborowym

W numerze: Rozmowy z J. Marcinkiem, W. Orzechem (PKP Energetyka) i Ch. Schlegelem (Siemens Mobility) • Kolej w czasie pandemii: COVID-19 narzuca zmiany • ŁKA: mimo kryzysu mamy stabilną sytuację • Kolejarze #ZawszeNaSłużbie • Koronawirus nie zatrzyma zielonego ładu • Polski tramwaj autonomiczny: dobre wyniki pierwszych testów • Metro dotarło na Wolę. Uczta dla oczu w trudnych czasach • Innowacje w konstrukcji pojazdów szynowych

Rynek Kolejowy ISSN 16441958



9 771644 195001

Cena 25,00 zł 8% VAT

Dr inż. nauk techn. Günther Koller, Wiedeń (Austria)

WPŁYW SZYBKOŚCI ZANIKANIA DRGAŃ PIONOWYCH I POPRZECZNYCH TORU (ANG. TRACK DECAY RATE – TDR) NA POTENCJAŁ OGRANICZANIA HAŁASU GENEROWANEGO PRZEZ ELEMENTY OSŁANIAJĄCE I WYTŁUMIAJĄCE SZYJKĘ SZYNY

W roku 2011 DB AG określiła wartość graniczną współczynnika szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) (2 dB/m) w odniesieniu do oczekiwanej redukcji hałasu na poziomie większym lub równym 2 dB. Wartość tę zdefiniowano na podstawie praktycznych doświadczeń zebranych w długim okresie czasu podczas stosowania tłumików szynowych na torach Deutsche Bahn.

W codziennej praktyce wartości szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) na mocno uczęszczanych odcinkach DB AG wynoszą z reguły 2 dB/m. W ramach prób w terenie przeprowadzonych przez DB AG w 2011 roku potwierdzono na bazie systemu osłon dźwiękochłonnych szynek szyn, że system ten w odróżnieniu od systemu tłumików szynowych, nawet przy współczynniku szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) na poziomie wyższym niż 2 dB/m zapewnia dobrą redukcję hałasu generowanego przez całą infrastrukturę szynową.

Wprowadzenie

Parametr szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru, czyli Track Decay Rate (TDR), odzwierciedla poziom wytłumienia toru w istotnym dla akustyki zakresie częstotliwości. TDR nie ma zatem bardzo istotnego wpływu na akustyczne właściwości technologii stosowanych w celu ograniczenia emisji dźwięków generowanych przez szyny. W niniejszym opracowaniu pragnę podjąć dyskusję na ten temat na podstawie badań akustycznych nad osłonami dźwiękochłonnymi szynek szyn (SSA) i tłumików szynowych (SSD).

Współczynnik TDR toru ustalony zgodnie z TSI Noise należy obok chropowatości szyny do najważniejszych parametrów związanych z analizą emisji dźwięków ge-

nerowanych przez górne warstwy torowisk. Wartości współczynnika szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) wskazują na zmniejszanie się drgań szyn na każdym metrze bieżącym toru wyrażonych w dB/m w poszczególnych tercjach pasma, zarówno w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej.

Im większa wartość TDR, tym krócej trwa drganie szyny przed i po przejeździe pociągu – tzn. szyna emituje mniej dźwięku, a co za tym idzie w domach hałas przejeżdżającego pociągu jest odczuwalny w mniejszym stopniu. TDR daje zatem informację na temat akustycznej jakości toru w odniesieniu do zamontowanych na nim elementów wytłumiających dźwięki. Wysokie wartości współczynnika szybkości zanikania drgań pio-

nowych i poprzecznych toru (TDR) oznaczają torowiska emitujące niski poziom hałasu.

Pan Titz wykazał w [1], że głównymi czynnikami wpływającymi na emisję dźwięku przez szyny jest sztywność warstw pośrednich, rodzaj podkładu oraz typ szyny. Jeśli zamontowana jest na przykład twarda warstwa pośrednia, wówczas współczynnik szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) jest generalnie wysoki, a udział toru w generowaniu hałasu jest niski, ponieważ jest on odwrotnie proporcjonalny do TDR.

Betonowe podkłady charakteryzują się na przykład niższą wartością współczynnika szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) niż podkłady drewniane; w tym wypadku ważne jest jednak prawidłowe dobranie szyny, warstwy pośredniej i betonowego podkładu. Jeśli elementy te nie zostaną dobrze w prawidłowy sposób, wówczas podkłady betonowe mogą być znacznie głośniejsze niż drewniane.

W trakcie Internationalen Railway Noise Workshops 2013 [4] pracownicy DB Systemtechnik przedstawili informacje na temat związku pomiędzy akustycznymi właściwościami tłumików szynowych a współczynnikiem szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR)

Tłumiki szynowe

Tłumiki szynowe [2] [3] mają za zadanie wytłumiać drgania szyny poprzez zastosowanie systemów masowo-sprężynowych, które mocuje się przy użyciu połączenia siłowego po obu stronach szynki i częściowo na stopce szyny. Systemy masowo-sprężynowe mogą mieć formę na przykład elementów wykonanych z warstwowo ułożonych blach z materiałem wytłumiającym umieszczonym pomiędzy poszczególnymi warstwami lub stalowych profili o masie ustalonej zgodnie z częstotliwością drgań umieszczanych w materiale elastomerowym lub też bloków z tworzywa sztucznego.

Sposób działania tłumików szynowych jest mniej więcej taki: tłumik zwiększa masę każdej szyny (ok. 2650 kg/m) o maks. 50 kg na metr bieżący. Dzięki zastosowaniu systemów masowo-sprężynowych można zredukować drgania szyny przed, podczas i po przejeździe pociągu o masie do 22500 kg na oś. Systemy te przyczyniają się do podniesienia współczynnika szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR), a co za tym idzie wartości dB/m toru, dzięki czemu zmniejsza się poziom hałasu emitowanego przez szynę wzgl. tor.

Tłumiki szynowe wytłumiają zwłaszcza hałas generowany w wyniku oddziaływania kół pojazdów na szyny.

Chropowatość kół i szyn nie ma istotnego wpływu na skuteczność tłumików. Parametry te określają wprawdzie, w jakim stopniu koła i szyny inicjują hałas, lecz nie mają wpływu na poziom szybkości zanikania wygenerowanych w ten sposób drgań.



Wszystkie fot: Günther Koller

Rys. 1: Przykład systemu masowo-sprężynowego w funkcji tłumików szynowych



Rys. 2: Osłony dźwiękochłonne szyn na torze w Rheintal

Akustyczne właściwości tłumików szynowych można przewidzieć w teoretyczny sposób na podstawie prób laboratoryjnych oraz za pomocą opracowanego w tym celu oprogramowania. Metoda analizy akustycznych właściwości tłumika szynowego w warunkach laboratoryjnych opiera się na metodzie STARDAMP, opracowanej w ramach niemiecko-francuskiego projektu Kooperacja DEUFRAKO (www.deufrako.org).

Osłony dźwiękochłonne szyn

Osłony dźwiękochłonne szyn [2] przyczyniają się do zmniejszenia amplitudy drgań szyn generujących dźwięki emitowane do otoczenia. Osłony dźwiękochłonne szyn mają w porównaniu z tłumikami mniejszą masę pojedynczych elementów. Dzięki temu na każdym metrze szyny montuje się jedynie elementy o wadze ok. 8 kg.

Całkowita energia drgań szyny zostaje w pierwszej kolejności wyemitowana do otoczenia jako dźwięk, ponieważ niewielka masa tego rozwiązania technologicznego praktycznie nie ma wpływu na TDR toru (patrz poniżej). Emisja hałasu generowanego przez szynę do otoczenia jest redukowana jednak przez osłonę z powłoką z żywicy zamontowaną na szyjce i stopce szyny oraz piankę o wysokich właściwościach absorbujących drgania. Technologia ta przyczynia się zatem do zmniejszenia emisji dźwięku w powietrze przez szyjkę i stopkę szyny. W związku z tym wpływ na szybkość zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru jest tu mało znaczący.

Badania skuteczności SSA przeprowadzone w Kerzers w Szwajcarii w 2015 roku wykazały, że stwierdzono niewielki wzrost szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru w płaszczyźnie poziomej. Mogło to wynikać ze stabilnego zaciśnięcia blach wokół stopki szyny i prowadzić do nieznacznego dodatkowego wytłumienia nieobciążonej szyny.



Rys. 3: Akustyczne pobudzenie szyny młotkiem impulsowym – luźno ułożona szyna o długości 6 m



Rys. 4: Położenie mikrofonu w układzie stosowanym w ramach testu Stardamp

Oslony dźwiękochłonne szynek szyn przyczyniają się do zmniejszenia poziomu hałasu generowanego przez szynę. Pozostają bez wpływu na odgłosy generowane przez koła i podkłady.

Test laboratoryjny Stardamp opracowany dla tłumików szynowych

Z założeń naukowych prób i testów w warunkach laboratoryjnych wynikają następujące zależności: „W momencie, gdy odpowiednio długi odcinek szyny zostanie ułożony swobodnie na łożyskach o wysokich właściwościach elastycznych, współczynnik szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) będzie bardzo niski, zarówno w płaszczyźnie bocznej, jak i w kierunku pionowym”. [9]¹.

W ramach testu STARDAMP na swobodnie ułożonym odcinku szyny o długości 600 cm montuje się elementy wytłumiające. Określono dokładnie temperaturę szyny, jaka musi zostać zachowana, oraz temperaturę jej otoczenia. Wytłumianie wibracji tej swobodnie drgającej szyny ustala się niemal całkowicie na podstawie właściwości tłumików. Współczynnik szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) jest ustalany na bazie zmierzonej funkcji przenoszenia drgań i jest obliczany na podstawie stosunku przyspieszenia w punkcie wprowadzenia² (punkt uderzenia SP) do transferu przyspieszenia między punktem wprowadzenia drgań a drugim końcem szyny. Dźwięk jest generowany za pomocą młotka impulsowego. Za pomocą czujników przyspieszenia określa się funkcje związane z przenoszeniem drgań na każdym końcu oraz w innych określonych wcześniej punktach szyny.

W związku z tak zidealizowanym stanem ułożenia szyny jeden z pracowników technicznych DB AG określił tę próbę jako „test dzwonu”. W ramach próby system zostaje bowiem wprowadzony w drgania w sposób zbliżony do bijącego dzwonu.

Parametry ustalone w ramach wspomnianej powyżej próby są wprowadzane następnie do oprogramowania, które jest w stanie przewidzieć poziom redukcji hałasu elementu wytłumiającego dla rzeczywistego toru z użyskowaniem umieszczonym co 60 cm w postaci mocowań szyn do podkładów.

Jeśli uwzględnimy wnioski DB Systemtechnik wynikające z poniższego rys. 7, wówczas, aby uzyskać wymagane przez dokument Schall 03 wartości związane z redukcją hałasu, w oprogramowaniu tym uzyskamy wartość TDR na poziomie niższym niż 2 dB/m. Jak jednak wskazano we wcześniejszej części opracowania, współczynnik szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) na dobrze serwisowanych torowiskach DB z reguły jest dużo wyższy niż 2 dB/m. Taka praktyczna sytuacja wyjściowa wiąże się z tym, że właściwości technologii SSD, zgodnie z rys. 7, są mocno

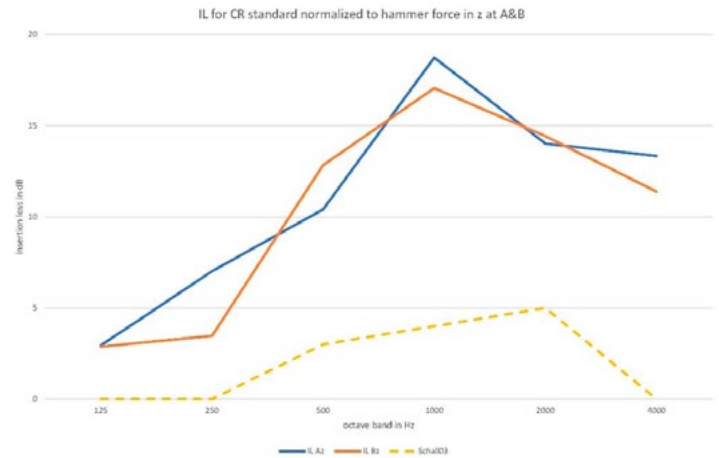
obarczone niepewnością pomiarową przeprowadzanych pomiarów akustycznych.

Test laboratoryjny Stardamp, struktura testu osłon dźwiękochłonnych sztyk szyn

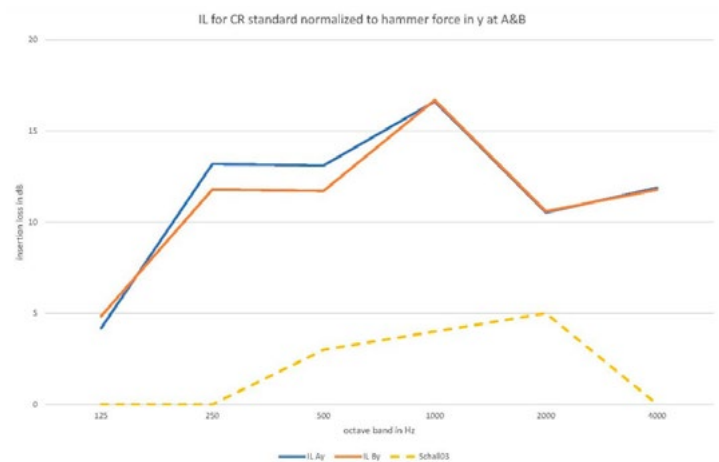
Skuteczność akustyczną osłon dźwiękochłonnych sztyk szyn Calmmoon Rail przebadano w ramach prób laboratoryjnych Stardamp na swobodnie ułożonej szynie [8]. Test przeprowadzono analogicznie do standardu DBS 918 290 (Stardamp) [9], zgodnie z jego wytycznymi dla tłumików szynowych, na swobodnie ułożonej szynie UIC60 o długości 6 m. Drgania zainicjowano przy użyciu młotka impulsowego na obu końcach szyny w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Głównym przedmiotem badań nie był współczynnik TDR tłumików szynowych (SSD), lecz akustyczny stopień wytłumienia – insertion loss (IL). Emisję hałasu generowanego przez idealnie ułożyskowaną szynę zmierzono za pomocą mikrofonów ustawionych w różnej odległości (0,1 m, 1 m i 2 m) od środka szyny na wysokości górnej krawędzi szyny (rys. 3+4).

Wyniki prób laboratoryjnych przedstawiono na rys. 5 i 6 (linie ciągłe). Jeśli porównamy je z pomiarami w terenie na rzeczywistym torze, wówczas dojdziemy do wniosku, że wartości z testów laboratoryjnych są dużo wyższe niż wartości uzyskiwane w terenie. Taką możliwość mogłaby dawać szyna o długości 6 m ułożona swobodnie, która nie generowałaby niemal żadnych tarć, ponieważ w ramach prób w terenie z Calmmoon Rail szyna była zamocowana na rzeczywistym torze co 60 cm do podkładów, przez co jej zakres swobodnych drgań był mocno ograniczony w porównaniu do swobody drgań w warunkach testów laboratoryjnych. Dotyczy to również analogicznie badań laboratoryjnych z tłumikami szynowymi i ich wyników „Porównanie wyników laboratoryjnych do wyników uzyskiwanych w ramach prób terenowych.”

Do tej pory nie opracowano niezawodnej, uznanej i sprawdzonej metody laboratoryjnej, którą by można było zastosować w ramach określania rzeczywistych właściwości akustycznych dźwiękochłonnych osłon sztyk szyn na torowiskach kolejowych. Według stanowiska niezależnych od DB akustyków metoda wg DBS 918 291 dla dźwiękochłonnych osłon sztyk szyn [10] nie spełnia jeszcze ogólnie obowiązujących wymagań dotyczących metod badań, które mogłyby zostać zaaprobowane. W porównaniu do metody DBS dla SSD metoda DBS dla SSA przewiduje badanie właściwości systemu na rzeczywistym torze z zastosowaniem rzeczywistego współczynnika szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR). Pobudzenie torowiska (ok. 2650 kg/m) należy przeprowadzać za pomocą młotka impulsowego, analogicznie do testu Stardamp.



Rys. 5: Insertion Loss (IL) dla poziomych osłon dźwiękochłonnych sztyk szyn



Rys. 6: Insertion Loss (IL) dla pionowych osłon dźwiękochłonnych sztyk szyn

Próby terenowe na osłonach dźwiękochłonnych sztyk szyn

Pomiary dotyczące skuteczności osłon dźwiękochłonnych sztyk szyn przeprowadzono po raz pierwszy w Europie w roku 2008 w Wagram w Austrii na stacjonarnym punkcie pomiarowym kolei austriackich ÖBB. W okresie 3 miesięcy zarejestrowano ponad 2500 przejazdów pociągów. Po zakończeniu pierwszych projektów w Niemczech przeprowadzono pomiary w terenie w obrębie sieci Deutschen Bahn i Löff (2011) oraz Gau-Algesheim (2011), a także w obrębie sieci BLS AG w Kerzers (2015) w Szwajcarii. W Szwajcarii badaniom poddano dwa odcinki torów z twardą wzgl. miękką warstwą pośrednią.

W ramach Programu Koniunktura II (2010 – 2012) [2] Deutsche Bahn prowadziło pomiary w terenie na kilku z 12 projektów (40 km torów), których szyny były wyposażone w osłony dźwiękochłonne sztyk szyn.

Z badania wynika, że:

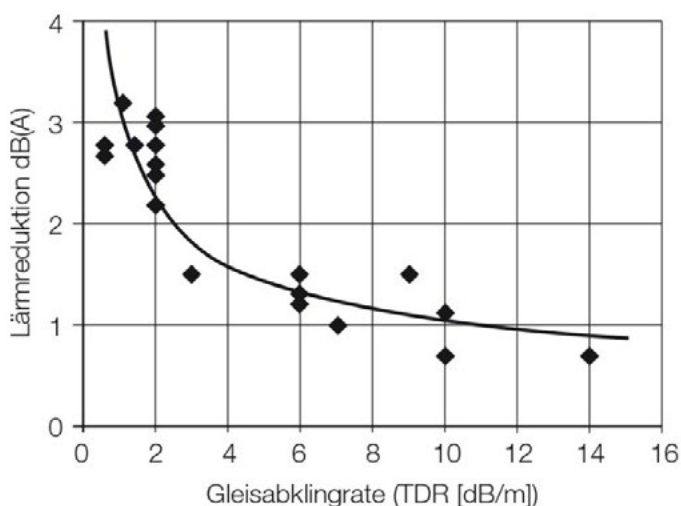
- osłony dźwiękochłonne sztyk szyn Calmmoon Rail Seikisui ograniczają hałas średnio o 3 dB Lärm i generują jedynie koszty w wysokości 163,7 euro na metr toru.

- tłumiki szynowe Calmmoon Rail Sekisui ograniczają hałas średnio o 2 dB Lärm i generują koszty w wysokości 226,2 euro na metr toru.

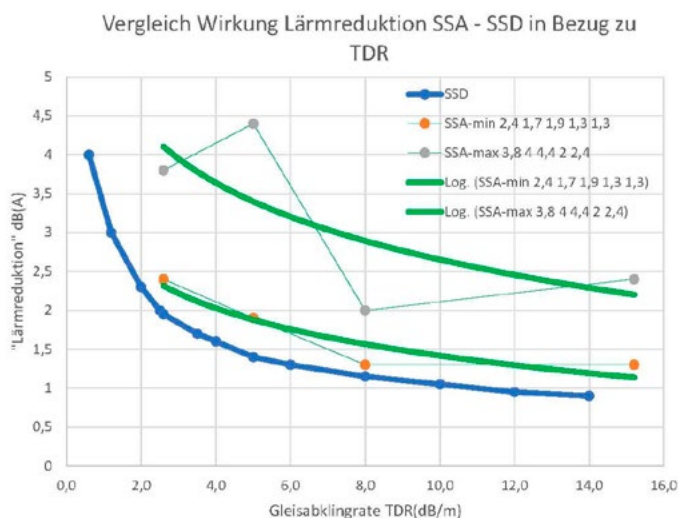
Wszystkie próby w terenie, podczas których dokonywano pomiarów na systemach osłon dźwiękochłonnych szynek szyn, były przeprowadzone na rzeczywistych torach. Współczynnik szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) wynosił na tych torach od 2,6 do 15,2 dB/m.

Wpływ współczynnika szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) na ograniczanie hałasu SSD [4] [5] [6] [7]

Na Międzynarodowych Warsztatach dotyczących hałasu generowanego przez kolej (IWRN) w 2013 roku DB Systemtechnik zaprezentowała zależność między



Rys. 7: Zależność między działaniem tłumików szynowych a współczynnikiem szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) [4]



Rys. 8: Zależność między działaniem tłumików szynowych (SSD), osłon dźwiękochłonnych szynek szyn (SSA), a współczynnikiem szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) [5] [6] [7]

potencjałem ograniczenia hałasu zapewnianego przez tłumiki szynowe a współczynnikiem szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR). Rysunek 7 pokazuje, że wytłumianie zapewniane przez systemy masowo-sprężynowe przy współczynniku szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) w stanie wyjściowym w zakresie od 0 do 2 dB/m daje szansę na ograniczenie hałasu o więcej niż 2 dB. Wraz ze wzrostem wartości TDR redukcja hałasu przez elementy wytłumiające zamontowane na szynie i wynosi przy TDR na poziomie 10 dB/m ok. 1 dB. Z rysunku wynika zatem, że montaż elementów masowo-sprężynowych o masie do 25 kg na metr szyny, w przypadku torów o dobrych właściwościach akustycznych, tzn. wysokiej wartości TDR, ma bardzo ograniczony potencjał.

Jeśli na rysunek 7 naniesiemy następnie wartości redukcji hałasu uzyskane w ramach przeprowadzonych w Niemczech i w Szwajcarii prób terenowych, wówczas okaże się, że we wszystkich czterech punktach pomiarowych najmniejsza wartość współczynnika szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) wynosiła 2,6 dB/m. Było tak w punkcie pomiarowym w Szwajcarii, gdzie występowały betonowe podkłady z miękką warstwą pośrednią. Podczas wszystkich prób w terenie dokonywano pomiarów w czasie przejazdów pociągów towarowych i pasażerskich, a właściwości akustyczne osłon dźwiękochłonnych szynek szyn rejestrowano z podziałem na kategorie pociągów.

Wyniki tych pomiarów w terenie przedstawiono na rys. 8 w odniesieniu do skuteczności tłumików szynowych i współczynnika szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR).

Na rysunku 8 widać, że współczynnik szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) podczas pomiarów w terenie na tłumikach typu SSA zawsze był większy niż 2 dB/m. Największą wartość współczynnika szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) wynoszącą 15,2 dB/m stwierdzono podczas pomiarów w Kerzers w Szwajcarii na torze z twardą warstwą pośrednią. Wszystkie próby w terenie przeprowadzono na szynach typu UIC 60 z podkładami betonowymi w warstwie tłuczni.

Podczas prób przeprowadzonych w szwajcarskim Kerzers oraz w niemieckim Gau-Algesheim dźwięk rozprzestrzeniał się swobodnie, a warunki ramowe spełniały wytyczne określone w TSI.

Z rysunku 8 wynika, że

- dla najniższych wartości redukcji hałasu generowanego przez infrastrukturę szynową z osłonami dźwiękochłonnymi szynek szyn w ramach prób w terenie uzyskiwano zawsze wyższe parametry akustyczne redukcji hałasu niż dla szyn z tłumikami szynowymi.
- dla najwyższych wartości redukcji hałasu generowanego przez infrastrukturę szynową z osłonami dźwiękochłonnymi szynek szyn w ramach prób w terenie

również uzyskiwano zawsze wyższe parametry akustyczne redukcji hałasu niż dla szyn z tłumikami szynowymi.

Podsumowując można na podstawie tych wykresów stwierdzić, że systemy osłon dźwiękochłonnych szynek szyn w porównaniu z systemami tłumików szynowych w przypadku wszystkich współczynników szybkości zanikania drgań pionowych i poprzecznych toru (TDR) wykazują lepszą skuteczność w odniesieniu do możliwości do uzyskania redukcji hałasu. □

Przypisy

¹ TDR wynosi niemal zero – symulacja sytuacji, jaka w praktyce nigdy nie występuje!!!

² Frequency Response Function

Bibliografia

- [1] Opis jakości i emisji hałasu przez tory na podstawie parametru Track Decay Rate; Christoph Titz, ETR Austria, 4/2010
- [2] Innowacyjne rozwiązania związane z ochroną przed hałasem i drganiami generowanymi na torach, Raport końcowy 16.06.2012. BMVI
- [3] Ochrona akustyczna ZIP na krajowych traktach kolejowych, opis konstrukcyjny dla wykazu właściwości użytkowych, FinVE SV 52/2016, T016077943 PD Koblenz, prawy brzeg Renu
- [4] Beier, M.; Lölgen, Th.; Gerbig, C.: Innovative measures for reducing track noise and vibration emission, 11th International Workshop on Railway Noise
- [5] Raport 02-00993, Osłony dźwiękochłonne szynek szyn, Raport końcowy, Prose AG
- [6] Próby praktyczne Calmmoon Rail, Punkt pomiaro-

wy Löf/Niemcy, Raport z badań, październik 2011, psiA-Consult

- [7] Próby praktyczne Calmmoon Rail, Punkt pomiarowy Gau-Algesheim/Niemcy, Raport z badań, grudzień 2011, psiA-Consult
- [8] Raport 02-01319, Elementy dźwiękochłonne na szynkach szyn (SSA) Calmmoon Rail, Ustalenie stopnia wytłumienia, Prose AG
- [9] Standard Deutsche Bahn DBS 918 290 Tłumiki szynowe, 01.12.2017
- [10] Standard Deutsche Bahn DBS 918 291 Osłony dźwiękochłonne szyn, 15.04.2018

Dr inż. nauk techn. Günther Koller (56) – Studium Inżynierii Budowlanej i Rada Doktorów Nauk Technicznych na Uniwersytecie Technicznym w Wiedniu do 1994 roku. Kierownik projektów Mosty/Trasy podziemne/Budownictwo kolejowe (1994 -2000) w firmie Porr AG, Nadzorowanie prac budowlanych w sektorze energetycznym i budowy mostów (2000-2002) w firmie Strabag AG, kierownik projektów i kierownik działu technologii kolejowych (2002-2005) w firmie Rhomberg Bau. Niezależny doradca technologiczny i Business Developer (od 2006 roku) działający przy koocoo technology & consulting GmbH

Adres:

koocoo technology & consulting GmbH,
St.-Veit Gasse 28/1/5, 1130 Wiedeń, Austria

E-mail: gunther.koller@koocoo.eu

reklama

Dziękujemy
że myślicie o
jakości
naszego życia!

Calmmoon Rail
ochrona główki
szyny SSA

State of the Art
TECHNIKA KOLEJOWA

Niemieckie badania (BImSchV/Schall03) potwierdzają najwyższy współczynnik redukcji hałasu dla główki szyny

Testy torowe w 2012 roku potwierdziły 50% redukcję hałasu i 35% niższe koszty niż konkurencja

Zainstalowano na ponad 80 km torów w Niemczech

SEKISUI

SEKISUI CHEMICAL GmbH
Königsallee 106 • D-40215 Düsseldorf
T: +49-(0)211-36977-0
E-Mail: contact@sekisui-rail.com
www.sekisui-rail.com