



Ekran akustyczny jako metoda ograniczania emisji hałasu w infrastrukturze drogowej

Dr inż. Wojciech Drozd, Politechnika Krakowska

1. Wprowadzenie

Intensywny rozwój motoryzacji oraz rozbudowa sieci drogowej pociąga za sobą konieczność ochrony przed hałasem, który jest generowany przez ruch samochodowy na nowo budowanych i modernizowanych szlakach komunikacyjnych. Problem hałasu generowanego przez ruch samochodowy był do niedawna bagatelizowany przez inwestorów oraz projektantów, z uwagi na brak wytycznych lub bardzo enigmatyczne zapisy w prawie, dotyczące tego problemu. Dopiero prawo Unii Europejskiej oraz liczne rozporządzenia ministrów ochrony środowiska z ostatnich lat, wskazały bardzo szczegółowo warunki, jakim powinny odpowiadać zabezpieczenia przed hałasem, wytwarzanym przez ruch samochodowy.

W dużych miastach oraz w pobliżu często uczęszczanych dróg, nie da się uniknąć hałasu. Można go jednak minimalizować budując konstrukcje o odpowiedniej izolacyjności akustycznej oraz dbając o ich prawidłowy montaż. Najpopularniejszym sposobem ograniczania hałasu, którego źródło pochodzi od ruchu samochodowego, jest budowa wzdłuż dróg ekranów akustycznych. Na rynku budowlanym dostępnych jest wiele takich systemów. Uzasadniona w związku z tym jest analiza poszczególnych rozwiązań technicznych, służących ochronie przed hałasem oraz kryteriów, jakie muszą spełniać nowoczesne ekrany akustyczne.

2. Zabezpieczenia przeciwhałasowe w regulacjach prawnych

Ochrona środowiska jest jednym z priorytetowych tematów polityki Unii Europejskiej. Wymagania stawiane państwom członkowskim w dziedzinie ekologii, w skład której wchodzi m.in. problematyka ochrony i właściwego kształtowania klimatu akustycznego, są jednak niełatwe do zrealizowania. Głównym aktem prawnym, regulującym te sprawy jest dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 25 czerwca 2002 r., odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku.

Głównym celem dyrektywy jest zdefiniowanie wspólnego podejścia do uniknięcia, zapobiegania, jak i zmniejszenia szkodliwych skutków narażenia na działanie hałasu. Ponadto planowane jest stworzenie podstawy dla

rozwijania środków wspólnotowych, w zakresie obniżania hałasu, z głównych źródeł.

Zakres działania dyrektywy obejmuje w szczególności tereny zabudowane, publiczne parki, jak również inne obszary względnie ciche w aglomeracji, obszary ciche na otwartym terenie poza miastem, pobliza szkół i szpitali oraz inne miejsca, w których ludzie są narażeni na hałas.

Realizacja głównych celów dyrektywy ma odbywać się poprzez stopniowe wdrażanie następujących działań:

- sporządzanie map hałasu, przy zastosowaniu wspólnych dla Państw Członkowskich metod obliczeń, a co za tym idzie ustalenia stopnia narażenia na hałas w środowisku,
- umożliwienie społeczeństwu dostępu do informacji dotyczącej hałasu w środowisku i jego skutków,
- przyjęcie planów działań zapobiegających powstawaniu hałasu w środowisku, jak również obniżenia poziomu hałasu w miejscach gdzie jest to konieczne.
- W Polsce podstawowym dokumentem w tej kwestii jest ustawa z 27 kwietnia 2001 r., Prawo ochrony środowiska.

Ochrona przed hałasem ma na celu zapewnienie jak najlepszego stanu akustycznego środowiska. Możliwe to jest poprzez utrzymanie poziomu hałasu poniżej dopuszczalnych norm lub co najwyżej na ich poziomie, a dla miejsc gdzie nie jest on dotrzymany – zmniejszenia go do przynajmniej poziomu dopuszczalnego. Charakterystycznymi parametrami określającymi poziom dźwięku A, wyrażony w decybelach (dB) są wskaźniki hałasu.

Sposób ustalenia wartości wskaźnika hałasu L_{dwn} , określa Rozporządzenie ministra środowiska, z 4 czerwca 2007 r., w sprawie ustalania wartości wskaźnika hałasu L_{dwn}

$$L_{\text{den}} = 10 \cdot \lg \left(\frac{12}{24} * 10^{0,1L_D} + \frac{4}{24} * 10^{0,1(L_W + 5)} + \frac{8}{24} * 10^{0,1(L_N + 10)} \right)$$

gdzie[8]:

- L_D – oznacza długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór dnia w roku (rozumianych jako przedział czasu od godz. 6:00 do godz. 18:00),
- L_W – oznacza długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór wieczoru w roku (rozumianych jako przedział czasu od godz. 18:00 do godz. 22:00),



Tabela 1. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku, powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie elektroenergetyczne, wyrażone wskaźnikami $L_{Aeq,D}$ i $L_{Aeq,N}$ mającymi zastosowanie do prowadzenia długookresowej polityki w zakresie ochrony przed hałasem

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny długookresowy średni poziom dźwięku A [dB]			
		drogi lub linie kolejowe		pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		$L_{Aeq,D}$	$L_{Aeq,N}$	$L_{Aeq,D}$	$L_{Aeq,N}$
		przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy	przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	55	50	50	40
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	60	50	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców	65	55	55	45

– L_N – oznacza długookresowy średni poziom dźwięku A wyrażony w decybelach (dB), wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku (rozumianych jako przedział czasu od godz. 22:00 do godz. 6:00).

Zmienność funkcjonowania rozważanych źródeł hałasu w ciągu roku oraz zmienność warunków atmosferycznych i różnorodność czynników, wpływających na rozchodzenie się hałasu w środowisku, zostają uwzględnione podczas ustalania wartości wskaźnika hałasu L_{DWN} (długookresowy średni poziom dźwięku A, wyrażony w decybelach dB).

Na drodze rozporządzenia ministra środowiska, z 14 czerwca 2007 r., w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, wprowadzone zostały poziomy progowe hałasu, przekroczenie których powoduje zaliczenie terenu do kategorii „terenów zagrożonych hałasem”. Dla tych terenów działania naprawcze podejmowane są w pierwszej kolejności.

W ramach państwowego monitoringu środowiska dokonuje się oceny stanu akustycznego środowiska i obserwuje się zmiany. Służą ku temu wyniki pomiarów poziomów hałasów (wskaźniki L_{DWN} i L_N) oraz dane demograficzne, dotyczące sposobu zagospodarowania i użytkowania terenu. Aglomeracje o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys, drogi, linie kolejowe oraz lotniska zaliczane są do obiektów podlegających obowiązkowej ocenie stanu akustycznego środowiska.

Na potrzeby oceny stanu akustycznego środowiska, na polecenie starosty, co 5 lat sporządzane zostają mapy akustyczne. Mapa akustyczna powinna być opracowana na kopiach map wchodzących w skład zasobu geodezyjnego i kartograficznego,

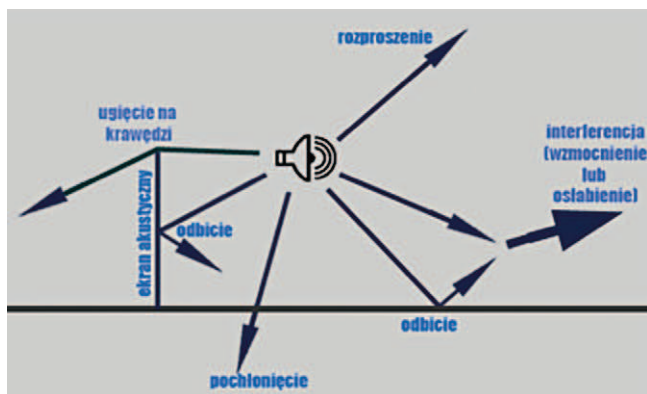
stanowiących podstawowe źródło danych wykorzystywanych dla celów informowania społeczeństwa o zagrożeniach środowiska hałasem, opracowania danych dla państwowego monitoringu środowiska oraz tworzenia i aktualizacji programów ochrony środowiska przed hałasem. Mapy akustyczne składają się z części opisowej oraz graficznej.

3. Ekranu akustyczne ograniczające emisję hałasu

3.1. Projektowanie

Głównym założeniem projektowania ekranów akustycznych jest ich skuteczność izolacyjna. Można ją jedynie szacować przed jego wybudowaniem. Właściwe przeanalizowanie wszystkich parametrów powstawania dźwięku i jego rozprzestrzeniania, pozwala na uzyskanie jak najlepszych efektów końcowych. Skutecznością określamy różnicę ciśnienia akustycznego w miejscu obserwacji przed wybudowaniem ekranu i po wybudowaniu ekranów akustycznych.

Projektując ekran akustyczny wyznaczamy jego geometrię oraz jego usytuowanie względem źródła i odbiorcy, na podstawie wymaganej efektywności akustycznej. Usytuowanie jest często narzucone warunkami terenu, czy też wymiarami skrajni drogowej, dlatego obliczenia sprowadza się do określenia wysokości spełniającej wymóg żądanej efektywności ekranu. Podstawowym schematem przy obliczaniu ekranów jest układ źródło – ekran – obserwator. Zasadnicze znaczenie w ekranowaniu akustycznym ma zjawisko ugięcia fali na krawędzi ekranu, powodujące zmniejszenie się jego efektywności w obszarze cienia akustycznego.



Rys. 1. Droga fali dźwiękowej wychodzącej ze źródła dźwięku

W zabezpieczeniach w postaci ekranów uwzględnia się ponadto:

- obciążenie wiatrem i obciążenie statyczne,
- ciężar własny,
- uderzenia kamieni i warunki bezpieczeństwa przy kolizji,
- obciążenie dynamiczne związane z odśnieżaniem,
- ogólne bezpieczeństwo i wymagania ekologiczne,
- odporność na pożar zarośli,
- spadające odłamki,
- środki ucieczki w razie wypadku,
- olśnienie.

3.2. Rozwiązania

Przez ekran akustyczny rozumiemy przeszkodę znajdującą się na drodze akustycznej fali biegnącej od źródła hałasu do odbiorcy, ustawioną w ten sposób, aby przesłaniała geometryczne trasy fali ze wszystkich punktów źródła hałasu do obszaru chronionego. Za ekranem powstaje tzw. efekt „cienia akustycznego”. Cień akustyczny jest to obszar, do którego będą dochodzić jedynie fale ugięte na krawędziach ekranu, a co za tym idzie – fale generujące odpowiednio mniejsze ciśnienie akustyczne. Ekranowanie akustyczne można uzyskać nie tylko poprzez ustawienie płaskich ekranów – ścian, lecz również dzięki innym przeszkodom, jak np. nasypy, wykopy, estakady lub pasy zieleni.

Podstawową klasyfikacją ekranów akustycznych jest podział ze względu na wykorzystanie zjawisk fizycznych:

- ekrany pochłaniające,
- ekrany odbijające,
- ekrany odbijające – rozpraszające (kombinacja pochłaniających i odbijających).

Pozostałe klasyfikacje dotyczą:

- materiału, z którego zbudowano ekran:
 - metalowe,
 - betonowe,
 - betonowe z dodatkami innych komponentów,
 - szklane,
 - akrylowe,
 - ceramiczne,
 - drewniane,
 - inne.

- warunków terenowych (ze względu na otoczenie drogi komunikacyjnej):

- wolnostojące,
- ekranujące drogę prowadzoną w wykopie,
- ekranujące drogę na mostach i wiaduktach,
- wykorzystujące istniejące zabudowania,
- budowane w oparciu o naturalną rzeźbę terenu, tj.:
 - nasypy naturalne i sztuczne,
 - uzupełnienie nasypu,
 - skarpy oporowe,
 - pasy zieleni.

- kształtów przekroju poprzecznego ekranów:

- pionowe (1),
- poziome (2),
- pionowe nadwieszono (3),
- prostopadłościowe (4),
- klinowe (5),
- trapezowe (6),
- łukowe (7).



Rys. 2. Podział ekranów ze względu na kształt przekroju poprzecznego

- kształtu rzutu pionowego:

- prostoliniowe,
- krzywoliniowe (względny akustyczne, estetyka, warunki terenowe, usuwanie monotonii).

- sposobu montowania ekranów:

- segmentowy (składany z kolejnych dużych segmentów o katalogowej wielkości),
- modułowy (składany z kolejnych elementów o małym module).

3.2.1. Ekrany pochłaniające

Istotną grupę ekranów akustycznych stosowanych szczególnie wewnątrz aglomeracji miejskich są ekrany dźwiękochłonne. Ze względu na zapisy ustawy o ochronie środowiska mają najszersze zastosowanie. Zbudowane z materiałów pochłaniających dźwięk powodujących, że część fali dźwiękowej nie wraca do środowiska, a część jest pochłonięta przez ekran. Zaliczamy do nich:

- ekrany w obudowie z aluminium lub metalu,
- ekrany typu „zielona ściana”,
- niektóre typy ekranów drewnianych,
- ekrany z tworzyw sztucznych,
- inne, np: wały ziemne, pasy zieleni.

3.2.1.1. Ekrany w obudowie z aluminium lub metalu

Przykładem takiego ekranu są panele aluminiowe FAMA-1 firmy Wiepofama. Panele te są panelami jednostronnie absorbującymi. Składają się z następujących elementów:



Rys. 3. Ekrany w obudowie z aluminium lub metalu

- ścianka przednia (siatka) wykonana z blachy aluminiowej o grubości: 1,0 mm, 1,15 mm lub 1,25 mm, z trzema załamaniem usztywniającymi, perforowana mianowicie otworami \varnothing 10 mm,
- ścianka tylna (skrzynia) wykonana z blachy aluminiowej o grubości: 1,0 mm, 1,15 mm lub 1,25 mm, z trzema załamaniem usztywniającymi, pełna, bez perforacji,
- płyta z wełny mineralnej grubości 40 mm i gęstości 80 kg/m³, zabezpieczona matą przeciwwilgociową z czarnego welonu szklanego,
- płyta z konglomeratu gumowego grubości 5 mm i gęstości 820 kg/m³ (zastosowanie w przypadku panelu o zwiększonej izolacyjności akustycznej),
- dwa profile zamykające panel na długości, wykonane z blachy aluminiowej o grubości 0,6 mm,
- cztery uszczelki gumowe wykonane z EPDMu,
- elementy aluminiowe połączone ze sobą za pomocą nitów aluminiowych zrywalnych.

3.2.1.2. Ekrany typu „zielona ściana”



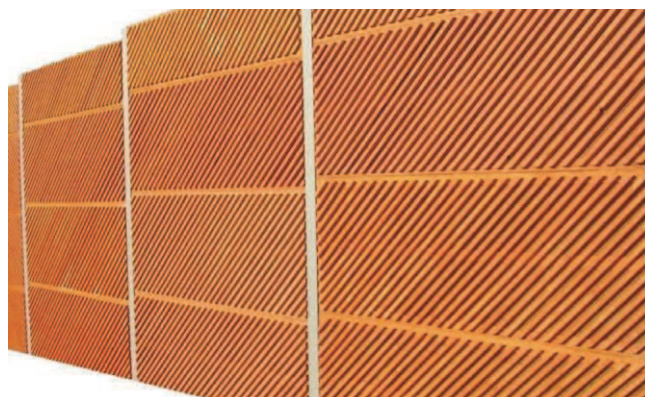
Rys. 4. Ekrany typu „zielona ściana”

Ekrany akustyczne typu „zielona ściana”, a w zasadzie panele akustyczne „zielona ściana”, są jednym z części wykorzystywanych elementów dźwiękochłonnych do wznoszenia barier, mających na celu ograniczenie hałasu drogowego, docierającego do zabudowań usytuowanych wzdłuż dróg i autostrad. Wynika to między innymi z bardzo dobrych parametrów akustycznych

tych paneli, długoletniej trwałości, łatwości ich montażu, wysokiej estetyki i relatywnie niskich kosztów całkowitych.

Panel akustyczny zielonej ściany składa się odpornej na korozję, ocynkowanej ramy, wraz z zabezpieczającą z zewnątrz powierzchnią ekranu, siatką stalową oraz wypełnienia izolującego i pochłaniającego falę dźwiękową. Powierzchnia ekranu osłonięta jest zieloną siatką z tworzywa sztucznego zapewniającego estetykę oraz zabezpieczającą wypełnienie ekranu akustycznego. Montaż musi odbywać się przez przeszkoloną załogę, z użyciem specjalistycznego sprzętu.

3.2.1.3. Ekrany drewniane



Rys. 5. Ekrany drewniane

Przykładem takiego rozwiązania są panele akustyczne firmy GOMIBUD GD4. Ich szkielet wykonany jest z drewna, wypełnienie z płyty trocinozrębkobetonowej oraz warstwy wełny mineralnej. Ekrany drewniane są bardzo dobrze odbierane przez społeczności lokalne ze względu na walory estetyczne. Ich atutem jest także proekologiczność. Do wad należy łatwopalność oraz relatywnie duże koszty konserwacji ekranów (konieczność impregnacji). Nie bez znaczenia jest również możliwość wystąpienia korozji biologicznej.

3.2.1.4. Ekrany z tworzyw sztucznych



Rys. 6. Ekrany z tworzyw sztucznych



Przykładem ekranu z tworzywa sztucznego są panele akustyczne Thermoplast Acoustic Barriers. Jest to innowacyjny panel akustyczny, do którego produkcji zastosowano wysokoudarowy polichlorek winylu (PVC), o podwyższonej temperaturze mięknięcia. Panele z tworzywa sztucznych charakteryzują się dobrymi parametrami akustycznymi, a w połączeniu z licznymi zaletami polichlorku winylu, są godnym uwagi produktem. Do niewątpliwych zalet paneli z tworzyw sztucznych należy wysoka trwałość i odporność na starzenie się, jak również bardzo estetyczny wygląd.

3.2.1.5. Wały ziemne, pasy zieleni



Rys. 7. Wały ziemne

Wały ziemne i poprowadzenie dróg w przekopie chroni przed hałasem o wiele skuteczniej niż zwykłe ekrany akustyczne – można uzyskać zmniejszenie natężenia dźwięku nawet o 25 dB. Ten sposób nie ingeruje jednocześnie tak bardzo w krajobraz. Wały ziemne i szczyty skarp przekopów wieńczzone są zwykle niewysokimi ekranami akustycznymi. Wadą tego typu zabezpieczeń przeciwhałasowych jest konieczność zajęcia o wiele większego obszaru przylegającego do drogi, dlatego budowa wałów ziemnych i przekopów nie jest wskazana w terenach leśnych, w których zazwyczaj należy ograniczać obszar koniecznej wycinki. Budowa przekopu nie może też zakłócić stosunków wodnych, nie jest więc wskazana w terenach podmokłych, o wysokim poziomie wód gruntowych. Skarpy wałów i przekopów należy obsadzać zielenią, która jednocześnie będzie wzmacniać podłoże i zabezpieczać przed podmywaniem gruntu przez wody opadowe.

Innym sposobem wykorzystania natury do ochrony przed hałasem jest wykonanie nasadzeń pasów roślinności, w miejscach szczególnie narażonych na nadmierny hałas. Naturalne żywopłoty lub konstrukcje akustyczne, dodatkowo obsadzone roślinnością, sprawdzają się bardzo dobrze w ochronie terenów zurbanizowanych przed hałasem płynącym ze szlaków komunikacyjnych. Niestety tego typu rozwiązania wiążą się z koniecznością cyklicznej pielęgnacji roślinności oraz przynoszą efekty dopiero po kilku latach od wykonania inwestycji (okres wegetacji).



Rys. 8. Pasy zieleni

3.2.2. Ekrany odbijające

W ekranach odbijających fala dźwiękowa nie przechodzi za ekran, ale jest odbijana. Są konieczne do zastosowania tam, gdzie niezbędna jest widoczność poza ekranem (tzw. trójkąty widoczności). Niestety ten typ ekranów może powodować pogorszenie się klimatu akustycznego po przeciwnej stronie, poprzez nakładanie się odbitych fal.

Zaliczamy do nich:

- ekrany z prefabrykatów betonowych,
- ekrany szklane (akrylowe, poliwęglanowe),
- mury i ekrany ceramiczne.

3.2.2.1. Ekrany z prefabrykatów betonowych

Pierwszą grupę stanowią ekrany z gotowych prefabrykatów betonowych, trocinobetonowych lub keramzytobetonowych.



Rys. 9a. Ekrany z prefabrykatów betonowych płaskich

Rozwiązania takie, chociaż bardzo proste i tanie, nie należą do efektywnych. Żelbetowe płyty trudno jest wykonać w sposób estetyczny, a jeszcze trudniej połączyć (z zachowaniem szczelności akustycznej) w estetyczną całość. Dla pokonania tych istotnych trudności w rozpowszechnianiu takich struktur, podejmuje się różne działania. Ciekawym i zarazem bardzo prostym jest rozwiązanie w postaci mis kwiatowych, po obydwu stronach, wzdłuż ściany ekranu.



Rys. 9b. Ekran z mis betonowych

Ciekawym rozwiązaniem konstrukcyjnym ekranów są płyty firmy TECHBUD.



Rys. 9c. Ekran z profilowanych prefabrykatów betonowych

Omawiana płyta stanowi okładzinę dźwiękochłonną ekranów akustycznych z płyt betonowych, od strony emisji hałasu. Dźwiękochłonna płyta trocinobetonowa TECHBUD CS-50-OT łącznie z płytą betonową, konstrukcyjną ekranu akustycznego tworzy ustrój akustyczny, spełniający równocześnie funkcję ekranu izolującego od źródła hałasu oraz odbijająco-rozpraszającego i dźwiękochłonnego po stronie źródła hałasu. Kształt takiej płyty akustycznej oraz wprowadzone komory (rowki) powietrzne, w kształcie „półwalców”, tworzą zespół rezonatorów. Dlatego płyta ta charakteryzuje się dużym współczynnikiem pochłaniania dźwięku, w wąskim paśmie częstotliwości, pokrywającym się z pasmem występujących ekstremów hałasu komunikacyjnego.

Oprócz rozbicia wrażenia monotonii, jakiego doznaje kierowca jadąc wzdłuż standardowej płaskiej ściany, struktury takie powodują także rozproszenie padających na nie fal dźwiękowych. Inne sposoby urozmaicenia wyglądu ekranu przedstawiono poniżej.

Urozmaicenie przekroju ekranu ma znaczenie nie tylko estetyczne, lecz wpływa też korzystnie na rozproszenie fal dźwiękowych w kierunku ekranowanej drogi. Urozmaicony przekrój można uzyskać na przykład okłada-



Rys. 9c. Ekran z prefabrykatów betonowych o barwionej strukturze

jąc ekran wykładziną z płytek lub wykonując gotowy prefabrykat o wymaganym kształcie.

3.2.2.2. Szklane ekrany akustyczne

Szklane ekrany akustyczne są obecnie powszechnie stosowane na całym świecie. Ich popularność jest wynikiem wielu zalet charakteryzujących te konstrukcje. Najważniejszą z nich wydaje się być przepuszczalność promieni słonecznych (do około 92%).



Rys. 10. Ekran szklane

Eliminuje to charakterystyczny dla ekranów akustycznych problem nieoświetlenia ekranowanych budowli, oraz nie powoduje ograniczania widoczności. Ekran tego typu budowane są jako całkowicie odbijające. Do najpopularniejszych rozwiązań zaliczane są płyty:

- AGLAS SS PA6 – jest wylewanym zbrojonym szkłem akrylowym, zawierającym siatkę z włókien poliamidowych w kolorze czarnym lub bezbarwnym.
- PLEXIGLAS SOUNDSTOP® GS CC jest wylewanym zbrojonym szkłem akrylowym, zawierającym zintegrowane włókna poliamidowe w kolorze czarnym lub bezbarwnym.
- QUINN XT jest ekstrudowanym (wyłaczanym) niezbrojonym szkłem akrylowym.



Ze względu na fakt, że struktury takie posiadają duży współczynnik odbicia, aby zmniejszyć wpływ zjawiska pogłosowości, w obszarze utworzonym przez ściany ekranu, stosuje się często odchylenie ich linii od pionu. Dość popularnym i często stosowanym rozwiązaniem jest łączenie ekranów przezroczystych z innymi rodzajami ekranów, przez co uzyskuje się ciekawe wizualnie konstrukcje mieszane.



Rys. 11. Ekran mieszane

3.2.2.3. Mury i ekrany ceramiczne

Konstrukcje murowe są dość rzadko spotykanym rozwiązaniem ochrony przed hałasem, ze względu na wysokie koszty i czasochłonność wykonania. Wiele do życzenia pozostawia też estetyka takiego rozwiązania, w przypadku zastosowania tańszych materiałów lub zapraw. Ekran takie spotykają się też często z niechęcią mieszkańców. Jest to związane często z barierą psychiczną mieszkańców, dla których mur stanowi symbol zamknięcia i odosobnienia, zarezerwowany dla więzień i zakładów karnych. Dlatego też projektanci rzadko decydują się na takie rozwiązania, a jeżeli już to tylko dla ekranów niewysokich.



Rys. 12. Ekran ceramiczne

4. Podsumowanie

Projektowanie i dobór ekranów akustycznych jest procesem bardzo skomplikowanym i zależy od wielu czynni-

ków. Obowiązujące przepisy i normy, zarówno prawne, jak i budowlane, stawiają projektantom ekranów akustycznych duże wyzwanie, w kwestii doboru odpowiednich rozwiązań, dla poszczególnych projektów i inwestycji. Każda inwestycja drogowa jest inna i każde społeczeństwo lokalne inaczej wyobraża sobie formę ekranów akustycznych, które będą chronić przed szkodliwym działaniem hałasu. Dlatego też ważnym jest, aby osoby opracowujące specyfikacje istotnych warunków zamówień, miały świadomość szerokiej palety rozwiązań technicznych, materiałowych, funkcjonalnych i estetycznych, jakie można zastosować przy budowie ekranów akustycznych.

Zagrożenia wynikające z obecności hałasu w życiu codziennym, jednoznacznie podkreślają wagę problemu. Skłaniają do działań mogących ten hałas niwelować oraz motywują do egzekwowania regulacji prawnych, w kwestii zabezpieczeń akustycznych hałasu komunikacyjnego, od samorządów lokalnych.

Ustawa Prawo ochrony środowiska i liczne rozporządzenia ministrów ochrony środowiska z ostatnich lat, poddają wątpliwości zasadność tak „wyśrubowanych” norm, będących niemal najostrzejszymi w całej Unii Europejskiej. Należy zwrócić uwagę na ten fakt, gdyż wiąże się to z niewyobrażalnymi wręcz nakładami finansowymi, jakie muszą ponieść gminy, aby te wymagania spełnić. Nie bez znaczenia jest również ogrom pracy, jaki ustawodawcy nakładają na projektantów w kwestii tworzenia map akustycznych dla terenów całego kraju i podejmowanie sukcesywnych działań w celu budowy coraz dłuższych i wyższych ekranów akustycznych. Działania w tym kierunku powinny zmierzać do ustanowienia kompromisu pomiędzy budową zabezpieczeń przeciwhałasowych, a samą emisją hałasu do środowiska.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Engel Z., Sadowski J., Stawicka-Wałkowska M., Zaręba S., „Ekran akustyczne” Instytut Mechaniki i Wibroakustyki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Kraków 1990
- [2] Engel Z., „Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem” Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993
- [3] Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 25 czerwca 2002 r.
- [4] Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska
- [5] PN-EN 1793-1 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe – Metoda badania w celu wyznaczenia właściwości akustycznych Część 1: Właściwa charakterystyka pochłaniania dźwięku
- [6] PN-EN 1793-2 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe Metoda badania w celu wyznaczenia właściwości akustycznych Część 2: Właściwa charakterystyka izolacyjności od dźwięków powietrznych
- [7] PN-EN 1793-3 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe Metoda badania w celu wyznaczenia właściwości akustycznych Część 3: Znormalizowane widmo hałasu drogowego
- [8] Rozporządzenie ministra środowiska z 4 czerwca 2007 r. w sprawie ustalania wartości wskaźnika hałasu
- [9] Rozporządzenie ministra środowiska z 14 czerwca 2007 r., w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku
- [10] Rozporządzenie ministra środowiska z 14 października 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinien odpowiadać program ochrony środowiska przed hałasem