

Rafał BURDZIK¹, Grzegorz ŚMIGALSKI

ANALIZA PORÓWNAWCZA HAŁASU KOMUNIKACYJNEGO DLA RÓŻNYCH PARAMETRÓW POTOKÓW RUCHU

Streszczenie. W artykule podjęto próbę analizy hałasu komunikacyjnego dla różnych parametrów potoków transportowych, m.in. natężenia ruchu panującego na drodze, z uwzględnieniem pory dnia, struktury rodzajowej pojazdów. Badania wykonywano w różnych porach dnia na autostradzie, a także na drodze powiatowej. Na podstawie otrzymanych wyników dokonano ich analizy.

Słowa kluczowe. Hałas komunikacyjny, natężenie ruchu.

TRAFFIC NOISE COMPARATIVE ANALYSIS BASED ON DIFFERENT TRAFFIC FLOW PARAMETERS

Summary. An attempt to analyse traffic noise for different traffic flow parameters, such as traffic intensity based on the time of day, vehicle type structure, has been made. The research has been made at different times of day on a highway and a district road. An analysis has been made based on the results.

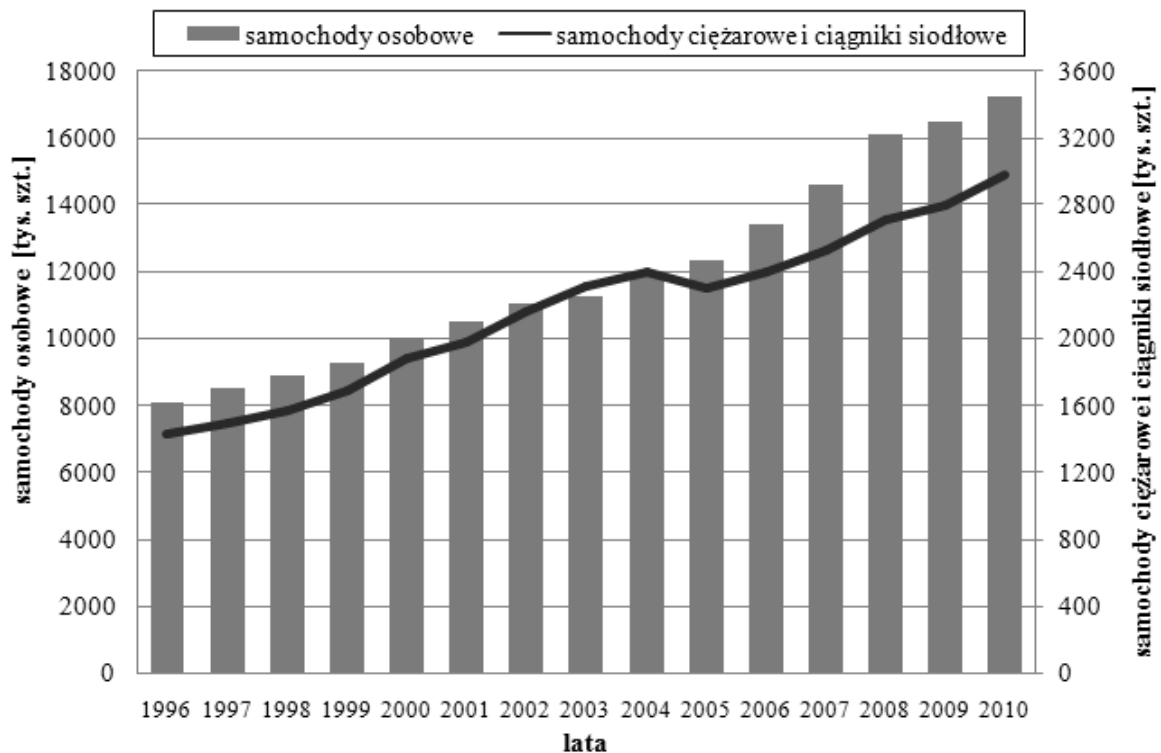
Keywords. Traffic noise, traffic flow.

1. HAŁAS KOMUNIKACYJNY

Analiza źródeł hałasu środowiskowego w Polsce wykazuje ciągły wzrost zagrożenia hałasem komunikacyjnym, przy jednoczesnym ograniczeniu wzrostu lub nawet spadku w zakresie hałasu przemysłowego [8,9]. Głównymi źródłami wzrostu hałasu komunikacyjnego są hałas drogowy oraz hałas lotniczy. Największy wpływ na wzrost zagrożenia hałasem drogowym ma ciągły przyrost liczby samochodów poruszających się po naszych drogach. Pomimo obserwowanych już tendencji zbliżania się do stanu nasycenia, wzrost ten jest nadal znaczny [2]. Na podstawie analizy danych GUS opracowano wykres przedstawiający przyrost liczby samochodów osobowych, samochodów ciężarowych i ciągników siodłowych w Polsce na przestrzeni lat od 1996 do 2010 (rys. 1).

Jednym z najefektywniejszych w realizacji procesów transportowych elementów infrastruktury drogowej są autostrady oraz drogi szybkiego ruchu. Autostrada jest to droga spełniająca warunki pierwszej klasy technicznej, umożliwiająca szybkie i bezpieczne poruszanie się pojazdów samochodowych oraz łącząca ośrodki życia gospodarczego, administracyjnego i turystycznego [3,4]. Autostrady rozdzielają ruch tranzytowy i ruch lokalny, powodując odciążenie dróg miejskich, ale także zwiększają poziom zanieczyszczeń, zwłaszcza poziom hałasu w jej otoczeniu [3].

¹ Faculty of Transport, The Silesian University of Technology, Gliwice, Poland, e-mail: rafal.burdzik@polsl.pl



Rys. 1. Liczba pojazdów samochodowych w Polsce na przestrzeni lat 1996 – 2010

Fig. 1. Number of automobiles in Poland

Hałas komunikacyjny ze względu na charakter działania traktuje się jako ciągły, lecz o zmiennym poziomie dźwięku [7].

Do celów obliczeniowych rzeczywiste źródła hałasu modeluje się uproszczonymi źródłami teoretycznymi:

- jako źródło punktowe (wymiary małe w porównaniu z odległością) – modelowane jako punkt drgający (pojedynczy pojazd emituje falę kulistą);
- jako źródło liniowe (długość źródła jest większa od odległości do punktu obserwacji) – wiele źródeł punktowych w bliskiej odległości od siebie (powyżej 300 poj./h emitują falę zbliżoną do fali cylindrycznej) [5].

Według różnych źródeł środki transportowe emitują poziomy dźwięku w zakresie od 70 dB do 98 dB. Przyjmuje się następujący rodzajowy rozkład klas wartości hałasu generowanego przez środki transportu:

- motocykle (79-98 dB),
- samochody osobowe (70-84 dB),
- samochody ciężarowe (83-95 dB),
- autobusy i ciągniki (85-94 dB),
- maszyny drogowe i budowlane (75-90 dB),
- pojazdy bezpylne (77-97 dB) [6].

2. LOKALIZACJA PUNKTÓW POMIAROWYCH

W celu empirycznej identyfikacji wpływu wybranych parametrów strukturalnych potoków ruchu na emitowany hałas komunikacyjny przeprowadzono zintegrowane badania natężenia i struktury ruchu oraz hałasu. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów poziomu hałasu komunikacyjnego dla różnych parametrów potoków transportowych oraz dokonano ich

analizy. Badania przeprowadzono w czterech punktach pomiarowych (rys. 2-5). Szczegółowe informacje podano w tabeli 1. Punkty pomiarowe od 1 do 3 usytuowane są w Katowicach, w pobliżu autostrady A4. Natomiast punkt 4 występuje na terenie Rudy Śląskiej, obok drogi powiatowej o klasie Z (zbiorcza).

Tabela 1

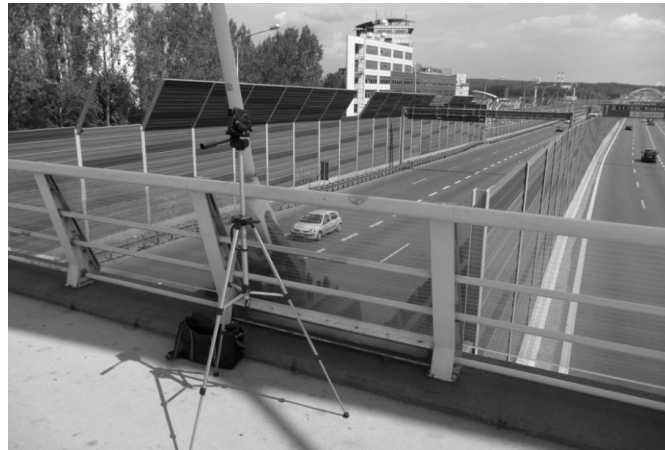
Lokalizacja punktów pomiarowych oraz rodzaj wykonywanych pomiarów

Punkt pomiarowy	Nazwa ulicy	Miasto	Współrzędne GPS	Data pomiaru	Rodzaj pomiaru
1	ul. Aleja Górnośląska	Katowice	50°14'34.65" N 19°02'37.21" E 263m n.p.m.	29.08.2012 (środa)	- pomiar hałasu drogowego
2	Dolina Trzech Stawów – kładka nad autostradą A4	Katowice	50°14'44.15" N 19°01'57.58" E 290m n.p.m.	29.08.2012 (środa)	- pomiar natężenia ruchu
3	ul. Kochłowska	Katowice	50°15'23.18" N 18°57'53.38" E 293m n.p.m.	30.08.2012 (czwartek)	- pomiar hałasu drogowego - pomiar natężenia ruchu
4	ul. Marszałka Józefa Piłsudskiego	Ruda Śląska	50°14'03.35" N 18°54'49.73" E 260m n.p.m.	25.07.2012 (środa)	- pomiar hałasu drogowego - pomiar natężenia ruchu



Rys. 2. Punkt pomiarowy nr 1 w Katowicach

Fig. 2. Measurement location 1 in Katowice



Rys. 3. Punkt pomiarowy nr 2 w Katowicach
Fig. 3. Measurement location 2 in Katowice



Rys. 4. Punkt pomiarowy nr 3 w Katowicach
Fig. 4. Measurement location 3 in Katowice



Rys. 5. Punkt pomiarowy nr 4 w Rudzie Śląskiej
Fig. 5. Measurement location 2 in Ruda Śląska

3. METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzano w trzech porach dnia: rano – od 7:00 do 7:30, popołudniu – od 15:30 do 16:00 i w nocy – od 22:30 do 23:00, ze względu na charakterystyczny ruch pojazdów w tym okresie. Podczas pomiarów pogoda była słoneczna, bez opadów deszczu, wiatr nie przekraczał $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, a temperatura powietrza była wyższa niż 5°C . Przeprowadzane pomiary hałasu wykonywano w takich warunkach pogodowych, w celu maksymalnego odseparowania wyników od wpływów atmosferycznych.

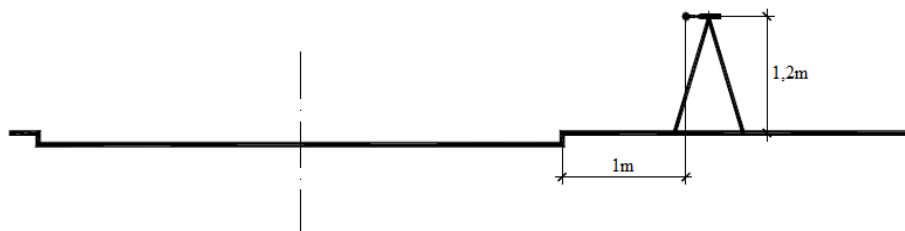
Pomiary natężenia ruchu drogowego na autostradzie A4 (punkty zlokalizowane w Katowicach) zostały zarejestrowane przy użyciu kamery. Natomiast w punkcie 4 pomiary hałasu wykonywane były równocześnie z pomiarem natężenia ruchu. Pojazdy zliczane były na kartach pomiarowych, z jednoczesnym ich podziałem na dane kategorie (patrz tabela 2).

Tabela 2

Podział pojazdów na kategorie

Symbol kategorii pojazdów	Grupa pojazdów
A	rowery, motorowery
B	motocykle, skutery
C	samochody osobowe, mikrobusy
D	lekkie samochody ciężarowe do 3.5 t (dostawcze)
E	samochody ciężarowe bez przyczepy powyżej 3.5 t, ciągniki siodłowe bez naczep, samochody specjalne
F	samochody ciężarowe z przyczepą powyżej 3,5 t, ciągniki siodłowe z naczepami, ciągniki balastowe z przyczepami
G	autobusy
H	ciągniki rolnicze z przyczepami lub bez, maszyny samobieżne (walce drogowe, koparki itp.)

Do pomiarów wykorzystano całkujący miernik poziomu dźwięku IM 10. Dokładność użytego miernika wynosi $\pm 0,7 \text{ dB}$, klasa dokładności 1. W celu przystosowania wrażliwości przyrządu pomiarowego do wrażliwości zmysłu słuchu człowieka, zastosowano filtr o korekcji A. Miernik umieszczono $1,2 \pm 0,1 \text{ m}$ nad poziomem nawierzchni i skierowano prostopadłe do osi przemieszczania się samochodów. W każdym punkcie pomiarowym pomiary wykonano po jednej stronie drogi, w takiej samej odległości (1 m) od krawędzi jezdni (rys. 6).



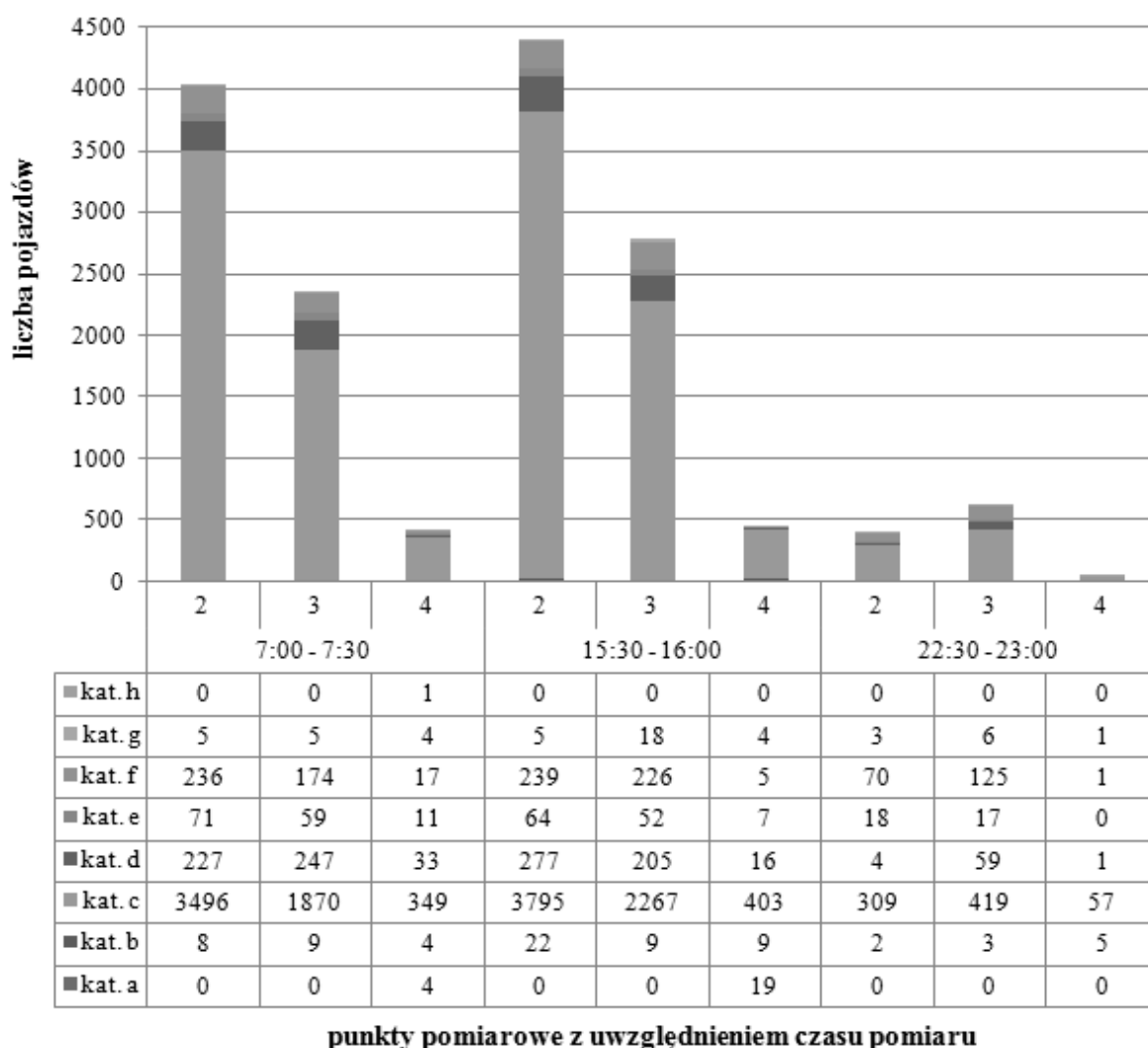
Rys. 6. Schemat usytuowania miernika pomiarowego

Fig. 6. Measuring instrument location scheme.

Pomiary przeprowadzono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów substancji lub energii w środowisku przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem (Dz.U. nr 140 z dnia 16 czerwca 2011 r., poz. 824). Do określenia poziomów hałasu wykorzystano metodę bezpośrednich pomiarów hałasu z wykorzystaniem próbkowania, ponieważ – zgodnie z powyższym Rozporządzeniem – dla dróg o natężeniu większym niż 300 poj./h, należy stosować tę metodę.

4. WYNIKI BADAŃ WRAZ Z ANALIZĄ

Uzyskane wyniki z pomiarów natężenia ruchu drogowego skompensowano na jednym wykresie zbiorczym (rys. 7). Największe natężenie ruchu drogowego występuje w punkcie pomiarowym nr 2, natomiast najmniejsze natężenie ruchu zanotowano w punkcie nr 4.



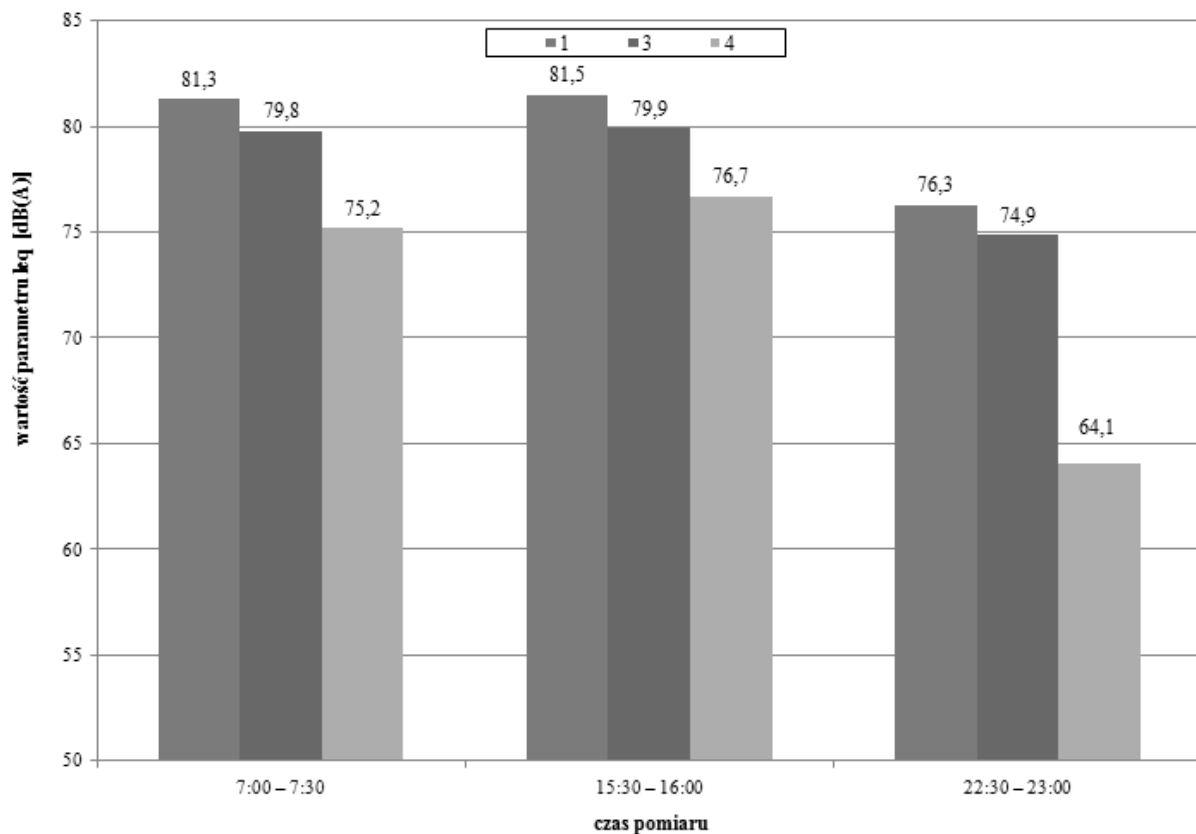
Rys. 7. Wykres zbiorczy natężenia ruchu z podziałem na kategorie pojazdów
Fig. 7. Traffic flow based on the vehicle type cumulative diagram

Dominujący udział w strukturze rodzajowej pojazdów mających wpływ na natężenie ruchu we wszystkich punktach pomiarowych ma kategoria C (samochody osobowe). W punktach pomiarowych zlokalizowanych w Katowicach udział procentowy pojazdów

osobowych w porze nocnej maleje (w punkcie 3 – kat. C stanowi 67% wszystkich pojazdów). Natomiast w punkcie zlokalizowanym w Rudzie Śląskiej udział procentowy pojazdów osobowych wzrasta w porze nocnej do 88%. Struktura rodzajowa pojazdów w punktach zlokalizowanych w Katowicach jest odmienna od tych w Rudzie Śląskiej. Jest to związane z różnym rodzajem funkcji pełnionych przez daną drogę oraz przepisami ruchu drogowego. W Katowicach występują kategorie pojazdów od B do G, a w Rudzie Śląskiej kat. A-H.

Poziom równoważny dźwięku jest najbardziej rozpowszechnionym wskaźnikiem oceny hałasu o zmiennym poziomie w czasie. Idea tego wskaźnika polega na określeniu poziomu średniego (w rozpatrywanym czasie) ciśnienia akustycznego.

Wyniki każdego pomiaru równoważnego poziomu dźwięku we wszystkich analizowanych punktach skompensowano na jednym wykresie zbiorczym (rys. 8), aby móc dokonać analizy porównawczej. Największa wielkość tego parametru występuje w punkcie nr 1, który zlokalizowany jest w Katowicach. Najmniejszą wartość tego parametru odnotowano w punkcie 4 (w Rudzie Śląskiej). Wraz ze zmianą pory dnia z ranej na popołudniową występuje trend rosnący tego parametru we wszystkich punktach pomiarowych. Natomiast od pory popołudniowej do nocnej we wszystkich punktach pomiarowych występuje trend malejący.



Rys. 8. Równoważny poziom dźwięku (L_{eq}) w poszczególnych punktach pomiarowych badanych o różnych porach dnia

Fig. 8. Equivalent sound level (L_{eq}) at specific measurement locations at different times of day

Wyniki badań własnych porównano z danymi książkowymi [1] i zestawiono je w tabeli nr 3. Wraz ze wzrostem natężenia ruchu równoważny poziom dźwięku (L_{eq}) zwiększa się. Przy dużych wartościach natężenia ruchu równoważny poziom dźwięku przekracza dopuszczalną wartość maksymalną 68dB(A) (w tabeli pogrubiono) zawartą w rozporządzeniu

z dnia 1 października 2012 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2012 nr 0 poz. 1109).

Wraz ze zwiększeniem się natężenia ruchu poziom hałasu wzrasta. Dla natężenia ruchu wynoszącego 60 poj./h poziom równoważnego dźwięku wynosi 61 dB(A), natomiast dla 600 poj./h wartość równoważnego poziomu dźwięku wynosi 70 dB(A).

Tabela 3

Poziomy równoważnego dźwięku w zależności od natężenia ruchu

Dane z Gradziejczyk, 2005								
Natężenie ruchu, [l.poj./h]	1	6	60	100	170	600	1000	2000
$L_{eq}(1h)$, [dB(A)]	35	51	61	63	65	71	73	76
Badania własne								
Natężenie ruchu, [l.poj./0.5h]	2	5	65	83	146	629	2364	
$L_{eq}(0.5h)$, [dB(A)]	54,2	60,1	64,1	66,6	70	74,9	79,8	

5. PODSUMOWANIE

Badania potwierdziły wiele spośród danych literaturowych. Wraz ze wzrostem natężenia ruchu drogowego równoważny poziom dźwięku również wzrasta. Struktura rodzajowa pojazdów na danej drodze ma wpływ na poziom emitowanego hałasu. W analizowanych potokach ruchu zdecydowanym źródłem hałasu była grupa pojazdów osobowych. Ponad dziesięciokrotna różnica w sumarycznym natężeniu ruchu w potokach z punktów 1-3 oraz 4 jest bardzo widoczna w zarejestrowanych poziomach hałasu. Zmierzone wartości hałasu zawierają się w zakresie podanych w przeglądzie literatury.

Bibliografia

1. Gardziejczyk W.: Wpływ technologii wykonania i tekstury nawierzchni drogowych na hałas pojazdów samochodowych. Politechnika Białostocka, Białystok 2005.
2. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska: Stan środowiska w Polsce Sygnały 2011. Warszawa 2011.
3. Kutrzyk-Nykiel A., Filipczyk J.: Wpływ ukształtowania terenu na poziom hałasu komunikacyjnego w pobliżu autostrady A4 na odcinku Katowice – Ruda Śląska. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Transport, z. 68, Gliwice 2010, s. 91-100.
4. Lebedowska B.: Hałas wokół autostrad. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1998.
5. <http://www.calvero.pl>.
6. <http://www.techbud.com.pl>.
7. Zakrzewski T.: Akustyka budowlana. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
8. Figlus T., Wilk A.: Diagnostowanie stanu mechanizmu rozrządu silnika ZS metodą pomiaru i analizy hałasu. Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów Politechniki Warszawskiej, z. 3/75, Warszawa 2009, s. 105-114.
9. Niesler M., Oleksiak B.: Oddziaływanie przemysłu na środowisko naturalne. Cz. 1, Hutnictwo żelaza i stali. Instytut Metalurgii Żelaza, 203, Gliwice 2012.