

Słowa kluczowe: transport szynowy,
infrastruktura,
ekologia

dr inż. Jacek Makuch
Politechnika Wrocławska
Instytut Inżynierii Lądowej
Zakład Infrastruktury Transportu Szynowego

MATY WIBROIZOLACYJNE WE WROCŁAWSKICH TORACH TRAMWAJOWYCH

Streszczenie

W bieżącym roku mija osiem lat od rozpoczęcia stosowania we Wrocławiu mat wibroizolacyjnych w torach tramwajowych. Referat jest próbą podsumowania pionierskiego okresu stosowania opisywanego rozwiązania. Dokonano w nim przeglądu dotychczasowych sześciu wdrożeń, oceniono poprawność ich funkcjonowania, przeanalizowano problemy jakie pojawiły się przy projektowaniu i realizacji, a w podsumowaniu sformułowano wnioski co do możliwych kolejnych zastosowań rozwiązania tego typu.

1. Wstęp

Podstawowymi problemami jakie dotknęły dziedzinę transportu w drugiej połowie ubiegłego wieku były zatłoczenie motoryzacyjne oraz kryzys paliwowy. Problemy te spowodowały poszukiwanie bardziej ekologicznych form transportu. Jednym z takich środków okazał się być klasyczny tramwaj, który po okresie likwidacji przeżywa po dziś dzień swój wielki renesans. Tramwaje postrzegane są jako pojazdy ekologiczne, gdyż nie emitują zanieczyszczeń oraz hałasu wywołanych pracą silnika spalinowego, ponadto dzięki małemu oporowi toczenia się stalowego koła po stalowej szynie oraz wysokiej sprawności napędów opartych na silnikach elektrycznych korzystny jest w przypadku tramwajów stosunek zużycia energii do przewiezienia jednego pasażera na jednostkowym odcinku trasy.

Niestety przejazdom tramwajów po klasycznych torach towarzyszy większa niż w przypadku konkurencyjnej komunikacji autobusowej emisja drgań do otoczenia, co jest szczególnie uciążliwe dla mieszkańców budynków położonych bezpośrednio przy linii tramwajowej. Dlatego aby tramwaj mógł być w pełni postrzegany jako środek ekologiczny, konieczne jest w takich przypadkach wprowadzenie dodatkowych elementów wibroizolacyjnych do konstrukcji toru tramwajowego.

W torze tramwajowym na podkładach i podsypce wibroizolację zapewniały tłumiące własności drewna i tłucznia. Zastąpienie podkładów drewnianych

strunobetonowymi wymusiło przeniesienie funkcji wibroizolacyjnych do podparcia i przytwierdzenia szyny, z kolei coraz powszechniejsze stosowanie bezpodсыpkowych torów tramwajowych w miastach (z podbudową z betonu cementowego) spowodowało konieczność umieszczania dodatkowej warstwy wibroizolacyjnej w postaci elastycznej maty podtorowej na styku podbudowy i podłoża. Podobna mata jest również stosowana w przypadku torów podсыpkowych, jeśli tłumienie warstwy tłucznia okazuje się być niewystarczające. Opisane powyżej rozwiązania nie zostały opracowane specjalnie dla komunikacji tramwajowej, lecz zostały zaadaptowane z kolei. Jednakże ze względu na mniejsze naciski osi oraz prędkości tramwajów, w torach przeznaczonych dla nich wykorzystuje się maty o mniejszych sztywnościach.

Obecna oferta producentów torowych mat wibroizolacyjnych jest bardzo różnorodna: różne są zarówno tworzywa (kautczuk naturalny albo syntetyczny, poliuretan, wełna mineralna, korek) jak i ich forma (jednorodne albo kompozyty) oraz kształt (pełne, z pustkami powietrznymi otwartymi albo zamkniętymi, granulaty spojone albo obłożone płaszczem).

W Polsce pierwsze zastosowania mat wibroizolacyjnych w torach tramwajowych miały miejsce w Krakowie (ul. Starowiślna i Lubicz - 1988) [1] oraz w Chorzowie (ul. Wolności - 1995) [2], kolejne - między innymi w Warszawie, Wrocławiu i Poznaniu. W niniejszym referacie przedstawiono dotychczasowe realizacje wrocławskie.

2. Tor w ul. Karkonoskiej

W roku 1999 we Wrocławiu miała miejsce gruntowna przebudowa ul. Karkonoskiej wraz z biegnącą wzdłuż niej linią tramwajową. Na odcinku pomiędzy ulicami Letnią i Wiosenną, ze względu na bliskie sąsiedztwo budynków Polskiego Radia oraz domków jednorodzinnych, zastosowano tory wydzielone o konstrukcji bezpodсыpkowej - na podbudowie betonowej obłożonej po bokach pionowymi wkładkami z granulatu gumowego, z szynami rowkowymi obłożonymi wkładkami gumowymi, z zabudową asfaltobetonową oraz z kostki (w strefie przyszynowej).



Fot. 1. Maty wibroizolacyjne z granulatu gumowego wykonane na budowie (z lewej) i po wbudowaniu w podtorze (z prawej)

Głównym elementem wibroizolacyjnym w tym rozwiązaniu były okołoszynowe wkładki elastyczne (dwie boczne wypełniające komory szynowe i jedna od spodu), jednakże godny odnotowania jest fakt, iż po raz pierwszy we Wrocławiu zastosowano w podtorzu element w postaci maty wibroizolacyjnej - na pionowym styku warstwy podbudowy dolnej i wzmocnionego podłoża z korytem torowiska, którego zadaniem

było tłumienie poprzecznych drgań transmitowanych od toru do otoczenia trasy. Maty te zostały wykonane na budowie (fot.1) z granulatu gumowego sklejonego klejem poliuretanowym i posiadały w przekroju kształt prostokąta o wymiarach 30 x 3,5 cm. Zastosowano je po obu stronach koryta dwutorowej linii tramwajowej, na odcinku o długości ok. 180 m.

3. Tor w ul. Jedności Narodowej

W latach 2003-04 przeprowadzono we Wrocławiu remont ul. Jedności Narodowej na odcinku od ul. Oleśnickiej do mostów Warszawskich wraz z znajdującymi się w niej torami tramwajowymi. Ulica ta posiada jezdnię o szerokości 12 m z wbudowanymi osiowo torami tramwajowymi, obustronne chodniki o szerokościach 5 oraz obustronną zabudowę w postaci kamienic sprzed 100 - 150 lat. Na przeważającej długości ulicy linia zabudowy znajduje się w odległości 10 m od osi toru tramwajowego.

W ramach przeprowadzonego remontu, na odcinkach poza węzłami rozjazdowymi (na skrzyżowaniach z ulicami Słowiańska i Nowowiejską) zastosowano tor węgierski na podbudowach z betonów asfaltowego i cementowego, z matą wibroizolacyjną umieszczoną pomiędzy żelbetowymi płytami nawierzchni torowej, a asfaltobetonową podbudową górną. Jako matę zastosowano płyty o wymiarach 70 x 64 x 2 cm z pełnej gumy, posiadające od spodu okrągłe wydrążenia o średnicy 5 cm i głębokości 1 cm, w rozstawie co 10 cm wzdłuż i w poprzek (fot.2).

W opisanej technologii wykonano łącznie ok. 1 km tramwajowego toru podwójnego.



Fot. 2. Maty wibroizolacyjne z pełnej gumy z okrągłymi wydrążeniami umieszczone pod płytami toru węgierskiego

4. Węzeł rozjazdowy na skrzyżowaniu ul. Sienkiewicza i Wyszyńskiego

W roku 2005 przeprowadzono we Wrocławiu remont ul. Sienkiewicza na odcinku od ul. Matejki do ul. Suchardy wraz z znajdującymi się w niej torami tramwajowymi. Na długości remontowanych torów znalazły się dwa węzły rozjazdowe: pierwszy, przebudowany w okresie lata - na skrzyżowaniu z ul. Wyszyńskiego i drugi, przebudowany jesienią - na skrzyżowaniu z ul. Piastowską. W obu przypadkach w podtorzu zastosowano maty wibroizolacyjne.

Skrzyżowanie ul. Sienkiewicza i Wyszyńskiego posiada torowiska wydzielone, umieszczone w pasach rozdziału jezdni w przeciwnych kierunkach i sąsiaduje swym

południowo-zachodnim rogiem z ogrodem botanicznym, natomiast na pozostałych trzech rogach skrzyżowania znajdują się budynki mieszkalne oddalone od osi torów na odległości od 15 do 25 m. Zaprojektowany na tym skrzyżowaniu węzeł rozjazdowy (trójkątny pełny) składa się z trzech rozjazdów dwutorowych pojedynczych, co daje w sumie 12 półzwrotnic i 18 krzyżownic.

W ramach przeprowadzonego remontu zastosowano zabudowany tor bezpodsypekowy na podbudowie z betonu cementowego, z szynami rowkowymi na podporach punktowych (podkładki żebrowe PT180 z łapkami skl12, z elastomerową przekładką podszynową i podpodkładowym podlewem poliuretanowym, kotwione do podbudowy betonowej śrubami na klej epoksydowy) i podlewie bitumicznym pomiędzy podporami, z wypełnieniem komór szynowych wkładkami betonowymi i zabudową z asfaltobetonu albo kostki betonowej (poza pasami ruchu kołowego), z wypełnieniem szczelin przyszynowych masą zalewową.

Matę wibroizolacyjną ułożono pod spodem i po bokach podbudowy betonowej każdego z torów (fot.3), tak aby sąsiadowała od spodu z betonem wyrównawczym o grubości 10 cm zbrojonym siatką stalową i ułożonym na zagęszczonym podłożu, natomiast po bokach z betonowym wypełnieniem międzytorzy albo z kruszywami podbudów drogowych. Jako matę zastosowano granulat gumowy z pustkami powietrznymi obłożony i zawulkanizowany płaszczem gumowym. Maty w zależności od miejsca zastosowania miały różne wymiary długości i szerokości, natomiast grubość wynoszącą 2 cm. Niestety granulat wewnątrz mat nie był na tyle stabilny, aby w wyniku wbudowania nie spowodować zmiany ich grubości, dlatego po ułożeniu mat widoczne były gołym okiem wybrzuszenia i zapadnięcia ich górnej powierzchni.

W opisanej technologii wykonano tory nie tylko samego węzła rozjazdowego, ale i dojazdów do niego, co dało łącznie ok. 0,5 km tramwajowego toru podwójnego.



Fot. 3. Maty wibroizolacyjne z granulatu obłożonego płaszczem gumowym tworzące koryto pod i po bokach podbudowy toru z betonu cementowego

5. Węzeł rozjazdowy na skrzyżowaniu ul. Sienkiewicza i Piastowskiej

Skrzyżowanie ul. Sienkiewicza i Piastowskiej posiada torowiska niewydzielone z ruchu kołowego, umieszczone w osiach krzyżujących się ulic. Na każdym z czterech rogów skrzyżowania znajdują się mieszkalne kamienice sprzed 100 - 150 lat, z tym że na obu rogach zachodnich ze względu na skwer i pas zieleni są one bardziej oddalone od osi torów, natomiast na obu wschodnich - przybliżają się na odległości 10 i 4,5 m. Zaprojektowany na tym skrzyżowaniu węzeł rozjazdowy (gwiazda, 2/4) składa się z jednego skrzyżowania torów podwójnych oraz czterech rozjazdów dwutorowych

pojedynczych, co daje w sumie 16 półwrotnic i 40 krzyżownic (szczególnie uciążliwych dla mieszkańców pobliskich budynków). Na życzenie inwestora projektant przygotował cztery warianty zakresu wykorzystania mat wibroizolacyjnych (tabela 1). Koszt samych mat dla przedstawionych wariantów pozostawał w stosunku jak 1 : 7 : 12 : 21. Ostatecznie inwestor wybrał najpełniejszy wariant 4, gdyż okazało się że koszt mat i tak stanowi niewielki ułamek wartości całej inwestycji.

Tabela 1

Wariant	Mata wibroizolacyjna umieszczona:	Powierzchnia mat [m ²]
1	- tylko w skrzyżowaniu torów	55
2	- jak wyżej plus krzyżownice w rozjazdach	375
3	- jak wyżej plus półwrotnice	648
4	- w torach całego węzła	1147

W ramach przeprowadzonego remontu zastosowano zabudowany tor bezpodsypekowy na podbudowie z betonu cementowego, z szynami rowkowymi podpartymi w sposób ciągły na poliuretanowym podlewie, z punktowym przytwierdzeniem (łapki Łp3 z blaszanymi podkładkami kotwione do podbudowy betonowej śrubami na klej epoksydowy), z wypełnieniem komór szynowych i obłożeniem bloków krzyżownic, półwrotnic oraz poprzeczek torowych elastycznymi wkładkami gumowymi, z zabudową asfaltobetonową i taśmami bitumiczno-kauczukowymi na styku główki szyny i zabudowy drogowej.

W projekcie przewidziano ułożenie maty wibroizolacyjnej pod spodem i po bokach podbudowy betonowej torów, tak aby sąsiadowała ona od spodu z betonem wyrównawczym o grubości 5 cm ułożonym na warstwach kruszyw (kliniec i pospółka), natomiast po bokach z betonowymi oporami o szerokości 20 cm.

Jako matę (fot.4) zastosowano płyty analogiczne jak w opisanym powyżej remoncie torów na ul. Jedności Narodowej (maty o grubości 2 cm z pełnej gumy z okrągłymi wydrążeniami od spodu). W przypadku wibroizolacji pionowej:

- układano maty wydrążeniami do środka, co spowodowało, że po wylaniu podbudowy betonowej wypełniła ona również owe wydrążenia (fot.5),
- w niektórych miejscach węzła zastosowano inny typ mat - z granulatu gumowego spojonego klejem poliuretanowym (fot.6),



Fot. 4. Maty wibroizolacyjne z pełnej gumy z okrągłymi wydrążeniami tworzące koryto pod i po bokach podbudowy toru z betonu cementowego



Fot. 5. Beton wypełniający wydrążenia mat wibroizolacyjnych



Fot. 6. Maty z granulatu gumowego i ich zniszczenie spowodowane brakiem betonowych oporów bocznych

- zaniechano wykonania przewidzianych w projekcie betonowych oporów bocznych, co spowodowało znaczne zniszczenia mat przed ich zabudowaniem (fot.6).

6. Tor w ul. Grodzkiej

W roku 2006 przeprowadzono we Wrocławiu remont ul. Grodzkiej. Ulica ta posiada jedną jezdnię z wbudowanym w jej osi pojedynczym torem tramwajowym w jednym kierunku. Wzdłuż ulicy, po północnej jej stronie znajduje się rzeka Odra, natomiast po południowej - budynki Uniwersytetu Wrocławskiego (z Aulą Leopoldina), Ossolineum oraz Akademii Medycznej (z laboratoriami wydziału farmacji) oddalone od osi toru tramwajowego na odległość miejscami jedynie 7,2 m.

W ramach przeprowadzonego remontu, na odcinkach poza węzłami rozjazdowymi (wjazd na most Uniwersytecki, wyjazd z ul. Szewskiej) zastosowano rozwiązanie analogiczne jak w opisanym powyżej remoncie torów na ul. Jedności Narodowej (tor węgierski na macie wibroizolacyjnej i podbudowach z betonów asfaltowego i cementowego) z tą tylko różnicą, że zamiast mat z pełnej gumy z okrągłymi wydrążeniami zastosowano maty z granulatu gumowego spojenego klejem poliuretanowym o grubości 2 cm (fot.7).

W opisaney technologii wykonano łącznie ok. 0,5 km tramwajowego toru pojedynczego.



Fot. 7. Maty wibroizolacyjne z granulatu gumowego umieszczone pod płytami toru węgierskiego

7. Węzeł rozjazdowy na pl. Powstańców Wielkopolskich

W bieżącym roku (2007) prowadzona jest przebudowa pl. Powstańców Wlkp. we Wrocławiu, wraz z znajdującymi się na nim torami tramwajowymi. Na placu tym zaprojektowano duży węzeł przesiadkowy komunikacji zbiorowej, ze wspólnymi jezdniami i przystankami tramwajowo-autobusowymi wzdłuż pierzei południowej i północnej oraz stanowiska postojowe z przystankami dla tramwajów linii 0 (ze względu na planowane przeniesienie pętli tej linii z pl. Staszica) na wydzielonym i zabudowanym torowisku wzdłuż pierzei południowo-zachodniej. Tory w ulicach Trzebnickiej, Chrobrego i Ołbińskiej zaprojektowano jako niewydzielone z ruchu kołowego, zabudowane w ich osiach (tak jak przed przebudową). Wzdłuż pierzei południowej i zachodniej placu znajdują się kamienice sprzed 100 - 150 lat, a wzdłuż wschodniej - szpital MSWiA również z tego okresu. Budynki te są oddalone miejscami jedynie 5,3 m od projektowanych osi torów. Na placu zaprojektowano bardzo skomplikowany układ torowy zawierający w sumie 46 półzwrotnic i 77 krzyżownic. Maty wibroizolacyjne przewidziano zastosować jedynie w rozjazdach i skrzyżowaniach torów.

W ramach prowadzonego remontu wykonywany jest zabudowany tor bezpodsypekowy na podbudowie z betonu cementowego, z szynami rowkowymi na podporach punktowych (podkładki żebrowe PT180 z łapkami skł12, z elastomerową przekładką podszynową i podpodkładowym podlewem poliuretanowym, kotwione do podbudowy betonowej śrubami na klej epoksydowy) i piance poliuretanowej pomiędzy podporami, z wypełnieniem komór szynowych i obłożeniem bloków krzyżownic, półzwrotnic oraz poprzeczek torowych elastycznymi wkładkami gumowymi, z zabudową z asfaltobetonu albo kostki kamiennej (poza pasami ruchu kołowego), z wypełnieniem szczelin przyszynowych masą zalewową.

W projekcie przewidziano ułożenie maty wibroizolacyjnej pod spodem i po bokach podbudowy betonowej rozjazdów i skrzyżowań torów, tak aby sąsiadowała ona od spodu z betonem wyrównawczym o grubości 3,5 cm ułożonym na kłińcu, natomiast po bokach z betonowymi oporami o szerokości 20 cm. Według przedmiaru projektu potrzebne jest ułożenie ok. 1,5 tys. m² maty wibroizolacyjnej.

Jako maty (fot.8) układane są płyty analogiczne jak w opisanych powyżej remontach torów na ul. Jedności Narodowej i skrzyżowaniu ul. Sienkiewicza i Piastowskiej (maty o grubości 2 cm z pełnej gumy z okrągłymi wydrążeniami od

spodu). Podobnie jak na ul. Sienkiewicza, w przypadku wibroizolacji pionowej maty układane są wydrążeniami do środka (po wylaniu podbudowy betonowej wypełnia ona również owe wydrążenia) oraz nie wykonuje się przewidzianych w projekcie betonowych oporów bocznych.



Fot. 8. Maty wibroizolacyjne z pełnej gumy z okrągłymi wydrążeniami umieszczone pod i po bokach podbudowy rozjazdu z betonu cementowego

8. Podsumowanie

Dokonany w referacie przegląd dotychczasowych zastosowań mat wibroizolacyjnych we wrocławskich torach tramwajowych skłania do szerszej analizy co najmniej trzech następujących zagadnień:

- racjonalnego (optymalnego) zakresu stosowania mat wibroizolacyjnych w torach tramwajowych,
- poprawności "kompozycji" samych mat jak i konstrukcji torów z ich zastosowaniem,
- jakości wykonania zarówno mat jak i torów z ich zastosowaniem.

W odniesieniu do pierwszego z określonych zagadnień, wrocławskie realizacje są potwierdzeniem zasad postulujących stosowanie mat wibroizolacyjnych w torach tramwajowych w przypadku sąsiedztwa:

- obiektów wymagających szczególnej ochrony wibroakustycznej (budynek radia, ogród botaniczny, zabytek, aula, biblioteka, laboratorium, szpital),
- zwykłych budynków, w których przebywają ludzie, ale położonych bezpośrednio przy torze tramwajowym.

Przykłady realizacji z innych miast rozszerzają powyższą grupę przypadków wymagających zastosowania mat wibroizolacyjnych o:

- tory tramwajowe w tunelu, na moście, wiadukcie albo estakadzie (szczególnie o konstrukcji stalowej), nad przejściem podziemnym (albo innym obiektem podziemnym, w którym przebywają ludzie).

W przypadku budynków sąsiadujących z torem, problemem jest ustalenie granicznej odległości wzajemnego ich oddalenia wymagającej ułożenia w torze maty wibroizolacyjnej, albo czy w ogóle można taką odległość określić (ze względu na różne warunki gruntowe oraz różne sposoby posadowienia budynków). W przeciwnym razie należałoby opierać się na pomiarach lub obserwacji drgań w budynkach sprzed remontu

(co byłoby niewykonalne, w przypadku budowy zupełnie nowych linii tramwajowych). Odwołując się do doświadczeń zagranicznych, w Bordeaux we Francji podczas pierwszej fazy budowy nowej sieci tramwajowej zakończonej w 2003 roku przyjęto zasadę, że sąsiedztwo budynku mniejsze niż 12 m wymaga ułożenia szyny w elastycznej otulinie, natomiast mniejsze niż 7 m - dodatkowo maty wibroizolacyjnej pod podbudową [3].

Innego rodzaju problemem jest odpowiedź na pytanie: czy stosowanie mat wibroizolacyjnych w torach tramwajowych można ograniczyć jedynie do rozjazdów i skrzyżowań torów (tak jak to zrobiono na pl. Powstańców Wlkp. we Wrocławiu), gdyż w miejscach tych (ze względu na krzyżownice) występują znacznie większe uderzenia dynamiczne na styku koła i szyny, niż na odcinkach poza nimi. Na marginesie warto jednak zauważyć, że w przypadku wrocławskich remontów ul. Jedności Narodowej i Grodzkiej postąpiono dokładnie na odwrót.

W odniesieniu do drugiego z określonych zagadnień, wątpliwości budzić mogą własności wibroizolacyjne stosowanych we Wrocławiu mat z pełnej gumy z okrągłymi wydrążeniami. Są one pochodnymi płyt "Wowibroizol A-1" oraz "Adpata-1 i 2" będącymi efektem prac Instytutu Mechaniki i Wibroakustyki AGH w Krakowie nad opracowaniem systemów wibroizolacji torowisk kolejowych i tramwajowych [1]. Guma jako materiał posiadający współczynnik Poissona zbliżony do 0,5 będzie wykazywać własności elastyczne tylko, jeśli przy ściskaniu w zadanym kierunku umożliwimy jej powiększenie wymiaru poprzecznego (pęcznienie gumy), dlatego właśnie analizowane płyty posiadają tzw. "pustki powietrzne" w postaci okrągłych wydrążeń od spodu sięgających połowy wysokości płyt. Jednakże wymiary owych pustek powietrznych (średnica i rozstaw) w porównaniu z zagranicznymi wyrobami tego samego typu, albo też analogicznymi elementami wibroizolacyjnymi wykorzystywanymi w innych dziedzinach budownictwa (np. podkładki pod płyty stropowe) są kilkukrotnie większe, czego efektem jest również kilkukrotnie większa sztywność analizowanych płyt. Co prawda badania IMiW AGH wykazały ograniczenie oddziaływań dynamicznych o 60 % [1] w wyniku zastosowania analizowanych płyt, jednakże w badaniach tych porównywano drgania dla toru nowozbudowanego i toru sprzed modernizacji, a należałoby porównywać dwa tory nowozbudowane: jeden z zastosowaniem płyt, a drugi bez.

Kolejna wątpliwość dotycząca tego samego zagadnienia, to pytanie o poprawność konstrukcyjną miejsca umieszczania maty wibroizolacyjnej w torze węgierskim - bezpośrednio pod żelbetową płytą nawierzchni torowej. Pojawia się ona 30 cm wyżej, niż w torach z szynami rowkowymi i podbudową z betonu cementowego, przez co odsprężynowana zostaje znacznie mniejsza masa toru. Ponadto w torze węgierskim płyty nie są dyblowane wzdłuż toru - rozwiązanie takie pozostaje stabilne jeśli płyty spoczywają na warstwie uwalowanego asfaltobetonu. Czy będą zachowywać się tak samo na elastycznej macie? Czy nie wywoła to dodatkowego hałasu przy przejeździe pojazdów kołowych po takich płytach (efekt najeżdżania koła na próg)? Czy nie obniży to trwałości szyn blokowych nad stykami płyt (nacisk kół tramwajowych na szyny podparte w sposób nieciągły)? Ostatnie z opisanych wątpliwości, mogą nie dotyczyć torów w ul. Jedności Narodowej, gdyż jak wykazano w poprzednim akapicie zastosowana tam mata wibroizolacyjna jest zbyt sztywna.

Inne wątpliwości dotyczące poprawności konstrukcyjnej to:

- widoczne na fot.8 stalowe gwoździe do przymocowania bocznych mat - czy nie spowodują one efektu mostka akustycznego? (w projekcie nie przewidziano w ogóle takiego mocowania),
- widoczne na fot.5 wypełnienie pustek powietrznych maty betonem (brak możliwości pęcznienia gumy),

- niepełny zakres wibroizolacji (na ul. Karkonoskiej - tylko w pionie, na ul. Jedności Narodowej i Grodzkiej - tylko w poziomie).

Na zakończenie rozważań dotyczących poprawności konstrukcyjnej należy podkreślić, że doboru odpowiedniej maty wibroizolacyjnej nie należy rozpatrywać w oderwaniu od innych elementów wibroizolacyjnych zastosowanych w torze (najczęściej w podparciu i zamocowaniu szyny). Pozostawianie swobody wyboru tych elementów wykonawcy robót może skutkować doбором najtańszych, nie współpracujących ze sobą w sposób właściwy materiałów. Najkorzystniejszym rozwiązaniem wydaje się być powierzenie tego zadania renomowanemu dostawcy systemów torowych, który jest w stanie zaoferować optymalne rozwiązanie, sprawdzone w innych zastosowaniach i posiadające aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę w zakresie nawierzchni szynowych (IBDiM albo CNTK).

W odniesieniu do trzeciego z określonych zagadnień opisane wrocławskie zastosowania zawierają przykłady zarówno niskiej jakości wykonania samych mat wibroizolacyjnych (brak wystarczającego spojenia granulatu mat zastosowanych na skrzyżowaniu ul. Sienkiewicza i Wyszyńskiego) jak i ich wbudowania (zniszczenie mat na skrzyżowaniu ul. Sienkiewicza i Piastowskiej). Receptą na te problemy może być określenie przez inwestora albo projektanta wymogu stosowania jedynie materiałów posiadających wspomniane już aprobaty techniczne, a w trakcie budowy zapewnienia wykwalifikowanego nadzoru.

Niekorzystnym zjawiskiem jest natomiast wymóg stawiany niekiedy przez inwestorów projektantom, aby w specyfikacjach technicznych określili szczegółowo parametry mat wibroizolacyjnych oraz zasady ich wbudowania, gdyż ze względu na duże zróżnicowanie dostępnych na rynku produktów, ogranicza to dość skutecznie zakres możliwych do zastosowania rozwiązań i promuje najczęściej jeden wyrób jednej tylko firmy. Dlatego korzystniej jest poprzestać na umieszczeniu w dokumentacji projektowej postulowanego już wymogu stosowania materiałów posiadających aprobatę wraz z zapewnieniem wykwalifikowanego nadzoru.

Literatura

- [1] ADAMCZYK J., TARGOSZ J.: *Ograniczenie oddziaływań dynamicznych od pojazdów szynowych na otoczenie*, II krajowe seminarium: Oddziaływanie hałasów pojazdów szynowych na środowisko, Warszawa październik 1994, str. 20-26.
- [2] KŁOSEK K.: *Nowe rozwiązania nawierzchni tramwajowej w aglomeracji górnośląskiej*, Sympozjum Naukowo-Techniczne: Racjonalne wykorzystanie infrastruktury szynowej, Kraków-Zakopane 1995, str. 195-204.
- [3] RABSZTYN M., DEMBOWSKI M.: *Tramwaje w Bordeaux zasilane z trzeciej szyny*, Technika Transportu Szynowego 2004/4, str. 56-59.