

Emisja hałasu nawierzchni dróg – drogi betonowe

Emisje hałasu ruchu ulicznego zajmują znaczące miejsce wśród efektów środowiskowych spowodowanych zwiększającą się mobilnością. Według różnych badań i kontroli środowiska, ruch uliczny staje się coraz bardziej odczuwalnym źródłem hałasu.

Pośród „nośników ruchu” (drogi, szyny, powietrze) jego dominacja, jako sprawcy hałasu, uwydatnia się jeszcze bardziej. W reakcji na tę problematykę zostały wydane na poziomie Unii Europejskiej oraz krajów członkowskich różne dokumenty dotyczące hałasu. Istotnym punktem jest zobowiązanie do stworzenia strategicznych „kart hałasu”, a także wynikających z tego planów jego redukcji.

Dla planów ochrony przed hałasem na austriackich autostradach i drogach szybkiego ruchu miarodajna jest instrukcja „Ochrona na drogach państwowych” BMVIT, która funkcjonuje jako wytyczna dla ochrony przed hałasem na poziomie państwowym. Dodatkowo obowiązują na terenie Europy ustalone wartości graniczne dla pojazdów jak i opon. Niestety, dotychczas nie prowadziło to do zmniejszenia poziomu hałasu w realnym ruchu ulicznym do oczekiwanych rozmiarów. Jednym z powodów jest poziom hałasu pochodzący z opon samochodów jadących po drogach, który przy większych prędkościach ($v > 50$ km/h) jest dominującym źródłem hałasu. Dla ochrony stosuje się obecnie, w większości przypadków, ekrany akustyczne, których wysokość i efektywność nie może być dowolnie ustalana (podnoszona). W ekstremalnych przypadkach, aby osiągnąć uprzednio zdefiniowaną wartość graniczną, konieczne może się okazać „pełne zabudowanie” pojedynczych fragmentów dróg.

Wpływ nawierzchni dróg na rozwój hałasu

Ponieważ odgłosy jazdy wywoływane przez wzajemne oddziaływanie między oponami a nawierzchnią stanowią istotną składową łącznych odgłosów pojazdu, wyłania się punkt wyjścia dla zmniejszenia hałasu u źródła – skoro tylko będą mogły być wynalezione nawierzchnie dróg o niskim poziomie hałasu; dokładniej mówiąc, o niskim poziomie hałasu w kombinacji droga-opony. Ponieważ na wybór rodzaju nawierzchni wpływają w dużej mierze odgórne wytyczne dotyczące budowy dróg i zarządzania nimi, niska emisja hała-



Odgłos jazdy – przyczepa, RVS 11.066 IV

su może zostać łatwiej osiągnięta właśnie dzięki odpowiednim wytycznym i dyrektywom niż przez indywidualne dopasowywanie opon. Różnice między różnymi nawierzchniami w odniesieniu do poziomu hałasu indukowanego przez pojazdy ruchu ulicznego są, wbrew pozorom, istotne. Rozważając bruk i mocno absorbujące nawierzchnie, rozpiętość wynosi nawet do 17 dB. Jeśli ograniczyć się do konwencjonalnych nawierzchni, pozostaje ciągle rozpiętość około 9 dB. Oznacza to, że wybór nawierzchni może być efektywnym środkiem ochrony przed hałasem. Badania potwierdzają, że zmniejszenie o połowę hałasu pochodzącego od „ruchu ulicznego” redukuje sumaryczne natężenie dźwięku o 3 dB.

Emisja hałasu austriackich nawierzchni

Przy zastosowaniu nawierzchni o niskim poziomie hałasu, jako środka ochrony przed hałasem, szczególnie ważne jest, aby móc uwzględnić ich oddziaływanie już w planowaniu nowo budowanych lub przebudowywanych dróg. Dlatego już na etapie studium podejmuje się decyzje odnośnie rodzaju nawierzchni i koniecznych elementów chroniących przed hałasem. W Austrii rodzaj nawierzchni uwzględniany jest w RVS 04.02.11 (dyrektywy i przepisy dot. budowy dróg (RVS) „Ochrona środowiska – hałas i zanieczyszczenia powietrza – ochrona przed hałasem”). Powyższe wytyczne opisują procedurę/metodę obliczeń, którą należy stosować przy wysokiej jakości sieciach dróg. W wydaniu z 1.03.2006 zostały rozróżnione dokładne wartości poziomu hałasu, zależne od kategorii pojazdu oraz rodzaju nawierzchni.

Tabela 1. Obszary dla parametru wpływu nawierzchni na emisję hałasu według RVS 04.02.11

Nawierzchnia	Wartość początkowa Lpodst.	współczynnik prędkości k
Beton asfaltowy (AB)	47-59 dB	15,0-26,2 dB
Beton (B)	48-60 dB	18,0-30,5 dB
„Asfalt klejony”	46-56 dB	10,0-23,6 dB

Oblicza się przy tym zależny od rodzaju nawierzchni udział emisji hałasu L:

$$L \text{ nawierzchni} = L \text{ podstawowe} + k \cdot \lg(v/v_0)$$

Przykład nawierzchni betonowej płukanej



gdzie:

v oznacza prędkość jazdy, a v_0 prędkość przyjętą do badań (50 km/h).

W tym udziale nie została uwzględniona liczba pojazdów na godzinę w przekroju ulicznym. Nasilenie i struktura komunikacji stanowią ważny element udziału w poziomie emisji. To tworzy podstawę do obliczania poziomu „emisji” (pochłaniania) dźwięku, czyli odczuwalnego oddziaływania dźwięku, włączając w to potencjalną ochronę dzięki ekranom akustycznym. Konieczne do zachowania wartości granicznej wymiary ekranów akustycznych i co za tym idzie ich koszty są zależne od możliwości zmniejszenia hałasu. Dlatego każda próba „zmniejszenia” jego źródła ma sens. Odpowiadająca RVS 04.02.11 maksymalna możliwa różnica emisji hałasu między różnymi typami nawierzchni wynosi 4,9 dB (samochód osobowy przy 130 km/h), alternatywnie 5,6 dB (samochód ciężarowy przy 80 km/h).

Liczba uwzględnionych rodzajów nawierzchni jest w porównaniu z innymi europejskimi krajami dość ograniczona. Jest więc zaplanowane, aby tę listę możliwie szybko uzupełnić o dokładniejsze wartości dla często używanych rodzajów nawierzchni betonu płukanego (WB) oraz asfaltu tłuczonego/mielonego/klejonego (SMA). Standardowe nawierzchnie betonowe (szcztokowane) przedstawiają pośród wprowadzonych nawierzchni łątwą do rozpoznania „najgłośniejszą” kategorię, a „suchy” asfalt najbardziej cichą. Beton „płukany” (z ekspozowanym kruszywem) był z powodu swych cech traktowany jako wariant betonu o niskim poziomie hałasu, na równi z betonem asfaltowym.

Dodatkowo trzeba jednak zauważyć, że w obszarze istniejących kategorii nawierzchni są też podtypy o specjalnych cechach w odniesieniu do emisji hałasu, jak np. beton płukany dla betonu, a asfalt „klejony” o cienkiej warstwie nawierzchni czy też o niskim poziomie hałasu – dla asfaltu. Znaczenie mają przy tym „największe kruszywa” oraz krzywa przesiewu kruszywa zastosowanego w nawierzchni. Betony płukane z kruszywem „głównym” 8 ÷ 11 mm przedstawiają różne zachowanie, tak samo asfalt „klejony” czy betony asfaltowe z różnym kruszy-

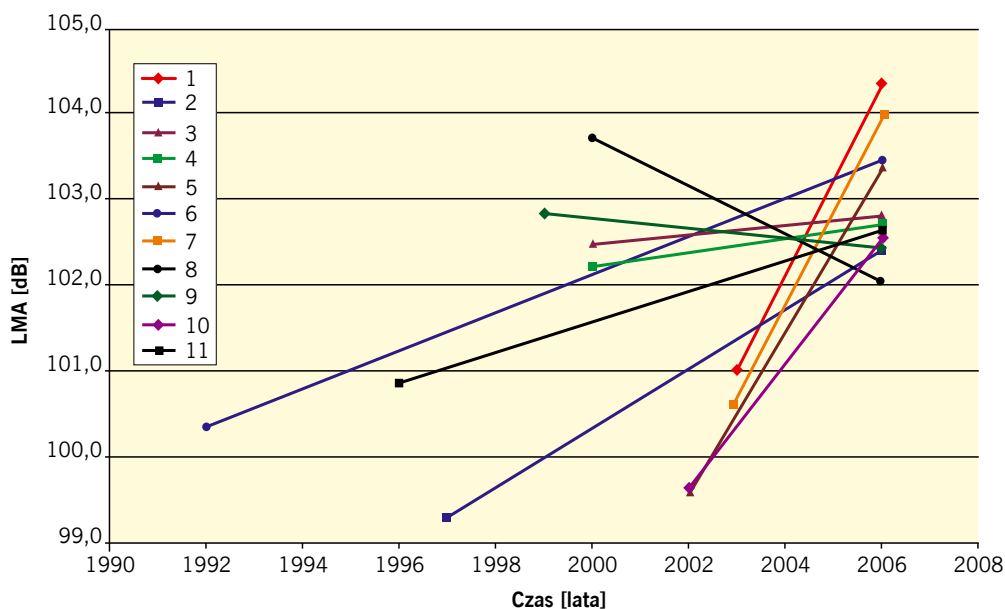
wem. Także nowsze odkrycia, jak dwuwarstwowy „suchy” asfalt z dużą absorpcją dźwięku, ale niższą skłonnością do zapychania, nie są jeszcze obecnie uwzględniane podczas planowania.

Dla wszystkich tych typów nawierzchni emisja dźwięku nie jest stała w czasie, ale zależy od procesów starzenia oraz serwisowania (utrzymywania), jakie jest wykonywane. Dobrze znanym przykładem są tu „suche” asfalty, które mogą stracić swoją zdolność do absorpcji dźwięku przez „zapchanie warstwy tłumiącej”. Ale również grube warstwy powierzchniowe mogą zmienić swoją emisję dźwięku przez różne efekty. Procesy te warto badać, ponieważ nawierzchnie te zostają często zastąpione z powodu ich nieakustycznych zalet, jak na przykład długotrwałość mechaniczna.

Weryfikacje

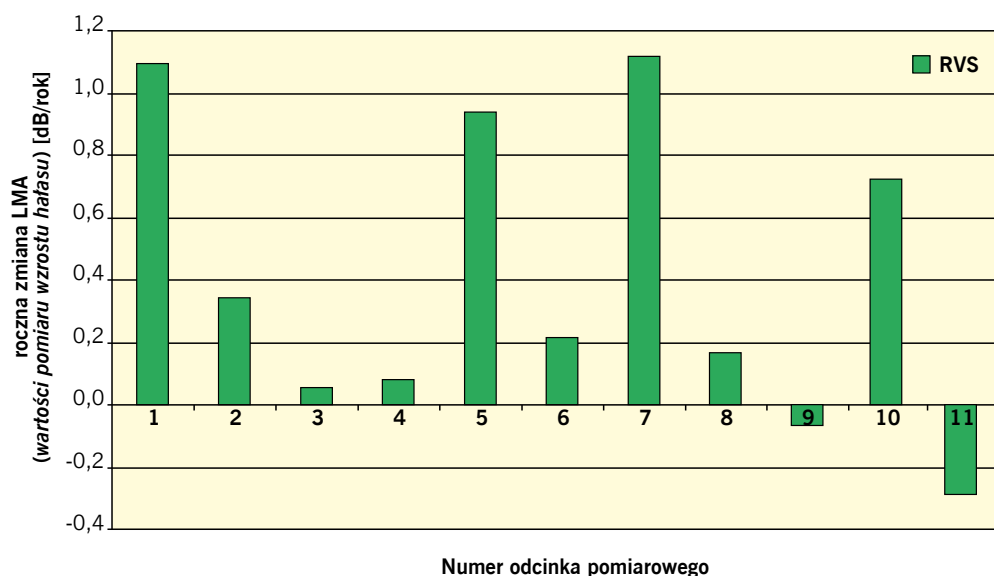
Środkiem do tego, by sprawdzić osiągnięty poziom zmniejszenia hałasu nawierzchni, są weryfikacje emisji hałasu po ułożeniu nawierzchni. W Austrii beton płukany poddaje się tym testom najczęściej i jest jednym z tych niewielu typów nawierzchni, dla których istnieją wartości graniczne zmniejszenia. Zostały one ustalone w RVS 08.17.02 [17] i wynoszą 101dB dla betonu płukanego z „kruszywem głównym” 8 mm oraz 102 dB dla betonu płukanego z „kruszywem głównym” 11 mm. Wartości mierzone przy zmniejszaniu są według RVS 11.06.64 przedstawiane jako wartości LMA (wartości pomiaru wzrostu hałasu) w metodzie pomiaru odgłosów jazdy przyczepy, i z tymi wartościami granicznymi porównywane. W metodzie badań chodzi o pomiar dwoma mikrofonami w bezpośrednim sąsiedztwie opon pomiarowych (opony PI-ARC z czterema rowkami na bieżniku), tak żeby tylko i wyłącznie wartości pomiaru pochodziły od hałasu nawierzchnia-opony. Dzięki takim badaniom otrzymujemy precyzyjne wyniki obrazujące zróżnicowanie emisji hałasu między różnymi nawierzchniami.

Międzynarodowo częściej stosowana jest metoda CPX (odpowiadająca ISO/CD 11819-2), uwzględniająca więcej opon pomiarowych, które są dodat-



Rozwój w czasie emisji hałasu dla betonu płukanego według metody RVS

Przeciętna roczna zmiana emisji hałasu według metody RVS względem pierwszego pomiaru (beton płukany granulacja 11 mm: odcinki 1, 5, 7, 10, reszta o granulacji 8 mm)



kowo bardziej podobne do zwykłych opon pojazdów. Obie metody łączy fakt, że koncentrują się na odgłosach opona-nawierzchnia, mogą jednak nie uwzględnić lub uwzględnić w ograniczonym stopniu opony samochodów ciężarowych. Dalszą alternatywę stanowi metoda SPB według ISO11819-1, w której przeprowadza się na poboczu pomiar poziomu wyprzedzania, i przez to można uwzględnić wpływy na odgłosy silnika jak również na emisje hałasu samochodów ciężarowych.

Wszystkie metody są stale rozwijane i obecnie poleca się kombinację metod mobilnych oraz stacjonarnych do akustycznej charakterystyki nawierzchni.

Nawierzchnie betonowe – beton płukany

Cienkie warstwy betonu o niskim poziomie hałasu (szczególnie beton płukany) znajdują zastosowanie w Austrii od 1990 roku jako trwałe nawierzchnie dróg, przede wszystkim w sieciach dróg o wysokim poziomie natężenia ruchu. Nawierzchnie o strukturze betonu płukanego wypierają w coraz większym stopniu inne nawierzchnie betonowe. Beton płukany, poprzez zastępowanie „opóźniacza wiązania” podczas układania oraz poprzez wysokiej jakości materiały (cement, kruszywo), daje nawierzchnię o właściwej teksturze. Opony stykają się przede wszystkim z tą warstwą i od jej właściwej tekstury zależy ostateczny poziom emisji hałasu. Właśnie dzięki prawidłowemu „działaniu” tej tekstury udaje się zredukować lub zupełnie wyeliminować dwa najważniejsze efekty generujące hałas, czyli wibracje opon oraz silną kompresję powietrza w bieżniku. Typowa głębokość tekstury wynosi około 1 mm. Parametry tekstury mogą być regulowane poprzez proces układania nawierzchni. W porównaniu do tego, klasyczne struktury betonowo-powierzchniowe (szczotkowane) zapewniają prawidłową przyczepność, ale zwiększają wibrację opon, które zostają „wypromieniowane” w otoczenie w postaci hałasu.

Beton płukany jest w Austrii, w konfrontacji z konwencjonalnymi nawierzchniami betonowymi, często stosowany w budowie autostrad i dróg szybkiego ruchu. Wynika to przede wszystkim z jego mechanicznej stabilności i trwałości, dobrze osią-

galnej przyczepności i równocześnie możliwości zmniejszania hałasu. Zostały tu rozwinięte podtypy o „kruszywie głównym” 8 mm dla niskiej emisji hałasu, a te o 11 mm dodatkowo dla dobrej przyczepności.

Zachowanie betonu płukanego w dłuższym czasie

W ramach projektu badań, który jest przeprowadzany na zlecenie BMVIT i we współpracy z Instytutem Badań Austriackiego Przemysłu Cementowego, „zachowanie” w czasie nawierzchni z betonu płukanego z „kruszywem głównym” 8 i 11 mm zostały już zbadane. W ramach weryfikacji sprawdzano odcinki z betonu płukanego o różnym wieku.

Dotychczasowe wyniki wskazują na odmienne zachowanie tych nawierzchni, wybudowanych często w relatywnie krótkim odstępie czasu, o kruszywie głównym 11 mm (odcinki 1, 5, 7, 10) i tych starszych o kruszywie głównym 8 mm. Te pierwsze wykazują się większym rocznym wzrostem emisji hałasu od pozostałych, przy „dotychczasowym czasie trwania” tych warstw. Przy nawierzchniach betonu płukanego o kruszywie głównym 8 mm stwierdzono nawet w niektórych przypadkach spadek emisji hałasu. Wzrost absolutny emisji hałasu wynosi maksymalnie około 3-4 dB, często jednak znacząco mniej. Zaletą tych pomiarów jest taka, że konkretny odcinek został ujęty w różnych punktach czasowych, przy czym nie jest dostępny kompletny szereg czasowy. Pozostaje otwarte pytanie, na które przedziały czasowe „życia” drogi przypada większość pomierzonych zmian. Można wywnioskować, że gwałtowny wzrost krzywej emisji hałasu betonu płukanego o kruszywie 11mm z lat początkowych „życia” ulega spłaszczeniu w porównaniu do betonu płukanego o kruszywie 8 mm. Aby to śledzić, zalecana byłaby dalsza obserwacja tych odcinków.

Porównanie z typowymi zmianami poziomu odgłosów jazdy po nawierzchniach umożliwia badanie Haberla i Litzki („Ocena emisji hałasów austriackich warstw nawierzchni, bezpośrednio bliskości”, szereg badań nawierzchni BMVIT, zeszyt 554, str. 63, 2005). Zostały uwzględnione odcinki betonu płukanego o kruszywie głównym

8 mm, które pokazują wzrost poziomu emisji do 2 dB, podobnie jak inne zmniejszające hałas nawierzchnie. Przy betonie asfaltowym i szczególnie przy klasycznym „asfalcie klejonym” emisje hałasu znacząco przybierają na sile. Przy „asfalcie klejonym” zostało to w pewnym stopniu wyważone w ten sposób, że wykazują one niskie wartości początkowe. Co się tyczy dwuwarstwowego „asfaltu klejonego”, który pokazuje ograniczoną skłonność do zapychania przy jeszcze niskich początkowych emisjach, jest jeszcze bardzo mało dostępnych danych odnośnie dłuższego czasu. Porównując beton płukany do innych nawierzchni, trzeba podkreślić, że należy on do akustycznie stabilnych, mimo że powstają tu różnice między kruszywem 11 mm i 8 mm.

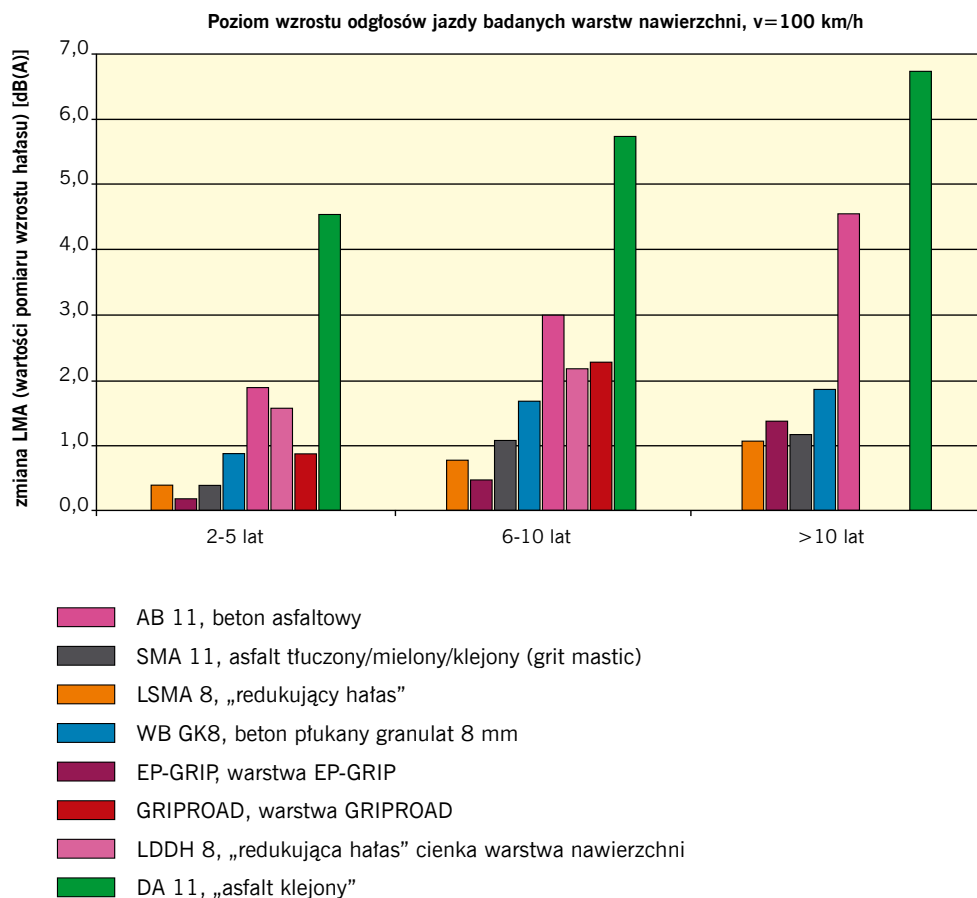
Podsumowanie

Nawierzchnie o niskim poziomie hałasu mogą w przyszłości odegrać ważną rolę w zmniejszaniu hałasu ulicznego. W celu bezpieczeństwa planowania pożądana jest dokładna charakterystyka dostępnych nawierzchni oraz metod konstrukcyjnych – nie tylko w obszarze „otwartoporowatych” warstw nawierzchni, ale też innych, często stosowanych z powodu swoich zalet, gęstych nawierzchni, jak beton. Rozwój i zastosowanie nawierzchni o niskim poziomie hałasu ma decydujące znaczenie dla redukcji obciążenia społeczeństwa hałasem ruchu ulicznego.

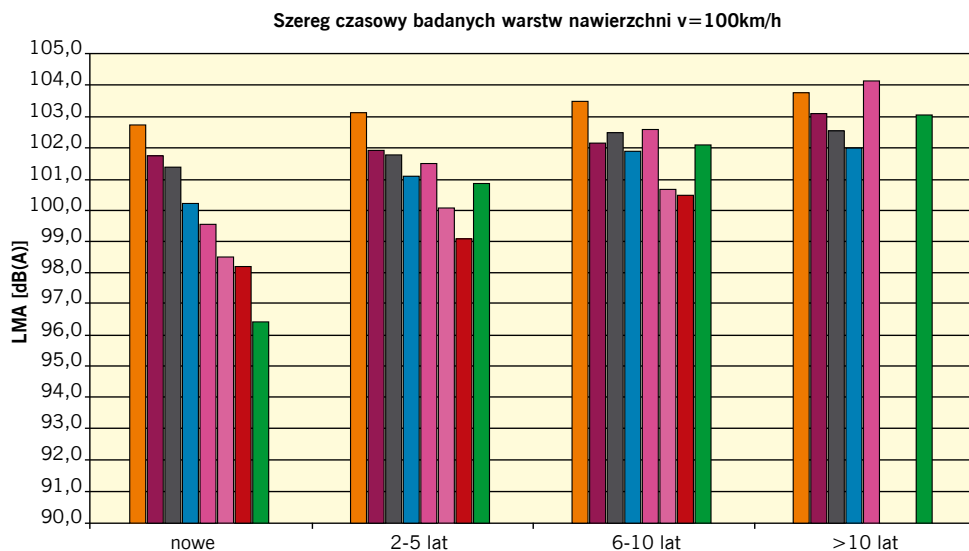
Tłumaczenie i opracowanie:

Rainer Stal, Adam Karbowski

(na podstawie artykułu Manfreda Haidera „Lärmemission von Fahrbahnoberflächen– Betonstraßen” (informator pt. Betonstrassen 2007)



Zmiana emisji hałasu według RVS 11.06.64 dla różnych typów nawierzchni



Emisje hałasu według RVS 11.06.64 dla różnych typów nawierzchni według czasu eksploatacji