ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2004
Seria: TRANSPORT z. 56 Nr kol. 1658

Henryk MADEJ

OCENA SKUTECZNOŚCI EKRANÓW AKUSTYCZNYCH W TERENACH ZAGROŻONYCH HAŁASEM KOMUNIKACYJNYM

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań skuteczności wybranych ekranów akustycznych zainstalowanych wzdłuż ciągów komunikacyjnych na terenie aglomeracji śląskiej. Obiektem badań były trzy ekrany odbijające, wolno stojące. Wykonane pomiary ciśnienia akustycznego umożliwiły ocenę ich efektywności

EFFECTIVENESS OF NOISE BARRIERS FOR CONTROLLING TRAFFIC NOISE IN URBAN AREAS

Summary. In this paper the results of efficiency of noise barriers located at the roadside Silesian motorways has been investigated. The noise measurements carried out at many points behind noise barriers made it possible to check insertion loss of investigated barriers.

1. WPROWADZENIE

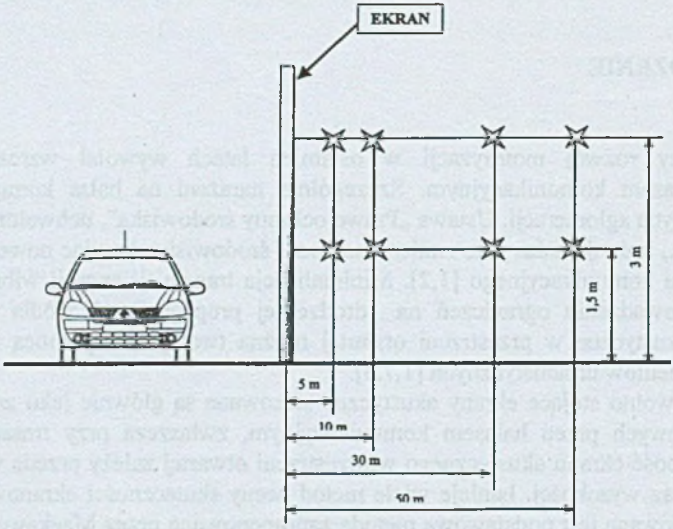
Gwałtowny rozwój motoryzacji w ostatnich latach wywołał wzrost zagrożenia środowiska hałasem komunikacyjnym. Szczególnie narażeni na hałas komunikacyjny są mieszkańcy dużych aglomeracji. Ustawa „Prawo ochrony środowiska", uchwalona przez Sejm RP 27.04.2001r., traktuje hałas jako zanieczyszczenie środowiska, kreując nowe podejście do problemu hałasu komunikacyjnego [1,2]. Minimalizacja transmisji energii wibroakustycznej polega na wprowadzeniu ograniczeń na drodze jej propagacji od źródła do odbiorcy. Ekranowanie akustyczne w przestrzeni otwartej można tworzyć za pomocą naturalnych i sztucznych elementów urbanistycznych [1,7,8].

Sztuczne wolno stojące ekrany akustyczne stosowane są głównie jako zabezpieczenie terenów osiedlowych przed hałasem komunikacyjnym, zwłaszcza przy trasach szybkiego ruchu. Efektywność ekranu akustycznego w przestrzeni otwartej zależy przede wszystkim od jego kształtu oraz wysokości. Istnieje wiele metod oceny skuteczności ekranowania [1,7,8]. Najczęściej stosowana jest podstawowa metoda zaproponowana przez Maekawę [6]. Podczas projektowania ekranów stosowanych dla ochrony środowiska zewnętrznego głównie przed hałasem komunikacyjnym należy uwzględnić wiele czynników mających wpływ na jego skuteczność. Podstawowym schematem stosowanym w obliczeniach ekranów jest układ

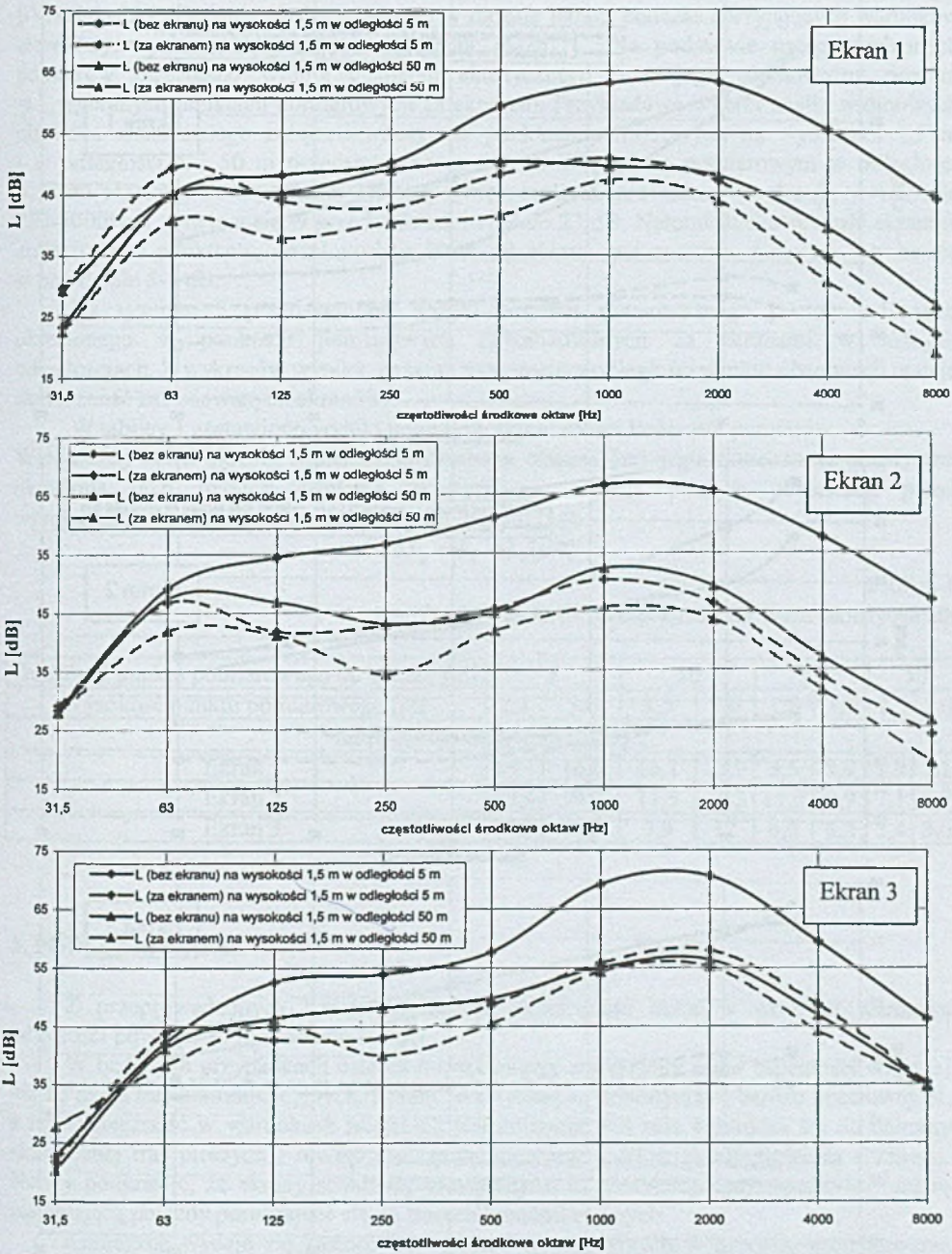
źródło-ekran-obserwator. Fale dźwiękowe źródła podlegają pochłanianiu, odbiciu, interferencji i ugięciu. Zjawisko interferencji polegające na nakładaniu się fal dźwiękowych ma szczególne znaczenie w przypadku stosowania wzdłuż trasy komunikacyjnej układu dwóch równoległych ekranów odbijających. Taki układ ekranów akustycznych może być przyczyną wzrostu poziomu dźwięku w punkcie odbioru, ponieważ oprócz fali dźwiękowej bezpośredniej, ugiętej na krawędzi ekranu, do obserwatora dociera fala odbita od ekranu zainstalowanego po przeciwnej stronie trasy. Badania tego typu zjawisk przedstawiono w wielu pracach [10]. Obecnie ze względu na złożoność problematyki projektowania ekranów akustycznych wykorzystuje się powszechnie w tym celu metody numeryczne [3,4,9]. Zasadnicze znaczenie w ekranowaniu akustycznym ma zjawisko ugięcia fal. Występowanie dyfrakcji w ekranowaniu powoduje zmniejszenie efektywności w obszarze cienia akustycznego, ponieważ wraz ze wzrostem długości fali dźwiękowej maleje skuteczność ekranu. Skuteczność ekranu ocenia się na podstawie jego efektywności akustycznej określanej jako różnica poziomów ciśnienia akustycznego w punkcie obserwacji przed oraz po wprowadzeniu ekranu. Celem przeprowadzonych badań była ocena skuteczności wybranych ekranów zainstalowanych na terenie aglomeracji śląskiej.

2. WYNIKI BADAŃ SKUTECZNOŚCI EKRANÓW AKUSTYCZNYCH

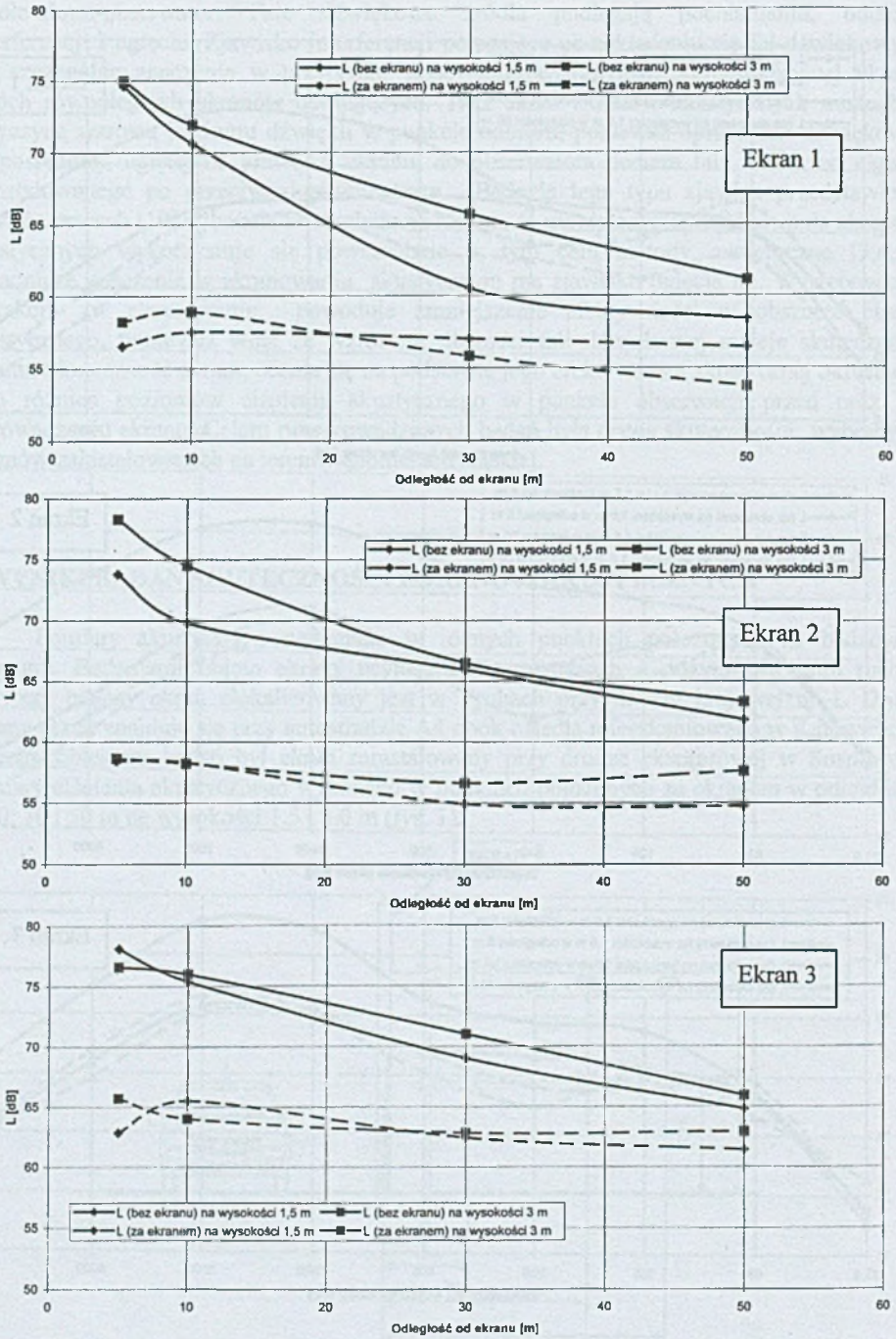
Pomiary akustyczne wykonano w różnych punktach położonych za badanymi ekranami. Badaniami objęto ekrany usytuowane przy trasach o dużym natężeniu ruchu. Pierwszy badany ekran zlokalizowany jest w Tychach przy drodze krajowej nr 1. Drugi badany ekran znajduje się przy autostradzie A4 obok osiedla mieszkaniowego w Katowicach. Trzecim obiektem badań był ekran zainstalowany przy drodze ekspresowej w Sosnowcu. Pomiary ciśnienia akustycznego wykonano w punktach położonych za ekranem w odległości 5, 10, 30 i 50 m na wysokości 1.5 i 3.0 m (rys. 1).



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia punktów pomiarowych
Fig. 1. Scheme of measuring points positions



Rys. 2. Widma oktawowe hałasu w punktach pomiarowych za ekranem
Fig. 2. Octave spectrum of noise in measurement points behind a screen



Rys. 3. Równoważny poziom dźwięku w funkcji odległości od ekranu
Fig. 3. Equivalent noise level vs. distance from screen

W badaniach wykorzystano cyfrowy analizator i miernik poziomu dźwięku SVAN 912AE. Badania przeprowadzono w okresie letnim podczas sprzyjających warunków atmosferycznych w temperaturze otoczenia 15-25 °C. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów otrzymano widma ciśnienia akustycznego oraz jego równoważny poziom w wybranych punktach pomiarowych za ekranem. Przykładowe wyniki analiz widmowych ciśnienia akustycznego zarejestrowanego w punktach pomiarowych na wysokości 1,5 m i w odległości 5 i 50 m przedstawiono na rys. 2. W punkcie pomiarowym w odległości 5 m za ekranem na wysokości 1,5 m największe tłumienie hałasu występuje w zakresie 250-8000Hz i zawiera się w przedziale od 10 dB do 23 dB. Natomiast skuteczność ekranów zmierzona w punktach oddalonych o 50 m od ekranu jest znacznie mniejsza i waha się w przedziale 5-7 dB.

Na rysunku 3 przedstawiono wyniki pomiaru równoważnego poziomu dźwięku określonego w punktach pomiarowych zlokalizowanych za ekranami w różnych odległościach. Z wykresów wynika, że wraz ze wzrostem odległości punktu obserwacji maleje skuteczność zastosowanych ekranów.

W tablicy 1 zestawiono wyniki pomiarów skuteczności badanych pomiarów.
Wielkością, która określa skuteczność działania ekranu, jest jego skuteczność akustyczna określona jako różnica ciśnienia akustycznego ΔL_e w punkcie obserwacji przed wprowadzeniem (L_1) oraz po wprowadzeniu ekranu (L_2):

$$\Delta L_e = L_1 - L_2 [dB]$$

Tablica 1

Wyniki pomiarów skuteczności ekranów akustycznych

Odległość punktu pomiarowego od ekranu [m]	5		10		30		50	
Wysokość punktu pomiarowego [m]	1,5	3,0	1,5	3,0	1,5	3,0	1,5	3,0
Skuteczność ekranu ΔL_e [dB]								
Ekran 1	18,1	16,8	13,1	13,0	3,5	9,9	1,9	7,1
Ekran 2	15,4	19,7	11,5	16,3	11,0	9,9	7,1	5,7
Ekran 3	15,3	10,9	9,9	12	6,6	8,2	3,4	3,0

3. PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych badań wynika, że skuteczność ekranów wraz ze wzrostem odległości powyżej 30 m spada do 3-7 dB.

W badanych przypadkach osiedla mieszkaniowe znajdowały się w odległości większej niż 50 m od tras komunikacyjnych. Ekrany akustyczne są inwestycjami bardzo kosztownymi, a ich skuteczność w warunkach miejskich jest znikoma. Ich rola ogranicza się do ochrony akustycznej tras pieszych i rowerowych umieszczonych w bliskiej odległości za ekranami. Należy podkreślić, że ekrany stwarzają pozytywny efekt psychologiczny, stanowiąc barierę zasłaniającą pojazdy poruszające się po trasach komunikacyjnych.

Konieczne wydaje się zastosowanie metod symulacyjnych w procesie projektowania ekranów akustycznych, które umożliwiają uwzględnienie różnorodnych czynników środowiskowych, mających istotny wpływ na ich efektywność.

Literatura

1. Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. PWN, Warszawa 2001.
2. Engel Z., Czerwiński J.: Mapy akustyczne i monitoring w świetle obowiązujących przepisów. Bezpieczeństwo Pracy 2/2002 str. 2-4.
3. Hayek S.: Mathematical modeling of absorbent highway noise barriers. Applied Acoustics 31 (1990) pp. 77-100.
4. Ishizuka T., Fujiwara K.: Performance of noise barriers with various edge shapes and acoustical conditions. Applied Acoustics 65 (2004) pp. 125-141.
5. Lim C. W., Shin S., Lee S.: Time-domain numerical computation of noise reduction by diffraction and finite impedence of barriers. Journal of Sound and Vibration 268 (2003) pp. 385-401.
6. Maekawa Z.: Noise reduction by screens. Applied Acoustics 1 (1968) pp. 157-173.
7. Makarewicz R.: Hałas w środowisku. PWN, Poznań 1996.
8. Sadowski J.: Podstawy akustyki urbanistycznej. Warszawa "Arkady" 1982.
9. Thorsson P. J.: Combined effects of admittance optimization on both barrier and ground. Applied Acoustics 64 (2003) pp. 693-711.
10. Watts G.: Acoustic performance of parallel traffic noise barriers. Applied Acoustics Vol. 47, No. 2 (1996) pp. 95-119.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan Adamczyk

Praca wykonana w ramach badań własnych BW-441/RM2/2004.