

Metody i sposoby ochrony przed hałasem drogowym

Spośród szkodliwych oddziaływań ruchu drogowego na środowisko, hałas jest jednym z najniekorzystniej wpływających oddziaływań na zdrowie i życie człowieka. Regulacje prawne związane z hałasem drogowym wymagają ochrony nie tylko wnętrza budynków, ale również i ich otoczenia. Metody i środki związane z ochroną przed hałasem drogowym kojarzone są głównie ze stosowaniem ekranów akustycznych. Powszechna ich krytyka w ostatnich latach spowodowała poszukiwanie i stosowanie innych metod i środków często równie skutecznych akustycznie.

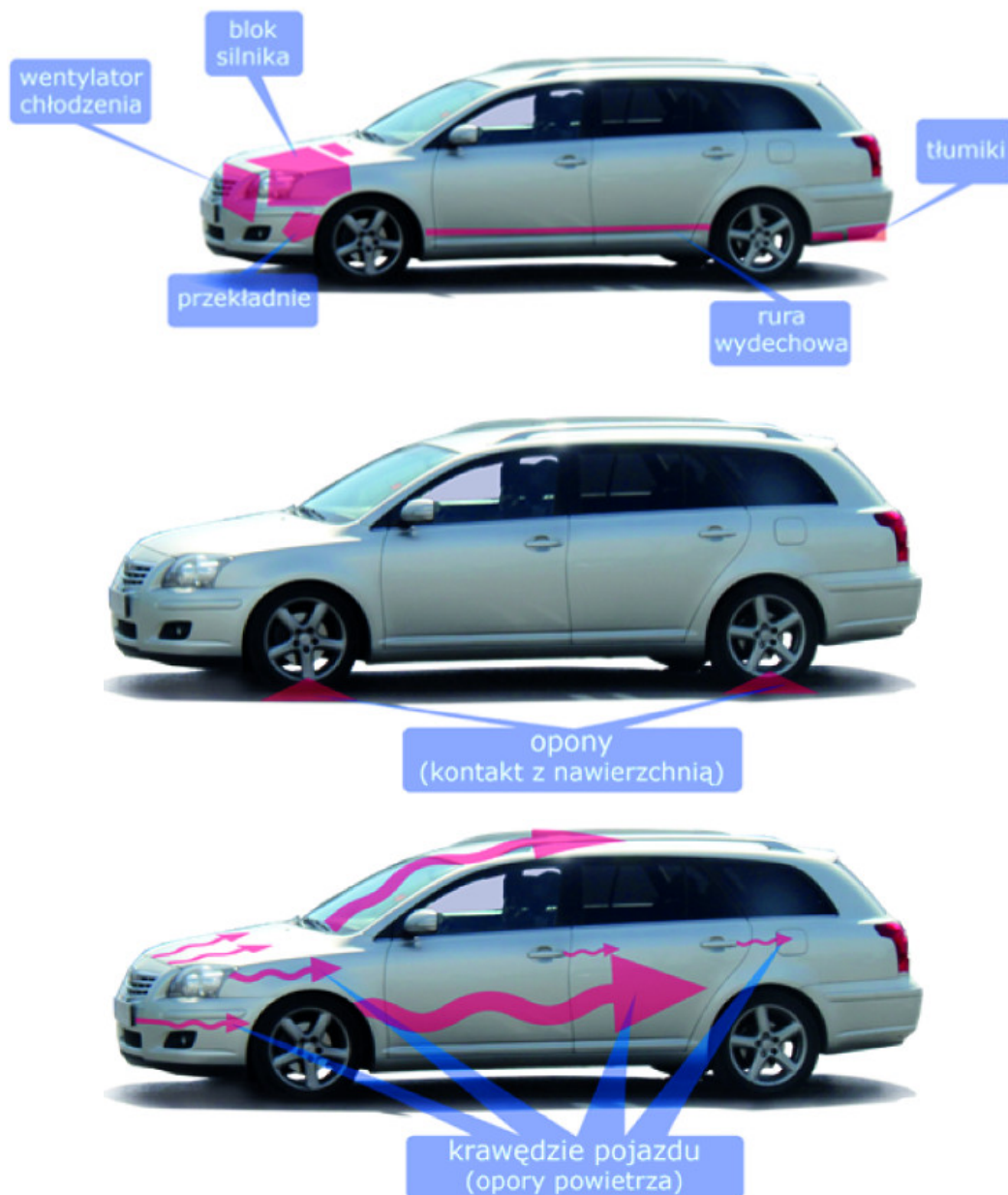


Podstawowe czynniki powodujące i kształtujące hałas drogowy

Decydującymi czynnikami powodującymi i wpływającymi na wielkość hałasu drogowego (emisję) są:

- rodzaj i stan techniczny pojazdów
 - natężenie ruchu pojazdów
 - prędkość pojazdów
- udział pojazdów ciężkich w potoku ruchu (w tym pojazdów hałaśliwych, do których należą także motocykle)
 - rodzaj i stan nawierzchni drogowej
 - pochylenie podłużne drogi.

Powyżej wymienione czynniki mają podstawowy wpływ na wielkość hałasu, lecz nie są one jedynymi. Już sam pojazd ma co najmniej trzy źródła hałasu, które zależą od (fot. 1): układu napędowego i jego podzespołów, opon toczących się po nawierzchni (zjawisko występujące od prędkości około 50-80 km/h w zależności od kategorii pojazdu) oraz oporów powietrza wytwarzanych przez karoserię pojazdu (hałas aerodynamiczny występujący przy znacznych prędkościach pojazdów).



Fot. 1. Źródła hałasu występujące w pojeździe: a) hałas elementów napędowych pojazdu, b) hałas występujący w wyniku toczenia opony po nawierzchni drogowej, c) hałas oporów powietrza

O emisji hałasu często decydują dodatkowe czynniki takie jak: liczba pasów ruchu, lokalizacja przystanków autobusowych czy tramwajowych, skrzyżowania i sposób sterowania ruchem, węzły drogowe itd. Sytuacja związana z rozpoznawalnością czynników mających wpływ na generowanie hałasu zaczyna się komplikować wraz ze stopniem skomplikowania rozwiązania drogowego. Ponadto istnieje szereg czynników mogących mieć wpływ na rozchodzenie się hałasu drogowego w otoczeniu dróg (imisja) – np. ściśle obudowany przekrój drogi zabudową mieszkalną czy też zagospodarowanie terenu pomiędzy drogą a odbiorcą hałasu.

Poziomy dopuszczalne hałasu drogowego

Poziomy dopuszczalne hałasu zaczęto wprowadzać w Polsce przepisami (głównie Ministra Środowiska) od 1980 r. Od tego czasu zarówno wytyczne, jak i poziomy ulegały kolejnym zmianom oraz modyfikacjom. Przepisy ochrony środowiska związane z hałasem drogowym regulują obecnie poziomy dopuszczalne przede wszystkim w środowisku, tj. na zewnątrz budynków mieszkalnych i w obszarach chronionych akustycznie [7]. Poziomy te (tablica 1) zostały określone dla dwóch sytuacji: pojedynczej doby w roku (z podziałem na porę dnia i nocy) oraz wszystkich dób w roku (z podziałem na dobę i porę nocy). W pierwszym

przypadku poziomy dopuszczalne stosuje się przy wykonywaniu prac dotyczących postępowań inwestycyjnych (w tym przy uzyskiwaniu decyzji środowiskowych) oraz ocen porealizacyjnych (analizy porealizacyjne, przeglądy ekologiczne). W drugim przypadku poziomy dopuszczalne związane są z długookresową polityką dotyczącą walki z hałasem [4] wprowadzoną do krajowych przepisów [8] i wykonywaniem cyklicznie co 5 lat, map akustycznych oraz programów ochrony środowiska przed hałasem. W obu przypadkach celem analiz jest m.in. wprowadzenie stosownych zabezpieczeń akustycznych, jeśli przekroczone są poziomy dopuszczalne.

Przepisy z punktu widzenia poziomów dopuszczalnych hałasu zostały istotnie zmienione w 2007 r., gdzie dokonano podwyższenia (złagodzenia) dotychczas obowiązujących poziomów. Jednym z powodów tych zmian były masowo stosowane ekrany akustyczne, które poza efektami ekonomicznymi w znacznym stopniu wpływają na walory estetyczne, a w wielu przypadkach na bezpieczeństwo ruchu drogowego.

Zmiany tych przepisów spowodowały, że Polska ma obecnie jedne z bardziej łagodnych poziomów dopuszczalnych w Europie, co powoduje szereg słusznych protestów specjalistów w zakresie akustyki i zdrowia. Sposobem na zbyt powszechnie stosowane do tej pory ekrany nie powinna być zbyt duża zmiana poziomów dopuszczalnych, jaka miała miejsce w 2007 r. – jako bezpieczne dla zdrowia WHO [5] dopuszcza w okresie dnia poziom hałasu nieprzekraczający 50-55 dB, a w nocy 40 dB.

Należy jednocześnie zwrócić uwagę na fakt, że poziomy dopuszczalne powinny być dotrzymane na granicy (pasa drogowego), do którego zarządzający drogą ma tytuł prawny (art. 174, ust. 2 [8]). Efektem tego zapisu jest nadal możliwość powszechnego przekraczania poziomów dopuszczalnych zwłaszcza przy drogach prowadzących duże natężenia ruchu.

▼ Tablica 1. Wartości dopuszczalne poziomu hałasu w środowisku obowiązujące dla dróg, linii kolejowych, torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych [7]

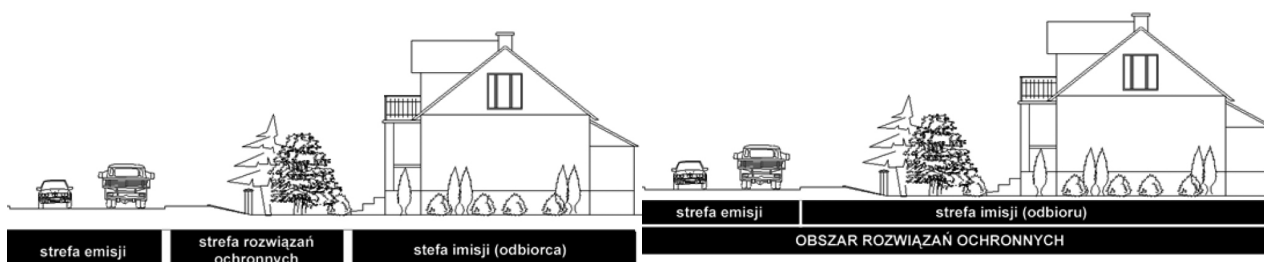
Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w środowisku [dB]			
	$L_{Aeq,D}^{1)}$ przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	$L_{Aeq,N}^{2)}$ przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	L_{DWN} przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	$L_N^{3)}$ przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy
a) Strefa ochronna uzdrowskowa „A” b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	50	45
a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży ⁴⁾ c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	61	56	64	59
a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe ⁴⁾ d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	65	56	68	59
Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców ⁴⁾	68	60	70	65

¹⁾ pora dnia od 6:00 do 22:00 dla pojedynczej doby w roku ²⁾ pora nocy od 22:00 do 6:00 dla pojedynczej doby w roku ³⁾ wszystkie noce w roku ⁴⁾ w przypadku niewykorzystywania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy (dotyczy tylko $L_{Aeq,N}$) ⁵⁾ strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych; w przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje ona zwartą zabudowę mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych

Poza poziomami dopuszczalnymi w środowisku wymagane jest również spełnienie wartości dopuszczalnych w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi stały lub czasowy [6]. Przepisy te określone są mianem przepisów sanitarnych, ponieważ za ich dotrzymanie odpowiadają służby sanitarne. Wartości dopuszczalne hałasu w pomieszczeniach zależne są od przeznaczenia tych pomieszczeń i wynoszą od 30 dB (np. pokoje chorych w szpitalach w nocy) do 45 dB (np. kuchnie i pomieszczenia sanitarne w mieszkaniach w ciągu dnia).

Skuteczne sposoby i metody ochrony przed hałasem drogowym

W celu ochrony zabudowy mieszkaniowej i obszarów chronionych akustycznie możliwe jest stosowanie różnego rodzaju metod i sposobów oraz środków zapobiegawczych. W wielu przypadkach, pomimo zastosowania zabezpieczeń nie jest możliwe uzyskanie efektu zmniejszenia wielkości hałasu do wyznaczonych przepisami poziomów, a jedynie zmniejszenie i ograniczenie uciążliwości. Należy jednak przyjąć, że ograniczenie poziomu hałasu już o 3 do 5 dB, powoduje odczuwalne skutki dla mieszkańców (niewielkie zmiany poziomu hałasu mogą powodować odczucia o różnej intensywności). Z tych powodów ważnym elementem w ochronie akustycznej jest dobór odpowiednich zabezpieczeń, który w większości przypadków powinien być zadaniem uwzględniającym oprócz uwarunkowań akustycznych, także i inne zagadnienia związane z aspektami technicznymi, ekonomicznymi i społecznymi. Od początku lat 90. XX w. zaczęto stosować na coraz większą skalę przy polskich drogach ekrany akustyczne. Szybka realizacja i spełnienie cytowanego wcześniej zapisu (poziom hałasu ma być dotrzymany na granicy pasa drogowego) spowodowały, że ekrany akustyczne stały się podstawowym sposobem (często nieskutecznym) w ochronie. Dominującym schematem w rozstrzyganiu problemów stało się rozwiązanie, gdzie wskazywana była tylko jedna strefa dotycząca rozwiązań ochronnych (rys. 1).

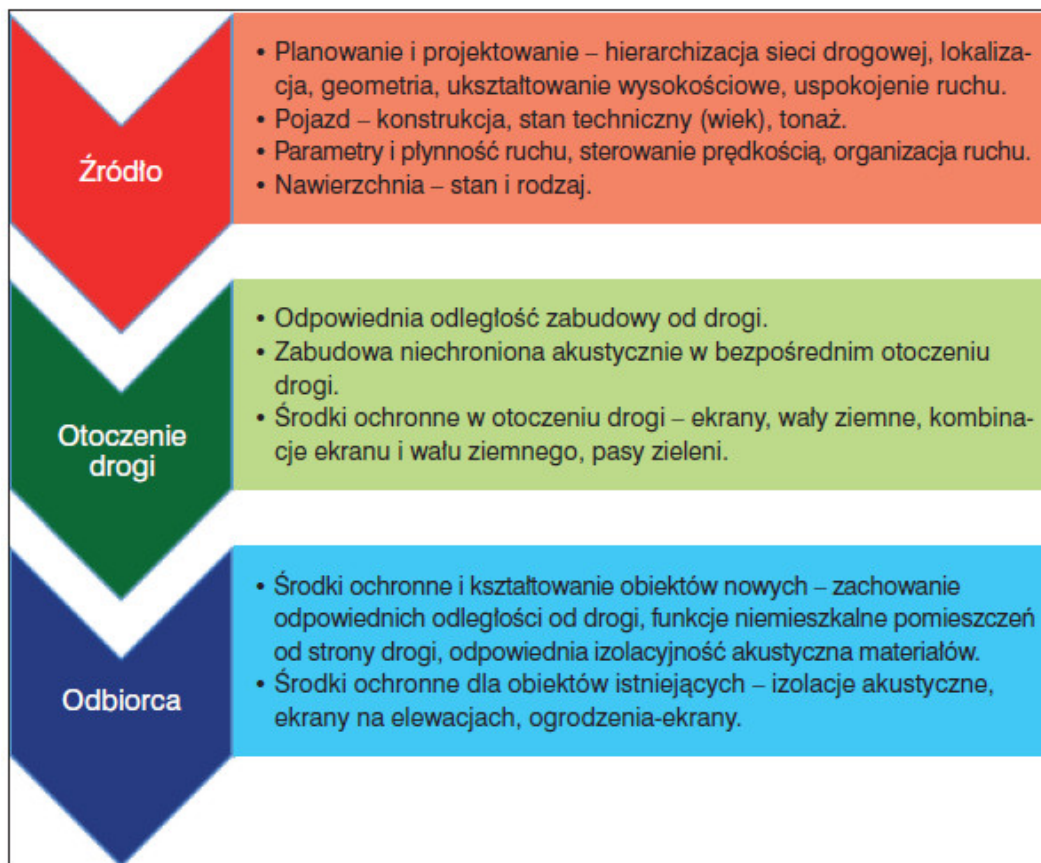


Rys. 1. Tradycyjne podejście do ochrony przed hałasem (strefy emisji hałasu), rozwiązań ochronnych i imisji hałasu

Rys. 2. Strefy emisji i imisji hałasu oraz obszar rozwiązań ochronnych w uniwersalnym podejściu do ochrony przed hałasem drogowym

Rozwiązaniem tego problemu jest inne, uniwersalne spojrzenie na problem, w którym zakłada się, że w całym przekroju drogowym włączając w to chroniony obszar lub obiekt, istnieje możliwość wprowadzenia działań ochronnych. Przy takim podejściu w całym przekroju drogowym (z uwzględnieniem wszystkich stref) możliwe jest stosowanie rozwiązań ochronnych (rys. 2).

Z wielu doświadczeń i analiz wynika, że konieczne jest jednak rozpatrywanie możliwości stosowania rozwiązań chroniących, praktycznie rozpoczynając od źródła hałasu, czyli od jezdni [2, 3]. Takie podejście oczywiście jest możliwe przy przebudowach lub budowie nowych dróg. W przypadku dróg istniejących (np. przy wzrastającym ruchu drogowym) lub przy braku możliwości stosowania rozwiązań „u źródła”, dopiero wtedy powinno rozpatrywać się metody i środki w strefie otoczenia drogi. Na końcu można rozpatrywać metody ochrony „u odbiorcy” w przypadkach, jeśli poziom hałasu zagraża ludziom w budynkach. Możliwości takie daje zmienione niedawno prawo w tym zakresie [8], które jednakże dotyczy niestety tylko linii kolejowych. Schemat uwzględniający kolejność analiz związanych z ochroną przed hałasem komunikacyjnym wraz z podstawowymi metodami ochrony przedstawiono na rys. 3.



▲ Rys. 3. Kolejność analiz dotyczących ochrony przed hałasem komunikacyjnym wraz z podstawowymi metodami i środkami ochrony

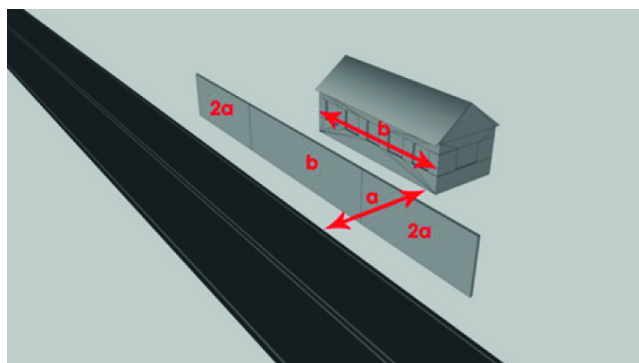
Często połączenie różnych sposobów i metod we wszystkich strefach umożliwi osiągnięcie efektu skumulowanej ochrony przed hałasem drogowym. Procedura taka wymaga jednak znacznej wiedzy i zaangażowania specjalistów kilku branż (projektant drogowy, akustyk, inżynier ruchu drogowego, specjalista od nawierzchni itd.).

Ekran akustyczny - podstawowe zasady stosowania

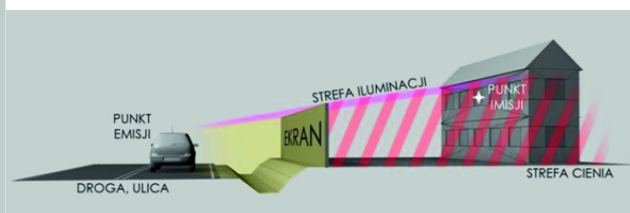
Brak dostatecznej wiedzy, wypracowanych procedur i zasad stosowania ekranów akustycznych, stosowanie w przetargach najniższej ceny jako kryterium wyboru oferty, konieczne tempo realizacji związane z wydatkowaniem środków unijnych, a także w większości przypadków brak znajomości innych metod i sposobów spowodowały, że ekrany akustyczne do tej pory stanowiły jedno z podstawowych rozwiązań stosowanych przy drogach. Ostatnie lata to jednak próby wdrażania alternatywnych rozwiązań, jak choćby nawierzchnie drogowe redukujące hałas (tzw. ciche nawierzchnie), środki organizacji i zarządzania ruchem oraz inne wymienione powyżej metody stosowane „u źródła”. Przewiduje się, że ekrany nadal będą wykorzystywane w wielu rozwiązaniach. Istotne jest, aby w ich przypadku zachować podstawowe zasady, które do tej pory (łącznie) były rzadkością. Do zasad tych należą przede wszystkim:

- **Efektywność akustyczna i ekonomiczna.** Jedną z podstaw stosowania ekranów akustycznych powinna być ich wysoka efektywność akustyczna. Efektywny ekran powinien zapewniać pełną ochronę zabezpieczanemu obiektowi lub obszarowi. Opisywana często redukcja hałasu do 15 dB jest uzyskiwana niezmiernie rzadko i tylko w określonych sytuacjach. Uzyskanie wysokiej efektywności w wielu przypadkach (zwłaszcza w rozwiązaniach miejskich) jest niezwykle trudne. Poza parametrami ekranu, uzależnionymi od wielu cech materiałowych, z których ekran został wykonany, podstawowymi parametrami są wysokość i długość. Na rys. 4 pokazano przybliżony sposób wyznaczania długości ekranu. Rzeczywistą jego długość można wyznaczyć dopiero po wykonaniu analiz akustycznych, uzależnionych od ruchu drogowego, konfiguracji terenu i lokalizacji chronionego obiektu, typowych warunków meteorologicznych i wielu innych czynników.

Na rys. 5 pokazano przybliżony sposób wyznaczania wysokości ekranu akustycznego. Rzeczywistą wysokość podobnie jak długość można prawidłowo wyznaczyć dopiero po analizach akustycznych.



Rys. 4. Przybliżone określenie potrzebnej długości ekranu akustycznego



Rys. 5. Przybliżone wyznaczenie wysokości ekranu akustycznego

Wyznaczanie przybliżonych parametrów geometrycznych ekranu akustycznego pozwala wstępnie określić jego koszty. Efektywność ekonomiczna powinna wiązać się z analizą kosztów ekranu i wartością chronionego obiektu – w wielu przypadkach wykupienie i likwidacja obiektu może być ekonomicznie bardziej uzasadniona niż budowa i dalsze wydatki związane z utrzymaniem ekranu akustycznego.

- Akceptacja społeczna. Zastosowanie ekranów akustycznych może wywoływać protesty w związku z przesłonięciem widoku użytkownikom terenu lub przesłonięciem obiektów o charakterze handlowym lub usługowym. W takich przypadkach należy rozważyć rozwiązania alternatywne w stosunku do ekranów akustycznych, gdyż prawo nie pozwala na odstępianie od budowy zapisanych w decyzjach środowiskowych ekranów akustycznych, pomimo późniejszych protestów.

- Koordynacja pomiędzy branżami w trakcie projektowania ekranów i innych urządzeń. Podczas projektowania nowych rozwiązań drogowych prawidłowo prowadzony projekt powinien być koordynowany pomiędzy projektantami ekranów akustycznych, uzbrojenia podziemnego i oznakowania pionowego (podpory znaków, bramownice itp.). Takie podejście uniemożliwia występowanie kolizji pomiędzy podporami i konstrukcją ekranów, które powodują bardzo duże problemy podczas budowy.

- Względy konstrukcyjne. Projektowanie ekranów (w przypadku jeśli mają fundamenty – budowa trwałe związana z gruntem) wymaga spełnienia szeregu warunków technicznych i normowych dotyczących przede wszystkim obciążenia, parcia wiatru, warunków posadowienia itp.

- Trwałość w czasie eksploatacji. Istotnym elementem w doborze ekranów akustycznych są materiały, z których zostały wykonane. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że degradacja ekranu jest tym szybsza im bliżej jest on zlokalizowany pasów ruchu. Następuje to w wyniku dużej agresji środowiska – znaczne różnice temperatur, stosowanie soli w zimowym utrzymaniu, a także materiałów sypkich powodujących uszkodzenia mechaniczne.

- Bezpieczeństwo ruchu i użytkowników. Ekran akustyczny zlokalizowane w niewielkiej odległości od pasów ruchu (bez barier drogowych) ze względu na swoją konstrukcję są uznane za elementy zagrażające bezpieczeństwu ruchu drogowego (brd). Ponadto w obszarach miast może dochodzić do bardzo niekorzystnego zjawiska napadów na osoby w rejonie ekranów, zlokalizowanych na zakładkę w przypadku przystanków autobusowych, przejść dla pieszych itp. Częściowym rozwiązaniem tego problemu jest stosowanie ekranów przezroczystych oraz oświetlenia w rejonie tego typu miejsc.

- Przewietrzalność w otoczeniu ekranu. Ekran, jako elementy stanowiące fizyczną przegrodę mogą pełnić niekorzystną rolę polegającą na zatrzymywaniu mas powietrza oraz spalin w bezpośrednim otoczeniu drogi. Efekt ten może występować w przypadku specyficznej lokalizacji ekranów powodującej brak możliwości naturalnego przewietrzania (uzależnione od kierunku wiatru).

- Oświetlenie otoczenia ekranu. W przypadku stosowania ekranów akustycznych w pobliżu chodników, ścieżek rowerowych oraz opisywanych powyżej zakładki ekranów powinno być stosowane oświetlenie.

- Względy krajobrazowe, estetyczne i kompozycyjne. Stosowane dotychczas ekrany poza niewieloma przypadkami powodują jednoznacznie negatywny ich odbiór. Poza monotonią i zagrożeniem z tym związanym (wielokilometrowe ciągi ekranów bez zmiany koloru, charakteru, rytmu podpór itp.), znanym w analizach brd jako tzw. monotonia drogowa, dotychczasowe rozwiązania są mało estetyczne. Ekran jako

budowle powinny podlegać wielu regułom kompozycyjnym i estetycznym oraz nie powinny stanowić istotnych zakłóceń w krajobrazie.

■ Budowa, montaż i utrzymanie ekranów w okresie eksploatacji. Ekran akustyczny z uwagi na ich konieczną konserwację w okresie eksploatacji, powinny umożliwiać zarówno łatwy montaż, jak i demontaż (bez zbędnych zakłóceń w ruchu). Zagadnienia te powinny być analizowane już na etapie projektowania.

Spełnienie powyższych zasad warunkuje prawidłową lokalizację, efektywność i utrzymanie ekranów akustycznych.

dr inż. Janusz Bohatkiewicz
Politechnika Lubelska Katedra Dróg i Mostów

Literatura

1. Bohatkiewicz J., *Noise control in cities –Selected issues and necessary changes in approach to measures and methods of protection*, 6th European Transport Research Conference, Elsevier, Transportation Research Procedia, 14 (2016).
2. Bohatkiewicz J., Hałucha M., *Mieszane działania naprawcze w programach ochrony środowiska przed hałasem*, II Konferencja Ochrony Środowiska przed Hałasem Komunikacyjnym TRANSNOISE, Zakopane, 10.2013.
3. Bohatkiewicz J., Biernacki S., Jamrozik K., *Wpływ wprowadzenia środków uspokojenia ruchu na hałas komunikacyjny w miastach*, II Konferencja Ochrony Środowiska przed Hałasem Komunikacyjnym TRANSNOISE, Zakopane, 10.2013.
4. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise, Dyrektywa 2002/49/WE z dnia 25.06.2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku (Dz. Urz. WE L 189 z 18.07.2002 r.).
5. Berglund B., Lindvall T., Schwela D.H., *Guidelines for Community Noise*. Ed, World Health Organization, Geneva, 2000.
6. PN-ISO 1996-3:1999 Akustyka – Opis i pomiary hałasu środowiskowego – Wytyczne dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu.
7. Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 15 października 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. z 2014 r., poz. 112).
8. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 19 kwietnia 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2016 r., poz. 672).