

PAWEŁ KOSSAKOWSKI

Kielce University of Technology

e-mail: kossak@tu.kielce.pl

FIRST IN POLAND HALF-TUNNEL NOISE BARRIERS

Abstract

The paper presents the half-tunnel noise barriers (acoustic glass roofs) built in Warsaw, Poland. The work was completed in the year 2012 and was designed in order to protect the surrounding environment from the traffic noise. The barriers were built in the form of steel arcs, elliptical in shape, fitted with acoustic glass panels.

Keywords: noise barriers, traffic noise

1. Introduction

Traffic noise and, especially, that associated with the movement of vehicles, has been a major problem of large urban agglomerations for many years. The overall noise problem has been diagnosed in many countries around the world, as well as in the European Union, where the established legislation contains a number of requirements for the protection of citizens against the harmful effects of noise [1], of which certain elements were discussed in more detail in [2, 3].

One of the most common solutions to reduce the consequence of traffic noise are noise barriers, which are defined as natural or artificial obstacles, located between the noise source and the protected area. The principle of operation of noise barriers is based on the reflection, absorption and partially deflection of sound waves, resulting in lowering the sound volume in the so-called acoustic shadow, including the protected area. The types and examples of different noise barriers are discussed in more detail in [4-8].

A solution that goes one step further in terms of effectiveness of traffic noise reduction compared to the most common types of noise barriers is to build them in the form of acoustic half-tunnels. The first realization of such object in our country is the subject of the article.

2. Conditions for the implementation of half-tunnel noise barriers

Discussed noise barriers in the form of half-tunnel were built in Warsaw along Armii Krajowej Avenue. The requirement to reduce the level of road noise which

is applied by the so called Noise Directive [1] to the areas where this level is exceeded, was the main reason to use such form of noise barriers in this location. As can be seen from the maps of noise study area (Fig. 1) the sound level exceeded the limit value and it was necessary to apply noise protection measures.

Concept of the modernization of Armii Krajowej avenue assumed to adjust its parameters to the expressway, resulting in increased road traffic. As a result, the noise annoyance will increase, which requires the application of measures to reduce traffic noise. The traffic nodes are the critical points, and therefore it was decided to build in their area the special protection in the form of acoustic glass roofs as acoustic half-tunnels.

Direct requirement for tunnels acoustic realization is contained in the Environmental Impact Report prepared for an investment based on adapting Armii Krajowej avenue in Warsaw to the parameters of expressway [10]. In the study the exceeding of permissible sound levels during the day and night within Armii Krajowej Avenue was recorded, especially on the upper floors of surrounding buildings. At the same time the existing noise barriers do not provide the required noise reduction. Attention was drawn to the validity of the solutions to reduce noise – construction of noise barriers, which are included in the building project. The total noise reduction is also achieved through the modernization of the route that includes the improvement of road surface, improving the flow of traffic as well as the restrictions placed on the speed of vehicles. The most important in [10] was contained



Fig. 1. Noise exposure around Armii Krajowej Avenue – Toruńska street [9]

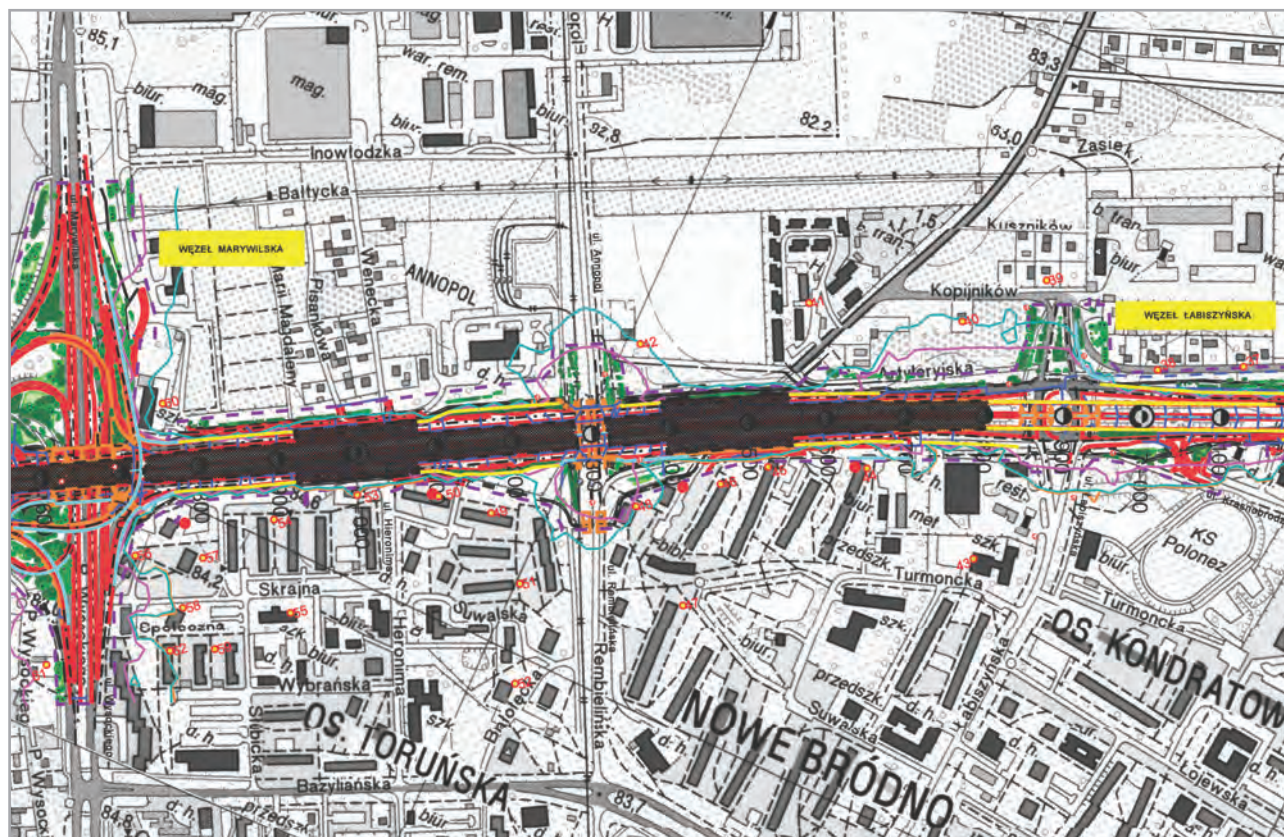


Fig. 2. Planned protective actions [11], indications:

- equal-loudness contour 50 dB for night, $h = 4.0$ m
- equal-loudness contour 55 dB for day, $h = 4.0$ m
- equal-loudness contour 60 dB for day, $h = 4.0$ m

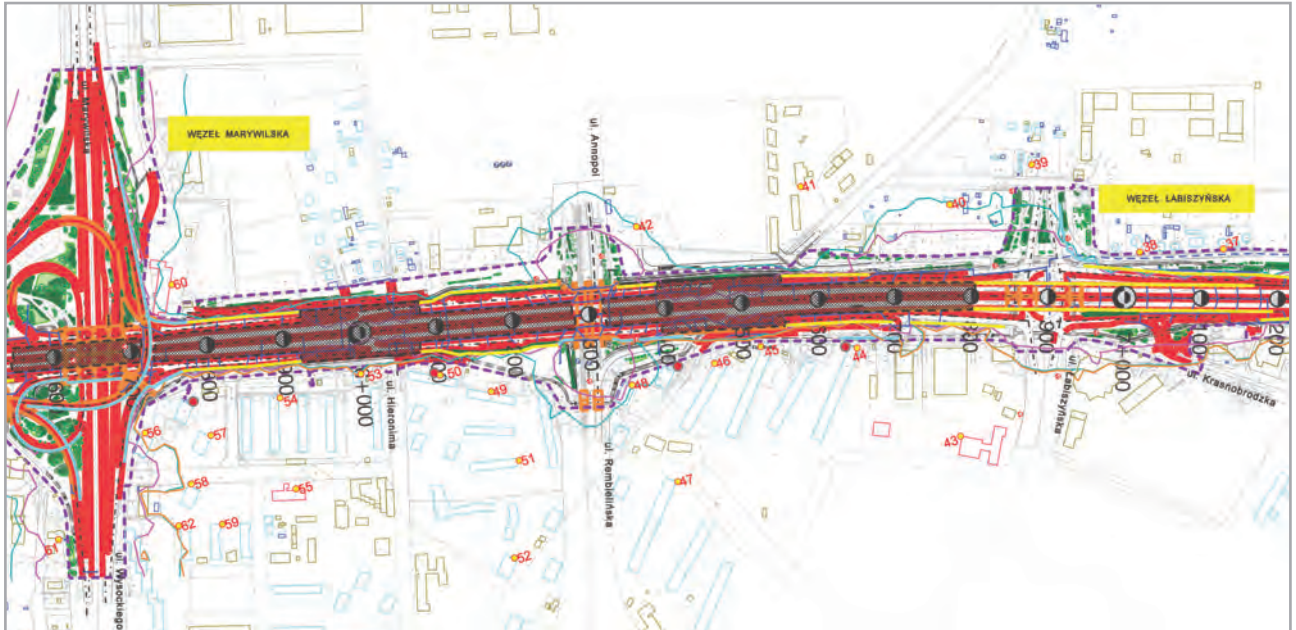


Fig. 3. Impact on the acoustic climate – investment option, forecast for 2020 year [12], indications:

- equal-loudness contour 50 dB for night, h = 4.0 m
- equal-loudness contour 55 dB for day, h = 4.0 m
- equal-loudness contour 60 dB for day, h = 4.0 m

as a requirement for applicable noise barriers in the form of half of the tunnels on the sections of the route.

Therefore, in the framework of the investment project involving the adjustment of Armii Krajowej avenue to the parameters of the expressway, protective actions were scheduled involving construction of acoustic half-tunnels along Toruńska street between Wysocki street and Łabiszyńska street, as shown in Figure 2. The acoustic half-tunnel is labeled as shaded area.

The prediction of the impact of the project on the acoustic climate for the year 2020 shows noise reduction in the protected area, as shown in Figure 3.

3. Half-tunnel noise barriers built in Warsaw

Noise barriers in the form of half-tunnels (Fig. 4) were completed in July 2012. As mentioned above they were built in one of the phases of the modernization of Armii Krajowej Avenue in Warsaw. The half-tunnel

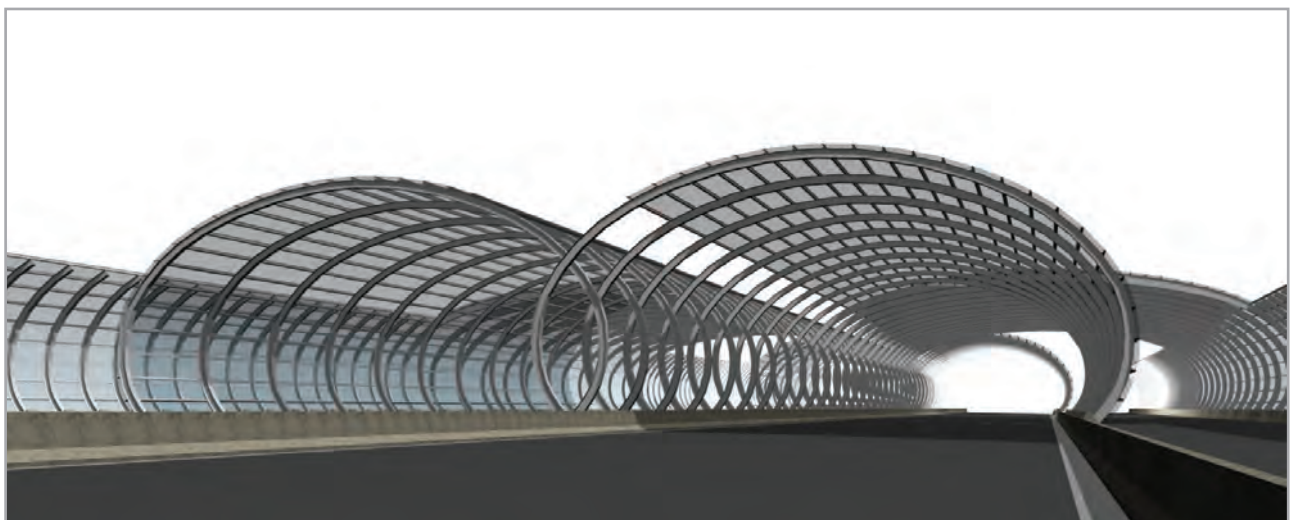


Fig. 4. Visualisation of half-tunnel noise barriers [13]

noise barriers were located between Łabiszyńska and Marywilka nodes, in the region where traffic is greatest. It is worth noting that the solution of this type was used in Poland for the first time, ensuring the highest level of protection against noise.

The object location near traffic nodes, which has been adapted to the acoustic climate prevailing from AK Avenue, allowed a much better sound insulation of buildings, particularly in the high buildings, as compared to conventional noise barriers, in the form of walls.

The half-tunnel noise barriers were designed and built in the form of steel arcs, elliptical in shape, fitted with acoustic glass panels. The height of half-tunnel noise barriers is about 10 m and length extending up to about 1.2 km.

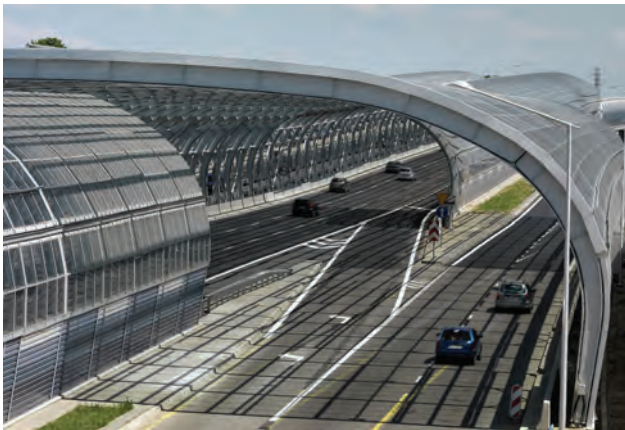


Fig. 5. View of one of the section of half-tunnel noise barriers [14]

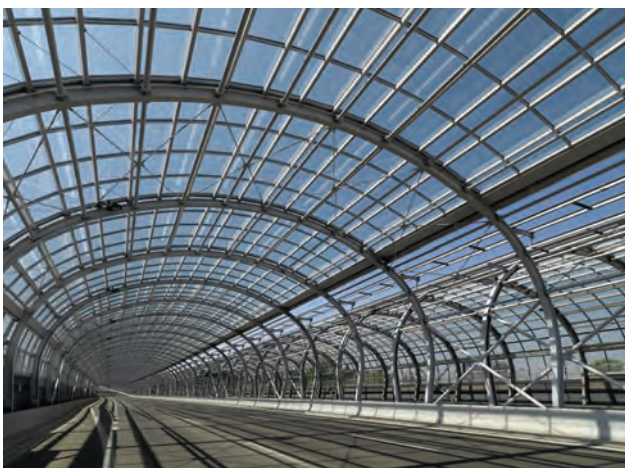


Fig. 6. Structure and filling of the half-tunnel noise barriers [14]

As already mentioned, the environmental decision required the application of the half-tunnel noise barriers on the road sections of Armii Krajowej Avenue. The document also sets out guidelines for

the location of all types of noise barriers as part of the investment, i.e., vertical and curved noise barriers, and just half-tunnels. There were also clarified the requirements for function of half-tunnels noise barriers. Their lower parts are designed to absorb sound, while in the upper part to reflect sound (Fig. 7).



Fig. 7. External view of the half-tunnel noise barriers [14]

A key issue was the selection of a suitable material for the covering of the half-tunnel noise barriers [14]. The basic requirement for minimum acoustic parameters was expressed by apparent sound reduction index set as $R_w = 39$ dB. The second key factor was the safety, including minimizing the effects of impact in case of birds. Given these requirements, the roof of the half-tunnel noise barriers is made glazed with double glazing Pilkington Insulight™ Protect, which consists of colorless thick tempered glass, 6 mm in thick, from the outside, and laminated safety glass Optilam™, with thickness 8.8 mm from inside of the tunnel [14]. This solution classifies barrier at the level of the class P2A for his safety. The applied technology enabled also to incorporate the screen-printing characters during hardening, warning birds from colliding.

4. Summary

The half-tunnel noise barriers presented in the article are a rare and innovative solution, which was applied in our country first time. It is hoped that the high cost of implementing this facility will be compensated by a significant reduction of noise within the location. It will reduce sound nuisance, felt by local residents, in connection with the adjustment the Armii Krajowej Avenue to the expressway, resulting in an increase in road traffic.

References

- [1] 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 (Official Journal of the EC L 189/12, 18.07.2002).
- [2] Kossakowski P.: *Protection against noise in the European Union – general requirements, applied noise indicators and assessment methods*. Structure and Environment, 4, p. 38-45, 2011.
- [3] Kossakowski P.: Strategic noise maps, *Structure and Environment*, 4, 2012.
- [4] Engel Z., Sadowski J., Stawicka-Wałkowska M., Zaremba S.: *Ekrany akustyczne*. Wydawnictwa Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Instytut Mechaniki i Wibroakustyki AGH, Kraków 1990.
- [5] Osłony przeciwhałasowe w ruchu drogowym. Praca zbiorowa. Studia i materiały, zeszyt 64, IBDiM, Warszawa 2011.
- [6] Kossakowski P.: Ekran akustyczny o konstrukcji stalowej z wypełnieniem ziemnym, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej Nr 283*, Budownictwo i Inżynieria Środowiska, zeszyt 59 (3/2012/IV), p. 257-264, 2012.
- [7] Kossakowski P.: *Steel noise barrier with ground filling*. In Proceedings of 58th Annual Conference on Scientific Problems of Civil Engineering 16-21 September 2012, Krynica – Rzeszów, Poland, pp. 338-339, 2012.
- [8] Kossakowski P.: *Stalowo-ziemny ekran akustyczny* (The steel-ground noise barrier). Drogi: budownictwo infrastrukturalne, 12, pp. 49-57, 2012.
- [9] Mapa akustyczna miasta Warszawy, Warszawa 2012. *Raport o oddziaływaniu na środowisko dostosowania trasy Armii Krajowej do parametrów drogi ekspresowej S-8*. Etap pozwolenia na budowę – część opisowa, Transprojekt, Warszawa, 2008.
- [10] Raport o oddziaływaniu na środowisko dostosowania trasy Armii Krajowej do parametrów drogi ekspresowej S-8. Etap pozwolenia na budowę – Załącznik 5 Planowane działania ochronne, Transprojekt, Warszawa 2008.
- [11] Raport o oddziaływaniu na środowisko dostosowania trasy Armii Krajowej do parametrów drogi ekspresowej S-8. Etap pozwolenia na budowę – Załącznik 3 Oddziaływanie na klimat akustyczny, Transprojekt, Warszawa, 2008.
- [12] www.skyscrapercity.com
- [13] Materiały firmy Pilkington Polska, Sandomierz 2012.

Paweł Kossakowski

Pierwsze w Polsce półtunelowe ekrany akustyczne

1. Wstęp

Od wielu już lat dużym problemem z jakim borykają się aglomeracje miejskie jest hałas komunikacyjny, a w szczególności hałas drogowy związany z ruchem pojazdów samochodowych. Ogólny problem hałasu został zdiagnozowany w wielu krajach świata, a także Unii Europejskiej, gdzie w ustanowionym prawodawstwie [1] zawarto szereg wymagań w zakresie ochrony mieszkańców przed negatywnymi skutkami oddziaływania hałasu, których pewne elementy omówiono szerzej w [2, 3].

Jednym z najpowszechniej stosowanych rozwiązań w celu redukcji skutków hałasu komunikacyjnego są ekrany akustyczne, które definiowane są jako naturalne lub sztuczne przeszkody, sytuowane pomiędzy źródłem hałasu a obszarem chronionym. Zasada działania ekranów akustycznych polega na odbiciu, pochłonięciu i częściowo ugięciu fali dźwiękowej,

w wyniku czego obniżeniu ulega natężenie dźwięku w obszarze tzw. cienia akustycznego, obejmującego obszar chroniony. Rodzaje i przykłady różnych ekranów akustycznych omówiono szerzej w [4-8].

Rozwiązaniem, które idzie krok dalej w zakresie efektywności redukcji hałasu komunikacyjnego w stosunku do najpowszechniejszych typów ekranów akustycznych jest ich budowa w formie półtuneli akustycznych. Pierwsza w naszym kraju realizacja obiektu tego typu jest przedmiotem artykułu.

2. Uwarunkowania dotyczące realizacji ekranów półtunelowych

Ekrany akustyczne w formie półtuneli wykonano w Warszawie w ciągu trasy Armii Krajowej. Podstawową przyczyną ich wykonania na wspomnianej lokalizacji był wymóg redukcji poziomu hałasu drogowego jaki nakłada na obszary, w których poziom ten jest przekroczony tzw. Dyrektywa Hałasowa [1].

Jak wynika z map hałasowych analizowanego obszaru (rys. 1) poziom natężenia dźwięku przekracza wartości dopuszczalne i konieczne jest zastosowanie środków ochrony przed hałasem.

Koncepcja dotycząca modernizacji trasy Armii Krajowej przewidywała dostosowanie jej do parametrów drogi ekspresowej, co skutkowało wzmożonym ruchem samochodów. W efekcie zwiększeniu uległa uciążliwość akustyczne, co wymagać będzie zastosowania środków redukujących hałas komunikacyjny. Punktami newralgicznymi są węzły komunikacyjne i dlatego podjęto decyzję, aby w ich obszarze wybudować specjalne ochrony akustyczne w formie przeszklonych zadaszeń w postaci półtuneli akustycznych.

Bezpośredni wymóg wykonania tuneli akustycznych zawarty został w Raporcie oddziaływania na środowisko opracowanym dla inwestycji polegającej na dostosowaniu trasy Armii Krajowej w Warszawie do parametrów drogi ekspresowej [10]. W opracowaniu tym stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych poziomów dźwięku w porze dnia i nocy w obrębie trasy Armii Krajowej, szczególnie na wyższych piętrach okolicznych budynków. Jednocześnie istniejące ekrany akustyczne nie zapewniają wymaganej redukcji hałasu. Zwrócono uwagę na zasadność przyjętych rozwiązań w zakresie redukcji hałasu – budowy ekranów akustycznych, które zawarto w projekcie budowlanym. Całkowita redukcja hałasu uzyskana zostanie również w wyniku modernizacji trasy obejmującej poprawę stanu nawierzchni drogowej, poprawy płynności ruchu jak również wprowadzonych ograniczeń prędkości pojazdów. Co najistotniejsze, w [10] zawarto wymóg zastosowania ekranów akustycznych w formie połowy tuneli na fragmentach trasy.

Dlatego też w ramach projektu inwestycji polegającej na dostosowaniu trasy Armii Krajowej w Warszawie do parametrów drogi ekspresowej zaplanowano działania ochronne polegające na budowie półtuneli akustycznych na odcinku ulicy Toruńskiej trasy między ulicami Wysockiego i Łabiszyńską, co pokazano na rysunku 2. Półtunnel akustyczny oznaczono jako obszar zacieniowany.

Przeprowadzona prognoza na rok 2020 oddziaływania inwestycji na klimat akustyczny ukazuje redukcję poziomu hałasu w obszarze chronionym, co pokazano na rysunku 3.

3. Półtunelowe ekrany akustyczne wykonane w Warszawie

Ekran akustyczny w formie półtuneli (rys. 4) ukończony zostały w lipcu 2012 roku. Jak już wspomniano wybudowano je w ramach jednego z etapów moderni-

zacji trasy Armii Krajowej w Warszawie. Akustyczne ekrany półtunelowe zlokalizowano na odcinku ulicy Toruńskiej pomiędzy węzłem Marywilka a węzłem Łabiszyńska, gdzie występuje największe natężenie ruchu. Warto odnotować, że rozwiązanie tego typu zastosowano w Polsce po raz pierwszy, gwarantując najwyższy poziom ochrony przed hałasem.

Lokalizacja półtuneli akustycznych w obrębie węzłów komunikacyjnych, która została dostosowana do klimatu akustycznego panującego na trasie Armii Krajowej, umożliwiła znacznie lepszą ochronę akustyczną budynków, szczególnie w obrębie wysokiej zabudowy, w porównaniu z konwencjonalnymi ekranami w formie ścian.

Konstrukcję półtuneli akustycznych zaprojektowano i wykonano w postaci stalowych łuków, o eliptycznym kształcie, na których zamontowano szklane panele akustyczne. Wysokość półtuneli akustycznych wynosi około 10 m, a ich długość dochodzi do około 1,2 km.

Jak już wspomniano, w decyzji środowiskowej zawarto wymóg zastosowania na odcinkach drogi Armii Krajowej ekranów półtunelowych [12]. W dokumencie tym określono również wytyczne w zakresie lokalizacji wszystkich typów ekranów w ramach realizowanej inwestycji, tj. ekranów pionowych, zakrzywionych i właśnie półtunelowych. Sprecyzowano również wymagania w zakresie funkcji ekranów półtunelowych, które w dolnej swej części oraz na wyjazdach mają za zadanie pochłaniać dźwięki, natomiast w części górnej dźwięki te odbijać (rys. 7).

Kluczowym zagadnieniem, było dobranie odpowiedniego materiału do wykonania obudowy akustycznej ekranów półtunelowych. Podstawowe wymagania w zakresie minimalnych parametrów akustycznych wyrażonych przez jednoliczbowy ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej określono na poziomie $R_w = 39$ dB. Drugim kluczowym parametrem były względy bezpieczeństwa, w tym zminimalizowanie skutków uderzenia ptaków w obudowę. Uwzględniając te wymagania, zadaszenie półtuneli akustycznych wykonano jako przeszklone z szyb zespolonych Pilkington Insulight™ Protect, które składa się z bezbarwnego szkła hartowanego gr. 6 mm od zewnątrz i laminowanego szkła bezpiecznego Pilkington Optilam™ gr. 8,8 mm od wewnątrz tunelu [12]. Przyjęte rozwiązanie klasyfikuje przegrodę na poziomie klasy P2A w zakresie jego bezpieczeństwa. Zastosowana technologia umożliwiła również w trakcie hartowania naniesienie metodą sitodruku znaków ostrzegających ptaki przed kolizją.

4. Podsumowanie

Przedstawiony w artykule ekran akustyczny w formie półtunelu stanowi rzadkie i nowatorskie rozwiązanie, które zostało po raz pierwszy zastosowane w naszym kraju. Należy mieć nadzieję, że wysokie koszty realizacji tego obiektu zostaną zrekompensovane znaczną redukcją hałasu w obrębie ich lokalizacji, dzięki czemu zmniejszeniu ulegną uciążliwości akustyczne na jakie narażeni są okoliczni mieszkańcy, w związku z dostosowaniem trasy Armii Krajowej do parametrów drogi ekspresowej.