

Bartłomiej SEKITA, Andrzej WILK, Piotr CZECH

ANALIZA ZAGROŻEŃ HAŁASEM KOMUNIKACYJNYM NA PRZYKŁADZIE OSIEDLA MIESZKALNEGO PRZY TRASIE S86 W BĘDZINIE

Streszczenie. Główne źródła hałasu komunikacyjnego stanowią: silnik wraz z układem przeniesienia napędu, opony współpracujące z nawierzchnią oraz zjawiska aerodynamiczne. Wraz ze wzrostem prędkości dominującym źródłem hałasu stają się hałas aerodynamiczny oraz hałas generowany przez opony współpracujące z podłożem. Sposoby redukcji poziomu hałasu komunikacyjnego dzielą się na prawne (normy) oraz techniczne. Do rozwiązań technicznych redukcji poziomu hałasu należą: ekrany akustyczne, poprawa stanu i rodzaju nawierzchni, metody aktywne, a także działania stosowane przez producentów pojazdów – doskonalenie aerodynamiki pojazdu i stosowanie opon o zmniejszonej emisji hałasu (tzw. „zielone opony”). Niniejszy artykuł przedstawia analizę zagrożenia hałasem komunikacyjnym osiedla mieszkalnego przy ulicy Piłsudskiego obok trasy S86 w Będzinie.

ANALYSIS OF COMMUNICATION NOISE DANGERS ON THE EXAMPLE OF HOUSING ESTATE NEAR ROAD S86 IN BĘDZIN

Summary. Main sources of communication noise are: the engine together with power transmission system, tyres which cooperate with the road surface and aerodynamic phenomena. Together with the speed increase the dominant source of noise is aerodynamic noise and noise generated by tyres cooperating with the road surface. Methods of reduction of communication noise level can be divided into legal (norms) and technical ones. Among the technical solutions of noise level reduction there are acoustic screens, improvement of condition and type of the road surface, active methods as well as solutions applied by vehicle producers – improvement of aerodynamics of vehicle, use of tires with decreased noise emission, the so-called “green tyres”. This article shows the analysis of the communication noise danger for housing estate on Piłsudskiego street near road S86 in Będzin.

1. WPROWADZENIE

Hałas jest nieodłącznym elementem związanym z działalnością człowieka w środowisku. Wraz z rozwojem przemysłowym zwiększa się także liczba tras komunikacyjnych, pojazdów, a co za tym idzie, poziom generowanego hałasu komunikacyjnego. Problem nadmiernego poziomu hałasu dotyczy w szczególności terenów aglomeracji miejskich, gdzie budynki

mieszkalne czy użytku publicznego rozlokowane są w bezpośrednim sąsiedztwie tras komunikacyjnych oraz dróg miejskich [10, 11].

Hałas komunikacyjny uzależniony jest między innymi od [1 – 3]:

- natężenia ruchu pojazdów,
- rodzaju pojazdów stanowiący potok ruchu,
- rodzaju i stanu nawierzchni dróg,
- infrastruktury miasta,
- prędkości pojazdów,
- stanu technicznego pojazdów.

Na hałas komunikacyjny składają się dźwięki generowane przez pojedyncze pojazdy użytkowane na drogach. Do źródeł hałasu wytwarzanych przez pojazd należą [1 – 3]:

- silnik,
- układ przeniesienia napędu,
- opony współpracujące z nawierzchnią,
- zjawiska aerodynamiczne,
- przepływ gazów i cieczy,
- uderzenia części układów spowodowanych luzami,
- drgania elementów.

Środki transportu różnego typu emitują hałas o różnych wartościach poziomu natężenia.

Stosowanie rozwiązań redukujących hałas komunikacyjny stało się koniecznością przy obecnych warunkach klimatu akustycznego aglomeracji miejskich. W celu obniżenia negatywnego oddziaływania hałasu na człowieka oraz budynki i maszyny stosuje się odpowiednie rozwiązania techniczne [1 – 3].

Dopuszczalny poziom hałasu w środowisku określony jest w obowiązujących normach prawnych. Obowiązujące obecnie w Polsce przepisy prawne, dotyczące dopuszczalnego poziomu hałasu w środowisku, zawarte zostały w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku [8].

2. OPIS ZREALIZOWANYCH BADAŃ

Badania miały na celu określenie klimatu akustycznego osiedla bloków mieszkalnych przy ulicy Marszałka Józefa Piłsudskiego w Będzinie. Osiedle usytuowane jest w sąsiedztwie drogi S86.

Badania przeprowadzone zostały na podstawie o Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 2 października 2007 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów w środowisku substancji lub energii [9].

Podczas pomiarów zastosowano miernik Sonopan DSA-50 klasy I, spełniający wymagania dyrektywy 89/336/EWG [4] oraz norm: PN-EN 61672-1:2005 [5], PN-EN 61672-2:2005 [6] i PN-EN 61260:2000/A1:2004 [7].

Badania przeprowadzono w laboratorium, działającym przy Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej w Katowicach.

Podczas pomiarów używano metody bezpośredniej z wykorzystaniem próbkowania. Wybrana metoda wymagała znajomości rozkładu natężenia ruchu w celu wyznaczenia okresów reprezentatywnych. Aby wyznaczyć je dokładnie, przeprowadzono pomiary natężenia ruchu wybranego skrzyżowania w dzień poprzedzający pomiary poziomu hałasu komunikacyjnego. Pozwoliło to na przyporządkowanie poszczególnych godzin okresom reprezentatywnym na podstawie o aktualnych danych. Z powodu dużego natężenia ruchu

wybranego szlaku komunikacyjnego nie było możliwości prowadzenia pomiarów natężenia ruchu i poziomu hałasu w tym samym dniu.

Metoda bezpośrednia z wykorzystaniem próbkowania pozwala, po opracowaniu wyników pomiarów, na określenie równoważnego poziomu hałasu drogowego oraz niepewności [9].

Wybrany odcinek pomiarowy trasy S86 przy skrzyżowaniu z ulicą Wiejską w Będzinie jest terenem miejskim, którego ukształtowanie jest płaskie, bez wzniesień mogących wpływać na poziom hałasu w otoczeniu. Zabudowę obszaru stanowi osiedle szeregowych bloków mieszkalnych w kierunku północno-wschodnim od skrzyżowania. Pierwsze bloki usytuowane są w odległości 50 metrów od trasy S86, stanowiącej główne źródło hałasu komunikacyjnego w badanym obszarze. Od strony ulicy Marszałka Józefa Piłsudskiego odległość pierwszego bloku od krawędzi jezdni wynosi 20 metrów. Na południe od osiedla znajduje się sklep meblowy wraz z parkingiem. W tamtym rejonie nie są rozmieszczone żadne bloki. Zachodnia strona od trasy S86 to tereny przemysłowe, oddalone o około 200 metrów od źródła hałasu, dlatego można przypuszczać, że zagrożenie nadmiernym hałasem komunikacyjnym tego obszaru, którego źródło stanowi trasa S86, jest znikome.

Dodatkowo przeprowadzone zostały pomiary poziomu hałasu komunikacyjnego w obszarze na południowy-wschód od skrzyżowania, w strefie objętej działaniem ekranu akustycznego, oraz w miejscu, w którym ekran nie występuje. Miało to na celu zbadanie skuteczności ekranu, usytuowanego przy trasie S86 na południe od skrzyżowania. Badany obszar oddzielony jest od trasy S86 ekranem akustycznym typu odbijającego, który po około 200 metrach przekształcony w ekran absorbujący, a także umiejscowionym zaraz za ekranem akustycznym pasem drzew o szerokości około 20 metrów. Od strony ulicy Marszałka Józefa Piłsudskiego na drodze od źródła hałasu do linii bloków występują rozproszone drzewa liściaste, których wpływ na obniżenie poziomu hałasu można pominąć.

Trasa S86 w wybranym odcinku pomiarowym składa się z pięciu pasów ruchu, każdy o szerokości 4 metrów. Szerokość pasa oddzielającego wynosi 2 metry, na pasie oddzielającym znajduje się bariera energochłonna. Droga położona jest w poziomie, stan jezdni wybranego odcinka jest bardzo dobry. Droga przy ulicy Marszałka Józefa Piłsudskiego, stanowiąca trzeci wlot na skrzyżowanie z trasą S86, składa się z trzech pasów ruchu o szerokości 3 metrów każdy. Bezpośrednio przy skrzyżowaniu droga rozszerza się na cztery pasy ruchu. Stan drogi jest bardzo dobry, położona jest w poziomie terenu.

Na obszarze, będącym miejscem pomiaru obowiązują normy dopuszczalnych poziomów dźwięków na poziomie [8]:

- 60 dB od godziny 06:00 do 22:00,
- 50 dB od godziny 22:00 do 06:00.

Rozmieszczenie poszczególnych punktów pomiarowych wraz z ich oznaczeniem przedstawiono na rys. 1. Lokalizację ekranów akustycznych obrazują czerwone linie.

Punkt pomiarowy A zgodnie z wytycznymi zawartymi w normach pomiaru hałasu oddalony jest od ściany bloku o 3,5 metra. Nie było potrzeby dodatkowego pomiaru w bliskiej odległości od ekranu akustycznego, gdyż – zgodnie z wytycznymi dla zabudowań znajdujących się nie dalej niż 100 metrów od drogi stanowiącej źródło hałasu – taki punkt pomiarowy można pominąć. W punkcie A źródłem hałasu komunikacyjnego jest trasa S86. Obszar ten zabezpieczony jest ekranem akustycznym absorbującym (rys. 2).

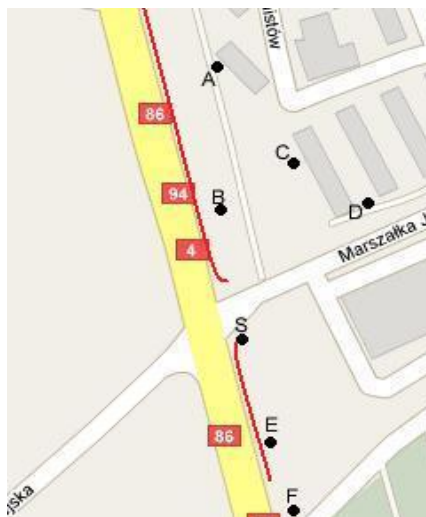
W punkcie pomiarowym B mierzony jest hałas, którego głównym źródłem jest trasa szybkiego ruchu, a dodatkowe źródło hałasu komunikacyjnego stanowi skrzyżowanie. Punkt pomiarowy B oddalony jest od skrajnego pasa ruchu trasy S86 o 20 metrów ze względu na zastosowaną osłonę w postaci pasa drzew liściastych o szerokości około 15 metrów. Obszar ten zabezpieczony jest ekranem akustycznym odbijającym (rys. 2).

Punkt pomiarowy C stanowi punkt dodatkowy do punktu B. Główne źródło hałasu stanowi trasa szybkiego ruchu. Punkt pomiarowy znajduje się około 3 metry ponad poziomem drogi S86.

Pomiar w punkcie D ma za zadanie określić zagrożenie hałasem pochodzącym od drogi na ulicy Marszałka Józefa Piłsudskiego.

Pomiar w punkcie S, położonym 10 metrów od skrajnego pasa ruchu wlotu trzeciego na skrzyżowanie oraz 10 metrów od trasy S86, ma na celu zobrazowanie zagrożenia hałasem obszarów przylegających.

Punkty pomiarowe E oraz F oddalone zostały o 10 metrów od skrajnego pasa ruchu trasy S86.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów pomiarowych oraz ekranów akustycznych

Fig. 1. Arrangement of the measuring points and acoustic screens

Dokładne współrzędne geograficzne wszystkich punktów pomiarowych przedstawione zostały w tab. 1.

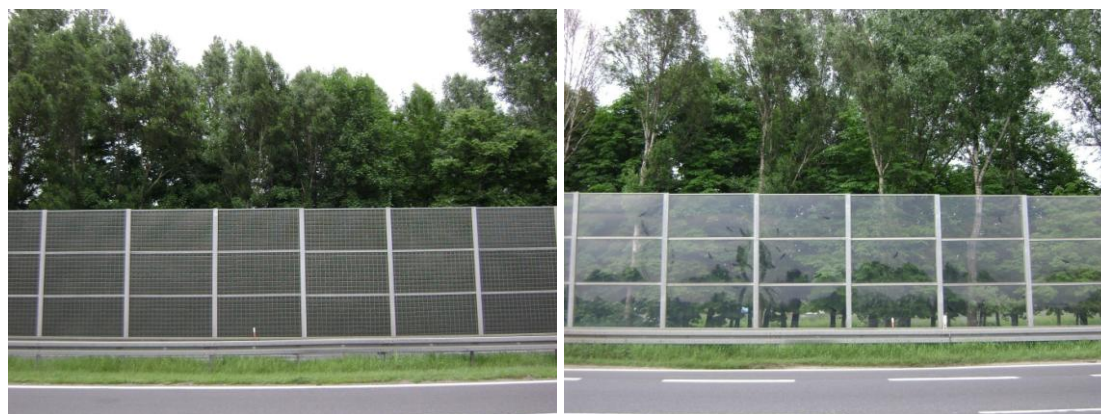
Tabela 1

Lokalizacja punktów pomiarowych

Punkt pomiarowy	Położenie geograficzne
A	N 50°18,960' E 19°06,622'
B	N 50°18,893' E 19°06,597'
C	N 50°18,917' E 19°06,688'
D	N 50°18,873' E 19°06,747'
E	N 50°18,780' E 19°06,641'
F	N 50°18,733' E 19°06,660'
S	N 50°18,814' E 19°06,627'

Podczas przeprowadzania pomiarów warunki meteorologiczne panujące na badanym obszarze spełniały wymagania określone w normach, tzn.:

- prędkość wiatru poniżej 5 m/s,
- kierunek wiatru: zachodni,
- temperatura maksymalna: 25°C,
- brak opadów atmosferycznych,
- ciśnienie: 1027 hPa,
- wilgotność względna 68%.



Rys. 2. Absorpcyjny ekran akustyczny przed punktem pomiarowym A (a), odbijający ekran akustyczny przed punktem pomiarowym B (b)

Fig. 2. Absorptive acoustic screen in front of measuring point A (a), echoing acoustic screen in front of measuring point B (b)

3. WYNIKI BADAŃ

Przeprowadzono pomiary natężenia ruchu wybranego odcinka, służące do wyznaczenia okresów reprezentatywnych wykorzystywanych przy pomiarze hałasu metodą bezpośrednią z użyciem próbkowania. Ponieważ natężenie ruchu drogi S86 jest bardzo duże, konieczne było przeprowadzenie pomiarów natężenia ruchu w czasie różnym od przeprowadzonych pomiarów hałasu.

Podczas pomiarów zastosowany został podział na samochody lekkie oraz ciężkie. Do kategorii pojazdów samochodowych lekkich zaliczone zostały:

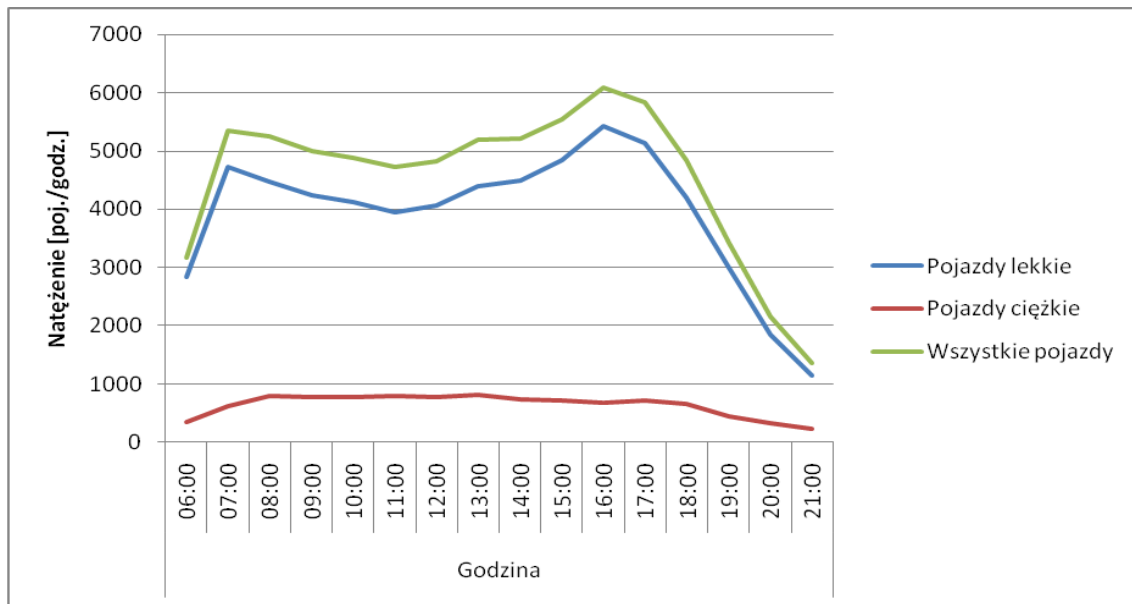
- samochody osobowe,
- mikrobusy,
- samochody dostawcze do 3,5 tony.

Do kategorii pojazdów samochodowych ciężkich zaliczone zostały:

- motocykle,
- samochody ciężarowe bez przyczep powyżej 3,5 tony,
- samochody ciężarowe z przyczepami,
- ciągniki siodłowe,
- autobusy,
- ciągniki rolnicze,
- pojazdy specjalne.

Motocykle zakwalifikowane zostały do pojazdów samochodowych ciężkich ze względu na dużą hałaśliwość [1, 9].

Dzienny rozkład natężenia łącznie dla wszystkich wlotów na skrzyżowaniu trasy S86 z ulicą Piłsudskiego pokazano na rys. 3.



Rys. 3. Dzienny rozkład natężenia wszystkich pojazdów na skrzyżowaniu trasy S86 z ulicą Piłsudskiego w Będzinie

Fig. 3. Daily plan of traffic congestion for all vehicles on the crossroad of road S86 with Piłsudskiego street in Będzin

Na podstawie o przeprowadzonych pomiarów natężenia ruchu na wybranym skrzyżowaniu można stwierdzić, że największe natężenie ruchu występuje dla godziny od 16:00 do 17:00. Liczba wszystkich pojazdów przejeżdżających przez skrzyżowanie w tej godzinie wynosi ponad 6000. Od godziny 7:00 do 15:00 natężenie ruchu utrzymuje się na stałym poziomie około 5000 pojazdów na godzinę z zauważalnym spadkiem ruchu dla godziny od 11:00 do 12:00. Po występującym szczycie dla godziny 16:00 natężenie ruchu stale maleje do poziomu 1000 pojazdów na godzinę, występującego dla godziny 21:00. Dla grupy pojazdów lekkich rozkład natężenia osiąga pierwszy szczyt na poziomie 4729 pojazdów na godzinę dla godziny 7:00, następnie maleje, osiągając wartość 3941 pojazdów dla godziny 11:00, po czym rośnie, osiągając maksimum dla godziny 16:00, wynoszące 5420 pojazdów. Dla grupy pojazdów ciężkich wahania natężenia ruchu na skrzyżowaniu w ciągu dnia są niewielkie. Natężenie pojazdów ciężkich dla całego skrzyżowania od godziny 7:00 do 18:00 utrzymuje się na poziomie około 700 pojazdów na godzinę. Dla poszczególnych wlotów skrzyżowania wahania ruchu są duże.

Na podstawie wyników pomiarów natężenia ruchu pojazdów zostały wybrane okresy reprezentatywne przedstawione w tab. 2.

Wyznaczonych zostało osiem okresów reprezentatywnych, podczas których natężenie ruchu pojazdów w poszczególnych godzinach nie różni się o więcej niż 25%, a różnica w udziale pojazdów ciężkich nie wynosi więcej niż 10%.

Czas trwania poszczególnych próbek wynosił 5 minut. Uzyskiwane w tym czasie wyniki były ustabilizowane, a krótszy czas trwania próbki pozwolił na przeprowadzenie większej liczby pomiarów w wielu punktach pomiarowych, co lepiej odzwierciedla poziom hałasu w zależności od rozkładu natężenia ruchu przy drogach stanowiących źródła hałasu komunikacyjnego.

Tabela 2

Wybrane okresy reprezentatywne

Okres reprezentatywny	Czas trwania [godz.]	Godzina rozpoczęcia
1	8	22:00
2	1	06:00
3	3	07:00
4	3	10:00
5	2	13:00
6	2	15:00
7	2	17:00
8	3	19:00

Średnie poziomy dźwięku przedstawiono w tab. 3.

Na podstawie uzyskanych wyników można zaobserwować wzrost poziomu hałasu proporcjonalny do natężenia ruchu pojazdów na wybranych odcinkach pomiarowych. Dla godzin popołudniowego szczytu, czyli okresu reprezentatywnego 6 – trwającego od godziny 15:00 do 17:00 – poziom hałasu w punktach pomiarowych A, C, D również osiągnął wartości najwyższe. Punkty pomiarowe A, C, D nie znajdują się bezpośrednio przy skrzyżowaniu, dlatego hałas będący zagrożeniem dla obszarów pochodzi z odcinków drogi, na której ruch odbywa się w sposób płynny, w mniejszym stopniu uniezależniony od cyklu zmiany świateł. Najmniejszy poziom hałasu dla wszystkich punktów pomiarowych został osiągnięty dla godzin od 22:00 do 6:00 oraz dla godzin od 19:00 do 22:00, kiedy to natężenie ruchu na drogach będących źródłami hałasu było najmniejsze.

Na podstawie wyników poziomu hałasu, uzyskanych podczas pomiarów, wyliczono średnie poziomy dźwięku dla każdego z okresów reprezentatywnych, a także równoważny poziom dźwięku $L_{Aeq D}$ dla godzin od 6:00 do 22:00 oraz $L_{Aeq N}$ dla godzin od 22:00 do 6:00. Tabela 4 prezentuje uzyskane wyniki.

Najmniejszy równoważny poziom hałasu zarówno dla pory dziennej, jak i nocnej został osiągnięty w punkcie pomiarowym C, w którym obszar osłonięty jest od trasy S86 (stanowiącej główne źródło hałasu w tym miejscu) ekranem akustycznym odbijającym prostym. Od strony drugiego źródła hałasu, ulicy Piłsudskiego, badany obszar osłonięty był budynkiem w postaci garażu. Dzięki tym elementom równoważny poziom hałasu w punkcie pomiarowym C wynosi 53,6 dB. W rejonie osiedla mieszkalnego najwyższy poziom równoważny hałasu został osiągnięty w punkcie D. Miejsce to nie jest w żaden sposób zabezpieczone przed hałasem. Pomimo tego, że główne źródło hałasu w tym miejscu stanowi ulica Piłsudskiego o natężeniu ruchu nieporównywalnie mniejszym do natężenia ruchu na trasie S86, to w punkcie D równoważny poziom dźwięku pory dziennej wynosi 59,9 dB, a w punkcie pomiarowym B, który znajduje się przy trasie, równoważny poziom dźwięku wynosi 56,6 dB. Wartości te pokazują wysoką skuteczność ekranów akustycznych zastosowanych przy drodze szybkiego ruchu.

Tabela 3

Średnie poziomy dźwięku okresów reprezentatywnych

Okres pomiarowy (godziny)	Średni poziom hałasu [dB] w punkcie pomiarowym						
	A	B	C	D	E	F	S
1 (22:00-6:00)	52,8±0,5	54,8±0,3	52±0,4	56,3±0,9	58,3±0,2	65,3±0,3	66,8±0,5
2 (6:00-7:00)	54±0,0	55,4±0,0	52,2±0,0	59,2±0,0	59,8±0,0	67,3±0,0	68,5±0,0
3 (7:00-10:00)	54,6±0,3	56,1±0,4	53,4±0,6	60,7±0,8	59,9±0,4	68,8±0,4	69,1±0,1
4 (10:00-13:00)	54,3±0,6	56,8±0,2	53±0,4	61±0,8	59,5±0,4	67,5±0,4	69,2±0,3
5 (13:00-15:00)	55,9±0,5	58,7±0,6	54,4±0,5	60,4±0,8	58,9±0,5	67,1±0,3	68,7±0,6
6 (15:00-17:00)	55,3±0,3	56,3±1,2	55,1±0,1	60,7±0,6	59,0±0,3	67,5±0,4	69,3±0,3
7 (17:00-19:00)	54,1±0,4	55,9±0,2	53,0±0,5	58,5±0,8	58,8±0,3	67,8±0,6	68,2±0,2
8 (19:00-22:00)	53,7±0,2	55,7±0,4	53,6±0,5	57,4±0,7	58,6±0,4	66,7±0,5	68,4±0,3

Tabela 4

Równoważny poziom dźwięku

	Równoważny poziom hałasu [dB] w punktach pomiarowych						
	A	B	C	D	E	F	S
$L_{Aeq D}$	54,6	56,6	53,6	59,9	59,2	67,6	68,8
$L_{Aeq N}$	52,8	54,8	52	56,3	58,3	65,3	66,8

Wyniki równoważnego poziomu dźwięku uzyskane w punktach pomiarowych E oraz F jednoznacznie pokazują wysoką skuteczność zastosowanego ekranu akustycznego odbijającego. W punkcie pomiarowym nieosłoniętym równoważny poziom dźwięku pory dziennej wyniósł 67,6 dB, dla punktu pomiarowego znajdującego się za ekranem akustycznym wartość ta wyniosła 59,2 dB. Różnica wynosiła 8,4 dB, a dla pory nocnej 7 dB, co w subiektywnym odczuciu jest znaczącą wartością. Ochrona zapewniona przez ekran akustyczny pozwala obniżyć poziom hałasu do poziomu mieszczącego się w normie dla pory dziennej.

Największy poziom równoważny dźwięku uzyskany został dla punktu pomiarowego S, znajdującego się bezpośrednio przy skrzyżowaniu. Hamujące i ruszające pojazdy powodują wysoki poziom hałasu nawet w porze nocnej, kiedy to natężenie pojazdów jest mniejsze. Równoważny poziom hałasu dla punktu pomiarowego S dla pory dziennej i nocnej wynosi odpowiednio: 68,8 dB i 66,8 dB.

Równoważny poziom dźwięku w porze dziennej od pory nocnej: jest wyższy maksymalnie o 3,6 dB, minimalnie o 0,9 dB, średnio o 1,9 dB. Największa różnica występuje dla punktu pomiarowego D, w którym nie zastosowano środków ochrony przed hałasem.

Dla punktów pomiarowych A, B, C, D, czyli w obszarze mieszkalnym badanym pod kątem zagrożenia nadmiernym hałasem, równoważny poziom dźwięku w ciągu dnia utrzymuje się w dopuszczalnych wartościach. Jedynie dla punktu pomiarowego D wartość ta niebezpiecznie zbliża się do poziomu maksymalnego. Dopuszczalne poziomy hałasu zostały przekroczone w obszarze przy skrzyżowaniu oraz w punkcie pomiarowym F, przy którym nie zastosowano żadnych środków zapobiegawczych. W punkcie tym nadmierny poziom hałasu nie stanowi zagrożenia dla ludzi.

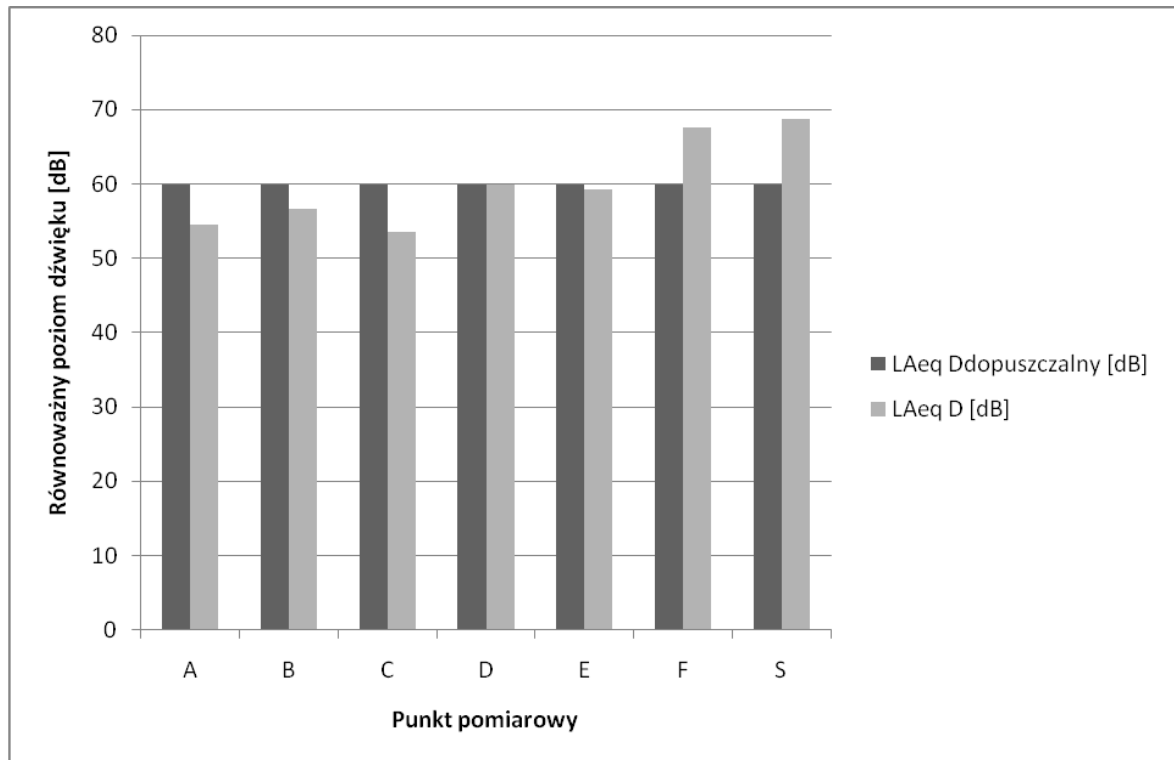
Dla tych samych punktów pomiarowych równoważny poziom dźwięku w porze nocnej przekracza dopuszczalne wartości hałasu określone w normach. Stanowi to dla mieszkańców zagrożenie. W rejonie osiedla mieszkaniowego poziom hałasu w największym stopniu został przekroczony w punkcie pomiarowym D. Dopuszczalna wartość została przekroczona aż o 6,3 dB. Dla punktów pomiarowych A, B, C dopuszczalne wartości zostały przekroczone kolejno o 2,8 dB; 4,8 dB i 2 dB. Na tej podstawie widać wyraźnie, że nadmierny poziom hałasu stanowi dla mieszkańców osiedla zagrożenie w porze nocnej.

Na rys. 4 i 5 zestawiono wyznaczone i dopuszczalne wartości równoważnego poziomu dźwięku dla pór dziennej i nocnej.

3. WNIOSKI

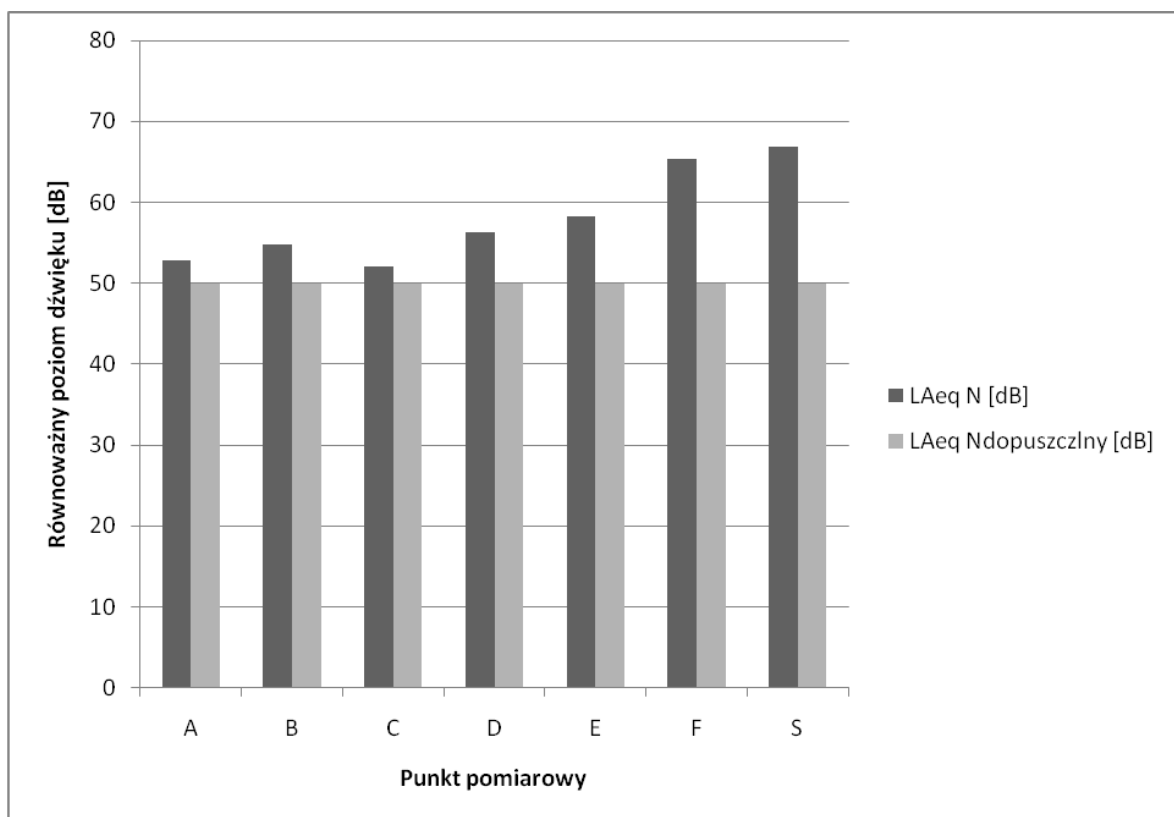
Po przeprowadzeniu pomiarów poziomu hałasu i opracowaniu otrzymanych wyników można – opierając się na danych o natężeniu ruchu oraz charakterystyce badanego obszaru – wysunąć następujące wnioski:

- dopuszczalny poziom hałasu na osiedlu bloków mieszkalnych przy ulicach Rewolucjonistów i Piłsudskiego w porze dnia nie został przekroczony;
- przekroczony został dopuszczalny poziom hałasu na badanym osiedlu w porze nocnej. Maksymalna wartość poziomu hałasu w porze nocnej osiągnęła 56,3 dB w punkcie pomiarowym D przy dopuszczonym przez normy poziomie 50 dB. Średnio dopuszczalna wartość w badanym obszarze zamieszkania została przekroczona o 4 dB;



Rys. 4. Równoważny poziom dźwięku pory dziennej

Fig. 4. Equivalent sound level for day-time



Rys. 5. Równoważny poziom dźwięku pory nocnej

Fig. 5. Equivalent sound level for night-time

- zastosowane środki ochronne w postaci ekranów akustycznych typu odbijającego i pochłaniającego, a także pasa drzew liściastych o szerokości 20 metrów nie są wystarczające do skutecznej ochrony mieszkańców osiedla przed hałasem komunikacyjnym;
- pomiary przeprowadzone w rejonie oddalonym od osiedla bloków mieszkalnych wykazały wysoką skuteczność stosowanych ekranów akustycznych przy badanym odcinku trasy S86. Wykazały one zmniejszenie poziomu hałasu za ekranem akustycznym o 8,4 dB w porze dziennej i 7 dB w porze nocnej w porównaniu do miejsca niezabezpieczonego.

Bibliografia

1. Chłopek Z.: Ochrona środowiska naturalnego. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2002.
2. Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
3. Engel Z., Makarewicz G., Morzyński L., Zawieska W.M.: Metody aktywne redukcji hałasu. Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 2001.
4. Dyrektywa Rady z dnia 3 maja 1989 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstwa Państw Członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej (89/336/EWG).
5. PN-EN 61672-1:2005. Elektroakustyka – Mierniki poziomu dźwięku – Część 1: Wymagania.
6. PN-EN 61672-2:2005. Elektroakustyka – Mierniki poziomu dźwięku – Część 2: Badania typu.
7. PN-EN 61260:2000/A1:2004. Elektroakustyka – Filtry pasmowe o szerokości oktawy i części oktawy.
8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. nr 120 z dnia 5 lipca 2007 r., poz. 826).
9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 października 2007 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem (Dz.U. nr 192/2007, poz. 1392).
10. Osmólska A., Łazarz B., Czech P.: Ocena zagrożenia hałasem komunikacyjnym na odcinku drogi krajowej nr 94 przebiegającej przez Dąbrowę Górniczą. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Transport z. 72 / 2011, str. 75-82.
11. Osmólska A., Łazarz B., Czech P.: Wykorzystanie map akustycznych w analizie skuteczności ekranów akustycznych na odcinku drogi krajowej nr 94 w Dąbrowie Górniczej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Transport z. 73 / 2011, str. 81-86.