Pomiary i analizy hałasu kolejowego - cz. II

Utworzono: czwartek, 30, październik 2008 11:07 dr inż. Janusz Bohatkiewicz mgr inż. Maciej Hałucha



Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska [3] zestawy pomiarowe powinny być tak dobrane, by można było za ich pomocą wyznaczyć równoważny poziom dźwięku A zarówno metodami bezpośrednimi jak i pośrednimi, czyli poprzez pomiary poziomów ekspozycyjnych.

Wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska

Wymagania dotyczące wyposażenia pomiarowego

Mierniki poziomu dźwięku oraz inne przyrządy używane do pomiarów hałasu powinny mieć I klasę dokładności. W trakcie pomiarów należy pamiętać o tym, aby przez cały czas mikrofony pomiarowe miały założone osłony przeciwwietrzne, niezależnie od panujących warunków atmosferycznych. Wszystkie przyrządy używane do pomiarów hałasu powinny być wzorcowane, przy czym sposób wzorcowania musi być zgodny z instrukcją dostarczaną przez producenta przyrządu.



Fot. 1. Sprzęt wykorzystywany do pomiarów hałasu (po lewej miernik poziomu dźwięku firmy Brüel & Kjær 2260, po prawej przyrządy do pomiarów warunków

Phoca PDF

meteorologicznych)

Opisując wymagania rozporządzenia Ministra Środowiska [3] dotyczące wyposażenia pomiarowego należy zaznaczyć, że l stycznia 2008 r. utraciły moc przepisy rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z 30 marca 2005 r. w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli (Dz.U. Nr 74, poz. 653) [4]. Ten akt prawny został zastąpiony przez podpisane 27 grudnia 2007
r. przez Ministra Gospodarki nowe rozporządzenie w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli meteorologicznej oraz zakresu tej kontroli (Dz.U. Nr 3, poz. 13) [5]. Na mocy tego rozporządzenia prawna kontrola meteorologiczna mierników poziomu dźwięku została ograniczona jedynie do zatwierdzenia typu. W związku z tym powstała nieścisłość pomiędzy rozporządzeniem Ministra Środowiska [3], w którym wyraźnie określono, iż pomiary hałasu mogą być wykonywane wyłącznie za pomocą przyrządów pomiarowych z ważnym świadectwem legalizacji a nowym rozporządzeniem Ministra Gospodarki, które to ogranicza prawną kontrolę mierników poziomu dźwięku jedynie do zatwierdzania typu - niemożliwe jest zatem uzyskanie świadectwa legalizacji pierwotnej lub ponownej.

Powstaje w związku z tym wiele niejasności, szczególnie na etapie przygotowywania materiałów przetargowych i ofert, w których jako jedno z wymagań pod względem kompetencji technicznych firm starających się o zlecenie, podaje się posiadanie ważnego świadectwa legalizacji mierników poziomu dźwięku. W związku z tym należy zaznaczyć, iż w celu sprawdzenia poprawności wyników pomiarów hałasu wykonywanych przy użyciu mierników poziomu dźwięku należy wykonać wzorcowania w Głównym Urzędzie Miar, okręgowych i obwodowych urzędach miar lub w kompetentnych laboratoriach wzorcujących (akredytowanych). Po wykonaniu procedury wzorcowania miernik poziomu dźwięku otrzymuje świadectwo wzorcowania, które w należyty sposób zaświadcza o poprawności wyników uzyskiwanych za jego pomocą.

Warunki meteorologiczne

Pomiary hałasu należy wykonywać przy takich parametrach meteorologicznych, które zapewniają najbardziej stabilne warunki. Szczególnie przy dużych odległościach punktu pomiarowego od źródła dźwięku ważne jest, aby składowa prędkości wiatru od źródła do punktu pomiarowego miała wartość dodatnią. Dodatkowo w rozporządzeniu Ministra Środowiska [3] określone zostały następujące warunki meteorologiczne, przy jakich można wykonywać pomiary równoważnego poziomu dźwięku:

a) prędkość wiatru 0-5 m/s określona na wysokości położenia najwyższego punktu obserwacji,

Phoca PDF

b) brak silnej inwersji temperaturowej przy gruncie,

c) temperatura powyżej -5 ^{o}C,

d) brak opadów atmosferycznych.

Parametry meteorologiczne należy mierzyć równocześnie z pomiarami hałasu (szczególnie przy wykorzystaniu metody bezpośredniej ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie).

Porównanie metod pomiaru hałasu pochodzącego od ruchu pojazdów szynowych

Na potrzeby tego referatu wykonano eksperymentalne pomiary hałasu w warunkach rzeczywistych. Jako źródło dźwięku wybrano fragment linii kolejowej, zlokalizowanej w płaszczyźnie terenu. Pomiar wykonano w dwóch punktach. Pierwszy z nich zlokalizowany był w odległości 25 m od torowiska na wysokości 4 m (punkt referencyjny - PPH). Drugi punkt pomiarowy zlokalizowany był natomiast w odległości 45 m od badanej linii kolejowej, również na wysokości 4 m. Orientacyjną lokalizację punktów pomiarowych przedstawiono na fot. 2, natomiast na fot. 3 przedstawiono widok analizowanego odcinka linii kolejowej, w sąsiedztwie której wykonano pomiary oraz stan torowiska na tym odcinku.

Pomiary hałasu wykonane były w sposób ciągły w czasie 24 godzin (od godz. 22:00 do godz. 6:00). Równocześnie z nimi wykonano towarzyszące im pomiary natężenia ruchu oraz prędkości pociągów poruszających się po analizowanym odcinku linii kolejowej. Przez cały czas wykonywania pomiarów obserwowano również warunki meteorologiczne. W całym okresie pomiarowym były one zgodne z wymaganiami rozporządzenia Ministra Środowiska [3].

Pomiary hałasu wykonano przy użyciu precyzyjnych mierników dźwięku klasy I, SVAN
945A, przy użyciu stałej czasowej FAST i charakterystyki korekcyjnej A zgodnie z rozporządzeniem [3]. Mierniki te w chwili wykonywania pomiarów posiadały aktualne świadectwa wzorcowania wydane przez Główny Urząd Miar w Warszawie. Przed oraz po pomiarach wykonano kalibrację mierników za pomocą kalibratora firmy RION NC-74, który również posiadał aktualne świadectwa wzorcowania.



Fot. 2. Widok lokalizacji punktów pomiarowych, w których wykonano porównawcze pomiary hałasu



Fot. 3. Widok linii kolejowej i stanu torowiska, przy którym wykonano pomiary równoważnego poziomu

Phoca PDF

(www.zumi.pl -29.08.2008 r.) dźwięku

Wyniki pomiarów hałasu opracowano przy pomocy dwóch metod referencyjnych określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska [3]: metody bezpośredniej ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie oraz metody pośredniej pomiaru pojedynczych zdarzeń akustycznych. Dodatkowo wykonano model obliczeniowy w programie SoundPLAN v.6.5. odpowiadający rzeczywistym warunkom w jakich wykonywano pomiary oraz wykonano obliczenia za pomocą niemieckiej metody Schall 03 (zgodnej z rozporządzeniem Ministra Środowiska [3]). Wyniki pomiarów i obliczeń przedstawiono poniżej, w tablicach 1-3.

Pora dnia	Rodzaj punktu	Równoważny poziom dźwięku L_{Aeq} [dB]	Niepewność wyników pomiarów [dB]
Dzień (6:00 – 22:00)	PPH	67.4	1.2
	PDH	62.3	
Noc (22:00 – 6:00)	PPH	68.2	
	PDH	63.0	

Tablica 1. Zestawienie wyników pomiarów opracowanych na podstawie metody bezpośredniej – ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie

Phoca PDF

Pora dnia	Rodzaj punktu	Równoważny poziom dźwięku L_{Aeq} [dB]	Rodzaj pociągu	Średnia wartość poziomu ekspozycyjnego L_{AEk} [dB]	Odchylenie standardowe poziomu ekspozycyjnego L_{AEk} [dB]
Dzień (6:00 – 22:00)	PPH	67.1	pasażerski dalekobieżny	98.8	2.0
			pasażerski lokalny	95.4	5.4
			towarowy	99.9	3.0
	PDH	61.8	pasażerski dalekobieżny	94.0	1.8
			pasażerski lokalny	89.6	5.2
			towarowy	94.9	2.9
Noc (22:00 – 6:00)	PPH	68.0	pasażerski dalekobieżny	101.8	3.2
			pasażerski lokalny	92.5	2.0
			towarowy	101.1	2.0
	PDH	62.7	pasażerski dalekobieżny	96.4	3.2
			pasażerski lokalny	87.3	1.7
			towarowy	96.1	2.2

Tablica 2. Zestawienie wyników pomiarów opracowanych na podstawie metody pośredniej – pomiarów pojedynczych zdarzeń akustycznych

Pora dnia	Rodzaj punktu	Równoważny poziom dźwięku L_{Aeq} [dB]
Dzień (6:00 – 22:00)	PPH	67.3
	PDH	62.6
Noc (22:00 – 6:00)	PPH	66.8
	PDH	62.2

Tablica 3. Zestawienie wyników obliczeń wykonanych za pomocą metody Schall 03 w programie SoundPLAN v.6.5.

Phoca PDF

Poniżej w tablicy 4 przedstawiono zestawienie wyników pomiarów oraz obliczeń wykonanych za pomocą trzech referencyjnych metod określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska [3]. Poprzez porównanie wyników otrzymanych za pomocą tych metod możliwe było dokonanie oceny zgodności.

Pora dnia	Rodzaj punktu	Metoda pomiarowa	Równoważny poziom dźwięku L_{Aeq} [dB]	Największa różnica wyników [dB]
Dzień (6:00 – 22:00)	PPH	bezpośrednia	67.4	0.3
		pośrednia	67.1	
		obliczeniowa	67.3	
	PDH	bezpośrednia	62.3	0.8
		pośrednia	61.8	
		obliczeniowa	62.6	
Noc (22:00 – 6:00)	PPH	bezpośrednia	68.2	1.4
		pośrednia	68.0	
		obliczeniowa	66.8	
	PDH	bezpośrednia	63.0	0.8
		pośrednia	62.7	
		obliczeniowa	62.2	

Tablica 4. Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń wykonanych za pomocą trzech metod referencyjnych określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska [3]

Analizując dane zestawione w powyższej tablicy należy stwierdzić, iż wyniki otrzymane za pomocą różnych metod pomiarowych mają bardzo zbliżone wartości. Największą różnicę zaobserwowano pomiędzy wynikiem pomiaru za pomocą metody bezpośredniej ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie oraz wynikiem obliczeń wykonanych za pomocą metody Schall 03. Wyniosła ona 1.4 dB. Należy jednak zaznaczyć, iż niepewność wyników pomiarów dla metody pomiarowej oszacowano na poziomie 1.2 dB, natomiast niepewność wyników obliczeń można w przybliżeniu oszacować na poziomie około 1.5 dB. Różnica ta jest zatem mniejsza niż suma niepewności obu porównywanych metod (2.7 dB). Analizując dane z tablicy 4 należy również zauważyć bardzo zbliżone wyniki otrzymane z pomocą obu metod pomiarowych. Największa różnica wyników otrzymanych za ich pomocą wyniosła 0.5 dB, (średnio kształtuje się ona natomiast na poziomie około 0.3 dB).

Można zatem stwierdzić, iż wybór metody w znikomy sposób wpływa na wyniki pomiarów hałasu. Należy jednak pamiętać, aby obliczenia wykonywane za pomocą modelu obliczeniowego każdorazowo weryfikować z wynikami pomiarów wykonanych w tych samych punktach. Jest to skutek braku metody obliczeniowej

Phoca PDF

dostosowanej do polskich warunków, która posiadałaby standardy odpowiadające polskim realiom.

Podsumowanie i wnioski

* W rozporządzeniu Ministra Środowiska [3] brak jest procedury szacowania niepewności wyników pomiarów hałasu. Prowadzi to do rozbieżnych wartości otrzymywanych przez różne laboratoria. Należy dążyć do opracowania jednolitej procedury szacowania niepewności pomiarów hałasu.

* Z uwagi na brak metody obliczeniowej dostosowanej do polskich realiów, każdorazowe obliczenia równoważnego poziomu dźwięku przy użyciu metod obliczeniowych należy weryfikować z wynikami pomiarów hałasu. Należy dążyć do opracowania metody opartej na krajowych standardach, która lepiej odzwierciedli polskie realia.

* W rozporządzeniu Ministra Środowiska [3] jako wymaganie dotyczące przyrządów pomiarowych określono konieczność posiadania ważnych świadectw legalizacji. Od l stycznia 2008 r. utraciły natomiast moc przepisy rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z 30 marca 2005 r. (Dz.U. Nr 74, poz. 653) [4], które zostało zastąpione przez rozporządzenie przez Ministra Gospodarki z 27 grudnia 2007 r. (Dz.U. Nr 3, poz. 13) [5]. Na mocy tego rozporządzenia prawna kontrola meteorologiczna mierników poziomu dźwięku została ograniczona jedynie do zatwierdzenia typu. W związku z tym powstała sprzeczność pomiędzy rozporządzeniem Ministra Środowiska [3] a rozporządzeniem Ministra Gospodarki [5]. Powoduje to liczne nieścisłości m.in. na etapie przygotowywania materiałów przetargowych.

* Wyniki pomiarów hałasu kolejowego wykonanych za pomocą metody bezpośredniej ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie, metody pośredniej pojedynczych zdarzeń akustycznych oraz wyniki obliczeń wykonanych z pomocą metody Schall 03 dały bardzo zbliżone wartości. Należy zatem stwierdzić, iż wybór metody pomiarowej w znikomy sposób wpływa na wyniki pomiarów hałasu.

dr inż. Janusz Bohatkiewicz

mgr inż. Maciej Hałucha

Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego „EKKOM” Sp. z o.o.

Referat „Pomiary i analizy poziomu hałasu linii kolejowych – wybrane problemy” prezentowany był podczas III seminarium „Wibroszyn - 2008”.

Literatura:

1. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz.U. Nr 129, poz. 902, z późniejszymi zmianami).

2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. Nr 120, poz. 826).
3. 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).
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 30 marca 2005 r. w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli (Dz.U. Nr 74, poz. 653).
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 27 grudnia 2007 r. w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli (Dz.U. Nr 3, poz. 13).
6. Polska Norma PN-ISO 1996-1:2006 Akustyka. Opis, pomiary i ocena hałasu środowiskowego. Część 1.- Wielkości podstawowe i procedury oceny.
7. Polska Norma PN-ISO 9613-2:2002. Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania.
8. R. Makarewicz: Hałas w środowisku. Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań 1996.
9. U. Kurze et al., Acustica, 1990.
10. D. Thompson, J. Sound Vibr., 1993.
11. W. King, lnter-Noise, Yokohama 1994.

Phoca PDF