ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2001
Seria: BUDOWNICTWO z. 93 Nr kol. 1514

Rafał ŻUCHOWSKI*
Politechnika Śląska

OCENA KLIMATU AKUSTYCZNEGO W SĄSIEDZTWIE DROGI KRAJOWEJ NR 1 NA ODCINKU SULNO – JĘZOR NA WYSOKOŚCI MIASTA SOSNOWIEC

Streszczenie. W pracy podjęto próbę oszacowania wpływu hałasu pochodzącego z arterii komunikacyjnej na klimat akustyczny terenów mieszkaniowych w sąsiedztwie analizowanego odcinka trasy komunikacyjnej. Wyniki pomiaru rozkładu poziomu hałasu porównane zostały z wartościami teoretycznymi uzyskanymi na podstawie statystycznych rozkładów poziomu hałasu, wyznaczonych w newralgicznych punktach badanego obszaru.

AN ASSESSMENT OF THE ACOUSTIC CLIMATE ADJACING TO THE PRIMARY ROAD No. 1 IN THE SECTION FROM SULNO TO JĘZOR NEAR THE CITY OF SOSNOWIEC

Summary. The paper deals whit an attempt to assess of noise originating from the communication artery on climate of the acoustic housing – grounds along the analyzed road section. The obtained results of measurements concerned the distribution of the level of noise and compared with the theoretical values obtained basing on statistical distributions of the noise levels at neuralgic points of the investigated area.

1. Wprowadzenie

Jednym z elementów ekologii środowiska naturalnego człowieka jest akustyka środowiskowa, zajmująca się ochroną przed nadmiernym hałasem emitowanym z ciągów komunikacyjnych, zakładów przemysłowych, linii energetycznych i portów lotniczych. W ciągu wielu lat rozwoju tej dziedziny wiedzy opracowane zostały procedury pomiarowe hałasu środowiskowego, jak również zaproponowano różne warianty metod prognozowania hałasu środowiskowego i środków ochrony przeciwdźwiękowej.

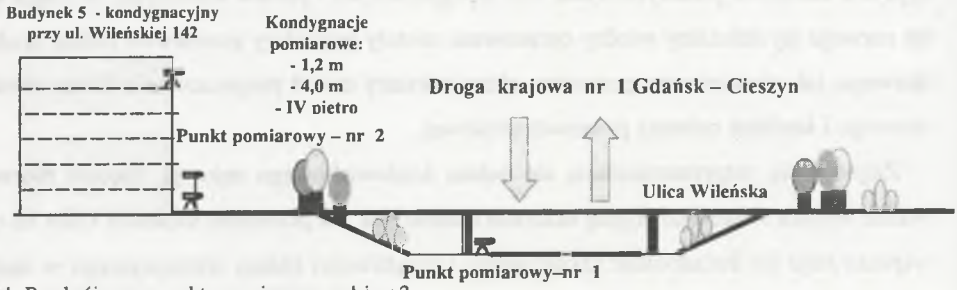
Zagadnienia rozprzestrzeniania się hałasu środowiskowego zajmują obecnie niezwykle ważne miejsce w szeroko pojętej ochronie środowiska. Na przełomie ostatnich kilku lat coraz większa staje się świadomość szkodliwości i uciążliwości hałasu występującego w sąsiedz-

*Opiekun naukowy: Dr hab. Tadeusz Zakrzewski, prof. PŚl.

twie źródeł dźwięku o dużym poziomie. Przykładem tego typu emitora jest arteria komunikacyjna stanowiąca zbiór źródeł punktowych ułożonych wzdłuż jednej linii. Źródło tego typu może promieniować energię akustyczną zarówno poprzez całą swą powierzchnię, jak i z wielu źródeł punktowych usytuowanych tak blisko siebie, że powierzchnia czoła fali emitowanej łącznie przez wszystkie źródła zbliżona jest do powierzchni cylindrycznej lub półcylindrycznej. Niezwykła złożoność procesów związanych z powstawaniem i propagacją hałasu komunikacyjnego powoduje, że wszelkiego rodzaju próby oszacowania oddziaływania transportu drogowego na klimat akustyczny są dość trudne w realizacji, jak i mało precyzyjne [1,2,3]. Doskonalenie systemów pomiarowych, jak również dynamiczny rozwój modeli matematyczno-fizycznych opartych na technice komputerowej, prowadzą do coraz dokładniejszego opisu zjawisk dotyczących oddziaływania hałasu komunikacyjnego na środowisko.

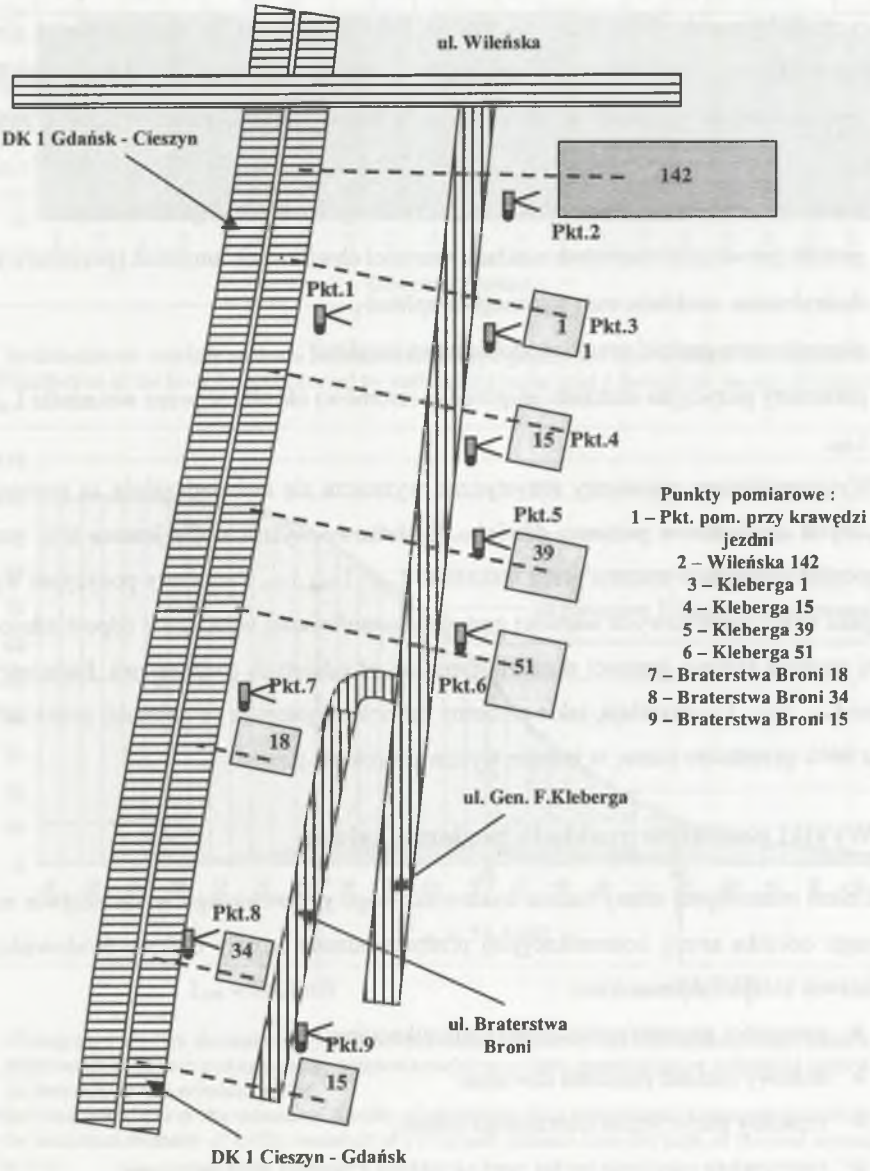
2. Opis układu arteria komunikacyjna – teren przyległy – obiekt chroniony

Badania rozkładu hałasu przeprowadzono na wydzielonym odcinku drogi krajowej nr 1 o długości około 1 km, która przebiega na ukształtowanym sztucznie nasypie. Rozpatrywany odcinek drogi na trasie Sulno - Jęzor rozpoczyna się przy wiadukcie zlokalizowanym nad drogą lokalną (ulica Wileńska) a kończy się na wysokości stacji paliw BP i stanowi dwupasmową trasę drogową szybkiego ruchu. Na rys. 2.1 przedstawiono plan sytuacyjny rozpatrywanego odcinka trasy wraz z rozmieszczeniem punktów pomiarowych oraz usytuowaniem zagrożonych obiektów budowlanych. W pobliżu rozpatrywanej drogi występuje teren trawiasty z niewielką ilością drzew, na którym znajduje się zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna z usługami rzemieślniczymi. Zabudowa ta posadowiona jest około 6 m niżej w stosunku do nawierzchni drogowej.



Rys. 2.1. Przekrój przez punkty pomiarowe nr 1 i nr 2
Fig. 2.1. Cross – section of the measuring points 1 and 2

Z kolei rys. 2.2 przedstawiono plan sytuacyjny rozpatrywanego odcinka trasy wraz z rozmieszczeniem punktów pomiarowych oraz usytuowaniem zagrożonych obiektów budowlanych.



Rys. 2.2. Plan sytuacyjny rozpatrywanego odcinka drogi krajowej nr 1 i zabudowy mieszkaniowej z lokalizacją punktów pomiarowych hałasu środowiskowego

Fig. 2.2. Site plan of the considered section of the motor road No. 1 and the compact settlement, pointing out the measuring points of environmental noise

3. Parametry statystyczne hałasu nieustalonego

W przypadku hałasów nieustalonych (losowo zmiennych w czasie), jak np. hałasów drogowych, kolejowych, lotniczych, nie można jednoznacznie wyznaczyć wartości chwilowej poziomu ciśnienia akustycznego, wyznacza się wówczas tzw. parametry statystyczne hałasu. Do podstawowych parametrów statystycznych hałasu nieustalonego w czasie zalicza się [4,6]:

- prawdopodobieństwo rozkładu wartości chwilowych amplitud (poziomów),
- gęstość prawdopodobieństwa rozkładu wartości chwilowych amplitud (poziomów) ,
- dystrybuanta rozkładu statystycznego amplitud ,
- skumulowana gęstość prawdopodobieństwa amplitud ,
- parametry pozycyjne rozkładu amplitud (poziomów) określone przez wskaźniki L_{10} ,L_{50}, L_{90}.

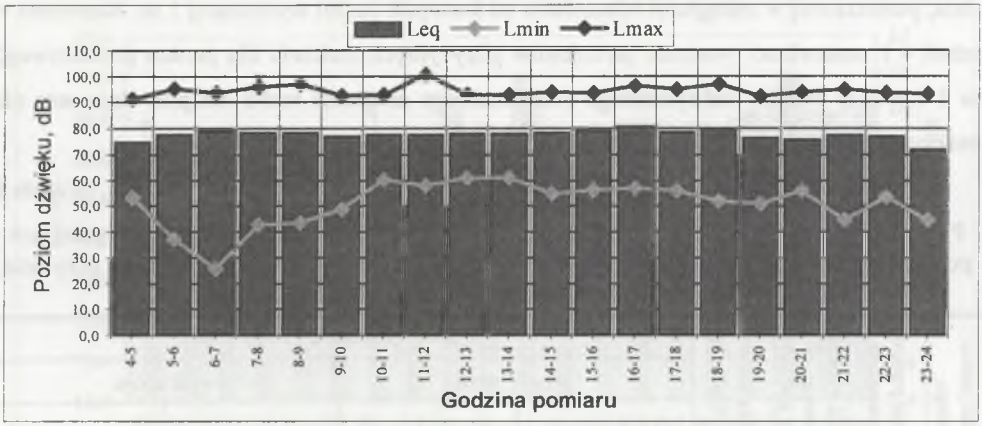
Wyszczególnione parametry statystyczne wyznacza się doświadczalnie za pomocą statystycznych analizatorów poziomu dźwięku. Dodatkowo wyznacza się jeszcze tzw. parametry pozycyjne rozkładu wyrażone przez wskaźniki L_{10} , L_{50} ,L_{90}. Parametry pozycyjne wyznacza się jako rzuty procentowych wartości gęstości skumulowanej wynoszące odpowiednio 10, 50, 90% poprzez krzywą gęstości skumulowanej na oś odciętych (poziomów). Parametry pozycyjne L_{10} , L_{50} , L_{90} określają, jakie poziomy dźwięku występują co najmniej przez 10%, 50% oraz 90% przedziału czasu, w którym wykonane zostały pomiary.

4. Wyniki pomiarów rozkładu poziomu hałasu

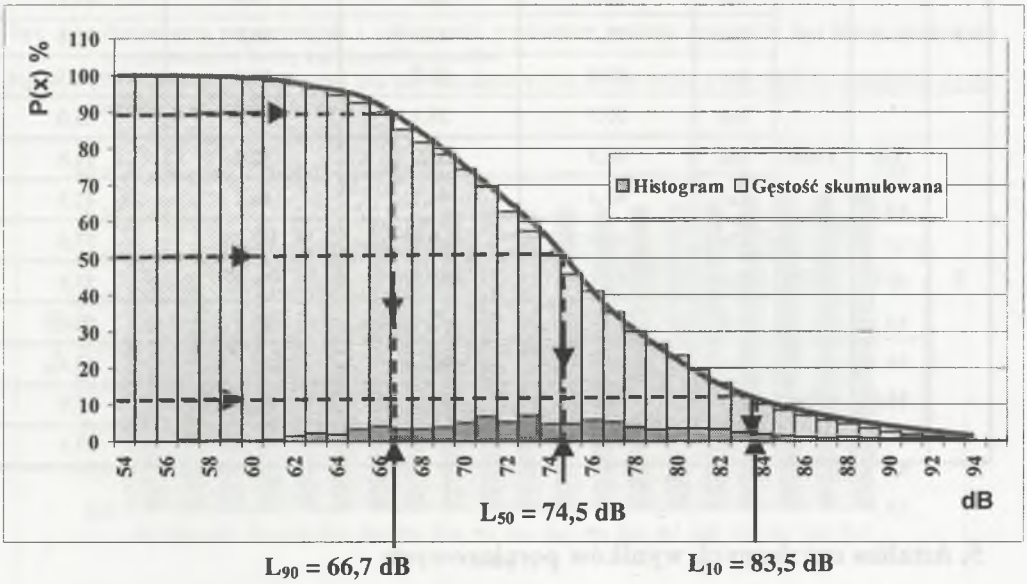
Celem miarodajnej oceny hałasu środowiskowego generowanego w sąsiedztwie rozpatrywanego odcinka arterii komunikacyjnej przeprowadzone zostały badania środowiskowe, na podstawie których wyznaczono:

- parametry geometryczne arterii komunikacyjnej,
- dobowy rozkład poziomu dźwięku,
- rozkłady statystyczne mierzonego hałasu,
- rzeczywiste natężenie ruchu oraz określone czynniki środowiskowe.

Średniodobowy rozkład poziomu hałasu w zaznaczonych przedziałach czasu przedstawiono na rys. 4.1.



Rys. 4.1. Średniodobowe rozkłady poziomu hałasu komunikacyjnego przy DK 1 na wydzielonym odcinku arterii
Fig. 4.1. Distribution of the level the noise caused by traffic at the motor road 1 throughout the day (24 hours)



Rys. 4.2. Histogram i krzywa skumulowanej gęstości prawdopodobieństwa dla reprezentatywnego punktu pomiarowego w okresie maksymalnego natężenia ruchu pory dnia, pomierzonej w odległości odniesienia od krawędzi jezdni wynoszącej 1 m
Fig. 4.2. Bar chart and curve of the cumulated density of probability for a representative measuring point during the maximum intensity of traffic measured at a reference distance from the edge of the road amounting to 1 m

Na rys. 4.2 przedstawiono histogram i krzywą skumulowanej gęstości prawdopodobieństwa dla reprezentatywnego punktu pomiarowego, dla najbardziej niekorzystnej godziny pory

dnia, pomierzonej w odległości odniesienia od krawędzi jezdni wynoszącej 1 m. Natomiast w tabeli 4.1 zestawiono wartości parametrów pozycyjnych rozkładu dla punktu pomiarowego nr 1 i nr 2 w okresie maksymalnego i minimalnego natężenia ruchu dla pory dnia oraz dla maksymalnego i minimalnego natężenia ruchu dla pory nocy.

Tabela 1

Pomierzone parametry pozycyjne rozkładu określone wskaźnikami L_{10}, L_{50}, L_{90} w punktach pomiarowych P1 i P2 w okresie maksymalnego i minimalnego natężenia ruchu dla pory dnia oraz dla maksymalnego i minimalnego natężenia ruchu dla pory nocy

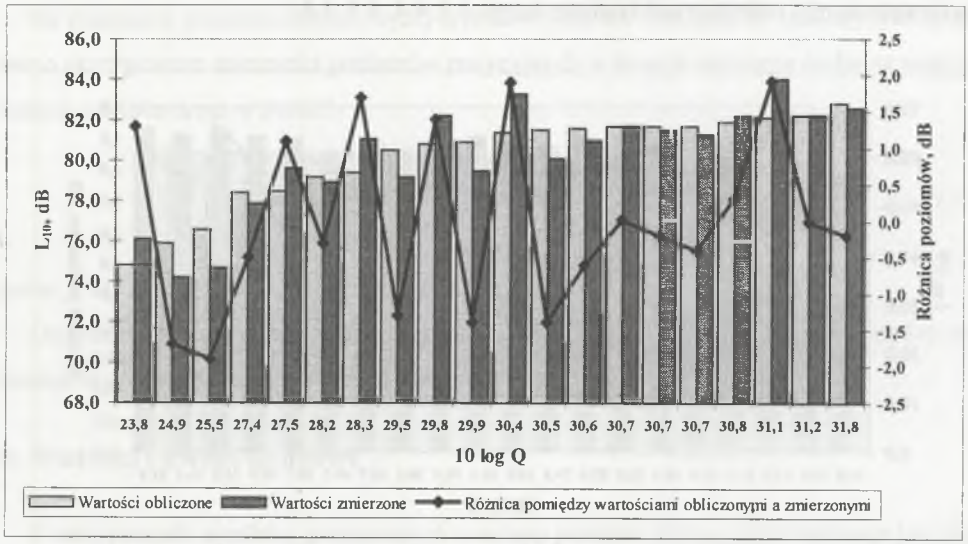
Nr punktu pomiarowego	Wysokość punktu pomiarowego, m	Odległość punktu pomiarowego od krawędzi jezdni, m	Parametry pozycyjne rozkładu, %	Wartości poziomów dźwięku, dB			
				pora dzienna		pora nocna	
				okres minimalnego natężenia ruchu	okres maksymalnego natężenia ruchu	okres minimalnego natężenia ruchu	okres maksymalnego natężenia ruchu
1	1,2	1,0	L_{10}	80,2	82,5	79,6	81,1
			L_{50}	71,2	72,5	66,5	70,4
			L_{90}	64,2	65,7	56,6	60,6
2	1,2	150,0	L_{10}	55,7	59,4	53,8	55,0
			L_{50}	48,9	52,8	50,4	51,6
			L_{90}	45,4	48,7	46,5	47,3
	4,0	150,0	L_{10}	60,8	60,9	57,4	57,6
			L_{50}	53,1	52,8	54,0	53,8
			L_{90}	49,5	47,6	50,2	50,6
	16,0	150,0	L_{10}	63,8	66,0	63,5	62,4
			L_{50}	58,9	61,6	59,9	57,9
			L_{90}	55,1	57,3	57,7	53,5

5. Analiza uzyskanych wyników pomiarowych

W prowadzonych badaniach wykorzystane zostały następujące zależności teoretyczne umożliwiające wyznaczenie parametrów pozycyjnych na podstawie natężenia ruchu pojazdów:

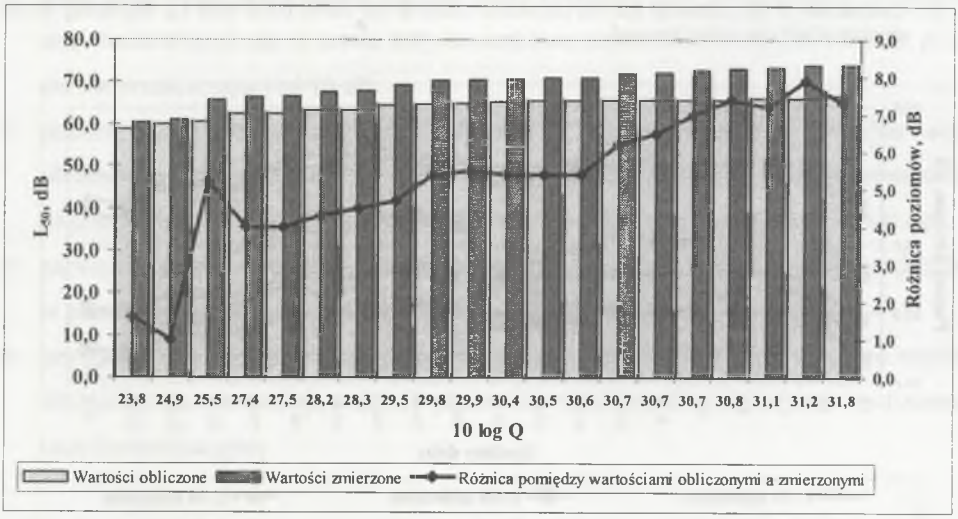
$$\left.\begin{aligned} L_{10} &= 10 \log Q + 51\ dB, \\ L_{50} &= 10 \log Q + 35\ dB, \\ L_{90} &= 10 \log Q + 29{,}5\ dB, \end{aligned}\right\} \qquad (4.1)$$

gdzie: Q – natężenie ruchu, pojazdy / godzinę.



Rys. 4.3. Porównanie pomierzonych i obliczonych przebiegów wartości poziomów L_{10} hałasu drogowego w zależności od liczby kursujących pojazdów

Fig. 4.3. Comparison of the measured and the calculated values of the traffic noise level L_{10} depending on the number of vehicles using the road

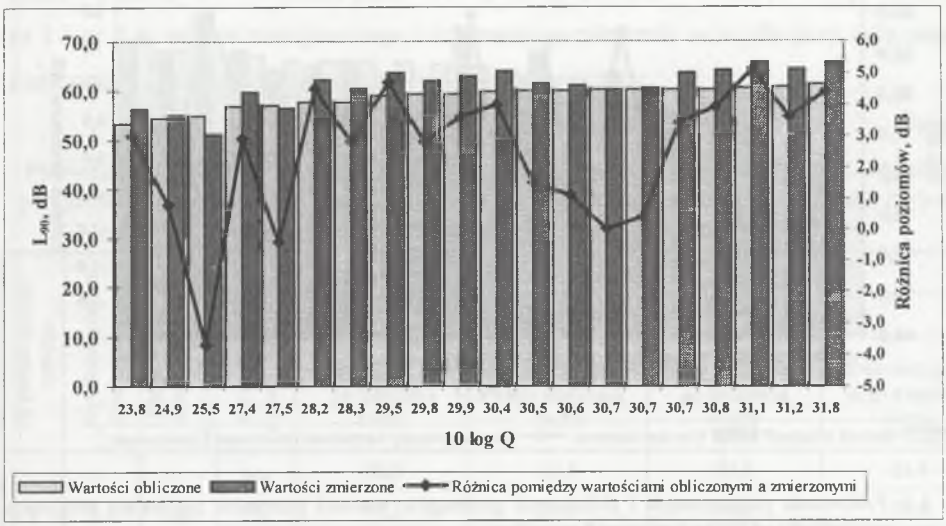


Rys. 4.4. Porównanie pomierzonych i obliczonych przebiegów wartości poziomów L_{50} hałasu drogowego w zależności od liczby kursujących pojazdów

Fig. 4.4. Comparison of the measured and the calculated values of the traffic noise level L_{50} depending on the number of vehicles using the road

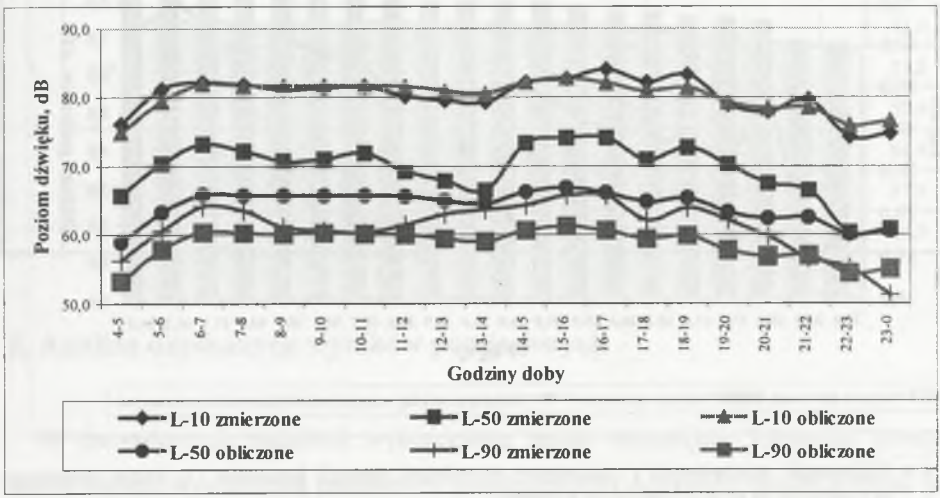
Aby dokonać porównania pomiędzy zależnościami teoretycznymi a doświadczalnymi, przeprowadzono pomiary i obliczenia parametrów pozycyjnych rozkładu L_{10} , L_{50} i L_{90} dla poszczególnych godzin doby.

Otrzymane wyniki zostały przedstawione na rys. 4.3, 4.4, 4.5, 4.6.



Rys. 4.5. Porównanie pomierzonych i obliczonych przebiegów wartości poziomów L_{90} hałasu drogowego w zależności od liczby kursujących pojazdów

Fig. 4.5. Comparison of the measured and the calculated values of the traffic noise level L_{90} depending on the number of vehicles using the road



Rys. 4.6. Porównanie pomierzonych i obliczonych przebiegów wartości poziomów L_{10}, L_{50} i L_{90} hałasu drogowego w ciągu doby

Fig. 4.6. Comparison of the measured and the calculated values of the traffic noise levels L_{10}, L_{50} and L_{90} in the course of 24 hours

Na podstawie przedstawionych wyżej wyników pomiaru wskaźników pozycyjnych otrzymano skorygowane zależności poziomów pozycyjnych w funkcji natężenia ruchu na analizowanym odcinku drogi w postaci:

$$\left.\begin{aligned} L_{10} &= 10 \log Q + 51 \text{ dB}, \\ L_{50} &= 10 \log Q + 40 \text{ dB}, \\ L_{90} &= 10 \log Q + 32 \text{ dB}, \end{aligned}\right\} \qquad (5.1)$$

gdzie: Q – natężenie ruchu, pojazdy / godzinę.

Otrzymane wyrażenia znacznie lepiej odzwierciedlają rzeczywiste zależności między wyszczególnionymi wskaźnikami a natężeniem ruchu pojazdów.

6. Wnioski i uwagi końcowe

Z otrzymanych wyników pomiarowych rozkładu poziomu hałasu równoważnego jak również analizy amplitudowo–częstotliwościowej wynikają następujące wnioski zarówno o charakterze ogólnym, jak i szczegółowym:

- hałas generowany przez badany odcinek arterii komunikacyjnej, przenikający do środowiska, charakteryzuje się w czasie doby stosunkowo niewielkimi zmianami wartości poziomu nie przekraczającymi 10 dB;
- poziom hałasu generowanego do środowiska w bliskim sąsiedztwie zlokalizowanych obiektów mieszkalnych cechuje się wartościami znacznie przekraczającymi dopuszczalne poziomy dźwięku, co wpływa negatywnie na klimat akustyczny terenu zabudowanego;
- największym prawdopodobieństwem występowania charakteryzuje się hałas drogowy w przedziale wartości 68 – 78 dB,
- uzyskane skorelowane zależności teoretyczne określające wskaźniki pozycyjne znacznie dokładniej odzwierciedlają rozkłady poziomów cząstkowych w sąsiedztwie analizowanej trasy komunikacyjnej.

LITERATURA

1. Kompała J.: Ilościowa ocena klimatu akustycznego województwa katowickiego – Rozprawa doktorska, GIG, Katowice 1996.
2. Lebiedowska B.: Hałas wokół autostrad. Metoda prognozowania, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1998.

3. Kucharski R.J., Kraszewski M.: Zanieczyszczenie środowiska hałasem w świetle badań WIOŚ 1994 roku, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1995.
4. Engel Z.: Ochrona środowiska przed hałasem i drganiami, PWN, Warszawa 1993.
5. Engel Z. i inni: Ekrany akustyczne, Instytut Mechaniki i Wibroakustyki AGH, Kraków 1990.
6. Lipowczan A.: Podstawy pomiarów hałasu, Główny Instytut Górnictwa, Liga Walki z Hałasem, Katowice – Warszawa 1987.
7. Kucharski R.J. i inni: Ocena zagrożenia hałasem na obszarach położonych wzdłuż tras komunikacyjnych, Zlecenie GIOŚ, Warszawa 1993.
8. Zakrzewski T.: Akustyka budowlana, Wydawnictwo Politechniki Ślaskiej, Gliwice 1997.
9. Engel Z., Panuszka R.: Podstawy akustyki, Wydawnictwo AGH, Kraków 1989.
10. Engel Z., Sadowski J.: Hałas i wibracje w środowisku, Wydawnictwo Ligi Ochrony Przyrody, Warszawa 1992.
11. Kucharski R.J.: Zasady prowadzenia przed- i poinwestycyjnego monitoringu hałasu dla tras szybkiego ruchu, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
12. Kucharski R.J.: Metody prognozowania hałasu komunikacyjnego (drogowego i ulicznego), Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1996.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Engel

Abstract

The paper provides an assessment of the influence of the road traffic parameters on the distribution of the values of the level of noise along the analyzed section of motor road. The obtained values of the level of noise have been compared with the theoretical values obtained basin on statistical distributions of the noise levels determined at neuralgic points in the investigated area.