



Temat specjalny

# Ochrona przed hałasem komunikacyjnym

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

 **LOTOS** Asfalt

 **DORR**

Wraz z postępem cywilizacyjnym przybywa samochodów, które poruszając się po drogach, generują hałas szkodliwy dla zdrowia człowieka. Równie uciążliwy może być hałas przy liniach kolejowych, który w dużej mierze zależy od budowy torowiska oraz jego bieżącego utrzymania. Nic więc dziwnego, że zarówno konstruktorzy, producenci pojazdów, jak i inżynierowie branży drogowej i kolejowej dokładają wysiłków w celu zmniejszenia poziomu hałasu emitowanego przez pojazdy poruszające się po drogach kołowych i szynowych.



foto: mpix-foto, Adobe Stock

Mając na uwadze, że ograniczenie poziomu hałasu już od 3 do 5 dB powoduje odczuwalne skutki dla mieszkańców, ważnym elementem w ochronie akustycznej jest dobór odpowiednich zabezpieczeń. W przypadku zróżnicowanych rodzajów hałasu mają zastosowanie różne rozwiązania, m.in. ekrany akustyczne czy właściwy rodzaj nawierzchni.

### Definicja i kryteria oceny poziomu hałasu

Hałas to jeden z bardziej dokuczliwych elementów zakłócających środowisko człowieka, którego szkodliwy wpływ udowodniono licznymi badaniami. Pod pojęciem hałas rozumie się dźwięki o dowolnym charakterze akustycznym, niepożądane w danych warunkach i dla danej osoby. O szkodliwości, dokuczliwości, a także uciążliwości hałasu decydują jego cechy fizyczne oraz czynniki charakteryzujące te zmiany w czasie, do których należą charakterystyka widmowa, wartość poziomu hałasu, częstość występowania, długość odcinków oddziaływania hałasu i jego charakter.

Szkodliwość oddziaływania hałasu objawia się w postaci negatywnych skutków zdrowotnych i funkcjonalnych. Nadmierny hałas wpływa nie tylko na narząd słuchu, ale także na ogólną sytuację zdrowotną człowieka – stan psychiczny, emocjonalny oraz somatyczny.

W hałasie oprócz drgań słyszalnych rzędu 16–20 000 Hz występują także drgania o wyższych częstotliwościach niż 20 000 Hz, nazywane drganiami ultraakustycznymi (ultradźwięki), jak i o częstotliwościach poniżej 16 Hz, znane także jako infradźwięki. Najbardziej uciążliwymi, a równocześnie najpowszechniejszymi źródłami hałasu są trasy komunikacji samochodowo-tramwajowej, kolejowej i lotniczej, a także obiekty komunikacyjne i przemysłowe [1].

Cechą charakterystyczną klimatu akustycznego środowiska, zwłaszcza w warunkach lokalnych, jest duża zmienność w czasie, zależna od liczby i natężenia źródeł hałasu w ciągu doby. Oceny klimatu akustycznego środowiska dokonuje się na podstawie wyników pomiarów hałasu określonych odpowiednimi wskaźnikami przy uwzględnieniu dodatkowych danych związanych z zagospodarowaniem i sposobem użytkowania terenu oraz danych demograficznych. Wśród wskaźników umożliwiających ocenę klimatu akustycznego wyróżnia się dwie grupy. W pierwszej znajdują się wskaźniki podstawowe, które są fizycznym opisem zjawisk akustycznych. Do drugiej grupy należą wskaźniki złożone, które oprócz fizycznej natury zjawisk uwzględniają dodatkowo efekty oddziaływania hałasu.

Dopuszczalne poziomy hałasu komunikacyjnego w środowisku dla Polski zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 1 października 2012 r. Wartości te odnoszą się do czterech rodzajów terenu i zostały ustalone dla wskaźników. Dwa z nich – LAeq D, LAeq N (gdzie D oznacza pomiar w dzień, N – nocą) służą do krótkookresowej oceny klimatu akustycznego. Przy realizacji map akustycznych i w programach długookresowej walki z hałasem stosuje się wskaźnik LDWN, będący równoważnym poziomem dźwięku określanym dla wszystkich dob w roku, i LN, który jest równoważnym poziomem dźwięku określanym dla wszystkich nocy w roku (od godz. 22.00 do 06.00) [2].

### Źródła hałasu komunikacyjnego

W środowisku miejskim dominującym źródłem powstawania hałasu jest ruch drogowy z uwagi na fakt, że sieć drogowa



obejmuje teren całego miasta. O ile ruch lotniczy i kolejowy z reguły występuje miejscowo, o tyle kwestia problemu hałasu generowanego przez ruch drogowy stała się w ostatnim czasie szczególnie istotna z uwagi na wzrost liczby pojazdów poruszających się po drogach. Na hałas komunikacyjny generowany przez samochody składa się szereg czynników, do których należą m.in. praca silników spalinowych, aerodynamika pojazdów oraz kontakt opon z nawierzchnią drogową [3]. Inne przyczyny ponadnormatywnego hałasu w otoczeniu dróg przedstawiono na infografice powyżej.

Jednym z elementów stanowiących obecnie zagrożenie dla zdrowia fizycznego i psychicznego człowieka jest także hałas kolejowy, powstający w wyniku eksploatacji linii kolejowych. Co prawda nie jest tak wszechobecny jak hałas drogowy, niemniej w niektórych obszarach zabudowanych stanowi dominujące i najbardziej uciążliwe źródło hałasu. Cechuje go niejednorodność z uwagi na możliwość lokalnego występowania niekorzystnych zmian ze względu na stan infrastruktury (torowiska) czy zmienną prędkość przejazdu. Jego natężenie zależy także od rodzaju i stanu taboru kolejowego i położenia torowiska – nasyp, wawóz, teren płaski.

Mimo dającej się zauważyć reorganizacji kolejnictwa, polegającej na zmniejszaniu liczby pociągów, wymianie taboru na nowszy, ciągle jednak w pobliżu przelotowych tras torowych poziom hałasu osiąga w niektórych przypadkach wartości chwilowe powyżej 100 dB. Co więcej, przewidywany wzrost prędkości ruchu pociągów może ten proces dodatkowo pogłębić [5].





fot. RioPatuca Images, Adobe Stock

## Regulacje prawne

Zgodnie z obowiązującą dyrektywą w sprawie oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku [6], państwa członkowskie UE są zobligowane do gromadzenia informacji na temat narażenia na uciążliwość związane z hałasem komunikacyjnym swoich mieszkańców. W ramach podejmowanych działań leży okresowe sporządzanie, m.in. dla głównych dróg i linii kolejowych, strategicznych map hałasu, stanowiących narzędzie monitoringu hałasu w ujęciu wieloletnim. Mapy mogą także służyć do opracowywania na ich podstawie odpowiednich planów działań, zmierzających do zapobiegania powstawaniu hałasu w środowisku i obniżania jego poziomu tam, gdzie jest to konieczne.

Wymagania odnośnie do konstrukcji pojazdów silnikowych w kontekście redukcji generowanego przez nie hałasu określono w rozporządzeniu [7]. Mając na uwadze, że hałas wytwarzany przez ruch drogowy szkodzi zdrowiu, w [7] ustanowiono wartości graniczne dopuszczalnego poziomu hałasu w odniesieniu do pojazdów silnikowych i uregulowano inne kwestie techniczne związane z pojazdem traktowanym jako źródło hałasu.

Jak już wspomniano, przyczyną hałasu jest także oddziaływanie opon na drogę. W związku z tym w dyrektywie [8] przewidziano badanie hałasu toczenia opony oraz ustanowiono

jego dopuszczalne poziomy i wymogi dotyczące stopniowego ograniczania.

W Polsce działania związane z redukcją hałasu i jego skutków poprzedzane są oceną ich oddziaływania na środowisko w przypadku planowanych przedsięwzięć drogowych, która daje odpowiedź w zakresie potrzeby stosowania ekranów akustycznych. Oceny oddziaływania na środowisko określają warunki, jakie muszą być spełnione pod względem środowiskowym, aby dana inwestycja mogła zostać zrealizowana. Nie wymagają jednak analizy rozwiązań zabezpieczeń akustycznych ani w formie ukształtowania przebiegu tras drogowych, ani w zakresie szczegółów konstrukcyjno-materiałowych ekranów akustycznych. Niemniej w literaturze jako podstawę metodyczną analizy techniczno-ekonomicznej ekranowania otoczenia dróg przed hałasem wskazuje się ocenę cyklu życia – LCA (*life cycle assessment*) [9].

## Metody ochrony przed nadmiernym hałasem komunikacyjnym

Działania zmierzające do redukcji hałasu komunikacyjnego i jego skutków muszą być współbieżne z ich racjonalizacją. Istnieje wiele sposobów niwelowania niekorzystnego wpływu hałasu w otoczeniu drogi. Jednym z nich jest budowa obwodnic i dróg alternatywnych rozpraszających ruch. Ponadto prowadzi

Tab. 1. Klasyfikacja głośności nawierzchni według Jerzego Ejsmonta i Władysława Gardziejczyka [11]

| Klasa / symbol                                 | Wartość poziomu dźwięku [dB (A)] |                         | Rodzaje warstw ścieralnych  |
|--|----------------------------------|-------------------------|---|
|  | $L_1$ <sup>1)</sup>              | CPXI (80) <sup>2)</sup> |   |
| Nawierzchnie ciche<br>NC                       | < 73,0                           | < 93,5                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>pojedyncze warstwy porowate o uziarnieniu kruszywa <math>\leq 10</math> mm (np. PA8)</li> <li>podwójne warstwy porowate</li> <li>nawierzchnie poroelastyczne</li> </ul>  |
| Nawierzchnie o zredukowanej hałaśliwości<br>ZH | 73,0–75,9                        | 93,5–96,4               | <ul style="list-style-type: none"> <li>SMA i betony asfaltowe o uziarnieniu &lt; 10 mm (np. SMA5, SMA8, AC5, AC8)</li> <li>bardzo cienkie warstwy bitumiczne (dywaniki bitumiczne) o uziarnieniu kruszywa &lt; 10 mm (np. BBTM8)</li> <li>pojedyncze warstwy porowate o uziarnieniu kruszywa &gt; 10 mm (np. PA11)</li> </ul>   |
| Nawierzchnie o normalnej hałaśliwości<br>NH    | 76,0–78,9                        | 96,5–99,4               | <ul style="list-style-type: none"> <li>SMA o uziarnieniu kruszywa 10–16 mm (np. SMA 11)</li> <li>bardzo cienkie warstwy bitumiczne o uziarnieniu &gt; 10 mm</li> <li>betony asfaltowe o uziarnieniu kruszywa 10–16 mm (np. AC11)</li> <li>betony cementowe o optymalnym teksturowaniu z akustycznego punktu widzenia</li> </ul> |
| Nawierzchnie o podwyższonej hałaśliwości<br>PH | 79,0–81,9                        | 99,5–102,4              | <ul style="list-style-type: none"> <li>powierzchniowe utrwalenia</li> <li>uszkodziłone nawierzchnie typu SMA</li> <li>SMA i betony asfaltowe o uziarnieniu <math>\geq 16</math> mm</li> <li>klasyczne betony cementowe</li> <li>betonowa kostka brukowa przy optymalnych układach połączeń</li> </ul>                           |
| Nawierzchnie o nadmiernej hałaśliwości<br>NNH  | $\geq 82,0$                      | $\geq 102,5$            | <ul style="list-style-type: none"> <li>kostka kamienna</li> <li>betonowa kostka brukowa bez optymalizacji połączeń</li> <li>betony cementowe poprzecznie rowkowane</li> </ul>   |

gdzie: <sup>1)</sup> maksymalny poziom dźwięku A od przejazdu statystycznego pojazdu osobowego z prędkością 80 km/h według metody SPB, <sup>2)</sup> indeks zgodny z metodą CPXI (przejazd z prędkością 80 km/h)

się drogi w wykopie, stosuje uspokojenie ruchu, kształtuje się wały ziemne i nasadzenia roślinności wzdłuż drogi. Jeśli prognozowane poziomy hałasu przekraczają wartości dopuszczalne lub wymienione rozwiązania są zbyt kosztowne, wówczas buduje się ekrany akustyczne. W przypadku stosowania ekranów akustycznych warto wziąć pod uwagę ich budowę z użyciem takich materiałów, których produkcja nie jest energochłonna i nie oddziałuje na środowisko, nie wymagają częstych konserwacji i napraw, eksploatacja nie ma negatywnego wpływu na środowisko oraz da się je ponownie wykorzystać [9].

Jeśli chodzi o konstrukcję ekranów akustycznych, powinna ona spełniać szczególne warunki. Jednym z nich jest umożliwienie prostego i szybkiego fundamentowania. Powinna to być konstrukcja naziemna prefabrykowana, prosta i szybka w montażu. Jej bezpieczeństwo musi być określone na wiele lat, tzn. na cały czas użytkowania ekranów, podobnie jak odporność na korozję i trwałość. Ważną cechą konstrukcji są także walory estetyczne, które nie mogą maleć w miarę jej starzenia się. Ponadto powinna spełniać prawo masy, to znaczy im większy ciężar objętościowy, tym większe są jej właściwości tłumienia dźwięków [10].

Jak wynika z badań, znaczny udział w emisji hałasu komunikacyjnego samochodowego, zwłaszcza na drogach o prędkościach dopuszczalnych powyżej 50 km/h, ma oddziaływanie opony i nawierzchni drogowej. Dzięki znajomości mechanizmów powstawania dźwięków towarzyszących toczeniu się kół samochodowych po drodze możliwe jest projektowanie od podstaw mieszanek mineralno-asfaltowych ograniczających te niepożądane zjawiska dzięki swojej odpowiedniej strukturze i właściwościom. Tymczasem większość mieszanek mineralno-asfaltowych powszechnie stosowanych, czyli beton asfaltowy, mastyks grysowy czy asfalt lany, nie są skuteczne z punktu widzenia ograniczenia emisji hałasu powstałego na styku toczącej się opony pojazdu po nawierzchni. Mając to na uwadze, drogowcy z wielu krajów dążą do opracowania takich mieszanek, które zachowując większość dobrych właściwości mieszanek „zamkniętych”, dodatkowo ograniczałyby emisję hałasu do otoczenia oraz eliminowałyby negatywne efekty wywołane przez gromadzenie się wody na jezdni [3].

Najważniejsze krajowe rodzaje klasyfikacji nawierzchni drogowych z punktu widzenia hałaśliwości przedstawiono w tabelach 1 i 2. Możliwości zastosowania wybranych rozwiązań

Tab. 2. Klasyfikacja głośności nawierzchni według Dariusza Sybilskiego [11]

| Klasa hałaśliwości nawierzchni | Typy warstwy ścieralnej                               |
|--------------------------------|---|
| Cicha                          | BA5, BA8<br>SMA5, SMA8<br>MNU8 (GUF)<br>BAP (COLSOFT) |
| Normalna                       | MNU11<br>SMA11<br>BA11                                |
| Głośna                         | BC<br>CWZ   |

Oznaczenia: BA (beton asfaltowy), SMA (mieszanka mastyksowo-grysowa), MNU (mieszanka o nieciągłym uziarnieniu), BAP (beton asfaltowy porowaty), CWZ (cienka warstwa na zimno – *slurry seal*), BC (beton cementowy). Cyfry przy symbolach nawierzchni określają maksymalny rozmiar ziaren kruszywa

Tab. 3. Możliwości zastosowania wybranych rozwiązań drogowych w strefie emisji hałasu – drogi nowo projektowane [11]

| Rozwiązania drogowe i środki ochrony przed hałasem                           | Klasa drogi |      |     |     |
|--|-------------|------|-----|-----|
|  | A-S         | GP-G | Z   | L-D |
| Geometria drogi w planie   | +           | +    | +   | +   |
| Pochylenie drogi   | +/-         | +/-  | +   | +   |
| Rozwiązania wysokościowe   | +           | +    | +/- | -   |
| Skrzyżowania i węzły drogowe   | +           | +    | +/- | -   |
| Nawierzchnia   | +           | +    | +   | +/- |
| Organizacja ruchu i działania w zakresie zmian sposobów poruszania się ludzi | +/-         | +    | +   | +   |
| Sterowanie ruchem – systemy ITS  | +/-         | +    | +   | -   |
| Uspokojenie ruchu  | -           | +/-  | +   | +   |

gdzie: + możliwość zastosowania, +/- niewielka możliwość zastosowania (uzależniona od różnych czynników), - brak możliwości zastosowania (ze względu na funkcję drogi, problemy techniczno-ekonomiczne itp.)

Tab. 4. Możliwości zastosowania wybranych rozwiązań drogowych w strefie emisji hałasu – drogi istniejące [11]

| Rozwiązania drogowe i środki ochrony przed hałasem                           | Klasa drogi |      |     |     |
|--|-------------|------|-----|-----|
|  | A-S         | GP-G | Z   | L-D |
| Geometria drogi w planie   | -           | -    | +/- | +/- |
| Pochylenie drogi   | -           | -    | +/- | +/- |
| Rozwiązania wysokościowe   | +/-         | +/-  | +/- | -   |
| Skrzyżowania i węzły drogowe   | +/-         | +    | +   | +/- |
| Nawierzchnia   | +           | +    | +   | +/- |
| Organizacja ruchu i działania w zakresie zmian sposobów poruszania się ludzi | +/-         | +    | +   | +   |
| Sterowanie ruchem – systemy ITS  | +/-         | +    | +   | -   |
| Uspokojenie ruchu  | -           | +/-  | +   | +   |

gdzie: + możliwość zastosowania, +/- niewielka możliwość zastosowania (uzależniona od różnych czynników), - brak możliwości zastosowania (ze względu na funkcję drogi, problemy techniczno-ekonomiczne itp.)

drogowych w strefie emisji hałasu dla dróg nowo projektowanych oraz istniejących przedstawiono w tabelach 3 i 4.

Metody ograniczania hałasu kolejowego można podzielić na trzy grupy: redukcję hałasu w miejscu jego generowania, ograniczanie hałasu na drodze propagacji od źródła do odbiornika, działania organizacyjne. Do sposobów ograniczania powstawania hałasu kolejowego u źródła należą wszelkie działania podejmowane przez przewoźników kolejowych, odpowiedzialnych za stan techniczny pojazdów, które poruszają się po liniach kolejowych. Do najbardziej skutecznych należy wymiana zużytego taboru na nowszy lub modernizacja używanego. Równie dobre efekty przynoszą działania prowadzone na linii kolejowej, w tym modernizacja i remont istniejącej linii kolejowej, szlifowanie szyn, montaż amortyzatorów szynowych czy modyfikatorów tarcia (smarownic).

Minimalizowanie oddziaływania akustycznego pomiędzy źródłem emisji a odbiornikiem polega głównie na stosowaniu osłon przeciwhałasowych, które uniemożliwiają propagację hałasu. Zalicza się do nich wały ziemne, przekopy, pasy zieleni i ekrany akustyczne.

Duży wpływ na kształtowanie klimatu akustycznego mają również działania organizacyjne, które umożliwiają redukcję hałasu kolejowego lub mogą korzystnie wpływać na klimat akustyczny bez redukcji hałasu. W ramach działań organizacyjnych mieszczą się m.in. planowanie i gospodarka przestrzenna, odpowiednie regulacje i przepisy prawne uwzględniające problem hałasu kolejowego, polityka transportowa, a także polityka edukacyjna i informacyjna. Jak wynika z praktyki, najlepsze rezultaty osiąga się, gdy minimalizowanie oddziaływań akustycznych rozpoczyna się już na etapie planów i strategii [12].

## Podsumowanie

W nowym podejściu do wyboru rozwiązań ograniczających hałas drogowy proponuje się schemat działania oparty na analizie doboru rozwiązań, które obejmują strefę emisji i imisji hałasu. Dobór ten jest zależny od wielu czynników. Ponadto metody będą inne dla infrastruktury istniejącej i nowo projektowanej. Wybór konkretnego rozwiązania powinien być jednak w obu przypadkach podyktowany uwzględnieniem kryteriów ekonomicznych, ekologicznych i społecznych, a także technicznych.

## Literatura

- [1] Świertnia W., Łazarz B., Czech P., Mańka A., Witaszek M.: *Hałas w autobusie starego typu wykorzystywanym w komunikacji miejskiej*. „TTS Technika Transportu Szynowego” 2015, nr 12, s. 1514–1518.
- [2] Gierasimiuk P., Motylewicz M.: *Hałas w otoczeniu dróg i ulic – problemy oceny i działania ochronne*. W: *Inżynieria środowiska – młodym okiem*. T. 7. *Uwarunkowania sanitarno-inżynierskie*. Red. I. Skoczko, J. Piekutin, A. Zarzecka. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej. Białystok 2014, s. 59–93.
- [3] *Innowacyjna technologia nawierzchni drogowych o obniżonej emisji hałasu*. Mostostal Warszawa SA. Warszawa 2015.
- [4] Bohatkiewicz J., Biernacki S.: *Aktualne problemy związane z hałasem drogowym*. W: *Ochrona środowiska i estetyka a rozwój infrastruktury drogowej*. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP. Lublin 2011, s. 38–47.

## Czy wiesz, że...



Jak wynika z danych WHO, ok. 40% mieszkańców UE (200 mln) jest narażonych na hałas drogowy przekraczający 55 dB w ciągu doby [2].



Badania klimatu akustycznego prowadzone w Polsce w latach 90. XX w. dowiodły, że ok. 21% powierzchni i 33% ludności w Polsce narażonych było na ponadnormatywne działanie hałasu [2].



Hałas jest przyczyną przedwczesnego starzenia i w 30 przypadkach na 100 skraca życie mieszkańców dużych miast o 8–10 lat [2].

- [5] Kuboszek A.: *Ocena poprawności metod symulacji komputerowej w badaniach hałasu komunikacyjnego*. „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji” 2017, nr 6, s. 106–121.
- [6] Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku.
- [7] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 540/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie poziomu dźwięku pojazdów silnikowych i zamiennych układów tłumiących oraz zmieniające dyrektywę 2007/46/WE i uchylające dyrektywę 70/157/EWG.
- [8] Dyrektywa 2001/43/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 czerwca 2001 r. zmieniająca dyrektywę Rady 92/23/EWG odnoszącą się do opon pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz ich instalowania.
- [9] Górecki J.: *Uwarunkowania techniczno-ekonomiczne realizacji nowoczesnych ekranów akustycznych*. „Izolacje” 2007, nr 6, s. 20–23.
- [10] Maciejewski A.: *Gdzie i jakie ekrany akustyczne*. „Inżynier Budownictwa” 2017, nr 9, s. 24–25.
- [11] Bohatkiewicz J.: *Modelowanie i ocena rozwiązań chroniących przed hałasem drogowym*. Politechnika Lubelska. Lublin 2017.
- [12] Polak K.: *Sposoby minimalizacji emisji hałasu kolejowego w aglomeracji miejskiej*. „Autobusy” 2018, nr 6, s. 221–225.





*Jak powinna wyglądać kompleksowa ochrona otoczenia dróg przed hałasem w zakresie stosowanych metod i środków?*



**dr inż. KRYSZTOF WOŹNIAK,**  
**Katedra Dróg, Kolei i Inżynierii Ruchu,**  
**Politechnika Krakowska**

Kompleksowe podejście do ochrony otoczenia dróg przed hałasem powinno oznaczać rozważenie wszystkich czynników i środków wpływających na powstawanie uciążliwego hałasu i jego

poziomu, rozchodzenie się hałasu w otoczeniu drogi, hałasu u odbiorców (mieszkańców), a także gotowość do poprawy klimatu akustycznego wokół zabudowy i w budynku.

Kompleksowe podejście identyfikuje zestaw analiz i działań, które powinny być podjęte dla ustalenia optymalnej i racjonalnej ochrony akustycznej otoczenia, uwzględniając różne działania w zależności od tego, czy jest to nowo projektowana, istniejąca czy rozbudowywana droga. Podejście to można ogólnie przedstawić jako poszukiwanie rozwiązań związanych z:

- a) urbanistyką, co oznacza racjonalne planowanie zagospodarowania terenu wraz z drogami, tj. projektowania drogi i jej otoczenia łącznie, w tym uwzględnienia zagospodarowania i ukształtowania otoczenia planowanej, projektowanej bądź rozbudowywanej drogi, a w tym także:
  - dostosowania istniejącej zabudowy i zagospodarowania w jej otoczeniu do zwiększającego się ruchu i jego uciążliwości,
  - tworzenia nowych układów zagospodarowania otoczenia drogi (często dotyczy to odcinków podmiejskich dróg),
  - odchodzenia od zabudowy lokalizowanej równoległe do drogi (na której odbywa się ruch o dużym natężeniu, zazwyczaj są to drogi klasy Z, G, GP) i tworzenia obudowywanych sięgaczy (prowadzonych od drogi);
- b) ukształtowaniem sytuacyjno-wysokościowym (trasy i niwelety drogi) z uwzględnieniem map prognozowanego hałasu, co powinno umożliwić ustalenie linii referencyjnych (odległości od drogi, w której możliwe jest usytuowanie zabudowy poza wpływem uciążliwości hałasowych również przy wzięciu pod uwagę możliwości jej ochrony);
- c) doborem przekroju drogi i konstrukcji nawierzchni, w tym zastosowania tzw. cichych nawierzchni;

- d) inżynierią ruchu, np. możliwością redukcji prędkości na obudowanych odcinkach oraz możliwością zmniejszenia natężeń ruchu i wpływania na udział ruchu ciężkiego, w tym jego eliminacji na przedmiotowym odcinku drogi lub ograniczonego użytkowania z zakazami (o ile to możliwe) w pewnych okresach dnia / tygodnia;
- e) stosowaniem środków i metod redukujących hałas rozchodzący się od drogi, tj. środków ekranujących i osłon, jak wały, ekrany, ogrodzenia, zieleń różnego typu – w otoczeniu drogi i realizowanych na granicach drogi i posesji;
- f) zabudową wrażliwą i jej otoczeniem, budynkiem i możliwością redukcji hałasu przez ściany i stolarkę okienną, a w tym lokalizacji zabudowy na terenie posesji i lokalizacji wrażliwych i /niewrażliwych pomieszczeń w samym budynku;
- g) zastosowaniem środków redukujących hałas bezpośrednio przy budynku (np. tzw. ekrany na elewacjach), a także w obszarze posesji wokół zabudowy;
- h) kreacji cichych powierzchni na terenie posesji (i w otoczeniu) przez zastosowanie osłon i zieleni oraz innych środków.

W wielu przypadkach osłonę zabudowy / terenu wrażliwego na hałas może zapewnić także zabudowa komercyjna i usługowa lub inna niewrażliwa na hałas.

Reasumując, komplementarność podejścia do ochrony akustycznej oznacza w rzeczywistości sposób poszukiwania możliwości zmniejszenia hałasu wokół dróg już na etapie planistycznym (zagospodarowanie przestrzenne – lokalizacja drogi i zabudowy), przez etap szczegółowego projektowania, a kończąc na wykonawstwie i technologii, biorąc pod uwagę również możliwości wynikające z zarządzania ruchem (inżynierią ruchu). Oznacza także stosowanie różnych środków i metod, łącznie lub zamiennie, rozważanych indywidualnie dla każdego przypadku. Najbardziej narażone na problemy z ochroną akustyczną, z uwagi na dostępność i natężenie przenoszonych ruchów, są drogi klasy GP, G i Z, niemniej jednak takie podejście należy stosować do wszystkich klas dróg, przy których mogą występować uciążliwości hałasowe. Nie należy zapominać, że również sytuując zabudowę wrażliwą w rejonie drogi, projektant ma obowiązek zapewnić dobre warunki akustyczne dla nowej inwestycji, co powinno oznaczać analizę akustyczną i poszukiwanie środków redukcji hałasu nie tylko przez zarządcę drogi.

*Jak nawierzchnie asfaltowe umożliwiają efektywną walkę z hałasem komunikacyjnym?*

**AGNIESZKA KĘDZIŃSKA,**  
koordynator, Zespół ds. Badań i Rozwoju,  
LOTOS Asfalt Sp. z o.o.

Hałas jest jednym z najbardziej uciążliwych czynników środowiskowych, powodujących trudne do oszacowania straty dla człowieka i jego środowiska. Redukcja hałasu jest więc jednym

z ważniejszych wyzwań inżynierii drogowej. Z punktu widzenia generowania hałasu drogowego przez poruszające się pojazdy decydujące znaczenie ma przede wszystkim materiał i technologia wykonania oraz tekstura powierzchni warstwy ścieralnej nawierzchni. Nawierzchnie asfaltowe mają ogromny potencjał w zakresie tłumienia hałasu. Najcichsze drogi w technologii asfaltowej pozwalają na redukcję hałasu średnio o 3–8 dB w porównaniu z najcichszymi drogami betonowymi. Badania naukowców dowiodły, że najcichszymi nawierzchniami w Polsce są cienkie warstwy asfaltowe z zastosowaniem mieszanek mineralno-asfaltowych o nieciągniętym uziarnieniu (BBTM 5 i BBTM 8) oraz asfalty porowate w dwóch lub jednej warstwie (PA 8 oraz PA 16 i PA 8). Skutecznie redukują one hałas drogowy o ponad 5 dB, a w przypadku dwuwarstwowych asfaltów porowatych nawet o 8–9 dB. Zastosowanie mieszanek mineralno-asfaltowych o zwiększonej liczbie porów redukuje część hałasu generowaną przez toczącą się oponę, która wywoływana jest zjawiskami aerodynamicznymi. Dodatkowo porowatość zwiększa absorpcję dźwięku pochodzącego z innych źródeł hałasu pojazdu (silnik, układ wydechowy).

Dzięki swojej porowatej strukturze (18–28% wolnych przestrzeni) i systemowi kanalików bardzo dobrze tłumi hałas i odprowadza wodę z nawierzchni, ograniczając tym samym zjawisko aquaplaningu i zwiększając bezpieczeństwo użytkowników. Ważne, aby świadomie stosować tę technologię, uwzględniając potrzebę jej właściwego utrzymania w przyszłości przez systematyczne czyszczenie nawierzchni. Wiedza i doświadczenie w dziedzinie zastosowania asfaltów porowatych czy mieszanek o zwiększonej liczbie wolnych przestrzeni typu BBTM do cienkich warstw sukcesywnie rośnie, podobnie jak możliwości wyboru materiałów stosowanych w tej technologii. Ze względu na dużą zawartość wolnych przestrzeni nawierzchnie redukujące hałas są bardziej narażone na szkodliwe działanie czynników klimatycznych – wody i mrozu. Chcąc wydłużyć trwałość tego typu nawierzchni, należy stosować asfalty modyfikowane i wysokomodyfikowane polimerami oraz modyfikowane polimerami z dodatkiem gumy. Są to lepszycza charakteryzujące się zwiększoną odpornością na starzenie i niskie temperatury oraz wyższą lepkością w pośrednich temperaturach. Te konkretne właściwości są bardzo pożądane dla mieszanek do cichych nawierzchni. Warto pamiętać, że ekran akustyczny nie rozwiązuje problemu hałasu, a jedynie odgradza nas od jego źródła, i to tylko w cieniu akustycznym. Poza swoim zasięgiem jest nieefektywny. Cicha nawierzchnia natomiast rozwiązuje problem u źródła, bo ogranicza hałas na styku opony z nawierzchnią. Stosujmy więc ciche nawierzchnie asfaltowe z nowoczesnymi lepszyczami modyfikowanymi.





*Hałas typu stop that noise, czyli taki, który pojawia się i znika, jak w przypadku pociągów przejeżdżających obok zabudowań, jest dla ludzi szczególnie uciążliwy. Jakie działania podejmuje PLK, aby zminimalizować te niedogodności?*



**EWA MAKOSZ,**  
**dyrektor Biura Ochrony Środowiska,**  
**PKP Polskie Linie Kolejowe SA**

Podstawowym sposobem ograniczenia niedogodności pochodzących od linii kolejowych jest prewencja, tj. unikanie konfliktów przestrzennych i rezygnacja z zabudowy chronionej akustycznie

w zasięgu oddziaływania linii kolejowych. Ochrona przed hałasem polega na zapewnieniu jak najlepszego stanu akustycznego środowiska, w szczególności przez działania mające na celu ograniczenie emisji hałasu.

Uciążliwy dla człowieka hałas występujący w wyniku eksploatacji linii kolejowych można w różnym stopniu minimalizować. Ograniczenia prowadzone są przez:

- zapewnienie dobrego stanu nawierzchni kolejowej (szlifowanie szyn i rozjazdów, mechaniczne podbijanie torów i rozjazdów, wymiana pojedynczych części rozjazdowych, wymiana głów na torów prowadzona podczas inwestycji kolejowych);
- nasadzenia drzew i krzewów jako ekranów akustycznych, które dodatkowo pełnią funkcję filtra chroniącego powietrze przed zanieczyszczeniami, stosownie do możliwości terenu oraz ograniczeń wynikających z minimalnych dopuszczalnych odległości;

- zabudowę mat antywibracyjnych;

- budowę ekranów akustycznych.

Poza zarządcą infrastruktury kolejowej porównywalny wpływ na poziom hałasu mają przewoźnicy, gdyż od stanu technicznego taboru kolejowego również zależy stopień oddziaływania na środowisko.

Obecnie podstawowym rozwiązaniem technicznym stosowanym w sieci kolejowej w celu ograniczenia emisji hałasu kolejowego są ekrany akustyczne. PKP Polskie Linie Kolejowe SA dążą do wykorzystania również alternatywnych metod minimalizowania emisji hałasu. Spółka prowadzi analizy skuteczności zastosowania tłumików przyszynowych i smarowniczek oraz możliwości posadowienia niskich ekranów bliżej torowiska.

PKP Polskie Linie Kolejowe SA analizują uwarunkowania związane z zastosowaniem niskich ekranów akustycznych, które w przeciwieństwie do tradycyjnych (wysokich) mogą być stosowane w dodatkowych lokalizacjach, np. na nasypach i obiektach inżynierskich. Ponadto niskie ekrany charakteryzują się bardzo niewielkim oddziaływaniem na środowisko i bardzo małą ingerencją w krajobraz.

Wykorzystanie nowych rozwiązań wymaga dodatkowych analiz w zakresie procesu utrzymania linii kolejowych, uwarunkowań zimowych oraz bezpieczeństwa osób pracujących na torach czynnych.



Stacja Kraków Podgórze, fot. nbi media