

dr inż. Zbigniew Tokarski*

mgr inż. Agnieszka Grucka*

mgr inż. Karol Pietrzak*

Analiza pomiaru hałaśliwości nawierzchni z asfaltu porowatego w określonych warunkach eksploatacji

Analysis of measurement of noise levels for porous asphalt road surfaces in certain operating conditions

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów hałasu komunikacyjnego nawierzchni typu asfalt porowaty na autostradzie A73 w Holandii przeprowadzonych w latach 2011 – 2013. Istotą przedstawionych wyników jest ocena skuteczności pochłaniania hałasu przy określonych typach przejeżdżających pojazdów w różnych okresach eksploatacji nawierzchni. W latach 2011 – 2012 prowadzono pomiary hałasu po zakończeniu okresu gwarancji warstwy ścieralnej, a w 2013 r. po jej rekonstrukcji.

Słowa kluczowe: autostrada, nawierzchnia, natężenie, hałas, pomiar.

Abstract. The article presents the results of measurements carried out in the Netherlands from 2011 – 2013 on the A73 motorway. They pertained to traffic noise levels of a porous asphalt road surface. The essence of the presented results is an evaluation of effectiveness of noise absorption with respect to a certain structure by type of vehicles in various operating periods. Whereas in 2011 – 2012 the said measurements pertained to noise levels following the end of the warranty period for the wearing course, in 2013 the measurements related to the wearing course made of porous asphalt following reconstruction.

Keywords: motorway, porous asphalt, noise level, measurement.

Asfaltowe nawierzchnie drogowe muszą spełniać wymagania dotyczące m.in. bezpieczeństwa i komfortu jazdy, utrzymania i trwałości oraz właściwego poziomu hałasu pochodzącego od przejeżdżających pojazdów samochodowych. W państwach Unii Europejskiej, w tym również w Polsce, hałas i jego wpływ na otoczenie człowieka jest ograniczany przez tworzenie optymalnych rozwiązań materiałowo-technologicznych dostosowanych do warunków klimatycznych i drogowych [1]. Właściwym kierunkiem działań jest wykonywanie cichych i trwałych nawierzchni asfaltowych, których charakterystyczną właściwością jest obniżenie poziomu hałasu emitowanego przez poruszające się pojazdy samochodowe. Jedno z rozwiązań polega na zastosowaniu nawierzchni typu asfalt porowaty. Przyjmuje się, że w okresie gwarancji warstwa ścieralna powinna spełniać oczekiwaną funkcję w zakresie redukcji hałasu i pochłaniania wody opadowej.

Wśród istotnych czynników mających ważne znaczenie z punktu widzenia uciążliwości drogi dla otoczenia oraz bezpieczeństwa ruchu wymienić można hałaśliwość nawierzchni (skuteczność pochłaniania hałasu przez nawierzchnię podczas cyklu jej życia), przepuszczalność poziomą i pionową wody opadowej przez warstwę typu asfalt porowaty.

Głównym celem badań prowadzonych w Holandii było pokazanie zmiany cech funkcjonalnych warstwy ścieralnej w określonym czasie eksploatacji.

Pomiary terenowe

Warstwa ścieralna z asfaltu porowatego jest najlepszym przykładem działań na rzecz ochrony środowiska. Właściwości akustyczne (zmniejszenie hałasu), odporność na deformacje, redukcja rozprysku wody w czasie opadów deszczu, a w efekcie poprawa widoczności powodują, że w krajach Unii Europejskiej coraz więcej nawierzchni jest wykonywanych w tej technologii [2]. Zaletą jest też dobry komfort jazdy oraz korzystne warunki bytowe w obiektach zlokalizowanych w strefie oddziaływania drogi.

Pomiary natężenia hałasu wykonano na autostradzie A73 w Holandii

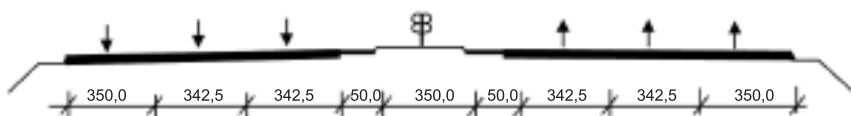
o tzw. konstrukcji standardowej składającej się z płyty żelbetowej i ułożonej na niej jednej lub dwóch warstw ścieralnych typu asfalt porowaty. Do pomiarów wybrano następujące odcinki:

- w miejscowości Overloon – pojedyncza warstwa ścieralna grubości 5 cm; nowa warstwa z asfaltu porowatego po rekonstrukcji (pierwszy rok eksploatacji);
- w miejscowości Venlo – pojedyncza warstwa ścieralna grubości 5 cm; warstwa z asfaltu porowatego przed rekonstrukcją po zakończeniu okresu gwarancji (ostatni rok eksploatacji) oraz po rekonstrukcji (pierwszy rok eksploatacji).

Wymiary pasów ruchu, awaryjnych i rozdziału pokazano na rysunku 1.

Przy właściwym usytuowaniu stanowisk pomiarowych uwzględniono dostępność miejsc do parkowania pojazdów przewożących aparaturę pomiarową, sposób ustawienia urządzeń do pomiaru hałasu oraz natężenie i strukturę rodzajową pojazdów. Stanowiska do cyfrowego pomiaru natężenia i struktury rodzajowej pojazdów zlokalizowano na wiaduktach, a do pomiaru hałasu – na poboczu jezdni (zgodnie z wymaganiami normy

* Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska



Rys. 1. Schemat wymiarów nawierzchni

odpowiednimi dla wybranej metody pomiaru). Zakres robót przygotowawczych obejmował również wybór odcinka drogi o z góry ustalonym stanie nawierzchni, wiążącym się z przyjętym przez wykonawcę robót okresem gwarancji. Zastosowano urządzenia pomiarowe typu: Svantek 958 i Svantek 912 AE oraz kamery cyfrowe – DCR-TRV7 40E oraz TRACER GIRDO 2. Zestaw pomiarowy składał się z urządzenia do pomiaru natężenia dźwięku, przedwzmacniacza, mikrofonu oraz statywu z zaczepem do mocowania urządzenia [3]. Dzięki zastosowaniu dwóch urządzeń do pomiaru hałasu możliwe było prowadzenie badań w dwóch punktach jednocześnie i dla tego samego potoku ruchu.

Program pomiarów hałasu obejmował:

- ustalenie lokalizacji stanowisk pomiarowych zgodnie z obowiązującymi normami; szczególnie uwzględniono bezpieczeństwo obserwatorów i sprzętu pomiarowego;
- przygotowanie aparatury badawczej do pracy w terenie;
- przygotowanie arkusza pomiarowych;
- wybór metody pomiaru hałasu i natężenia ruchu.

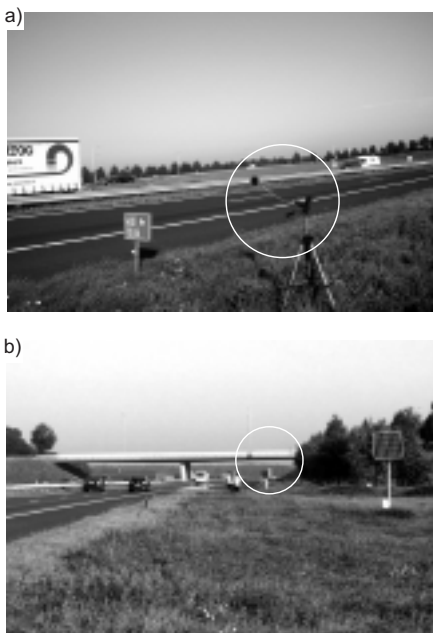
Natomiast program pomiaru natężenia ruchu uwzględniał strukturę rodzajową pojazdów.

Określono hałas chwilowy (funkcja S_{pl}) oraz ekwiwalenty (funkcja L_{eq}).

Pomiary próbne natężenia ruchu i hałaśliwości w miejscowości Overloon i Venlo, na kierunku Venray-Venlo przeprowadzono w 2011 r. Widok stanowisk pomiarowych pokazano na fotografii 1.

W 2012 r. pomiary prowadzono na odcinku nowej nawierzchni w miejscowości Overloon. Stanowiska pomiarowe usytuowano tak samo jak wcześniej, tj. na wiadukcie i obok jezdni (zgodnie z wymaganiami normy dotyczącymi odległości urządzenia od osi jezdni).

W 2013 r. ponownie wykonano pomiary hałasu oraz natężenia ruchu



Fot. 1. Widok stanowisk pomiarowych: a) hałasu; b) natężenia ruchu

na autostradzie A73 w Overloon i Venlo, a dodatkowo w miejscowości Boxmeer (z usytuowaniem stanowisk na poboczu oraz na wiadukcie – fotografia 2).

Badania terenowe przeprowadzone w Holandii w 2012 r. miały na celu pomiar poziomego hałasu komunikacyjnego, natężenia ruchu drogowego, temperatury nawierzchni i otoczenia, prędkości wiatru, wilgotności powietrza oraz ciśnienia atmosferycznego. Należy dodać, że widoczność na stanowiskach pomiarowych była dobra. Dodatkowo zastosowano następujące urządzenia: pirometr; anemometr; stanowisko pomiaru warunków at-



Fot. 2. Usytuowanie urządzenia do pomiaru natężenia ruchu

mosferycznych (stacja pogody); aparaty fotograficzne z matrycą 14 Mp lub 7,2 Mp.

Badania prowadzono w dzień i w nocy. Obejmowały one pomiar:

- hałasu komunikacyjnego – stanowisko 1;
- natężenia ruchu drogowego – stanowisko 2;
- warunków atmosferycznych – stanowisko 3.

Wymagania dotyczące prowadzenia pomiaru hałasu wg PN-81/N-01306 [4]:

- brak skał, budynków i płotów w promieniu 50 m;
- sucha nawierzchnia w dobrym stanie technicznym;
- temperatura powietrza 0 – 40 °C;
- wiatr poniżej 5 m/s;
- hałas pojazdu o 10 – 15 dB większy niż tło akustyczne;
- wysokość ustawienia mikrofonu 1,2 m.

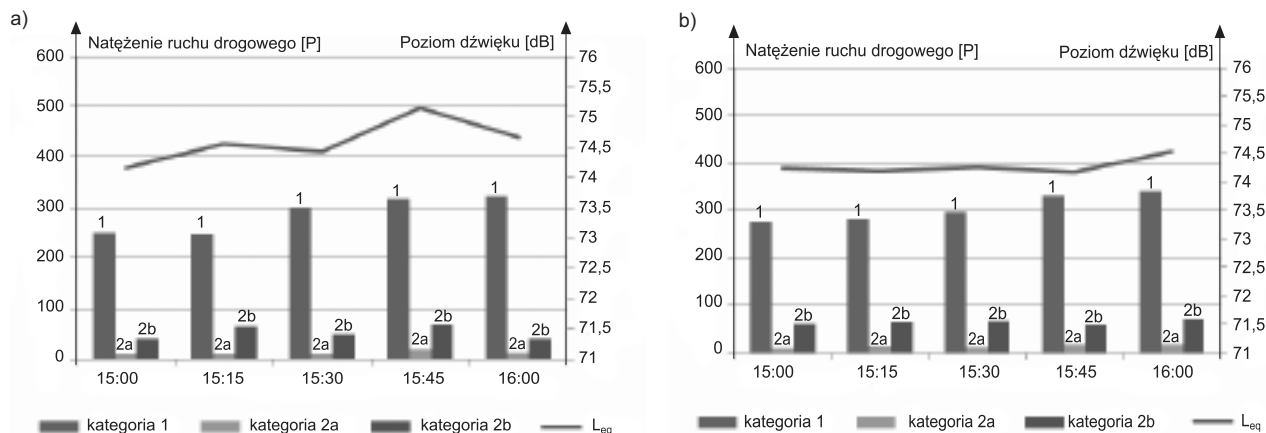
Do oceny wpływu natężenia ruchu drogowego na hałas komunikacyjny przyjęto następujące kategorie pojazdów wg PN-EN ISO 11819-1 [5]:

- **kategoria 1** – samochody osobowe oraz samochody dostawcze o dopuszczalnej masie całkowitej nieprzekraczającej 3,5 t;
- **kategoria 2a** – pojazdy ciężkie dwuosiove (ciężarówka, autobusy i autokary z dwiema osiami i więcej niż czterema kołami);
- **kategoria 2b** – pojazdy ciężkie wieloosiowe (ciężarówka, autobusy i autokary z więcej niż dwiema osiami oraz motocykle).

Analiza wyników pomiarów

W celu przeprowadzenia analizy wyników opracowano wykresy zależności poziomego dźwięku od natężenia ruchu. Istotą analizy było porównanie wyników pomiaru poziomego dźwięku przy zbliżonych warunkach atmosferycznych i podobnym natężeniu ruchu pojazdów ciężarowych. Analizę uzyskanych wyników przeprowadzono dla wszystkich stanowisk pomiarowych.

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono wyniki pomiaru natężenia ruchu drogowego w szczycie porannym i popołudniowym dla trzech kategorii pojazdów, wg normy PN-EN ISO 11819-1 [5]. Krzywa nad słupkami opisuje poziom dźwięku w funkcji L_{eq} dla danego prze-



Rys. 2. Przykładowe wyniki korelacji poziomu dźwięku i natężenia ruchu drogowego w szczycie popołudniowym wykonane w Overloon: a) 5 września 2012; b) 13 września 2012

działu czasowego. Zestawiając natężenie ruchu i poziom dźwięku, można oszacować wpływ natężenia ruchu drogowego na hałas komunikacyjny oraz ustalić, czy podczas pomiarów wystąpiły zakłócenia. Na rysunku 2 pokazano przykładowe wyniki poziomu dźwięku L_{eq} wraz z pomiarem natężenia ruchu w danym interwale pomiarowym w szczycie popołudniowym wykonane w Overloon 5 i 13 września 2012 r. Na rysunku 2a można zauważyć bardzo duże natężenie ruchu pojazdów ciężkich kategorii 2b, co powoduje zwiększenie poziomu hałasu. Przebieg pomiarów wykonanych w 2013 r. był podobny. W celu porównania wyników z tych samych stanowisk pomiarowych uzyskanych w 2012 r. i 2013 r. przyjęto zbliżoną strukturę rodzajową ruchu,

przy zbliżonych warunkach pogodowych. Stwierdzono, że nawierzchnia po rekonstrukcji bez zmiany jej parametrów generuje o 1,7 dB mniejszy hałas (tabela). Warto przypomnieć, że zarówno w przypadku pomiarów w 2012 r., jak i 2013 r. warstwa ścieralna była jednowarstwowa i miała grubość 5 cm.

Wnioski

- Opracowane wyniki pomiarów terenowych wykonanych w Holandii na porowatych nawierzchniach asfaltowych umożliwiają określenie zależności natężenia ruchu drogowego, struktury rodzajowej pojazdów, czynników atmosferycznych i poziomu hałasu komunikacyjnego. Dużym utrudnieniem w czasie pomiarów jest używanie przez kierowców sygnałów dźwiękowych.

Wyniki analizy porównawczej badań poziomu dźwięku przeprowadzonych w różnych dniach i o różnej porze

Go-dzi-na	Struktura rodzajowa ruchu [szt.]						Poziom dźwięku L_{eq} [dB(A)]
	mo-to-cykle	oso-bo-we	dos-taw-cze	cięż-a-rowsze	cięża-ro-we z przy-czepą	auto-busy	
Data: 6 września 2012 r.							
16:30	6	440	68	11	55	0	75,5
Data: 2 września 2013 r.							
17:00	6	442	51	11	46	0	73,8

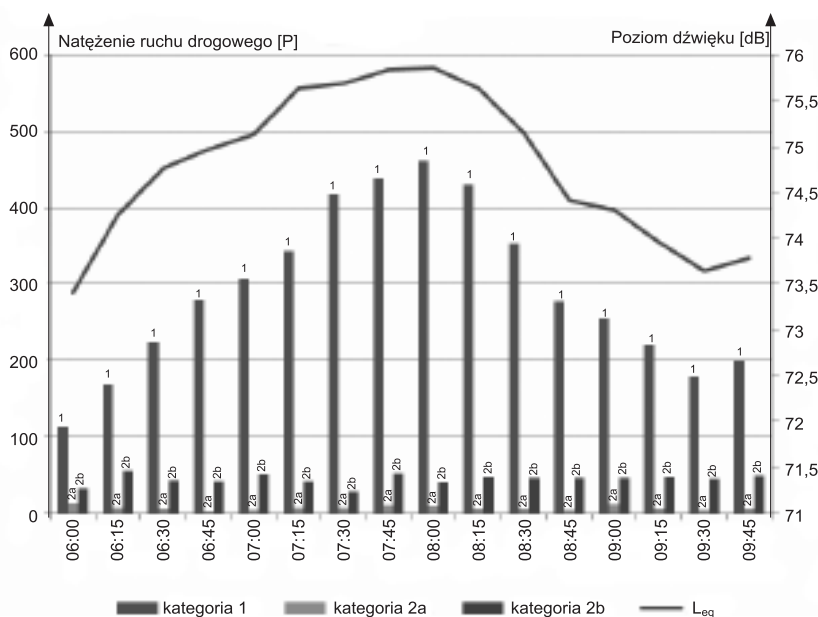
- Coroczne wykonywanie pomiarów w tych samych punktach pomiarowych umożliwia określenie wpływu stanu nawierzchni na zmianę skuteczności pochłaniania dźwięku przez porowate nawierzchnie asfaltowe.

- Wzrost liczby samochodów osobowych przy tym samym natężeniu ruchu pojazdów ciężkich powoduje wzrost poziomu dźwięku.

- Pobyty studialne w ośrodkach badawczych Holandii wykazały, że istnieje duże prawdopodobieństwo zmiany stanu prawnego w zakresie przestrzennego pomiaru hałasu generowanego przez pojazdy.

Literatura

[1] Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
 [2] PN-EN 13108-7 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 7: Asfalt porowaty.
 [3] Otrębski D.: Obsługa urzędzenia Svan-tek, XI Seminarium Naukowe, Bydgoszcz 2011.
 [4] PN-81/N-01306 Hałas. Metody pomiaru. Wymagania ogólne.
 [5] PN-EN ISO 11819-1 Akustyka. Pomiar wpływu nawierzchni dróg na hałas drogowy. Część 1: Metoda statystycznego pomiaru podczas przejazdu.



Rys. 3. Wykres zależności poziomu dźwięku i natężenia ruchu drogowego w szczycie porannym w miejscowości Overloon