dr inż. Elżbieta Nowicka[1)*)]
ORCID: 0000-0002-7993-8215
mgr inż. Marzena Jakimowicz[1)]
ORCID: 0000-0002-8173-3585

Ekrany akustyczne jako wyrób budowlany w świetle wymagań normy PN-EN 14388

Noise barriers as a construction product in view of the requirements of PN-EN 14388 standard

DOI: 10.15199/33.2020.12.07

Streszczenie. Budowa ekranów akustycznych wzdłuż dróg pozwala uchronić znajdujące się za nimi mieszkania, ludzi i środowisko przed nadmiernym hałasem drogowym. Ekran akustyczny dzięki odpowiedniej konstrukcji oraz specjalnej geometrii może niwelować niekorzystne skutki zbyt wysokiego poziomu natężenia dźwięku od ruchu drogowego. Zgodnie z PN-EN 14388 [2], ekrany akustyczne to drogowe urządzenia przeciwhałasowe składające się z: ekranu przeciwdźwiękowego, który bezpośrednio powstrzymuje dźwięki powietrzne generowane przez ruch drogowy; panelu akustycznego o określonych właściwościach akustycznych; okładziny umocowanej na ścianie lub na innej konstrukcji; dodatkowego urządzenia przeciwhałasowego, które wpływa na właściwości akustyczne podstawowego urządzenia przeciwhałasowego (ogranicza dyfrakcję fali dźwiękowej na krawędzi).
Słowa kluczowe: ekrany drogowe; wyrób budowlany; wymagania normy.

Abstract. The construction of noise barriers along the roads allows to protect the apartments, people and the environment behind them from excessive road noise. The acoustic screen, thanks to the appropriate construction and special geometry, can reduce the adverse effects of exposure to too high levels of noise from road traffic. According to the PN-EN 14388 [2] standard, acoustic screens are road anti-noise devices, in which we can distinguish: anti-noise screen, i.e. an anti-noise device that directly inhibits airborne sounds generated by road traffic; acoustic panel – an element of an anti-noise device with specific acoustic properties; cladding – anti-noise device, mounted on a wall or other structure; additional anti-noise device that affects the acoustic properties of the basic anti-noise device (reduces the diffraction of the sound wave at the edge).

Keywords: noise barriers; construction product; standard requirements.

W przypadku ekranów akustycznych właściwym dokumentem odniesienia definiującym zastosowanie danego elementu jest zharmonizowana norma wyrobu PN-EN 14388 [2]. System oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych drogowych urządzeń przeciwhałasowych jest zgodny z decyzją Komisji Europejskiej z 26.06.1996 r. oraz załącznikiem III Mandatu M111 *Urządzenia drogowe*. Ocena stałości właściwości użytkowych urządzeń przeciwhałasowych powinna być prowadzona wg odpowiednich norm podanych w tabeli, które należy stosować łącznie z normą wyrobu PN-EN 14388 [1].

W odniesieniu do drogowych urządzeń przeciwhałasowych producent powinien stosować 3 systemy oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych (tablice ZA.1 oraz ZA.3 normy PN-EN 14388). System ten oznacza de-

Wybrane metody badawcze właściwości użytkowych drogowych urządzeń przeciwhałasowych realizowane przez Jednostkę Notyfikowaną
Selected test methods for the performance of road traffic noise devices carried out by the Notified Body

Nr	Badane cechy	Metoda badania
1.	Izolacyjność od dźwięków powietrznych	PN-EN 1793 – 2:2001
2.	Pochłanianie dźwięku	PN-EN 1793 – 1:2001
3.	Odporność na obciążenia:	
3.1	– ciężar własny panelu akustycznego: mokrego, zawilgoconego lub suchego	PN-EN 1794 – 1:2011 Zał. B
3.2	– największe obciążenie pionowe, które może przenieść panel akustyczny	PN-EN 1794 – 1:2011 Zał. B
3.3	– największe obciążenie normalne (90°), które może przenieść panel akustyczny	PN-EN 1794 – 1:2011 Zał. A lub B
3.4	– największe obciążenie normalne (90°), które może przenieść element nośny	PN-EN 1794 – 1:2011 Zał. A lub B
3.5	– największy moment zginający, który może przenieść element nośny (obciążenie dynamiczne przy odśnieżaniu)	PN-EN 1794 – 1:2011 Zał. E
3.6	– największe obciążenie normalne (90°), które może przenieść panel akustyczny (obciążenie dynamiczne przy odśnieżaniu)	PN-EN 1794 – 1:2011 Zał. E
4.	Niebezpieczeństwo odpadania elementów: ciało udarowe 45 lub 400 kg	PN-EN 1794 – 2:2011 Zał. B
5.	Zdolność odbijania światła	PN-EN 1794 – 2:2011 Zał. E
	Wybrane pozostałe metody badawcze	
6.	Odporność na uderzenie kamieniem	PN-EN 1794 – 1:2011 Zał. C
7.	Drogi ucieczki	PN-EN 1794 – 2:2011 Zał. D
8.	Odporność na pożar zarośli	PN-EN 1794 – 2:2011 Zał. A
9.	Uwalnianie substancji niebezpiecznych	PN-EN 1794 – 2:2011 Zał. C
10.	Ochrona środowiska: identyfikacja składników i substancji wydzielanych do środowiska	PN-EN 1794 – 2:2011 Zał. C

[1)] Instytut Techniki Budowlanej; Zakład Fizyki Cieplnej, Akustyki i Środowiska
[*)] Adres do korespondencji: e.nowicka@itb.pl

klarowanie właściwości użytkowych wyrobu przez producenta na podstawie:

a) **ustalenia typu wyrobu przez laboratorium notyfikowane** w wyniku badań typu próbek pobranych do badań przez producenta, obliczeń typu, tabelarycznych wartości lub opisowej dokumentacji wyrobu;

b) **zakładowej kontroli produkcji** wdrożonej, utrzymywanej i nadzorowanej przez producenta.

Wstępne badanie typu należy wykonać przy pierwszym zastosowaniu wyrobu. Jeżeli drogowe urządzenie przeciwhałasowe było wcześniej poddane badaniom zgodnym z normą wyrobu (ten sam wyrób, te same właściwości i te same metody pobierania próbek), to uzyskane wyniki mogą zostać wykorzystane na potrzeby wstępnego badania typu. Ponadto wstępne badanie typu powinno być wykonane przed rozpoczęciem produkcji nowego rodzaju urządzenia przeciwhałasowego albo przed wprowadzeniem nowej metody produkcji, o ile deklarowane właściwości mogą być zmniejszone.

Zawsze, gdy zostaną zmienione wymiary urządzeń przeciwhałasowych, surowce, dostawcy elementów lub przebieg procesu produkcyjnego, które spowodują istotne zmiany jednej lub kilku właściwości, należy powtórzyć badanie typu w odniesieniu do zmienionej lub zmienionych właściwości.

W przypadku, gdy producent dokonuje oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych, zgodnie z normą wyrobu PN-EN 14388 i spełnia jej wymagania, powinien sporządzić i przechowywać deklarację właściwości użytkowych zawierającą następujące informacje:

- numer deklaracji właściwości użytkowych;
- typ wyrobu (niepowtarzalny kod identyfikacyjny typu wyrobu);
- dane dotyczące identyfikacji wyrobu przez producenta;
- dane producenta;
- zamierzone zastosowanie zgodnie z odpowiednią zharmonizowaną specyfikacją techniczną wyrobu (hEN lub EDO);
- numer referencyjny i data wydania hEN lub EOT;
- system oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych;
- informacja o udziale jednostki notyfikowanej;
- właściwości użytkowe tych zasadniczych charakterystyk, które wiążą się z zamierzonym zastosowaniem.

Zgodnie z rozporządzeniem UE nr 305/2011 zakres i poziom deklarowanych właściwości użytkowych wyrobu musi pozwolić na spełnienie wymagań technicznych obowiązujących na terenie państwa członkowskiego, w którym producent planuje udostępniać swój wyrób.

Właściwości akustyczne

Badania akustyczne określone w normie PN-EN 14388 charakteryzują wyrób pod kątem właściwości dźwiękoizolacyjnych oraz dźwiękochłonnych. Do zadań jednostki notyfikowanej, określonych w tablicy ZA.3 normy PN-EN 14388, należy ocena:

- **pochłaniania dźwięku DL_α**, wg PN-EN 1793-1:2001 [3];
- **izolacyjności od dźwięków powietrznych DL_R** wg PN-EN 1793-2:2001 [4].

Wskaźnik DL_α określa zdolność ekranu akustycznego do pochłaniania dźwięków w stosunku do znormalizowanego widma hałasu drogowego określonego w PN-EN 1793-3:2001. W zależności od wartości parametru DL_α przyporządkowuje się ekrany akustyczne do jednej z klas akustycznych A0 – A4.

Wskaźnik DL_R określa zdolność ekranu akustycznego do izolowania od dźwięków powietrznych w stosunku do znormalizowanego widma hałasu drogowego określonego w PN-EN 1793-3:2001. W zależności od wartości parametru DL_R przyporządkowuje się ekrany akustyczne do jednej z klas akustycznych B0 – B3.

Istotny wpływ na wyniki pomiarów parametrów akustycznych oraz określenie ich klasy akustycznej ma przygotowanie próbki do badań. Normy badawcze powołane w PN-EN 14388 bardzo szczegółowo precyzują warunki jej przygotowania, szczególnie w przypadku ekranów akustycznych typu słupowego. Wówczas długość paneli po jednej stronie słupa musi być ≥ 2 m.

Właściwości wytrzymałościowe

Zgodnie z normą PN-EN 14388 badania wytrzymałościowo-użytkowe charakteryzują wyrób pod kątem wytrzymałości, trwałości oraz bezpieczeństwa użytkowania. Niektóre właściwości można sprawdzać obliczeniowo, ale zalecane (referencyjne) są metody badawcze.

Do badań wytrzymałościowych wykonywanych przez jednostkę notyfikowaną zgodnie z tablicą ZA.3. normy PN-EN 14388 należą: odporność na obciążenia oraz niebezpieczeństwo odpadania elementów.

Odporność na obciążenia to właściwość zawierająca takie cechy, jak:

- ciężar własny panelu akustycznego: mokry, zredukowany ciężar w stanie zawilgoconym lub suchy określany wg PN-EN 1794-1:2011 [5] – nie ma zastosowania, gdy nie ma paneli akustycznych – wymaganie: deklarowana wartość kN/element w ustalonych warunkach: mokry, zredukowany ciężar w stanie zawilgoconym lub suchy;
- największe obciążenie pionowe, które może przenieść panel akustyczny wg PN-EN 1794-1:2011 [5] (obciążenie elementami leżącymi bezpośrednio na panelu); wymaganie – deklarowana wartość kN/m wzdłuż panelu akustycznego;
- największe obciążenie normalne (90°), które może przenieść panel akustyczny wg PN-EN 1794-1:2011 [5] (obciążenie wiatrem i obciążenie statyczne) – nie ma zastosowania, gdy nie ma paneli akustycznych; wymaganie – deklarowana wartość kN/m^2 na element;
- największe obciążenie normalne (90°), które może przenieść element nośny wg PN-EN 1794-1:2011 [5] (obciążenie wiatrem, obciążenia statyczne i ciężar własny) – nie ma zastosowania, gdy nie ma elementów nośnych; wymaganie – deklarowana wartość kN/m wzdłuż elementu nośnego, dla ustalonej wysokości ekranu (h);
- największy moment zginający, który może przenieść element nośny wg PN-EN 1794-1:2011 [5] (obciążenie dynamiczne przy odśnieżaniu) – nie ma zastosowania, gdy nie ma elementów nośnych; wymaganie – deklarowana wartość kN/m na poziomie terenu;
- największe obciążenie normalne (90°), które może przenieść panel akustyczny wg PN-EN 1794-1:2011 [5] (obciążenie dynamiczne przy odśnieżaniu) – nie ma zastosowania, gdy nie ma paneli akustycznych; wymaganie – deklarowana wartość kN/2mx2m na panel akustyczny.

Bezpieczeństwo użytkowania ekranów akustycznych związane jest z ich konstrukcją nośną (słupy), konstrukcją panelu wypełniającego, rodzajem wypełnienia oraz gabarytami paneli akustycznych (szerokość i wysokość) tworzących ekran akustyczny. Ekran stanowi przeszkodę w bezpośrednim rozchodzeniu się w powietrzu hałasu drogowego i musi być odporny na działanie wiatru, śniegu pochodzącego z odśnieżania, uderzeń pochodzących od kamieni, jak również stanowić bezpieczną barierę w przypadkach kolizji drogowych.

Omawiane w artykule właściwości wytrzymałościowe oraz bezpieczeństwo użytkowania dotyczą ekranów akustycznych instalowanych na drogach w postaci pionowych i niepionowych ekranów akustycznych oraz w postaci zadaszenia, tj. urządzenia przeciwhałasowego, które w całości lub częściowo przekrywa drogę.

Największe obciążenie pionowe, które może przenieść panel akustyczny, to wg normy PN-EN 1794-1 [5] obciążenie elementami leżącymi bezpośrednio na panelu. Zakłada się, iż element akustyczny przenosi swój ciężar własny odpowiednio w stanie mokrym lub średniomokrym, a także w przypadku ustawienia na sobie elementów akustycznych bez zmian (miejscowa niestabilność czy pionowe ugięcie).

Największe obciążenie normalne (90°), które może przenieść panel akustyczny wg PN-EN 1794-1 [5], to obciążenie wiatrem i obciążenie statyczne. Nie występuje ono, gdy nie ma paneli akustycznych. Zakłada się, że element akustyczny nie powinien przenosić obciążenia z innych elementów akustycznych do elementów konstrukcyjnych, chyba że takie przenoszenie jest uwzględnione w obliczeniach statycznych. Ocenę wytrzymałości paneli akustycznych można przeprowadzić metodą obliczeniową i laboratoryjną metodą badawczą.

Badanie laboratoryjne wykonuje się na reprezentatywnym panelu akustycznym o maksymalnej rozpiętości, wysokości oraz o najmniejszej grubości z rodziny wyrobów łącznie ze słupami i podporami stosowanymi w praktyce. Badanie powinno być przeprowadzone w temperaturze 20°C, a następnie powtórzone w ekstremalnej temperaturze (wysokiej i niskiej), jeśli materiał, z jakiego zbudowany jest panel akustyczny, podatny jest na wahania temperatury.

Analiza numeryczna (obliczeniowa) polega na określeniu ugięć elementów panelu pod obciążeniem równomiernie rozłożonym działającym na powierzchnie boczne ekranu akustycznego. Prowadzona jest w zakresie sprężystym. Przyjmuje się, że panel pracuje w schemacie belki swobodnie podpartej na końcach. Właściwości materiałowe wypełnień i profili należy przyjmować zgodnie z kartami deklaracji właściwości użytkowych producentów poszczególnych komponentów użytych w danym rozwiązaniu konstrukcyjno-materiałowym.

Największy moment zginający, który może przenieść element nośny wg PN-EN 1794-1 [5], to obciążenie dynamiczne przy odśnieżaniu. Nie ma zastosowania, gdy nie ma elementów nośnych. **Największe obciążenie normalne (90°), które może przenieść panel akustyczny wg PN-EN 1794-1 [5], to obciążenie dynamiczne przy odśnieżaniu**. Nie ma zastosowania, gdy nie ma paneli akustycznych.

Odporność na obciążenie związane z odśnieżaniem może być określona na podstawie obliczeń statycznych wg procedury zbliżonej do obliczeń odporności na obciążenie wiatrem, a także metodą badawczą-laboratoryjną (jako referencyjną). Obciążenie dynamiczne związane z odśnieżaniem jest obciążeniem poziomym, przejściowym prostopadłym do lica ekranu.

Obciążenie dynamiczne z odśnieżania symuluje się w badaniach laboratoryjnych położeniem worków z piaskiem na badanym elemencie. Pod działaniem obciążenia dynamicznego z odśnieżania elementy konstrukcyjne i akustyczne nie powinny wykazywać żadnych uszkodzeń, takich jak szczeliny, przez które może przejść hałas, klawiszowanie, trwała deformacja lub wzajemne przesunięcie paneli akustycznych z jednoczesnym otwarciem styków pomiędzy nimi.

Niebezpieczeństwo odpadania elementów określa, iż urządzenia przeciwhałasowe mogą być przymocowane do konstrukcji nośnych w taki sposób, że w przypadku uszkodzenia będą stanowić niebezpieczeństwo dla użytkowników dróg lub innych osób. Podana w PN-EN 1794-2:2011 [6] metoda badania pozwala określić właściwości drogowych urządzeń akustycznych zawierających panele akustyczne pod względem spadających odłamków, będących efektem uderzenia o określonej energii. W Instytucie Techniki Budowlanej zaimplementowano metodę badania polegającą na prostopadłym uderzeniu ciężarkiem o masie 45 kg oraz 400 kg, w centralny bądź też najbardziej niekorzystny punkt próbki tak, aby została ona zniszczona lub wypchnięta z konstrukcji podtrzymującej lub alternatywnie na pokazaniu jej zachowania podczas badania.

Właściwości użytkowe – trwałość

Określenie trwałości elementów wchodzących w skład drogowych urządzeń przeciwhałasowych ma decydujące znaczenie w ocenie czasu eksploatacji. Norma PN-EN 14389-2 [7] dotycząca charakterystyk pozaakustycznych podaje wiele specyficznych warunków, na które należy zwrócić uwagę przy przewidywaniu trwałości drogowych urządzeń przeciwhałasowych. W przypadku narażeń związanych z klimatem i lokalizacją szczególne znaczenie mają takie czynniki, jak sól odladzająca, środki chemiczne, opady atmosferyczne, mgły, wahania temperatury, promieniowanie UV [1].

W Polsce, ze względu na trwałość drogowych urządzeń przeciwhałasowych, zaleca się badania:

- cech fizykomechanicznych powłok ochronnych (grubość, przyczepność, twardość, odporność na uderzenie, połysk);
- odporności na działanie mgły solnej, wilgoci i wilgotnej atmosfery SO_2.

Właściwości ogniowe

W normie zharmonizowanej PN-EN 14388 właściwości ogniowe drogowych urządzeń przeciwhałasowych są określone jako **odporność na pożar zarośli** i odnoszą się do różnych urządzeń przeciwhałasowych oraz ich elementów (panel akustyczny, okładzina, zadaszenie, element nośny, jeśli jest badany oddzielnie i dodatkowe urządzenia przeciwhałasowe). W przypadku

tej właściwości należy podać klasę, która określa skuteczność działania [1].

Badanie przeprowadza się wg normy PN-EN 1794-2:2011. Urządzenie przeciwhałasowe powinno być sklasyfikowane w następujący sposób:

- **klasa 1**: w przypadku, gdy element zostanie uszkodzony w większym zakresie niż podany dla klas 2 i 3;
- **klasa 2**: przypadku, gdy uszkodzona powierzchnia nad każdym ze źródeł ognia jest mniejsza niż 0,06 m^2 i nie sięga wyżej niż 200 mm ponad podstawę elementu oraz gdy panel nie jest przepalony na wylot;
- **klasa 3**: w przypadku, gdy nie ma innych uszkodzeń poza odbarwieniem.

W polskich przepisach techniczno-budowlanych [9] nie ma podanych wymagań dotyczących odporności na pożar zarośli. Wymaga się natomiast, aby ekrany przeciwhałasowe były wykonane z materiałów trudno zapalnych, czyli wg [10], klasy reakcji na ogień co najmniej D-s1, d0 wg normy PN-EN 13501-1 [8].

Ochrona środowiska

Zagadnienia ochrony środowiska wg PN-EN 14388 obejmują **identyfikację składników i substancji niebezpiecznych wydzielanych do środowiska** i zawierają wymagania określone w PN-EN 1794-2:2011. Sporządzający deklarację właściwości użytkowych musi być świadomy występowania w ekranach akustycznych składników, które w określonym czasie mogą mieć szkodliwy wpływ na środowisko lub zostać po zakończeniu etapu użytkowania i demontażu przetworzone metodą recyklingu w podobne lub inne produkty. Materiały przeznaczone do budowy systemów ekranowania hałasu powinny zostać wymienione w deklaracji właściwości użytkowych. Substancje niebezpieczne, które mogą zostać uwolnione do środowiska podczas użytkowania, można określić na podstawie oznaczenia wymywania metali oraz analiz kart charakterystyki wyrobu [1].

Podsumowanie

Producent drogowych urządzeń przeciwhałasowych, wystawiając deklarację właściwości użytkowych i znakując swój wyrób znakiem CE, może poszerzyć swoje rynki zbytu o tereny innych krajów UE. Musi jednak pamiętać o „rozpoznaniu" rynku, na który wprowadzany jest ten wyrób budowlany pod kątem krajowych przepisów budowlanych.

Za oznakowanie znakiem CE drogowych urządzeń przeciwhałasowych oraz za wprowadzenie ich do obrotu odpowiada wyłącznie producent. Badanie Wstępne Typu przeprowadzone przez jednostkę notyfikowaną określa jedynie klasy techniczne badanego wyrobu, nie podając zakresu stosowania, który może być różny w różnych krajach UE.

Literatura

[1] Nowicka Elżbieta, Marzena Jakimowicz, Sebastian Wall, Andrzej Kolbrecki, A. Strąk, D. Bekierski. 2013. *Ekrany akustyczne jako wyrób budowlany w świetle regulacji nowego rozporządzenia CPR, I Seminarium Ochrona Środowiska przed Hałasem: Ekrany w ochronie akustycznej środowiska*. Materiały konferencyjne. Kraków.

[2] PN-EN 14388:2009 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Specyfikacje.

[3] PN-EN 1793-1:2001 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Metoda badania w celu wyznaczenia właściwości akustycznych. Część 1: Właściwa charakterystyka pochłaniania dźwięku.

[4] PN-EN 1793-2:2001 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Metoda oznaczania właściwości akustycznych. Część 2: Podstawowe właściwości izolacji od dźwięków powietrznych w warunkach dźwięku rozproszonego.

[5] PN-EN 1794-1:2011 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Wymagania pozaakustyczne. Część 1: Właściwości mechaniczne i stateczność.

[6] PN-EN 1794-2:2011 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Wymagania pozaakustyczne. Część 2: Ogólne bezpieczeństwo i wymagania ekologiczne.

[7] PN-EN 14389-2:2005 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Procedury do ustalania długoterminowych wymagań. Część 2: Charakterystyki pozaakustyczne.

[8] PN-EN 13501-1:2010P Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień.

[9] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dziennik Ustaw nr 63, poz. 735).

[10] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75, poz. 469 z późniejszymi zmianami).

Przyjęto do druku: 20.07.2020 r.

AVASIL – The Water Repelent Forever

– spektakularny i trwały efekt hydrofobowy farb i tynków silikonowych,
– minimalna zdolność kumulacji zanieczyszczeń

JRS

Rettenmaier Polska
Sp. z o.o.
Bitwy Warszawskiej 1920 r. 7B
02-366 Warszawa
mobile +48 600 423 423
Tel + 48 22 608 51 00
e-mail: arbocel@jrs.pl