



Przykładowe badania uciążliwości emisji hałasu z ciągu komunikacyjnego

*Marek Profaska, Zygmunt Korban, Rafał Kernert
Politechnika Śląska, Gliwice*

1. Wstęp

Jakość egzystencji mieszkańców dużych miast zależy od wielu czynników wpływających na jakość środowiska naturalnego. Jednym z czynników środowiska wpływających na jakość życia jest emisja dźwięku generowana i emitowana z ciągów komunikacyjnych. Gdy wartość tej emisji przekracza dopuszczalne normy mówimy wtedy o takiej uciążliwości jaką jest hałas. Hałas emitowany z ciągów komunikacyjnych generowany jest przez silniki samochodowe, które wytwarzają dźwięki o niskiej częstotliwości oraz występuje w wyniku toczenia się kół pojazdów o powierzchnię jezdni i w tym przypadku hałas ma postać dźwięków o wysokiej częstotliwości [5].

Poziom hałasu drogowego jest funkcją wielu zmiennych. Zalicza się do nich: rodzaj, jakość i stan nawierzchni dróg, liczba pasów ruchu i ich odległość od zabudowy mieszkaniowej, liczba pojazdów przejeżdżających w jednostce czasu, dobową strukturę natężenia ruchu pojazdów, rodzaj samochodów i ich stan techniczny, zmienność ruchu wymuszona przez jego określoną organizację, liczba skrzyżowań regulowanych światłami, czas trwania jednego cyklu zmiany świateł [8]. Jedno jest niezaprzeczalne, że liczba przemieszczających się po ciągach komunikacyjnych miast pojazdów tak osobowych jak i ciężarowych ciągle się zwiększa, co oczywiście skutkuje zwiększającym się poziomem hałasu.

Unia Europejska przyjęła w 2002 roku dyrektywę dotyczącą podejścia UE w sprawie oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku w celu ochrony zdrowia publicznego. Traktuje ona hałas jako zanieczyszczenie, wobec którego należy przyjmować takie same ogólne zasa-

dy, obowiązki i formy postępowania jak dla pozostałych zanieczyszczeń i związanych z nimi dziedzin ochrony środowiska. Wprowadzona w dniu 23 stycznia 2008 roku nowelizacja ustawy Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity Dz.U. 2008 nr 25 poz. 150) jest także świadectwem dostosowywania prawa krajowego do standardów obowiązujących w UE. Aktualnie obowiązującym aktem prawnym normującym dopuszczalne poziomy hałasu jest Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 roku (Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826).

Czynnikiem, który często jest podnoszony to uciążliwość hałasu. Klasyfikacja uciążliwości hałasu opracowana przez Państwowy Zakład Higieny na podstawie badań ankietowanych, który jest odniesiony do wartości poziomu równoważnego L_{Aeq} :

- mała uciążliwość $L_{Aeq} < 52$ dB,
- średnia uciążliwość 52 dB $< L_{Aeq} < 62$ dB,
- duża uciążliwość 63 dB $< L_{Aeq} < 70$ dB,
- bardzo duża uciążliwość 70 dB $< L_{Aeq}$ [5].

Aby poprawić komfort życia mieszkańców dużych miast i nie tylko w aspekcie klimatu akustycznego zostało już poczynionych wiele kroków związanych z m. in. z tworzeniem map akustycznych, monitoringu akustycznego, czy też wykonaniem ekranów akustycznych lub innych środków technicznych. Jednak tym zakresie jeszcze dużo pozostało do zrealizowania i to na wielu płaszczyznach.

Tak jak wiele polskich miast również Zabrze boryka się z problemem nadmiernego hałasu, a mieszkańcy często podnoszą problem uciążliwości akustycznej m. in. w ciągu komunikacyjnym al. W. Korfanego gdzie występuje dużego natężeniu ruchu.

2. Obiekt badań

Badania emisji hałasu komunikacyjnego przeprowadzono w Zabrzu przy alei W. Korfanego. Aleja jest drogą dwujezdniową z trzema pasami ruchu w każdym kierunku, jezdnie oddzielone są pasem zieleni. Łączy dzielnicę Mikulczyce z centrum Zabrze. Tym ciągiem komunikacyjnym przemierzają się kilkanaście tysięcy pojazdów dziennie. Przemierzające się pojazdy to nie tylko samochody osobowe gdyż dużą liczbę stanowią także samochody ciężarowe oraz autobusy. Wzdłuż alei

umiejscowione są dziesięciopiętrowe bloki mieszkalne o wysokości ok. 30 m, budynki te nie zostały zabezpieczone akustycznie zgodnie z [4], a mieszkańcy podnoszą problem nadmiernego hałasu.

Według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 roku (Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826) [6] obszar, na którym dokonano pomiarów zalicza się do terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego. Zgodnie z tym rozporządzeniem dla analizowanego terenu wartości dopuszczalne wynoszą:

- 60 dB dla $L_{Aeq,D}$ (równoważny poziom hałasu dla pory dnia, rozumianej jako przedział czasu od godziny 6 do godziny 22),
- 50 dB dla $L_{Aeq,N}$ (równoważny poziom hałasu dla pory nocy, rozumianej jako przedział czasu od godziny 22 do godziny 6).

W celu określenia czy powyższe wartości normowe są spełnione, pomiary przeprowadzono w sześciu punktach. Punkt pomiarowy pierwszy i szósty to punkty skrajne na badanym odcinku drogi. Punkty pomiarowe drugi i trzeci zostały wybrane tak, aby zmierzyć hałas działający na obszar chroniony znajdujące się najbliżej jezdni, a punkt pomiarowy czwarty na obszar znajdujący się w kolejnym rzędzie, w przestrzeni pomiędzy budynkami z pierwszego rzędu. Punkt pomiarowy piąty zlokalizowany został najbliżej jezdni w taki sposób, aby zmierzyć hałas, który działa na Dom Brata Alberta znajdujący się przy tej ulicy (pomiary tła przeprowadzono w dodatkowych punktach za budynkami) (rys. 1).



Rys. 1. Widok satelitalny z Google Maps al. W. Korfantego z zaznaczonymi punktami pomiarowymi

Fig. 1. Satellite view from Google Maps of W. Korfantego Avenue with marked test points

3. Opis aparatury pomiarowej i metody badawczej

Pomiary akustyczne wykonano przy użyciu zestawu pomiarowego składającego się z:

- miernika poziomu dźwięku i wibracji produkcji firmy SVAN typu 948 o numerze fabrycznym 12631 posiadającego świadectwo wzorcowania Nr 1483.1-M34-4180-411 wydanego przez P.G.U.M.,
- mikrofonu pomiarowym typu SV22 firmy BSWA Tech/SVANTEK o numerze fabrycznym 4012856 posiadającego świadectwo wzorcowania Nr 1483.1-M34-4180-411 wydanego przez P.G.U.M.,
- przedwzmacniacza mikrofonowego typu SV 12L o numerze fabrycznym 17301 posiadającego świadectwo wzorcowania Nr 1483.1-M34-4180-411/08 wydanego przez P.G.U.M.,
- osłony przeciwwietrznej oraz statywu pomiarowego.

Przed i po pomiarach analizator dźwięku wycechowano kalibratorem typu SV30A nr 14155 produkcji firmy SVANTEK, posiadającym świadectwo wzorcowania Nr 1483.2-M34-4180-411 wydanego przez P.G.U.M..

Równoległe pomiary wykonywano również drugim zestawem pomiarowym składającym się z sonometru firmy Brüel & Kjaer model 2236 oraz statywu i osłony przeciwwietrznej. Sonometr ten to miernik posiadający 1 klasę dokładności zgodnie z normami IEC i ANSI.

Do pomiarów stosowano metodę bezpośrednią pomiarów hałasu. Wykonywane pomiary równoważne poziomu dźwięku rejestrowano w odległości 1,5 m od elewacji budynków, na wysokości 4 m. Pomiary przeprowadzane były lipcu 2011 r. w trzech dniach tygodnia. Warunki meteorologiczne podczas pomiarów były następujące: temperatura w granicach od 16°C do 28°C, wilgotność względna w granicach 65% – 68%, ciśnienie atmosferyczne w granicach od 1048 hPa do 1061 hPa, nie występowały opady atmosferyczne. W celu zminimalizowania wpływu wiatru na wyniki zamontowano na mikrofonach osłony przeciwwietrzne. W każdym punkcie pomiarowym wykonywano pięciominutowe pomiary w godzinnych odstępach oraz wykonano pomiary tła [7].

4. Wyniki pomiarów

Wyniki pomiarów z poszczególnych punktów przedstawiają tabele 1 i 2.

Tabela 1. Wyniki pomiaru emisji hałasu z punktów pomiarowych od 1 do 3
Table 1. Results of the measurement of the noise emission from test points from 1 to 3

Przedział czasowy	Punt pom. 1			Punkt pom. 2			Punkt pom. 3		
	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
06:00–07:00	53,7	54,1	54,2	53,7	55,5	55,2	53,7	56,0	56,3
07:00–08:00	59,2	58,9	57,2	59,2	56,3	56,2	59,2	57,5	58,1
08:00–09:00	56,8	56,1	57,0	56,8	56,1	55,9	56,8	58,5	58,3
09:00–10:00	57,7	57,5	57,6	57,7	55,7	56,1	57,7	58,4	57,8
10:00–11:00	57,4	57,1	57,6	57,4	56,9	55,9	57,4	59,1	57,9
11:00–12:00	60,3	60,2	62,4	60,3	57,7	56,6	60,3	56,4	59,4
12:00–13:00	56,6	58,7	57,6	56,6	57,1	58,1	56,6	57,3	57,3
13:00–14:00	55,8	60,2	56,4	55,8	58,2	57,1	55,8	58,6	58,4
14:00–15:00	59,7	60,7	60,4	59,7	65,8	66,9	59,7	60,2	63,4
15:00–16:00	60,0	59,9	75,4	60,0	64,1	68,2	60,0	58,0	58,4
16:00–17:00	75,5	58,8	62,7	75,5	60,3	60,1	75,5	64,1	58,9
17:00–18:00	61,4	60,4	59,7	61,4	59,3	58,4	61,4	62,4	59,0
18:00–19:00	59,4	59,3	58,4	59,4	59,4	57,3	59,4	59,2	57,6
19:00–20:00	59,0	74,6	58,3	59,0	56,5	57,4	59,0	59,0	57,2
20:00–21:00	58,7	59,0	57,2	58,7	56,9	56,8	58,7	59,2	56,5
21:00–22:00	57,1	58,3	55,3	57,1	55,7	52,3	57,1	58,3	52,4
22:00–23:00	53,5	55,6	53,2	53,5	53,3	54,2	53,5	54,3	51,3
23:00–00:00	50,5	51,3	49,2	50,5	49,4	49,1	50,5	50,3	48,2
00:00–01:00	45,0	46,1	46,2	45,0	48,1	48,1	45,0	48,4	49,3
01:00–02:00	47,2	47,3	46,8	47,2	44,1	44,6	47,2	42,1	41,2
02:00–03:00	47,6	47,3	47,3	47,6	45,9	45,3	47,6	43,8	42,2
03:00–04:00	49,4	48,8	48,5	49,4	48,3	47,4	49,4	44,4	51,2
04:00–05:00	42,7	46,2	45,3	42,7	50,1	49,9	42,7	50,1	50,1
05:00–06:00	47,9	50,3	52,3	47,9	52,4	56,4	47,9	53,4	54,9

Tabela 2. Wyniki pomiaru emisji hałasu z punktów pomiarowych od 4 do 6
Table 2. Results of the measurement of the noise emission from test points from 4 to 6

Przedział czasowy	Punkt pom. 4			Punkt pom. 5			Punkt pom. 6		
	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	L _{Aeq} [dB]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
06:00–07:00	53,7	51,2	52,9	53,7	63,1	62,3	53,7	52,5	53,2
07:00–08:00	59,2	52,4	52,2	59,2	62,1	61,3	59,2	54,0	53,8
08:00–09:00	56,8	51,8	50,1	56,8	60,3	62,1	56,8	54,2	53,6
09:00–10:00	57,7	52,7	52,1	57,7	62,3	63,4	57,7	50,9	52,2
10:00–11:00	57,4	52,3	52,0	57,4	62,9	63,0	57,4	52,6	53,2
11:00–12:00	60,3	51,2	51,3	60,3	63,2	63,2	60,3	53,3	52,3
12:00–13:00	56,6	57,4	55,2	56,6	64,2	63,7	56,6	52,3	54,3
13:00–14:00	55,8	52,4	54,2	55,8	64,3	65,0	55,8	55,5	52,2
14:00–15:00	59,7	55,4	53,1	59,7	65,3	64,3	59,7	58,2	54,1
15:00–16:00	60,0	54,9	53,5	60,0	63,8	63,5	60,0	60,2	55,6
16:00–17:00	75,5	55,2	59,2	75,5	63,0	64,3	75,5	57,3	54,3
17:00–18:00	61,4	56,2	54,0	61,4	64,4	65,2	61,4	55,2	58,3
18:00–19:00	59,4	58,8	53,1	59,4	63,2	63,8	59,4	53,2	55,2
19:00–20:00	59,0	55,4	52,3	59,0	63,3	64,0	59,0	55,3	53,2
20:00–21:00	58,7	51,8	53,8	58,7	62,2	62,1	58,7	56,2	54,0
21:00–22:00	57,1	52,1	50,2	57,1	60,2	61,3	57,1	50,2	52,1
22:00–23:00	53,5	49,7	49,2	53,5	58,6	58,5	53,5	48,2	47,2
23:00–00:00	50,5	45,2	46,7	50,5	55,6	57,6	50,5	44,3	46,5
00:00–01:00	45,0	44,6	44,9	45,0	48,3	48,3	45,0	45,2	44,5
01:00–02:00	47,2	43,5	44,4	47,2	52,1	55,3	47,2	43,2	44,4
02:00–03:00	47,6	45,1	46,5	47,6	50,1	50,8	47,6	41,3	41,2
03:00–04:00	49,4	42,1	42,2	49,4	47,2	48,3	49,4	44,9	44,5
04:00–05:00	42,7	45,6	45,2	42,7	48,2	49,9	42,7	48,3	46,1
05:00–06:00	47,9	49,8	49,8	47,9	59,8	61,1	47,9	52,3	52,4

5. Określenie niepewności pomiarów oraz analiza wyników

Dla otrzymanych wyników obliczony (1) został poziom równoważny sumy sytuacji akustycznych dla każdego z punktu z podziałem na porę dnia i nocy [7]:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \left(\sum_{k=1}^m \frac{t_k}{T} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq} T} \right) \quad (1)$$

gdzie:

- L_{Aeq} – równoważny poziom dź. sumy sytuacji akustycznych w dB,
 L_{emk} – rów. poziom dź. dla danej sytuacji akustycznej w dB,
 t_k – czas obserwacji zawarty w czasie normatywnym w s,
 T – normatywny czas obserwacji w s,
 m – ilość sytuacji akustycznych.

Wyniki obliczeń poziomu równoważnego sumy sytuacji akustycznych dla każdego z punktu z uwzględnieniem pory dnia i nocy przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Równoważny poziom dźwięku sumy sytuacji akustycznych dla punktów pomiarowych w okresie dnia i nocy

Table 3. Equivalent level of sound of the sum of acoustic situations for test points in the period of the day and the night

Punkt pomiarowy	Dla pory dnia [dB]	Dla pory nocy [dB]
1	64,2	49,3
2	59,5	50,2
3	58,6	50,5
4	53,2	45,5
5	63,1	55,8
6	53,8	46,3

Następnie przeprowadzono analizę niepewności rozszerzonej pomiarów: gdzie obliczono niepewność typu A oraz niepewność typu B dla każdej sytuacji akustycznej na poziomie ufności 95% [3].

Niepewność rozszerzoną (2) określona dla poziomu ufności 95% badania hałasu jest skutkiem rozrzutu wyników pomiarów badanego hałasu wraz z tłem akustycznym oraz samego tła akustycznego oraz niedokładności związanej z wykorzystanym sprzętem pomiarowym i zastosowaną procedurą pomiarową.

$$U_{R,95} = \sqrt{U_{A,95}^2 + U_{B,95}^2} \quad (2)$$

gdzie:

- $U_{R,95}$ – niepewność rozszerzona,
- $U_{A,95}$ – niepewność typu A związana z rozrzutem wyników pomiaru,
- $U_{B,95}$ – niepewność typu B związana ze sprzętem i procedurą pom.

Wartości równoważne poziomu dźwięku dla sumy sytuacji akustycznych wraz z wartościami niepewności rozszerzonej na poziomie ufności 95% ($U_{R,95}$) z odchyłką górną i dolną przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wartość równoważna poziomu dźwięku sumy sytuacji akustycznych wraz z niepewnością rozszerzoną ($+U_{R,95}$, $-U_{R,95}$) dla punktów pomiarowych w okresie dnia i nocy

Table 4. Equivalent value of the level of sound of the sum of acoustic situations along with the uncertainty widened ($+U_{R,95}$, $-U_{R,95}$) for test points in the period of the day and the night

Punkt pomiarowy	Dla pory dnia [dB]	Dla pory nocy [dB]
1	64,2 (1,0;1,0)	49,3 (0,9;1,0)
2	59,0 (0,7;0,8)	50,2 (1,0;1,1)
3	58,0 (0,7;0,7)	50,5 (0,9;1,1)
4	53,2 (0,7;0,7)	45,5 (0,9;1,0)
5	63,1 (0,6;0,7)	55,8 (1,0;1,2)
6	53,8 (0,7;0,7)	46,3 (1,0;1,2)

Analizując uzyskane wyniki pomiarów (tabela 1 i 2) można stwierdzić, że w piątym punkcie znajdującym się najbliżej skrajni jezdni, wszystkie wartości pomiarów w okresie dnia przekroczyły wartości dopuszczalne (w nocy przekroczenia dotyczyły połowy pomiarów). Ta sytuacja miała miejsce w każdej dobie pomiarowej i w związku z tym wartości równoważne dla dnia, nocy oraz sumy sytuacji akustycznych były przekroczone o 3,1 dB i 5,8 dB (tabela 3). Po uwzględnieniu niepewności pomiarowej rozszerzonej (tabela 4) wartości te nadal będą przekraczały wartości normowe.

W czwartym i szóstym punkcie (tabela 2), które to były najbardziej oddalone od jezdni, zarejestrowano najniższe wartości poziomu hałasu. W ciągu dnia nie występowały przekroczenia ponad wartości normowe, a w nocy w punkcie szóstym w każdej dobie między 5:00, a 6:00 miało miejsce przekroczenie o około 2 dB. Nie miało to jednak wpływu na wartości równoważne, ponieważ dla dnia, nocy oraz sumy sytuacji akustycznych mieściły się w dopuszczalnych wartościach (tabela 3), również z uwzględnieniem niepewności pomiarowych (tabela 4).

W punkcie pomiarowym pierwszym (tabela 1) w każdej dobie została przekroczona wartość dopuszczalna obowiązująca dla pory dnia o około 4,2 dB. Oznacza to, że również wartość poziomu równoważnego dla sumy sytuacji akustycznych z uwzględnieniem niepewności jest ponad normę (tabela 4). W przypadku pory nocnej przekroczenie występowało tylko w drugiej dobie i wynosiło 0,4 dB. Równoważny poziom dźwięku sumy sytuacji akustycznych dla pory nocnej wyniósł 49,3 dB, ale wraz z odchyleniem górnym wynoszącym 0,9 dB może przekroczyć wartość dopuszczalną (tabela 4).

W punkcie pomiarowym drugim (tabela 1) wartości dopuszczalne dla dnia zostały przekroczone w trzeciej dobie pomiarowej, a równoważny poziom dla sumy sytuacji akustycznych wyniósł 59,5 dB. Biorąc pod uwagę niepewność pomiarową wartość natężenia dźwięku w tym miejscu może być przekroczony, bo wynosi ona 0,74 dB (tabela 4). Sytuacja dla nocy wygląda dokładnie odwrotnie. Tylko raz wartości dopuszczalne zostały przekroczone, co spowodowało że dla sumy sytuacji akustycznych było przekroczenie o 0,2 dB, ale wraz z niepewnością pomiarową wartość ta może mieścić się w granicach normy (tabela 4).

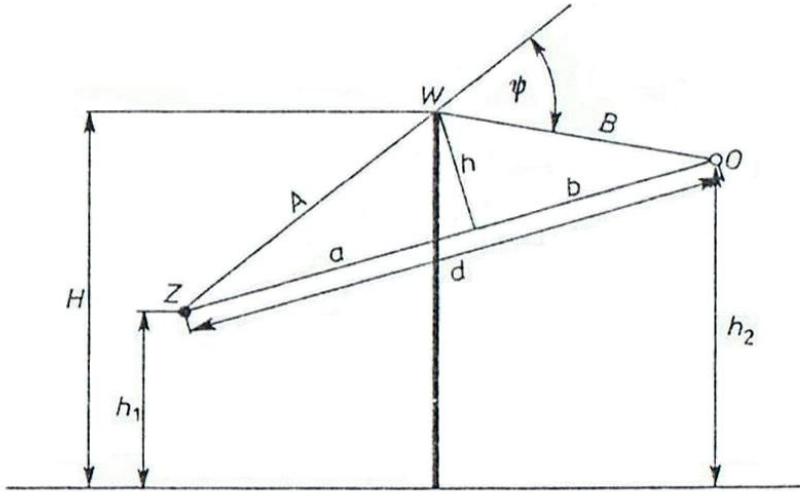
W punkcie pomiarowym trzecim (tabela 1) dla pory dziennej w każdej z dób pomiarowych nie zarejestrowano przekroczenia, natomiast w porze nocnej takie przekroczenia występowały. Biorąc pod uwagę niepewność pomiarową (tabela 4) sytuacja dla pory dnia nie ulegnie zmianie, jednak dla pory nocnej wartość ta może mieścić się w normie, ponieważ odchylenie dolne wynosi 1,1 dB, a wartość równoważna 50,5 dB.

6. Czy ekran akustyczny rozwiązuje tu problem?

Głównym elementem zwalczania hałasu komunikacyjnego jest ekran akustyczny. Można go zdefiniować jako naturalną lub sztuczną przeszkodę na drodze propagacji fal dźwiękowych między źródłem a obszarem odbioru, będącym miejscem chronionym przed oddziaływaniem hałasu na człowieka [2]. Podstawowym celem ekranu akustycznego jest wytworzenie cienia akustycznego czyli obszaru, do którego nie docierają ze źródła dźwięku bezpośrednie fale akustyczne. Ekranowanie akustyczne uzyskać można nie tylko przez ustawienie płaskich ekranów, ale także innymi przeszkodami, jak np.: budynkami, nasypami, wykopami, estakadami, czy też pasami zieleni [1, 2]. Często przy ciągach komunikacyjnych, gdzie przekroczone są wartości emisji hałasu do środowiska są stosowane standardowe ekrany akustyczne. Ich skuteczność jest różna, dla przykładu przedstawiono efektywność ekranowania obecnie najczęściej stosowaną metodą Maekawy [2].

Typowy ekran akustyczny, który jest budowany przy polskich ciągach komunikacyjnych, to ekran pionowy o wysokości 5 m. Zgodnie z normą dopuszczalny poziom hałasu przy al. W. Korfantego to 60 dB dla przedziału czasu od 6 do 22 oraz 50 dB od godziny 22 do 6. Największe odchylenie od tej normy to 15,5 dB, które wystąpiło w pierwszym punkcie pomiarowym, czyli efektywność ekranowania musi wynieść, wliczając w to niepewność, przynajmniej 16,5 dB.

Aby sprawdzić efektywność akustyczną i zakres cienia akustycznego dokonano obliczeń metodą Maekawy dla ekranu pionowego o wysokości 5 m. Wymiary stałe, które występują w układzie źródło – ekran – obserwator (rys 2.) to: $H = 5$ [m], czyli wysokość ekranu oraz $h_1 = 1$ [m], ponieważ mniej więcej na takiej wysokości emitowany jest hałas z pojazdów. Odległość źródła hałasu od obserwatora wynosi na podstawie mapy 30 m (odl. ZO), a od ekranu akustycznego 8 m. Wysokość obserwatora będzie zwiększana co 1 m, w zakresie od 4 do 10 m, a pozostałe wymiary zostały obliczone zgodnie z metodą Maekawy. Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 5.



Rys. 2. Układ źródło – ekran – obserwator [1]

Fig. 2. Source system – baffle – the observer [1]

Tabela 5. Wymiary układu źródło – ekran – obserwator w zależności parametru h_2
 Table 5. Dimensions of the agreement source – screen – observer depending of h_2 parameter

Lp.	Wymiary stałe				Par. h_2	Wymiary obliczone					
	H	h_1	odl. ZO	odl. od ekr.		A	B	d	h	a	b
1	5	1	30	8	4	8,9	22,0	30,1	3,2	8,4	21,8
2	5	1	30	8	5	8,9	22,0	30,3	2,9	8,5	21,8
3	5	1	30	8	6	8,9	22,0	30,4	2,6	8,5	21,9
4	5	1	30	8	7	8,9	22,1	30,6	2,4	8,6	22,0
5	5	1	30	8	8	8,9	22,2	30,8	2,1	8,7	22,1
6	5	1	30	8	9	8,9	22,4	31,0	1,8	8,8	22,3
7	5	1	30	8	10	8,9	22,6	31,3	1,5	8,8	22,5

Na podstawie obliczonych w tabeli 5 wymiarów obliczamy efektywność ekranowania zgodnie z metodą Maekawy [2] przyjmując długość fali $\lambda = 0,5$ m, wyniki przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Efektywność ekranowania ekranu akustycznego obliczona metoda Maekawy**Table 6.** Effectiveness of the shielding of the acoustic screen calculated Meakawy method

<i>Lp.</i>	<i>Parametr</i>	<i>Wartości obliczone</i>		
	h_2	δ	N	$\Delta L_e [dB]$
1	4	0,8	3,3	18,2
2	5	0,7	2,7	17,3
3	6	0,6	2,2	16,5
4	7	0,4	1,8	15,5
5	8	0,3	1,4	14,4
6	9	0,3	1,0	13,1
7	10	0,2	0,7	11,9

Z przedstawionych wyników obliczeń skuteczności typowego ekranu akustycznego, który dominuje przy polskich ciągach komunikacyjnych wynika, że strefa cienia nie jest wystarczająca, aby objąć ochroną całe bloki mieszkalne 10-cio piętrowe usytuowane najbliżej jezdni. Efektywność ekranowania spadła poniżej oczekiwanej już od wysokości 7 m, gdzie wartość ΔL_e spada do 15,5 dB, co odpowiada mniej więcej drugiemu piętru bloku mieszkalnego. W celu poprawienia skuteczności ekranu można zmienić parametry geometryczne ekranu, ale równocześnie należy przeprowadzić dalsze badania w celu określenia skojarzonych działań mających na celu ochronę mieszkańców przed hałasem komunikacyjnym.

6. Podsumowanie i wnioski

W wyniku prowadzonych badań i analiz emisji hałasu drogowego wraz z obliczeniem ich niepewności określono miejsca, gdzie zostały przekroczone wartości normowe i jednocześnie określono uciążliwość akustyczną tego terenu, która jest na poziomie średnim i dużym.

Analizując uzyskane wartości równoważnego poziomu dźwięku można jednoznacznie stwierdzić, że dopuszczalny jego poziom został przekroczony w piątym punkcie pomiarowym oraz w pierwszym punkcie pomiarowym dla pory dziennej. Wartości równoważnego poziomu dźwięku mieściły się w normie w czwartym i szóstym punkcie pomiarowym oraz w trzecim dla pory dziennej. W pozostałych przypadkach sytuacja jest niejednoznaczna uwzględniając niepewności pomiarowe. Bio-

rać pod uwagę przypadki przekroczenia występujące w pierwszym, drugim, trzecim (tylko noc) oraz piątym punkcie pomiarowym można stwierdzić, że na badanym odcinku al. W. Korfatego występujący hałas jest za duży i należy podjąć działania w celu jego zminimalizowania.

Ze względu na fakt dominowania stosowania przy polskich ciągach komunikacyjnych ekranów pionowych na zminimalizowanie emisji hałasu na budynki oraz ich mieszkańców przedstawiono obliczenia jego efektywności ekranowania. Z obliczeń skuteczności typowego ekranu akustycznego wynika, że strefa cienia nie jest wystarczająca dla wszystkich kondygnacji bloków mieszkalnych usytuowanych najbliżej jezdni przy al. W. Korfatego. Efektywność ekranowania spadła poniżej oczekiwanej od wysokości 7 m, co odpowiada mniej więcej drugiemu piętru bloku mieszkalnego. W celu poprawienia skuteczności ekranu należy przeanalizować parametry geometryczne ekranu.

Dla analizowanego przypadku należy przeprowadzić dalsze badania w celu określenia skojarzonych działań mających na celu ochronę mieszkańców przed hałasem komunikacyjnym.

Literatura

1. **Engel Z.:** *Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.
2. **Engel Z., Sadowski J., Stawicka-Wałkowska M., Zaremba S.:** *Ekrany akustyczne*. Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Kraków 1990.
3. **Kirpluk M.:** *Metodyka szacowania niepewności rozszerzonej. Księga Jakości Laboratorium NTL – M. Kirpluk, 2009*.
4. **Sadowski J.:** *Akustyka w architekturze, budownictwie i urbanistyce*, Arkady, Warszawa 1971.
5. **Wyrwas P., Szygula A.:** *Ekrany akustyczne – zasady projektowania i kryteria doboru*. IV Ogólnopolska Konferencja Mostowców – Konstrukcja i Wyposażenie Mostów, Wisła 2005 (271–280).
6. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku*.
7. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów substancji lub energii w środowisku przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem*.
8. **Czaja P.:** *Ekrany akustyczne, a hałas komunikacyjny*. <http://techbud.com.pl>.

Sample Surveys of Nuisance of Noise Emissions from Communication Pathway

Abstract

The quality of existence of residents of major cities depends on many factors. A sound emission generated and emitted from traffic routes is one of factors of the environment affecting the quality of life. When the value of this emission exceeds permissible values, we are talking then about arduousness –. The factor which is often discussed is a noise nuisance. In order to determine acoustic nuisance for residents in major city's traffic route surveys of the noise emission were conducted. Surveys of noise emission were made in Zabrze at W. Korfanty avenue. Ten floor residential buildings of 30 m of height are located along the avenue. The buildings are not protected acoustically and residents are complaining about noise. According to the Regulation of Polish Minister of the Environment [6] area where surveys were conducted is ranked to multifamily housing and of collective housing. Permissible values are: 60 dB for L_{AeqD} and 50 dB for L_{AeqN} . The surveys were conducted in six points (fig. 1). Results from individual test points are presented in table 1 and 2. For obtained results an equivalent level of the sum of acoustic situations was calculated for each point for a time of day and night. Results of calculations are presented in table 3. Next analysis of the widened uncertainty of measurements was conducted, where the uncertainty of types A and B was estimated for each acoustic situation on the confidence level of the 95% [3]. Results are presented in table 4.

As a result of research and analysis of traffic noise emission along with the calculation of the uncertainties points were identified where permissible values were exceeded and specified acoustic annoyance of the area was determined. This parameter is at medium and large level.

Considering the cases exceeding permissible values at first, second, third (only at night), and the fifth measuring points it may be concluded that at the studied area by W. Korfanty avenue noise occurring is too large and actions should be taken to minimize it.

Also calculations of effectiveness of vertical screens in minimization of noise for the buildings and their inhabitants were presented, due to the fact that this type of screens is dominating in Poland. Efficiency of a typical acoustic screen shows that its shadow zone is not suitable for all floors of apartment buildings located near of W. Korfanty avenue. The effectiveness of screening fell below the expected at height of 7 m, which corresponds to about the second floor of building. In order to improve the effectiveness of the screen its geometric parameters should be analyzed.