Badania poziomu hałasu podczas przejazdu samochodu przez przejazd kolejowo – drogowy – badania rozpoznawcze

JEL: Q01 DOI: 10.24136/atest.2019.060

Data zgłoszenia: 15.12.2018 Data akceptacji: 08.02.2019

Hałas komunikacyjny jest jednym z najbardziej uciążliwych czynników środowiskowych. Rozbudowa sieci dróg i autostrad jest przyczyną wzrostu jego emisji ze względu na wzmożony ruch pojazdów. Artykuł przedstawia wyniki pomiarów poziomu natężenia dźwięku emitowanego przez pojazd samochodowy pokonujący przejazd kolejowo – drogowy. Badania wykonano na skrzyżowaniu drogi kołowej z dwoma torami kolejowymi znajdującej się w Bolechowie. Poziom dźwięku mierzono miernikiem Brüel & Kjaer 2250 ustawionym na statywie na wysokości 1,6 m i odległości 1 metra od jezdni odwzorowując odbiór hałasu przez dorosłego człowieka.

Słowa kluczowe: hałas, hałas samochodu, przejazd przez torowisko.

Wstęp

Obecnie hałas uważany jest za jeden z najpoważniejszych problemów na świecie, co możemy dostrzec również w Polsce. W otoczeniu życia ludzi najbardziej uciążliwym źródłem hałasu jest komunikacja drogowa. Ucho ludzkie odbiera dźwięki w szerokim zakresie natężenia.

źródle emitującym tak wysokie natężenie hałasu może powodować stałe uszkodzenie słuchu. Przeciętne ucho ludzkie odbiera dźwięki o częstotliwości od 16 do 4000 Hz [12] i obejmuje 11 oktaf. Najlepiej słyszymy dźwięki z zakresu średnich częstotliwości od 1000 do 4000 Hz. Biorąc pod uwagę różne oddziaływanie hałasu na organizm, czyli różny stopień szkodliwości, hałasy słyszalne możemy podzielić na pięć grup:

- poniżej 35 dB – nieszkodliwe dla zdrowia, mogą być denerwujące lub przeszkadzać w pracy wymagającej skupienia
- 35-70 dB – wpływające na zmęczenie układu nerwowego człowieka, poważnie utrudniają zrozumiałość mowy, zasypianie, wypoczynek;
- 70-85 dB – wpływają na znaczne zmniejszenie wydajności pracy, mogą być szkodliwe dla zdrowia i powodować uszkodzenie słuchu;
- 85-130 dB – powodują liczne schorzenia organizmu ludzkiego, uniemożliwiają zrozumiałość mowy nawet z odległości 50cm;
- powyżej 130 dB – powodują trwałe uszkodzenia słuchu, wywołują pobudzenie do drgań organów wewnętrznych człowieka powodując ich schorzenia[12]

Tab. 1. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu emitowanego przez statki powietrzne i linie energetyczne, w odniesieniu do jednej doby [9]

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe ¹⁾		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		$L_{Aeq\ D}$ przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	$L_{Aeq\ N}$ przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	$L_{Aeq\ D}$ przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom dnia kolejno po sobie następującym	$L_{Aeq\ N}$ przedział czasu odniesienia równy 1 godzinie nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży ²⁾ c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	55	50	50	40
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe ²⁾ d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	60	50	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców ³⁾	65	55	55	45

Znaczna część terenu polski zagrożona jest ponadnormatywnym poziomem hałasu. Czynniki warunkujące poziom hałasu komunikacyjnego są natężenie i płynność ruchu, procentowy stosunek pojazdów ciężarowych w strumieniu pojazdów, prędkość strumienia pojazdów, usytuowanie drogi, rodzaj nawierzchni, infrastruktura drogowa, ukształtowanie terenu przez który przebiega dany odcinek drogi oraz rodzaj okolicznej zabudowy [10].

Rys. 1. Skala szkodliwości hałasu dla człowieka [12]

Przyjmuje się zakres od 0 do 120 decybeli. Większość ludzi przy progu 120 decybeli odczuwa ból a dłuższe przebywanie przy

W krajach Unii europejskiej obowiązuje dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku. Celem jej jest definiowanie podejścia do unikania, zapobiegania lub minimalizowania szkodliwych skutków narażenia ludzi na działanie hałasu. Określa metody oceny natężenia hałasu, wymaga sporządzania strategicznych map hałasu w określonym terminie dotyczących stanu za ubiegły rok. W przypadku wykroczenia poza normy określa plany działania mające na celu zmniejszenia emisji szkodliwego hałasu do środowiska [4].

Dyrektywa 2007/46/WE z dnia 5 września 2007 r. ustanawia ramy dla homologacji pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz układów, części oraz oddzielnych zespołów technicznych przeznaczonych dla tych pojazdów [5].

Rys. 3. Widok wykorzystywanego miernika Brüel & Kjaer 2250 [6]

Rys. 2. Skala szkodliwości hałasu dla człowieka [3]

Największy odsetek kolizji na przejazdach kolejowych nieobjętych kontrolą to 7,7%. Powodem jest źle utrzymana nawierzchnia lub uszkodzenia co przedstawione jest na rys 2. Wzrastająca ilość użytkowników dróg, pogorszenie stanu technicznego nawierzchni przejazdu kolejowego i jego infrastruktury znacząco wpływają na spadek bezpieczeństwa w obrębie przejazdu kolejowego [2]. Zły stan techniczny przejazdów kolejowo drogowych wpływa negatywnie nie tylko na eksploatację samochodu ale degradacja płyt, wypiętrzenie główki szyny w stosunku do płyt powodują nadmierną emisję hałasu powodowaną przez kontakt kół pojazdu z wystającymi elementami [3].

1.Charakterystyka aparatury pomiarowej

Do pomiarów hałasu wykorzystano przenośny jednokanałowy analizator dźwięku klasy 1 marki Brüel & Kjaer model: 2250. Na mikrofonie założona była przeciwwietrzna ochronna gąbka.

2.Metodyka badań

Celem badań był pomiar natężenia hałasu emitowanego przez pojazd samochodowy pokonujący przejazd kolejowo drogowy. Badania polegały na intensywnym rozpędzaniu pojazdu badawczego ze startu zatrzymanego do uzyskania oczekiwanej prędkości, pokonanie przejazdu kolejowo – drogowego, a następnie intensywnym hamowaniu do zatrzymania. Pomiar całkowitej drogi przebytej przez pojazd umożliwia odniesienie momentu uderzenia koła pojazdu w główkę szyny do czasu nagrania dźwiękowego z bieżącej próby pomiarowej. Podczas badań wykonano 10 przejazdów testowych.

Rys. 4. Widok miernika Brüel & Kjaer 2250 na statywie w miejscu pomiarów

Poziom natężenia dźwięku emitowanego przez pojazd przejeżdżający przez przejazd kolejowy rejestrowany był na wysokości 1,6 metra i w odległości 1m od jezdni odwzorowując tym odbiór przez dorosłego człowieka poruszającego się chodnikiem równoległe do drogi kołowej na przejeździe kolejowym [7]. Rejestracja sygnałów akustycznych była realizowana w sposób ciągły w pełnym paśmie pomiarowym wynoszącym 25,6 kHz przy częstotliwości próbkowania 48 kHz próbek na sekundę. Dla przeprowadzenia analizy zarejestrowanych poziomów dźwięku dokonano selekcji na

podstawie całkowitej przejechanej drogi przez pojazd. Prędkość jazdy wynosiła ok. 50km/h. Ostatecznie wynikiem analizy był równoważny poziom dźwięku L_{Aeq} w dziedzinie czasu, z krokiem pomiarowym co 100 ms, wg. wzoru:

$$L_{Aeq\Delta, tpk} = 10 \log \left(\frac{1}{t_p - t_k} \int_{t_p}^{t_k} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right)$$

3. Miejsce badań

Do testów drogowych wybrano skrzyżowanie kolejowo – drogowe o zróżnicowanej geometrii wzdłużnej przy ulicy Polnej w Murowaniej Goślinie przedstawione na rysunku 5. W celu określenia dokładnych parametrów geometrii przejazdu kolejowo – drogowego wykonano pomiary tachimetrem geodezyjnym. Zmierzone odcinek drogi począwszy od miejsca rozpoczęcia prób drogowych, co 5 metrów, do miejsca zatrzymania się pojazdu w próbie z najdłuższą drogą hamowania.

Rys. 5. Widok badanego przejazdu kolejowego

Badania wykonano na przejeździe kolejowo – drogowym z dwoma torami kolejowymi. Jest to ciąg linii kolejowej relacji Poznań – Wągrowiec. Skrzyżowanie zlokalizowane jest w obrębie obszaru przemysłowego, często pokonywane przez pojazdy o masie całkowitej powyżej 3,5 tony. Na badanym odcinku obowiązuje ograniczenie prędkości do 60 km/h. Charakterystykę geometryczną wybranego do badań przejazdu kolejowo – drogowego przedstawiono na rysunku 6.

Rys. 6. Wykres przekroju wzdłużnego przejazdu w Bolechowie

4. Charakterystyka Pojazdu

Pojazdem badawczym był mały samochód dostawczy Volkswagen Transporter z doładowanym silnikiem wysokoprężnym o pojemności 1958 cm³ i 5 stopniową manualną skrzynią biegów. Napęd przekazywany jest na przednią oś pojazdu. Samochód wyprodukowano w 2011 roku. Widok badanego pojazdu z zainstalowaną aparaturą pomiarową przedstawiono na poniższym rysunku.

Rys. 7. Widok pojazdu badawczego VW Transporter z zainstalowaną aparaturą badawczą

Pojazd był wyposażony w ogumienie Nokian WRC 3 STUDLES o rozmiarze 215/65 R16C, 109/107R założone na obręcze stalowe. Opony określone jako „C” przystosowane są do przenoszenia większych obciążeń w stosunku do tych montowanych w pojazdach osobowych. Widok koła i rzeźby bieżnika opony przedstawiono na rysunku 8.

Rys. 8. Widok koła pojazdu badawczego (po lewej), widok bieżnika opony (po prawej)

5. Wyniki badań

Na poniższych wykresach przedstawiono przykładowe przebiegi natężenia dźwięku generowanego podczas pokonywania skrzyżowania kolejowo – drogowego przez pojazd badawczy.

Rys. 9. Przykładowy przebieg natężenia dźwięku

Rys. 10. Przykładowy przebieg natężenia dźwięku

6. Analiza wyników badań i podsumowanie

Analizując dane przedstawione na wykresach (rys. 9, i rys. 10) możemy jednoznacznie stwierdzić, że pojazd samochodowy pokonujący przejazd kolejowo – drogowy generuje hałas znacznie przekraczający dopuszczalny w danym obszarze zabudowy. Warto zaznaczyć, że przejazdy badawcze wykonywane były z prędkością mniejszą niż dopuszczalna na tym obszarze bo około 50 km/h. W momencie najechania koła pojazdu na główkę szyny wystająca ponad płyty konstrukcyjne przejazdu generowany jest pik hałasu o sile nawet 90dB. Istnieje zatem potrzeba szerszego rozpoznania wpływu nierówności nawierzchni w postaci przeszkody ułożonej poprzecznie, w tym przypadku torów, na poziom generowanego hałasu oraz jego wpływu na lokalne środowisko.

Bibliografia:

1. POLASIK J., WALUŚ Konrad J., Analysis of the force during overcoming roadblock – the preliminary experimental tests, *Transport Problems* 2016, 2016 Volume 11 Issue 1, DOI 10.20858/tp.2016.11.1.11
2. WALUŚ Konrad J., POLASIK J., MARKIEWICZ F., CIEŚLIK M., ADAMIEC J., Badania doświadczalne cech kinematycznych ruchu pojazdu typu „bus” podczas przejazdu przez przeszkodę, *Logistyka* 5/2014, str:1-8

3. Bezpieczeństwo ruchu na przejściach i przejazdach kolejowo – drogowych, Informacja o wynikach kontroli Nr ewid. 200/2016/P/16/029/KIN, KIN.410.003.00.2016
4. Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku.
5. Dyrektywa 2007/46/WE z dnia 5 września 2007 r. ustanawia ramy dla homologacji pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz układów, części oraz oddzielnych zespołów technicznych przeznaczonych dla tych pojazdów
6. Fotografia: <http://www.enfonic.com/type-2270.html>
7. Norma PN ISO-1996-2:1999 Akustyka, Opis i pomiary hałasu środowiskowego, Zbieranie danych dotyczących sposobu zagospodarowania terenu
8. LICOW R., POLASIK J., TOMASZEWSKI F., WALUŚ Konrad J., Podstawy teoretyczne zjawisk wibroakustycznych występujących na przejazdach kolejowo – drogowych, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport* 2016, str. 205-216
9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. nr 120 z dnia 5 lipca 2007r. poz.826)
10. Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015 r. „w sprawie warunków, jakimi powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami publicznymi i ich usytuowanie. Akt prawny Dz.U. z 2015r. poz. 1744, Warszawa 2015
11. Kucharski R.J., Chyla A., Koszarny Z., Kraszewski M., Szymański Z., Sakowska P., Taras A.: Stan klimatu akustycznego w kraju w świetle badań WIOŚ. Warszawa 2002 Biblioteka Monitoringu Środowiska
12. Zagrożenie hałasem, Wybrane zagadnienia. Opracowania tematyczne OT-612. Kancelaria Senatu, Luty 2012

Studies of noise level during the railway crossing – initial research

Communication noise is one of the most onerous environmental factors. The development of the motorway network causes the increase of its emission due to the increased traffic of vehicles. The article presents the results of measurements of the level of sound emitted by a car vehicle railway crossing. The tests were carried out at the intersection of a road with two railway tracks located in Bolechowo. The sound level was measured by Brüel & Kjaer 2250 set on a tripod at a height of 1.6 m and a distance of 1 meter from the road reflecting noise reception by an adult person.

Keywords: noise, car noise, railway crossing.

Autorzy:

dr inż. **Konrad J. Waluś** – Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii transportu, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, konrad.walus@put.poznan.pl

mgr inż. **Jakub Polasik** – Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii transportu, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań, jakub.j.polasik@doctorate.put.poznan.pl