

ANALIZA SKUTECZNOŚCI REDUKCJI HAŁASU KOMUNIKACYJNEGO DLA EKRANÓW AKUSTYCZNYCH PRZY UL. AKADEMICKIEJ W BYDGOSZCZY

Agnieszka Augustyńska¹, Karol Pietrzak, Magdalena Chylewska-Szabat

1. WSTĘP

Stosowanie ekranów akustycznych jest najbardziej popularną formą ochrony przed hałasem drogowym. Celem pracy jest przedstawienie oceny skuteczności ekranowania dla rozwiązań zastosowanych przy ul. Akademickiej w Bydgoszczy. Ekran przeciwhałasowe zostały wybudowane zgodnie z decyzją środowiskową. Na rysunku 1 przedstawiono widok linii tramwajowej wraz z umieszczonym oznakowaniem pionowym.



Rys.1. Widok linii tramwajowej (fot. A. Augustyńska)

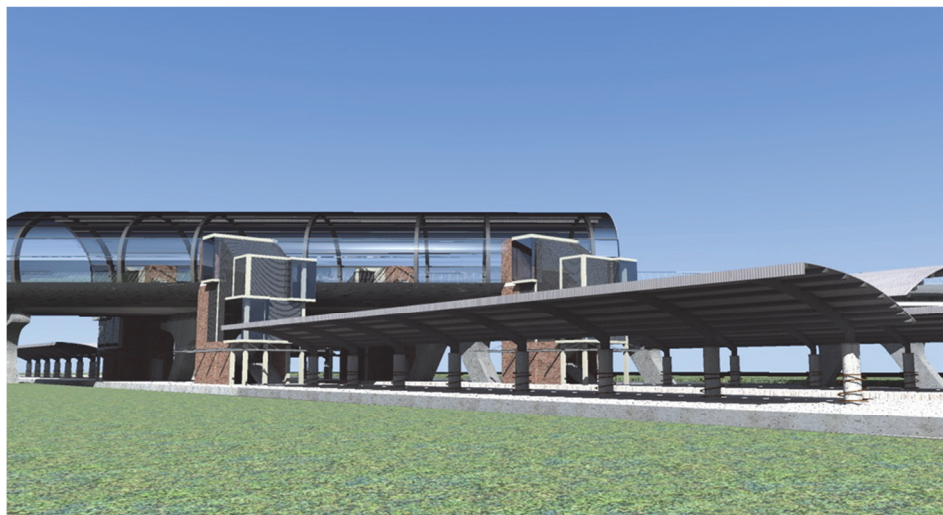
W tabeli 1 zestawiono podstawowe dane dotyczące budowy nowej linii tramwajowej w Bydgoszczy. Należy zauważyć, że budowa długości 9,5 km była największą rozbudową istniejącej sieci tramwajowej w Polsce od 1989 roku.

¹ Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Produkcji i Zarządzania w Budownictwie,
Al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz, e-mail: Agnieszka.Augustynska@utp.edu.pl

Tabela 1. Zestawienie danych dotyczących budowy linii tramwajowej (opracowanie własne)

Długość linii	9,5 km
Termin realizacji	02.01.2013 r. - 30.06.2015 r.
Wartość projektu brutto	437 308 983,67 PLN
Długość estakady nad stacją Bydgoszcz Wschód	545 m
Liczba przystanków	31
Liczba pętli	4
Liczba linii tramwajowych	4
Nowe jednostki tramwajowe	12 szt.

Na rysunku 2 przedstawiono widok wizualizacji powstałego węzła przesiadkowego na trasie budowanej linii tramwajowej. Jest to miejsce przesiadki z tramwaju do kolei dalekobieżnej.



Rys. 2. Widok wizualizacji węzła Bydgoszcz Wschód [www.tramwajfordon.Bydgoszcz.pl]

Na rysunku 3 pokazano widok zrealizowanego obiektu. Wykonanie końcowe jest bardzo zbliżone do przedstawionej na rysunku 2 wizualizacji.



Rys. 3. Widok węzła Bydgoszcz Wschód z lotu ptaka (fot. K. Pietrzak)

Pomiary terenowe zostały wykonane przy ulicy Akademickiej w Bydgoszczy w pobliżu przedstawionych na rysunku 4 ekranów akustycznych.



Rys. 4. Widok ekranów akustycznych przy ulicy Akademickiej w Bydgoszczy (fot. A. Augustyńska)

2. CZAS I MIEJSCE POMIARÓW

Pomiary hałasu wykonano w latach 2015-2016. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów z lutego i czerwca 2016 roku. Czas wykonywania pomiarów dobrano w taki sposób, aby występowało typowe natężenie ruchu drogowego. Pomiarów nie wykony-

wano w trakcie szczytu komunikacyjnego oraz w porze nocnej. Pomiary przeprowadzono przy ulicy Akademickiej w Bydgoszczy wzdłuż nowej linii tramwajowej.

Na rysunku 5 przedstawiono widok lokalizacji stanowisk pomiarowych.



Rys. 5. Lokalizacja stanowisk pomiarowych z lotu ptaka (fot. K. Pietrzak)

Punkty pomiarowe oznaczono jako P1 oraz P2. Punkt P1 zlokalizowano w odległości 10 m od krawędzi jezdni, za ekranem akustycznym. Punkt pomiarowy P2 zlokalizowano w odległości 10 m od krawędzi jezdni, bez ekranu akustycznego. Odległość pomiędzy punktami pomiarowymi P1 i P2 wynosiła około 100 m. Wykonano również pomiary dla punktów P1 oraz P3, gdzie zostały one zlokalizowane odpowiednio 10 oraz 20 metrów od krawędzi jezdni. Na rysunku 6 przedstawiono widok ustawienia aparatury pomiarowej w trakcie wykonywania pomiaru porównawczego w odległościach 10 i 20 metrów od krawędzi jezdni.

Na rysunkach 7 oraz 8 przedstawiono widok ustawienia aparatury pomiarowej odpowiednio za ekranem akustycznym oraz w miejscu, gdzie nie było ekranu akustycznego. Wysokość ustawienia mikrofonów wynosiła 4 m.



Rys. 6. Widok lokalizacji punktów pomiarowych (fot. K. Pietrzak)



Rys. 7. Widok ustawienia aparatury pomiarowej za ekranem akustycznym (fot. K. Pietrzak)



Rys. 8. Widok ustawienia aparatury pomiarowej bez ekranu (fot. K. Pietrzak)

3. APARATURA POMIAROWA

Aparatura pomiarowa składała się z następujących urządzeń:

- dwa mierniki SVAN 971,
- kamera video,
- pirometr,
- anemometr,
- stacja meteorologiczna,

Do pomiaru hałasu używano urządzenia SVAN 971, które jest cyfrowym analizatorem i miernikiem poziomu dźwięku klasy 1. Dzięki swojej nowoczesnej konstrukcji SVAN 971 daje możliwość wykonania jednoczesnego pomiaru w trzech niezależnych profilach, dla których można niezależnie ustawić: filtr korekcyjny, stałą czasową. Dla każdego profilu możliwe jest zapamiętanie historii czasowej pomiaru z ustalonym krokiem zapisu od 100 milisekund. Przyrząd umożliwia wykonanie analizy w pasmach oktawowych i tercjowych, w czasie pomiaru poziomu dźwięku. Wyniki zapamiętane na karcie micro SD mogą być łatwo przenoszone do komputera za pomocą programu SvanPC++. Oprogramowanie to umożliwia wizualizację danych i ich transfer do arkusza kalkulacyjnego lub dokumentu tekstowego. Oprogramowanie miernika zapewnia automatyczne przeprowadzenie kalibracji toru pomiarowego. Kalibracja miernika została zautomatyzowana. Po nałożeniu kalibratora na mikrofon miernik samoczynnie rozpoznaje i prowadzi proces kalibracji.

Zastosowany miernik poziomu dźwięku przedstawiono na rysunku 9 w użyciu podczas pomiarów.



Rys. 9. Widok zastosowanej aparatury pomiarowej SVAN 971 [opracowanie własne]

Pomiary wykonywano zgodnie z normą: Norma PN-ISO 1996-1 Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Podstawowe wielkości i procedury.

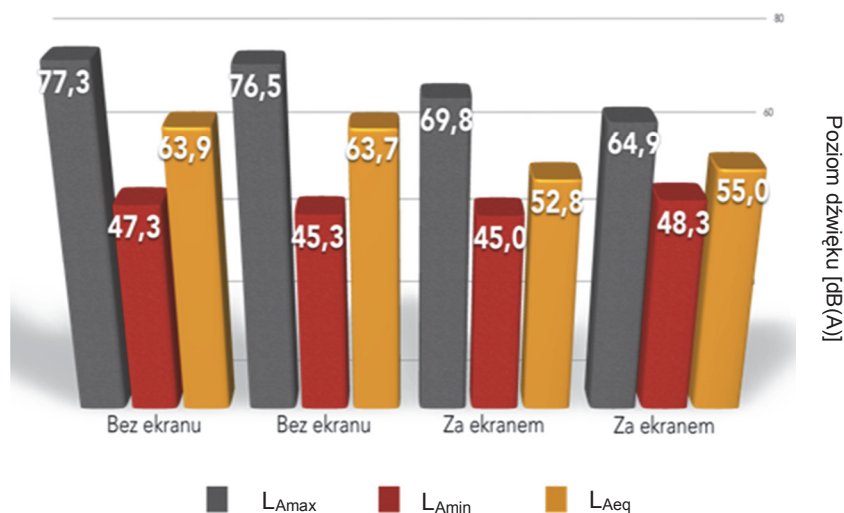
Równocześnie z pomiarem hałasu prowadzono pomiar natężenia ruchu drogowego przy użyciu kamer video. Odczyt wyników następował w warunkach laboratoryjnych. W celu określenia wpływu warunków atmosferycznych na poziom hałasu komunikacyjnego prowadzono za pomocą specjalistycznych urządzeń pomiary takich parametrów, jak:

- siła i kierunek wiatru,
- temperatura powietrza,

- temperatura nawierzchni drogowej,
- ciśnienie atmosferyczne,
- wilgotność powietrza.

4. ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW TERENOWYCH

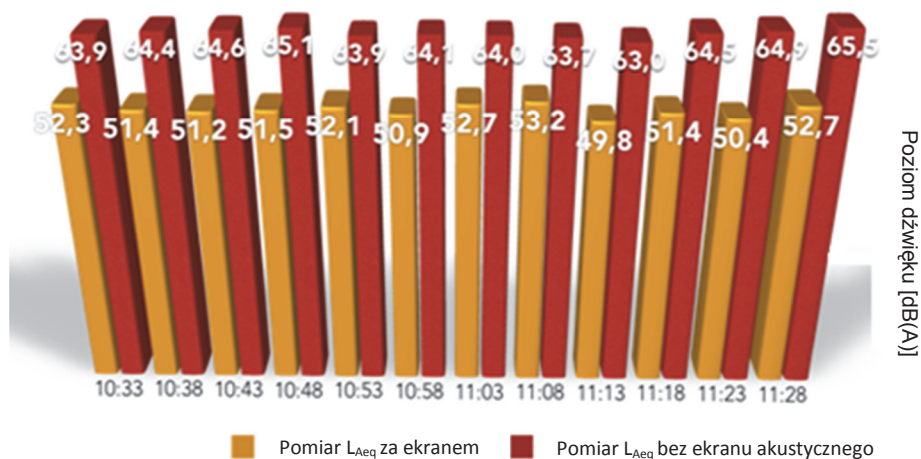
W ramach przeprowadzonej analizy opracowano rysunek 10, który przedstawia przykładowe wyniki pomiarów hałasu komunikacyjnego dla ekranów akustycznych przy ul. Akademickiej w Bydgoszczy. Na rysunku oznaczono maksymalny poziom hałasu L_{Amax} , minimalny poziom hałasu L_{Amin} oraz równoważny poziom dźwięku L_{Aeq} . Pomiary wykonywano w lutym 2016 roku w interwale pięciominutowym. Punkt P1 znajdował się za ekranem przeciwdźwiękowym, punkt P2 w miejscu bez ekranu akustycznego.



Rys. 10. Wyniki pomiaru hałasu komunikacyjnego (opracowanie własne)

Różnica w poziomie hałasu przed i za ekranem wynosiła dla maksymalnego poziomu dźwięku 7,5 dB(A) do 11,6 dB(A), poziomy minimalne były zbliżone. Różnica w poziomie hałasu ekwiwalentnego L_{Aeq} wynosiła 8,7-11,1 dB. Świadczy to o dużej skuteczności redukcji hałasu przez ekrany akustyczne.

Na rysunku 11 przedstawiono wyniki pomiarów hałasu komunikacyjnego przeprowadzone w czerwcu 2016 roku, po uruchomieniu ruchu tramwajowego. Wyniki dotyczą porównania poziomu L_{Aeq} w punkcie P1 oraz P2, czyli w miejscu występowania ekranu dźwiękochłonnego oraz w miejscu bez ekranu.



Rys. 11. Wyniki pomiaru hałasu komunikacyjnego po uruchomieniu ruchu tramwajowego (opracowanie własne)

Wyniki pomiarów wykazują, że różnica w poziomie hałasu komunikacyjnego wynosiła od 10,5 do 14,5 dB(A). Oznacza to, że w porównaniu z wcześniejszymi wynikami uzyskano większe różnice w poziomie hałasu. Skuteczność ekranowania przy zastosowanych rozwiązaniach technologicznych można ocenić jako bardzo wysoką. Dla pomiarów w punkcie P1 oraz P3 zaobserwowano różnicę ok. 1,5 dB(A), wynikającą ze zwiększającej się odległości od źródła hałasu.

5. PODSUMOWANIE

Wyniki pomiarów jednoznacznie wskazują na zasadność zastosowania ekranów akustycznych w otoczeniu drogi. Bariery dźwiękochłonne znacząco zwiększają komfort akustyczny pieszych poruszających się wzdłuż ciągów komunikacyjnych oraz mieszkańców zabudowy wielorodzinnej. Zaobserwowano obniżenie poziomu hałasu równoważnego o 10 do 14,5 dB(A).

Zastosowana aparatura pomiarowa pozwoliła na pomiar hałasu na różnych wysokościach oraz w kilku punktach jednocześnie. Stwierdzono, że dzięki zastosowaniu ekranów akustycznych z punktu widzenia mieszkańców pobliskiej zabudowy wielorodzinnej osiągnięto pełny komfort akustyczny.

Przewiduje się kontynuację pomiarów, szczególnie istotnym czynnikiem jest zakończenie inwestycji oraz uruchomienie 4 nowych linii tramwajowych. W 2016 roku planuje się przeprowadzenie pomiarów w porze dziennej oraz w porze nocnej w różnych lokalizacjach.

LITERATURA

Norma PN-EN 61672-1 Elektroakustyka – Mierniki poziomu dźwięku – Część 1: Wymagania.

Norma PN-ISO 1996-1 Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Podstawowe wielkości i procedury.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. z 2012 r. poz. 1109).

Źródła internetowe

http://svantek.com/langpl/product/1/svan_971_miernik_poziomu_dzwieku.html#about
[dostęp 10.10.2016 r.].

<http://tramwajfordon.bydgoszcz.pl/informacje-o-projekcie> [dostęp 10.10.2016 r.].