

Janusz Kompała, Witold Mrukwa, Janusz Świder

TEORIA A PRAKTYKA STOSOWANIA EKRAŃÓW AKUSTYCZNYCH

Streszczenie

Wyniki badań (w tym ankietowych) przeprowadzonych w krajach wysoko rozwiniętych wskazują na znaczny wzrost liczby skarg na uciążliwość spowodowane oddziaływaniem hałasu i drgań. Równocześnie, w ostatnim czasie wzrasta świadomość społeczeństwa dotycząca skali i niekorzystnych skutków oddziaływania nadmiernego hałasu na organizm człowieka i jego środowisko. Przyjęte w obowiązujących przepisach sanitarnych wartości kryterialne dla poziomu dźwięku A odpowiadają sumie reakcji organizmu człowieka na hałas w miejscu pracy oraz koniecznej do regeneracji przerwy w miejscu zamieszkania (wypoczynku) po ekspozycji zawodowej. Dlatego konieczne jest kreowanie odpowiedniej polityki ochrony środowiska na szczeblu miejskim, gminnym, powiatowym czy regionalnym, spełniającej dodatkowo wymogi zawarte w aktach prawnych wyższej rangi.

Zagrożenie hałasem na terenach silnie zurbanizowanych jest tak duże, że powoduje niekorzystne skutki społeczne i gospodarcze. Konieczne jest więc ich ograniczanie, jednak skuteczna ochrona środowiska przed hałasem nie może polegać na działaniach okazjonalnych. Obserwuje się, że hałas niezwalczany w sposób kompleksowy i skoordynowany może stać się przyczyną powszechnej degradacji środowiska przyrodniczego. Może dojść nawet do sytuacji krytycznej, kiedy znaczne obszary nie będą mogły pełnić swoich funkcji. W związku z powyższym konieczne jest podjęcie działań korekcyjnych bądź na etapie tworzenia, czy weryfikacji planu zagospodarowania miasta, bądź w ramach realizacji tzw. planów rozwoju ekologicznego, czyli rozwoju zrównoważonego miasta. Przed podjęciem takich działań należy wykonać badania stanu narażenia środowiska na oddziaływanie hałasu. Rezultatem tego typu przedsięwzięć powinien stać się plan akustyczny. Dopiero taki dokument może być podstawą do podjęcia działań w celu eliminacji lub minimalizacji zagrożeń, przy uwzględnieniu ich skuteczności, technicznych możliwości oraz kosztów realizacji przyjętego harmonogramu prac.

W takiej sytuacji istotnego znaczenia nabiera prawidłowe sterowanie polityką inwestycyjną w zakresie budowy nowych dróg i modernizacji już istniejących. Polityka ta powinna wymuszać przewidywanie w projektach budowy bądź modernizacji skutecznych środków przeciwhałasowych jako integralnych składników budowanych lub modernizowanych tras komunikacyjnych.

Spośród zabezpieczeń sztucznych najbardziej rozpowszechnione są różnego rodzaju ekrany akustyczne. Wynika to między innymi stąd, iż ekrany pod względem konstrukcyjnym są obiektami stosunkowo prostymi, nieskomplikowanymi w montażu i, co niezmiernie ważne, koszty związane z ich zaprojektowaniem i instalacją stanowią niewielką część kosztów realizacji trasy komunikacyjnej.

Przeprowadzone badania stanowią próbę zasygnalizowania istotnego, z uwagi na kształtowanie właściwego klimatu akustycznego na terenach mieszkalnych, problemu skuteczności ekranów drogowych w miejscu ich zainstalowania. Wyniki wskazują, że samo zainstalowanie ekranu nie chroni ludzi przed hałasem, gdy na przykład ekran ten nie jest całkowicie skuteczny. Stąd też konieczność przeprowadzania odpowiednich badań sprawdzających przed rzeczowym i formalnym odbiorem inwestycji oraz opracowanie odpowiedniego programu umożliwiającego ograniczenie hałasu na terenie województwa, miasta czy gminy.

Theory and practice of acoustic baffle application

Summary

The results of examinations (including questionnaire surveys) carried out in highly developed countries indicate a considerable increase of the number of claims relating to nuisance caused by the impact of

noise and vibration. Simultaneously in recent times grows the awareness of the society concerning the scale and unfavourable effects of the excessive noise impact on the human organism and its environment. The criterial values adopted in being in force sanitary regulations for the sound level A correspond with the sum of reactions of the human organism to noise at the workstation and necessary for regeneration break in the place of residence (rest) after professional exposition. Therefore it is necessary to create suitable environmental protection policy on the municipal, communal, district or regional level, meeting additionally the requirements determined in legal acts of higher rank.

The noise hazard in strongly urbanised areas is so high, that it causes unfavourable social and economic effects. It is necessary to reduce these effects, however, effective environmental protection against noise cannot consist in occasional actions. One observes that noise not combated in a complex and internally consistent manner may be the reason of common degradation of the natural environment. A critical situation can happen, when considerable areas will not be able to fulfil their functions. In connection with the above it is necessary to undertake corrective action either at the stage of creation or verification of the city development plan or in the framework of realisation of the so-called ecological development plans, i.e. city sustainable development. Before undertaking such actions, one should carry out investigations into the state of environment exposure on the impact of noise. The result of this type of undertakings should become the acoustic plan. Just such a document can constitute the basis to undertake actions aiming at hazard elimination or minimisation, taking into account their effectiveness, technical possibilities and costs of realisation of the adopted work schedule.

In such a situation of essential significance is the correct investment policy steering with respect to the construction of new roads and modernisation of existing ones. This policy should extract the provision of efficient anti-noise means in the construction or modernisation projects as integral construction components or modernised traffic routes.

From among artificial protections the most wide-spread means constitute different types of acoustic baffles. This results among others from the fact, that in the constructional respect acoustic baffles are relatively simple objects, not complicated as regards assembly, and what is very important, the costs connected with their design and installation constitute a small part of the traffic route realisation costs.

The carried out investigations constitute a trial to indicate the problem of efficiency of acoustic baffles in the place of their installation, because of the creation of an appropriate acoustic climate in residential areas. The results show that the installation of baffles does not protect against noise, if for example the acoustic baffle is not entirely efficient. Hence the necessity to conduct suitable checking tests before the real and formal investment reception and work out an adequate programme enabling noise reduction in the area of the province, city or community.

1. WSTĘP

Zagrożenie hałasem występuje powszechnie i jest najczęściej pochodną wielu czynników, z których podstawowymi są nadmierna urbanizacja i koncentracja przemysłu. Wyniki badań (w tym ankietowych) przeprowadzane w krajach wysoko rozwiniętych wskazują na znaczny wzrost liczby skarg odnośnie do oddziaływania hałasu, co powoduje konieczność rozpoznawania i walki z tego typu zagrożeniami środowiska. Badania przeprowadzone przez CBOS (sierpień 1999 r.) potwierdziły powyższe stwierdzenia. W ich rezultacie okazało się, że ponad 40% Polaków uważa, że hałas występujący w ich najbliższym środowisku jest **źródłem ich obaw i niepokoju**. Wyniki tych badań potwierdzają także fakt, że najbardziej narażeni na jego uciążliwe oddziaływanie są mieszkańcy miast (im większe miasto, tym większe odczucie dyskomfortu i zagrożenia) w swym środowisku domowym. Deklaracje ankietowanych mieszkańców dużych miast zawierają zdecydowanie więcej skarg na uciążliwość wynikającą z nadmiernego hałasu drogowego – w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców (ok. 42%), aniżeli na terenach wiejskich (ok. 17%) [4, 5].

Czym więc jest hałas? Zgodnie z funkcjonującymi w środowisku akustycznym definicjami hałasem są wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub wręcz szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego, oddziałujące za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne zmysły oraz części organizmu człowieka [1, 4].

Zagrożenie tego typu towarzyszy człowiekowi od początku jego istnienia, jednak nigdy jeszcze nie było ono tak powszechne i uciążliwe, jak w ostatnim czasie. Potwierdzeniem tej tezy były wnioski zawarte w prognozie opracowanej przez Komitet Akustyki PAN w latach 1985–1987, pod kierownictwem prof. J. Sadowskiego pt. „Ochrona środowiska przed hałasem i wibracjami do r. 2010”. Wykazano w niej, że zanieczyszczenie środowiska hałasem będzie decydującym czynnikiem kształtującym środowisko przyrodnicze w Polsce w najbliższych kilkudziesięciu latach. Będzie to następstwem ograniczenia emisji innych zanieczyszczeń, w tym przede wszystkim chemicznych, do środowiska. Cytowana prognoza wskazuje, że głównymi źródłami hałasu będzie komunikacja (transport drogowy, kolejowy, lotniczy), z decydującym udziałem komunikacji drogowej. Ilustracją tego stwierdzenia są następujące dane statystyczne, dotyczące rozwoju transportu drogowego w kraju. W ciągu ostatnich kilkunastu lat liczba zarejestrowanych pojazdów będących w użytkowaniu wzrosła z 2 283 000 samochodów osobowych i 686 000 samochodów ciężarowych w roku 1980 do odpowiednio 6 505 000 i 1 298 000 w 1992. Wzrosła również liczba samochodów osobowych, przypadająca na 1000 mieszkańców. W 1998 roku wskaźnik ten wynosił 66,7, a w 1992 – 170. Nie są to jednak liczby znaczące, jeżeli porówna się je z podobnymi danymi dla krajów europejskich, na przykład w Austrii wskaźnik ten osiąga wartość – 299, Belgii – 320, Niemczech – 492, USA – 642. Jeżeli weźmie się jednak pod uwagę fakt, że w Polsce na powierzchnię 100 km² przypada o połowę mniejsza długość dróg niż w innych krajach, na przykład Europy Zachodniej, wspomniany wzrost liczby pojazdów jest powodem wzrastającej gęstości strumienia pojazdów na drogach. Prowadzi to do niewydolności systemu drogowego w kraju i wzrostu jego uciążliwości dla otoczenia. Największym niedostatkim tego systemu jest brak autostrad, obwodnic oraz dróg szybkiego ruchu [2, 7, 9].

Podstawą postawienia prognozy na lata 2000 i 2010 były między innymi dane, opracowane przez Instytut Techniki Budowlanej [8]. Do oceny stanu środowiska zewnętrznego zostały wykorzystane wyniki pomiarowe uzyskane przez różne instytucje w 5000 punktach zlokalizowanych na terenie całego kraju (tabl. 1). Opracowania dotyczące globalnej oceny zanieczyszczenia środowiska hałasem dużych obszarów, na przykład województwo, prowadzone są także w GIG na bieżąco wypracowanymi, własnymi metodami [2, 4]. Brak jest bowiem wzorca, umożliwiającego przeprowadzenie oceny według znormalizowanego sposobu lub metody.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz można ocenić, za Sadowskim, że hałas o poziomie ponadnormatywnym występuje na około 21% terenu Polski, zaś na jego działanie narażone jest około 33% populacji. Zagrożenie to wzrasta szczególnie szybko w dużych miastach i na terenach silnie zurbanizowanych [8].

Tablica 1. Powierzchnia kraju zagrożona ponadnormatywnym hałasem w latach 2000 i 2010

Wyszczególnienie	Jednostka miary	Parametry charakterystyczne w roku	
		2000	2010
Długość dróg z nawierzchnią twardą	km	161 900	189 000
Gęstość dróg	km/100 km ²	52	61
Powierzchnia terenu wzdłuż dróg objęta hałasem o poziomie ponadnormatywnym	km ²	36 428	47 250
Długość linii kolejowych	km	23 606	20 711
Powierzchnia terenu objęta hałasem o poziomie ponadnormatywnym	km ²	12 803	10 406
Powierzchnia terenu objęta hałasem źródeł powierzchniowych (przemysł, obiekty komunalne)	km ²	10 890	11 979
Powierzchnia terenu wokół lotnisk objęta hałasem o poziomie ponadnormatywnym	km ²	2420	2662
Tereny dużych miast ($L_{A,eq} = 70$ dB)	km ²	2954	3251
Tereny miast średnich ($L_{A,eq} = 66$ dB)	km ²	8833	9716
Razem powierzchnia	km ² %	75 633 24	87 993 28

Z powyższego wynika, że zagrożenie hałasem ma tendencję wzrostową i dlatego konieczne jest kreowanie odpowiedniej polityki ochrony środowiska na szczeblu miejskim, gminnym, powiatowym czy regionalnym, spełniającej dodatkowo wymogi zawarte w aktach prawnych wyższej rangi.

Dokumenty normalizacyjne obowiązujące w Unii Europejskiej [2, 9] dotyczą przede wszystkim sposobów i metod prowadzenia badań hałasu w środowisku zewnętrznym oraz zawierają jedynie wskazówki dla sposobów ustalania dopuszczalnych poziomów hałasu. Zakłada się w nich, że poziomy dopuszczalne będą ustalone przez władze szczebla centralnego lub lokalnego, na podstawie ogólnych rozważań, dotyczących zgodności z rodzajami działalności człowieka i sposobem zagospodarowania terenu. Wartości dopuszczalne obowiązujące aktualnie w Polsce zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 13 maja 1998 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku i są dostosowane do wymagań Unii Europejskiej.

Biorąc pod uwagę powyższe można stwierdzić, że wprowadzane obecnie akty normatywne i przepisy sporządzone na podstawie odpowiednich dokumentów Unii Europejskiej nie wpłyną w sposób istotny na wielkość wskaźników charakteryzujących uciążliwość akustyczne w środowisku zewnętrznym, oczywiście pod względem formalnoprawnym. Istotne natomiast będą wymagania odnośnie do stosowania i egzekwowania obowiązujących w kraju przepisów.

W tej sytuacji istotnego znaczenia nabiera prawidłowe sterowanie polityką inwestycyjną w zakresie budowy nowych dróg i modernizacji już istniejących, tym bardziej, że w tym ostatnim przypadku chodzi zwykle o zwiększenie ich przepustowości, a zatem stworzenie możliwości zwiększenia prędkości pojazdów, co powoduje

nasilenie emisji hałasu. Wspomniana powyżej polityka powinna wymuszać uwzględnianie w projektach budowy bądź modernizacji możliwości stosowania skutecznych środków przeciwhałasowych jako integralnych składników budowanych lub modernizowanych tras komunikacyjnych. Środki te powinny być nie tylko zaprojektowane, ale również zrealizowane w rzeczywistości. W przeciwnym przypadku projekt nie powinien zostać zatwierdzony do realizacji, a nowej lub zmodernizowanej drogi bez koniecznych zabezpieczeń nie należy odbierać i uruchamiać. Jest to szczególnie ważne dla tych fragmentów tras, które przebiegają lub mają przebiegać przez tereny zabudowy mieszkaniowej lub w niewielkiej od niej odległości [6, 7, 10].

W budownictwie drogowym stosuje się obecnie następujące rodzaje zabezpieczeń przeciwhałasowych:

a) naturalne:

- obwodnice wokół terenów zabudowy mieszkaniowej,
- drogi w głębokich wykopach,
- drogi pomiędzy wałami ziemnymi;

b) sztuczne:

- ekranowanie drogi przez budynki i budowle,
- okna dźwiękoizolacyjne w połączeniu z klimatyzacją,
- drogowe ekrany akustyczne,
- pasy zieleni wykorzystywane jako ekrany,
- tunele przeciwhałasowe nad drogą, stosowane w miastach.

Spośród zabezpieczeń sztucznych, najbardziej rozpowszechnione są różnego rodzaju ekrany akustyczne, budowane wzdłuż dróg. Powszechność ich stosowania bierze się między innymi stąd, że ekrany pod względem konstrukcyjnym są obiektami stosunkowo prostymi, nieskomplikowanymi w montażu i, co niezmiernie ważne, koszty związane z ich zaprojektowaniem i instalacją stanowią niewielką część kosztów realizacji trasy komunikacyjnej. Koszty te są znacznie wyższe, gdy decyzje o konieczności instalacji ekranów są podejmowane po wybudowaniu i uruchomieniu trasy komunikacyjnej.

Z zastosowaniem ekranów wiąże się duże nadzieje, co znajduje odzwierciedlenie w licznych publikacjach zarówno specjalistycznych, jak i prasowych, a także są przedmiotem wypowiedzi wielu osób popierających budowę lub modernizację takiej, czy też innej drogi.

2. ZASADY EKRALOWANIA AKUSTYCZNEGO TRAS KOMUNIKACYJNYCH

Z uwagi na kształt przekroju poprzecznego drogowe ekrany akustyczne dzieli się ogólnie na [5, 6, 7, 9, 10]:

- pionowe,
- pionowe nadwieszane,
- poziome,
- prostopadłościowe,

- klinowe,
- trapezoidalne.

Obecnie coraz częściej stosowane są również ekrany o przekroju krzywoliniowym, na przykład cylindryczne, hiperboliczne, paraboliczne itp. Można także dokonać podziału ekranów na grupy rodzajowe biorąc pod uwagę, na przykład:

- kształt przekroju podłużnego,
- lokalizację w rejonie tras komunikacyjnych,
- przeznaczenie do ochrony budynków mieszkalnych przed hałasem drogowym.

Do pierwszej grupy są zaliczane ekrany o prostoliniowym (płaskie) bądź krzywoliniowym kształcie przekroju poprzecznego; do drugiej wolno stojące, ekranujące drogę w wykopie, stanowiące uzupełnienie skarp, nasypów i podobnych obiektów ziemnych oraz ekranujące drogi, prowadzone po estakadach, mostach, wiaduktach itp.

Trzecia grupa łączy wszystkie wymienione wyżej cechy, jak również własności akustyczne, aspekty materiałowe, montażowe itp.

3. SKUTECZNOŚĆ AKUSTYCZNA EKRANU

Skuteczność akustyczną dowolnego ekranu [1, 3, 4, 6, 7, 10] definiuje się jako różnicę między wartościami wielkości opisującej hałas, stwierdzonymi w punkcie obserwacji zlokalizowanym w rejonie trasy komunikacyjnej, przed i po zainstalowaniu ekranu. Wielkość ta w terminologii angielskiej określana jako „**Insertion Loss**” i w skrócie oznaczana symbolem „**IL**”, jest nazywana w polskim nazewnictwie akustycznym „**tlumieniem wtrącenia**” lub „**stratami wtrącenia**”

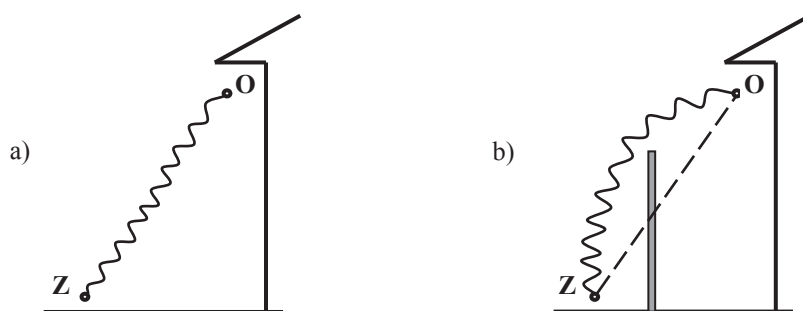
$$IL = (L_{p1})_i - (L_{p2})_i, \text{ dB}$$

gdzie L_{p1} , L_{p2} , są wartościami poziomów ciśnienia akustycznego w punkcie obserwacji, bez i z ekranem, dla i -tego pasma częstotliwości.

W przypadku rozchodzenia się fali akustycznej w przestrzeni pozbawionej obiektów, mogących odbijać bądź pochłaniać dźwięk, obliczenie wartości L_{p1} w dowolnej odległości od źródła, czyli od trasy komunikacyjnej, nie stanowi poważnego problemu. Sytuację taką przedstawiono schematycznie na rysunku 1a, na którym punkt obserwacji O został zlokalizowany przed budynkiem w pewnej odległości od podłoża i jest widoczny ze źródła. Sprawa ulega komplikacji wtedy, gdy na drodze rozchodzenia się fali akustycznej postawi się jakąkolwiek przegrodę, na przykład ekran akustyczny (rys. 1b). Punkt obserwacji nie jest wtedy widoczny ze źródła, a mimo to dźwięk pochodzący z tego źródła będzie dochodził, co potwierdzą pomiary poziomu ciśnienia akustycznego. Dzieje się tak z powodu ugięcia się fali akustycznej na górnej krawędzi ekranu, a także na krawędziach bocznych.

Na podstawie analizy literatury z zakresu teorii i praktyki drogowych zabezpieczeń przeciwhałasowych ekran powinien spełniać co najmniej następujące wymagania lokalizacyjne i gabarytowe:

- powinien być lokalizowany możliwie najbliżej źródła (trasy komunikacyjnej) i mieć najwyższą z możliwych wysokość, ponieważ spełnienie tych wymagań sprzyja wzrostowi skuteczności ekranu,
- odległość między ekranem a najbliższym chronionym budynkiem mieszkalnym nie powinna być mniejsza niż dwukrotna wysokość ekranu,
- długość ekranu powinna być taka, aby zmniejszenie jego skuteczności, wynikające z ograniczonej długości (wpływ fal ugiętych na krawędziach bocznych ekranu), było nie większe niż 1 dB,
- minimalna długość ekranu akustycznego powinna być równa sumie długości fasady chronionego budynku, wystawionej na działanie hałasu i podwojonej odległości między nim a ekranem,
- materiał, wykorzystany do konstrukcji ekranu powinien zapewniać wystarczającą izolacyjność akustyczną, a także charakteryzować się dużą odpornością na działanie czynników atmosferycznych.



Rys.1. Schematyczne przedstawienie rozchodzenia się fali akustycznej przed (a) i po (b) zainstalowaniu ekranu akustycznego: O – punkt obserwacji, Z – źródło hałasu

Fig. 1. Schematic presentation of acoustic wave propagation before (a) and after (b) the acoustic baffle installation: O – observation point, Z – source of noise

Weryfikację pomiarową skuteczności istniejących przegród akustycznych przeprowadzono w ramach realizacji tematu: Rozwój metod pomiaru hałasu i oceny jego oddziaływania na środowisko zewnętrzne. Opracowanie ujednoliconej metody oceny skuteczności drogowych ekranów akustycznych. Badania terenowe wykonano w otoczeniu tras komunikacyjnych w Katowicach i Ustroniu. Uwzględniono istniejące już ekrany akustyczne, których budowa miała na celu ochronę terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej – osiedla mieszkaniowe z zabudową wysoką.

4. WYNIKI BADAŃ

Do badań terenowych [9] wybrano okolice ulicy Górnośląskiej w Katowicach oraz ulicy Katowickiej w Ustroniu Śląskim. Wybrane rejonu spełniały następujące warunki:

- w czasie prowadzenia badań źródło hałasu było jednakowo aktywne,
- tło akustyczne w rejonie wykonywania pomiarów było zdecydowanie niższe od poziomu sygnału, będącego przedmiotem badań,

- istniały wyraźnie określone obiekty chronione przez ekran akustyczny,
- możliwe było ustalenie gospodarza terenu, który mógłby wyrazić zgodę na wykonanie badań,
- lokalizacje różniły się rodzajem chronionej zabudowy mieszkaniowej, ukształtowaniem terenu, a co najważniejsze, natężeniem ruchu i strukturą strumienia pojazdów.

Wyniki badań wartości równoważnej poziomu dźwięku A w każdym z wybranych punktów pomiarowych przedstawiono w tablicach 2 i 3. Podano w nich wartości równoważne dla 16 godzin dnia (6^{00} – 22^{00}).

Tablica 2. Wyniki badań wartości równoważnej poziomu dźwięku A w porze dziennej, $T = 16$ godz.

Lokalizacja obiektu	Odległość punktu pomiarowego od podłoża	Wartość równoważna poziomu dźwięku A $L_{Aeq,16h}$, dB
Katowice, ul. Gen. J. Sowińskiego 43	1,2 m	56,1
	6,0 m	59,6
	V piętro	64,2
	X piętro	69,3
Katowice, ul. Gen J. Sowińskiego 29	1,2 m	55,2
	6,0 m	61,0
	V piętro	64,3
	X piętro	70,4
Ustroń Śląski, ul. A. Brody 26	1,2 m	56,3
	5,85 m	59,9
Ustroń Śląski, ul. A. Brody 36	1,2 m	52,5
	5,5 m	61,7
Ustroń Śląski, ul. Drozdów 11	1,2 m	53,3
	6,3 m	59,4
Ustroń Śląski, ul. Lipowa 15	1,2 m	55,0
	6,3 m	73,0

Uzyskane wyniki wykazały jednoznacznie, że oceniane ekrany drogowe, zainstalowane wzdłuż ulicy Górnośląskiej w Katowicach i ulicy Katowickiej w Ustroniu Śląskim, nie chronią w pełni terenów mieszkalnych przed działaniem hałasu drogowego, emitowanego z wymienionych tras komunikacyjnych do otoczenia [9]. Negatywna ocena badanych ekranów nie zależy od kwalifikacji terenu podlegającego ochronie do jednej z kategorii, przewidzianych w rozporządzeniu MOŚZNiL z 1998 r. Ekran zlokalizowany na przykład wzdłuż ulicy Górnośląskiej w Katowicach, mający chronić mieszkańców Osiedla im. J.I. Paderewskiego przed działaniem hałasu drogowego emitowanego z tej ulicy, nie jest w pełni skuteczny. Przyjmując, że w tym rejonie obowiązuje dopuszczalna dla hałasu drogowego wartość równoważna poziomu dźwięku równa 65 dB, w ciągu dnia kryterium to jest przekraczane w coraz większym stopniu przy elewacji budynków od V piętra wzwyż. Piąte piętro stanowi granicę dwóch stref w rozumieniu obowiązujących przepisów:

- pełnej ochrony – od V piętra w dół,
- niepełnej ochrony – od V piętra w górę.

Tablica 3. Wyniki badań wartości równoważnej poziomu dźwięku A bezpośrednio za ekranem

Rejon badań	Lokalizacja punktu pomiarowego; odległość punktu pomiarowego od podłoża	Wartości równoważne poziomu dźwięku A $L_{Aeq,16godz.}$, dB
Katowice, ul. Gen. J. Sowińskiego 29	przy jezdni *); 1,2 m	76,8
	za ekranem; 1,2 m	57,0
	za ekranem; 5 m	64,0
Ustroń Śląski, ul. A. Brody 26	przy jezdni **); 1,2 m	64,9
	za ekranem; 1,2 m	53,3
	za ekranem; 3,6 m	60,1
Ustroń Śląski, ul. A. Brody 36	przy jezdni **); 1,2 m	65,3
	za ekranem; 1,2 m	52,6
	za ekranem; 3,6 m	59,4
Ustroń Śląski, ul. Drozdów 11	przy jezdni **); 1,2 m	64,7
	za ekranem; 1,2 m	51,2
	za ekranem; 3,9 m	57,6

*) ul. Górnośląska w Katowicach

**) ul. Katowicka w Ustroniu Śląskim

Wyniki pomiarów geometrii układu: droga – ekran – obiekt dają dodatkowy, orientacyjny obraz jego konfiguracji. Nie przesądzają jednak, na przykład pozytywnej oceny skuteczności ekranowania, pomimo że uzyskane wartości poszczególnych parametrów spełniają przyjęte wymagania. Powodem są między innymi nieprecyzyjność owych wymagań oraz niespełnianie z reguły, jednego z nich, niesprawdzalnego pomiarowo. Zgodnie z wymaganiami najwyższy z możliwych punkt obserwacyjny przy elewacji budynku chronionego, nie powinien być widoczny z miejsca lokalizacji źródła hałasu. Chodzi o to, aby obiekt chroniony znajdował się w całości w tzw. cieniu akustycznym, tworzonym przez ekran. Istotną rolę odgrywa wysokość ekranu i obiektu chronionego oraz odległość między nimi. Należy jednak dodać, co wynika z teorii akustyki oraz praktyki pomiarowej, że spełnienie tego warunku nie daje gwarancji całkowitej ochrony ze względu na zjawisko ugięcia fal akustycznych, głównie na górnych krawędziach ekranu.

5. ZAKOŃCZENIE

Wykonane badania stanowiły próbę oceny skuteczności ekranów drogowych w miejscu ich zainstalowania, mających chronić te tereny przed działaniem nadmiernego hałasu drogowego, z uwagi na kształtowanie właściwego klimatu akustycznego na terenach mieszkalnych.

Stwierdzono, że samo zainstalowanie ekranu nie chroni ludzi przed hałasem, gdy na przykład ekran ten nie jest w pełni skuteczny. Stąd też konieczność każdorazowego wykonywania odpowiednich badań sprawdzających przed rzeczowym i formalnym odbiorem inwestycji. W większości takich przypadków, nieodzowne staje się także opracowanie odpowiedniego programu umożliwiającego ograniczenie hałasu na terenie województwa, miasta czy gminy, w sposób systemowy.

Literatura

1. Engel Z.: *Ochrona środowiska przed hałasem i drganiami*. Warszawa, PWN 1993.
2. Kompała J.: *Assessment of joint hazard to the outer environment from road and industrial noise by the example of the Katowice voivodeship*. Archives of Acustics 1998 Vol. 23, nr 3.
3. Kraszewski M., Kucharski R.J., Kurpiewski A.: *Metody pomiaru hałasu zewnętrznego w środowisku*, wyd. II. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa, Wydaw. PIOŚ 1996.
4. Lipowczan A.: *Hałas a środowisko*. Biblioteczka Fundacji Ekologicznej „Silesia”, t. VII. Katowice, Wyd. Fundacja Ekologiczna „Silesia” 1995.
5. Makarewicz R.: *Hałas w środowisku*. Poznań, Ośrodek Wydawnictw Naukowych 1996.
6. Ołędzka-Graffstein I.: *Zagadnienia ochrony środowiska w otoczeniu dróg*. Warszawa, WKŁ 1983.
7. Praca zbiorowa: *Ochrona środowiska przed hałasem i wibracjami. Stan aktualny i kierunki działań*, red. J. Sadowski. Warszawa, Wydaw. ITB 1992.
8. Praca zbiorowa pod kier. W. Mrukwy: *Opracowanie ujednoliconej metody oceny skuteczności drogowych ekranów akustycznych*, Prace statutowe GIG, Katowice 1998 (niepublikowana)
9. Sadowski J.: *Podstawy akustyki urbanistycznej*. Warszawa, Arkady 1982.
10. Lipowczan A., Kompała J.: *The Utilisation of GIS and GPS Systems in Creating Acoustical Databases in Outer Environment. Proc. of Noise Control'01*. Warszawa, CIOP 2001.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Adam Lipowczan