

Oddziaływanie akustyczne ruchu tramwajowego – przykłady pomiarów i analiz cz. II

Utworzono: wtorek, 12, październik 2010 00:00 Maciej Hałucha, Sebastian Biernacki, Janusz Bohatkiewicz



Oddziaływanie akustyczne linii

tramwajowych na wnętrza budynków omówiono na podstawie wyników pomiarów akustycznych wykonanych w ramach opracowania pn.: „Pomiary hałasu od ruchu tramwajowego oddziałującego na wybrane budynki na ul. Nowowiejskiej w Warszawie” [9]. Pomiary te wykonano zgodnie z metodyką określoną w Polskiej Normie PN-87/B-02156 „Akustyka Budowlana. Metody pomiaru poziomu dźwięku A w budynkach” [4].

Oddziaływanie akustyczne wybranych linii tramwajowych na wnętrza budynków

W czasie wykonywania pomiarów hałasu po analizowanej linii zlokalizowanej w ciągu ul. Nowowiejskiej w Warszawie odbywał się ruch tramwajów zgodny z obowiązującym rozkładem jazdy. Możliwe zatem było określenie poziomu hałasu dla najbardziej niekorzystnych 8 godzin pory dziennej i najbardziej niekorzystnej $\frac{1}{2}$ godziny w porze nocy. Wyniki pomiarów można zatem bezpośrednio porównywać z wartościami dopuszczalnymi określonymi w Polskiej Normie PN-87/B-02151/02 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach” [5]. Należy natomiast zaznaczyć, iż pomiarów hałasu nie wykonywano od godz. 23:30 do godz. 5:00 z uwagi na fakt, iż w tym czasie nie odbywał się ruch tramwajowy po analizowanym odcinku linii – nie było zatem uzasadnione prowadzenie pomiarów akustycznych w tym czasie, ponieważ najbardziej niekorzystne $\frac{1}{2}$ godziny pod względem oddziaływania akustycznego w porze nocy nie występowało w tym okresie czasu. Pomiary równoważnego poziomu dźwięku wykonano wewnątrz dwóch lokali (mieszkań) w budynkach mieszkalnych zlokalizowanych od strony badanego torowiska: przy ul. Nowowiejskiej 1/3 i przy ul. Nowowiejskiej 12/18. Zgodnie z warunkami określonymi w Polskiej Normie [4] w każdym badanym

Oddziaływanie akustyczne ruchu tramwajowego – przykłady pomiarów i analiz cz. II

Utworzono: wtorek, 12, październik 2010 00:00 Maciej Hałucha, Sebastian Biernacki, Janusz Bohatkiewicz

~~pomieszczeniu zlokalizowano po trzy punkty pomiarowe (fot. 3). Mikrofony~~
umieszczone były na statywach, na wysokości 1,2 m nad poziomem podłogi w odległości większej niż 1 m od ścian oraz większej niż 1,5 m od okien. Mikrofony pomiarowe ustawione były pionowo (skierowane membraną ku górze).

W czasie wykonywania pomiaru wszystkie drzwi i okna w badanych pomieszczeniach były zamknięte i nie przebywały w nich żadne osoby. Wszystkie urządzenia będące źródłami dźwięku, które mogły zakłócać pomiary zostały wyłączone. Pomieszczenia pomiarowe były umeblowane zgodnie z ich przeznaczeniem.



W tabl. 4 przedstawiono wyniki pomiarów hałasu wykonanych wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych analizowanych budynków (ul. Nowowiejska 1/3 oraz ul. Nowowiejska 12/18). Zgodnie z Polską Normą [4] wyniki pomiarów przedstawiono zaokrąglone do całych wartości dB, dla czasu odniesienia równego 8 najbardziej niekorzystnym godzinom pory dnia oraz $\frac{1}{2}$ najbardziej niekorzystnej godziny pory nocnej.

Adres budynku	Wartość równoważnego poziomu dźwięku A dla czasu odniesienia równego najbardziej niekorzystnym 8 godzinom pory dziennej [dB]	Wartość równoważnego poziomu dźwięku A dla czasu odniesienia równego najbardziej niekorzystnej 1/2 godziny pory nocnej [dB]
Ul. Nowowiejska 1/3	27	28
Ul. Nowowiejska 12/18	27	24

Analizując wyniki pomiarów hałasu wykonanych w dwóch wybranych budynkach mieszkalnych zlokalizowanych przy ul. Nowowiejskiej w Warszawie należy stwierdzić, iż poziom dźwięku wewnątrz pomieszczeń przyjmuje w obu przypadkach niskie wartości (27 dB w porze dnia i 28 dB w porze nocy w mieszkaniu przy ul. Nowowiejskiej 1/3 oraz 27 dB dla pory dnia i 24 dB dla pory nocy w mieszkaniu przy ul. Nowowiejskiej 12/18). Wyniki tych pomiarów można bezpośrednio porównywać z wartościami dopuszczalnymi z uwagi na fakt, iż były one wykonywane w całym (normowym) przedziale czasu, w którym zgodnie z rozkładem jazdy odbywał się ruch tramwajowy. Porównując zmierzone wartości poziomu dźwięku z wartościami dopuszczalnymi określonymi w Polskiej Normie [5] można stwierdzić, że w obydwu badanych mieszkaniach nie został przekroczony dopuszczalny poziom dźwięku dla pory dnia (40 dB) oraz pory nocy (30 dB). Można zatem stwierdzić, że w tym przypadku ruch tramwajowy nie jest uciążliwy pod względem oddziaływania akustycznego zarówno dla środowiska zewnętrznego (rozdział 2), jak i na wnętrza budynków.

Analiza wpływu zastosowania wybranych rozwiązań konstrukcyjnych

Oddziaływanie akustyczne ruchu tramwajowego – przykłady pomiarów i analiz cz. II

Utworzono: wtorek, 12, październik 2010 00:00 Maciej Hałucha, Sebastian Biernacki, Janusz Bohatkiewicz

torowiska na ul. Mickiewicza w Warszawie w zakresie oddziaływania akustycznego

Na stan klimatu akustycznego w sąsiedztwie linii tramwajowych mają również wpływ rozwiązania konstrukcyjne torowiska. Na podstawie wyników analiz akustycznych wykonanych w opracowaniu pn.: „Ekspertyza na temat ograniczenia hałasu i drgań od ruchu tramwajowego na ul. Mickiewicza i ul. Słowackiego w Warszawie” [7], wpływ zastosowania trzech różnych rozwiązań konstrukcyjnych torowiska na analizowanym odcinku linii tramwajowej, na warunki akustyczne. Pierwszym z analizowanych rozwiązań był system EBS (produkowany przez firmę TINES S.A.). Jest to bezpodsypekowy system konstrukcji nawierzchni szynowej. Szyny są przytwierdzone do pojedynczych betonowych bloków podporowych zabudowanych w prefabrykowanych gniazdach betonowych lub kompozytowych przy użyciu sprężystej masy zalewowej [10]. Dodatkowo, w rozwiązaniu tym zastosowana miała być zabudowa trawiasta wysoka (z trawą na poziomie nie przekraczającym główek szyn) oraz izolacja elektryczna szyn za pomocą profili przyszynowych z granulatu gumowego. Zastosowanie w konstrukcji torowiska izolacji szyn za pomocą profili z granulatu gumowego wpłynie na ograniczenie hałasu emitowanego przez ruch tramwajów o około 2 dB [7]. Dodatkowo zastosowanie powierzchni trawiastej o dużym współczynniku pochłaniania spowoduje dalszą poprawę stanu klimatu akustycznego związaną z pochłanianiem przez podłoże dźwięków emitowanych przez tabor tramwajowy. W sumie należy się spodziewać, przy zastosowaniu takich rozwiązań konstrukcyjnych, łącznej redukcji hałasu o około 4 dB.

Drugim rozwiązaniem konstrukcyjnym, analizowanym w ramach opracowania [7], jest system Rheda City, którego producentem jest firma RAIL ONE. Jest to konstrukcja bezpodsypkowa z zabudową trawiastą wysoką. Szyny rowkowe o profilu 60 R2 są, podobnie jak w poprzednim rozwiązaniu (EBS), izolowane elektrycznie za pomocą profili przyszynowych z granulatu gumowego, podpartych w sposób nieciągły z odstępem podpór szynowych 0,75 m. Rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w tym przypadku powinny spowodować podobną redukcję poziomu hałasu (około 4 dB) jak w przypadku systemu EBS.

Poniżej, na rys. 8 przedstawiono mapę imisji dźwięku po uwzględnieniu w modelu obliczeniowym redukcji hałasu wynikającej z zastosowania powyższych rozwiązań konstrukcyjnych. Obliczenia wykonano dla przypadku, w którym tramwaje poruszają się z prędkością 30 i 50 km/h.



Rys. 8. Mapa imisji dźwięku na terenach zlokalizowanych w sąsiedztwie linii

Oddziaływanie akustyczne ruchu tramwajowego – przykłady pomiarów i analiz cz. II

Utworzono: wtorek, 12, październik 2010 00:00 Maciej Hałucha, Sebastian Biernacki, Janusz Bohatkiewicz

tramwajowej
w ciągu ul. Adama Mickiewicza w Warszawie, stan prognozowany przy
uwzględnieniu zastosowania
rozwiązań konstrukcji nawierzchni szynowych w systemie EBS i Rheda City

Analizując wyniki obliczeń wykonanych w programie SoundPLAN, przy uwzględnieniu redukcji poziomu dźwięku wynikającej z zastosowania rozwiązań konstrukcyjnych w obu wyżej opisanych systemach, należy zaobserwować poprawę stanu klimatu akustycznego w stosunku do stanu istniejącego. W sytuacji, w której założono w modelu obliczeniowym, iż tramwaje poruszają się z prędkością 30 km/h w zasadzie nie zaobserwowano przekroczeń wartości dopuszczalnych zarówno dla pory dnia, jak i pory nocy. Wzrost prędkości tramwajów do 50 km/h powoduje nieznaczne pogorszenie warunków akustycznych w sąsiedztwie analizowanych budynków. W tym przypadku nie występują przekroczenia wartości dopuszczalnych w porze dnia, a w porze nocy izolinia dopuszczalnego poziomu dźwięku przebiega blisko elewacji frontowej analizowanych budynków. Przy zastosowaniu tego rodzaju rozwiązań konstrukcyjnych zaleca się ograniczenie prędkości tramwajów do 30 km/h w porze nocnej (od godz. 22:00 do godz. 6:00), w celu osiągnięcia większej poprawy klimatu akustycznego w sąsiedztwie analizowanych budynków przy ul. Mickiewicza – ze względu na brak ruchu tramwajów w porze nocy zalecenie to dotyczy tylko początku pory nocy. Należy natomiast zaznaczyć, iż wartości dopuszczalne będą zachowane również przy prędkości 50 km/h.

W ramach opracowania [7] analizowano jeszcze trzecie rozwiązanie konstrukcyjne, tj. system konstrukcji podsypkowej z zabudową tłuczniową i z wibroizolacyjną matą podtłuczniową. Koryto torowiska jest w tym przypadku utworzone przez masywny ekran wibroizolacyjny, który jest usytuowany po stronie budynków przyległych do torowiska tramwajowego oraz betonową płytą denną odizolowaną od ściany bocznej koryta przez matę wibroizolacyjną. Podkłady betonowe o ciężarze ok. 220 kg ułożone są w odstępach 0,75 m. Szyny mocowane do podkładów za pomocą przytwierdzeń typu SB3 z gumową przekładką podszynową. Torowisko jest zabudowane za pomocą warstwy tłucznia, a szyny są izolowane elektrycznie za pomocą gumowych profili podszynowych. Redukcja hałasu jaka jest możliwa do uzyskania przy zastosowaniu takich rozwiązań konstrukcyjnych będzie mniejsza niż w przypadku zastosowania dwóch pierwszych systemów (nie będzie występował efekt pochłaniania części dźwięku emitowanego z taboru tramwajowego). Natomiast w związku z zastosowaniem przyszynowych profili gumowych można się spodziewać redukcji poziomu hałasu o około 2 dB. Poniżej, na rys. 9 przedstawiono mapy emisji dźwięku po uwzględnieniu w modelu obliczeniowym redukcji hałasu wynikającej z zastosowania tego rozwiązania konstrukcyjnego. Podobnie jak dla poprzednich systemów torowiska, obliczenia wykonano dla prędkości ruchu tramwajów równej 30 km/h i 50 km/h.

Oddziaływanie akustyczne ruchu tramwajowego – przykłady pomiarów i analiz cz. II

Utworzono: wtorek, 12, październik 2010 00:00 Maciej Hałucha, Sebastian Biernacki, Janusz Bohatkiewicz



Rys. 9. Mapa emisji dźwięku na terenach zlokalizowanych w sąsiedztwie linii tramwajowej

w ciągu ul. Adama Mickiewicza w Warszawie, stan prognozowany przy uwzględnieniu zastosowania rozwiązań konstrukcji nawierzchni szynowych w systemie konstrukcji podsypkowej z zabudową tłuczniovą

Analizując wyniki obliczeń w programie SoundPLAN, przy uwzględnieniu redukcji hałasu wynikającej z zastosowania rozwiązań konstrukcyjnych proponowanych w ramach systemu konstrukcji podsypkowej z zabudową tłuczniovą, można zaobserwować poprawę stanu klimatu akustycznego w sąsiedztwie analizowanych budynków. Poprawa ta jest jednak mniejsza niż przy zastosowaniu dwóch pierwszych rozwiązań. W przypadku ruchu tramwajów z prędkością 30 km/h wartości dopuszczalne zarówno dla pory dnia, jak i pory nocy są jeszcze dotrzymane. Natomiast przy zwiększeniu prędkości do 50 km/h w porze dnia izolacja dopuszczalnego poziomu dźwięku (65 dB) zlokalizowana jest bardzo blisko elewacji frontowych analizowanych budynków, a w porze nocy zabudowa ta znajduje się w zasięgach oddziaływania hałasu o poziomie przekraczającym wartości dopuszczalne (55 dB).

Podsumowanie

W tym artykule przedstawiono, na podstawie przykładowych wyników pomiarów i obliczeń, w jaki sposób kształtuje się klimat akustyczny w sąsiedztwie wybranych linii tramwajowych zlokalizowanych w ciągu ul. Mickiewicza w Warszawie oraz ul. Kotlarskiej w Krakowie. Wyniki obliczeń akustycznych, realizowanych na zlecenie zarządców infrastruktury tramwajowej, wskazują że w sąsiedztwie obydwu ulic hałas tramwajowy nie jest w znaczący sposób uciążliwy dla środowiska zewnętrznego. Dodatkowo na przykładzie ul. Kotlarskiej zobrazowano jaki jest faktyczny udział hałasu pochodzącego tylko od ruchu tramwajów w ogóle hałasu komunikacyjnego – sytuacja występująca dosyć często w warunkach miejskich, kiedy linia tramwajowa jest zlokalizowana w ciągu ulicy, po której odbywa się znaczny ruch samochodowy. Omówiono również wpływ ruchu tramwajów na wnętrza budynków. Na podstawie wyników pomiarów hałasu, wykonanych w ramach opracowania [9] w dwóch wybranych lokalach mieszkalnych stwierdzono, że tramwaje poruszające się po torowisku zlokalizowanym w ciągu ul. Nowowiejskiej w Warszawie nie powodują przekroczeń dopuszczalnych poziomów hałasu wewnątrz badanych pomieszczeń. W obu przypadkach zmierzony poziom dźwięku był znacznie niższy od poziomów dopuszczalnych.

Dodatkowo przedstawiono w jaki sposób na oddziaływanie akustyczne pochodzące

Oddziaływanie akustyczne ruchu tramwajowego – przykłady pomiarów i analiz cz. II

Utworzono: wtorek, 12, październik 2010 00:00 Maciej Hałucha, Sebastian Biernacki, Janusz Bohatkiewicz

~~od ruchu tramwajowego, wpływają takie działania, jak zastosowanie odpowiednich~~ rozwiązań konstrukcyjnych torowiska czy ograniczenie prędkości tramwajów. Mogą to być jedyne możliwe do zrealizowania działania, które spowodują redukcję poziomu dźwięku, w przypadkach kiedy nie będzie możliwe zastosowanie innych środków ochrony przeciwdźwiękowej (np. odpowiednie oddalenie linii tramwajowej od zabudowy, wymiana taboru, zastosowanie ekranów akustycznych itp.). Na podstawie uzyskanych wyników analiz stwierdzono, że zastosowanie odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych torowisk tramwajowych może spowodować redukcję hałasu nawet do 4 dB.

mgr inż. Maciej Hałucha
mgr inż. Sebastian Biernacki
dr inż. Janusz Bohatkiewicz
EKKOM Sp. z o.o.

Materiał był prezentowany i publikowany w materiałach V Seminarium „Wpływ hałasu i drgań wywołanych eksploatacją transportu szynowego na budynki i ludzi w budynkach – Diagnostyka i zapobieganie – WIBROSZYN-2010” (Kraków, 9-10 września 2010 r.). Organizatorem Seminarium był Instytut Mechaniki Budowli Politechniki Krakowskiej.

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 października 2007 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz. U. Nr 192, poz. 1392).
- [2] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 120, poz. 826).
- [3] Polska Norma PN-EN ISO 3095:2005 (U) „Kolejnictwo. Akustyka. Pomiar hałasu emitowanego przez pojazdy szynowe”.
- [4] Polska Norma PN-87/B-02156 „Akustyka Budowlana. Metody pomiaru poziomu dźwięku A w budynkach”.
- [5] Polska Norma PN-87/B-02151/02 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach”.
- [6] Polska Norma PN-ISO 9613-2:2002. „Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania”.
- [7] „Ekspertyza na temat ograniczenia hałasu i drgań od ruchu tramwajowego na ul. Mickiewicza i ul. Słowackiego w Warszawie”, Konsorcjum: Politechnika Krakowska - Instytut Mechaniki Budowli, EKKOM Sp. z o.o., Kraków, maj 2010.
- [8] „Analiza w zakresie skuteczności ekranów akustycznych zlokalizowanych przy ul. Kotlarskiej w Krakowie oraz potrzeby zastosowania dodatkowych zabezpieczeń przeciwdźwiękowych”, EKKOM Sp. z o.o., Kraków, lipiec 2010 r.
- [9] „Pomiary hałasu od ruchu tramwajowego oddziałującego na wybrane budynki na ul. Nowowiejskiej w Warszawie”, EKKOM Sp. z o.o., Kraków, sierpień 2010.
- [10] www.tines.pl – 10.05.2010 r.

Oddziaływanie akustyczne ruchu tramwajowego – przykłady pomiarów i analiz cz. II

Utworzono: wtorek, 12, październik 2010 00:00 Maciej Hałucha, Sebastian Biernacki, Janusz Bohatkiewicz
