

POMIARY PARAMETRÓW AKUSTYCZNYCH I POZAAKUSTYCZNYCH DROGOWEGO ŹRÓDŁA HAŁASU

Rafał ŻUCHOWSKI*, Leszek DULAK**

* Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 56, 44-100 Gliwice, e-mail: rafal.zuchowski@polsl.pl

** Politechnika Śląska, Katedra Procesów Budowlanych
ul. Akademicka 56, 44-100 Gliwice, e-mail: leszek.dulak@polsl.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono założenia i przykładowy sposób realizacji pomiarów hałasu dla sieci dróg krajowych, realizowanych w ramach generalnego pomiaru ruchu, dla autostrad, dróg ekspresowych, innych dróg krajowych oraz wojewódzkich, które dostarczają informacji o aktualnym stanie klimatu akustycznego w receptorach zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie dróg.

Słowa kluczowe: Hałas środowiskowy, akustyka, pomiary hałasu.

1. WSTĘP

Obowiązek cyklicznego wykonywania pomiarów hałasu w sąsiedztwie dróg krajowych i wojewódzkich wynika z Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 stycznia 2003 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem [1]. W oparciu o wyżej wymienione rozporządzenie oraz uwagi Ministerstwa Środowiska, opracowane zostały wytyczne określające jednolite metody wykonywania pomiarów hałasu oraz sposób gromadzenia i przetwarzania otrzymanych danych pomiarowych [2]. Głównymi czynnikami decydującymi o wyborze metody pomiarowej powinny być:

- możliwości zgromadzenia podstawowych informacji o stanie klimatu akustycznego (przede wszystkim u źródła) na wybranej sieci istniejących dróg lub strategicznym ciągu komunikacyjnym,
- możliwości uzyskania odpowiedniej dokładności wyników,
- koszty zorganizowania stanowisk pomiarowych, przeprowadzenia pomiarów kilku zjawisk równocześnie oraz obróbka uzyskanych w trakcie pomiarów danych.

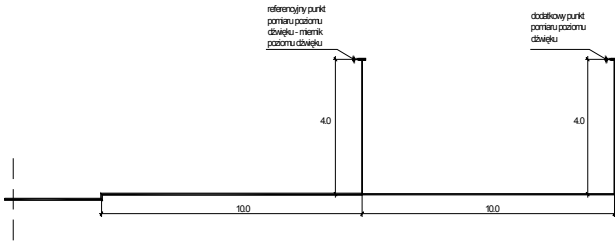
Gromadzenie w odstępach pięcioletnich tak dużej i różnorodnej ilości danych o źródle drogowym pozwala na jego systematyczną ocenę i wykorzystanie ich w procesie modelowania pod kątem realizacji map akustycznych lub tworzenia programów ochrony przed hałasem.

2. METODYKA POMIARÓW HAŁASU W PUNKCIE REFERENCYJNYM I DODATKOWYM

Procedura pomiarowa drogowego źródła hałasu przedstawiona została w [1,2,3,4,6]. Pomiary źródła hałasu prowadzone zgodnie z obowiązującą metodyką pomiarów hałasu drogowego wykorzystują metodę bezpośrednich pomiarów ciągłych w określonym czasie – przeważnie w okresie 24 godzin. Metoda ta polega na wyznaczeniu wartości równoważnego poziomu dźwięku w oparciu o wyniki ciągłej obserwacji zmian poziomu hałasu w czasie 1s interwału poboru próbek. Pomiary w punktach referencyjnych (PPH) usytuowanych w bezpośrednim sąsiedztwie drogi, służą do oceny i monitorowania zmienności parametrów akustycznych źródła hałasu, natomiast punkty dodatkowe (PDH), służą do oceny parametrów akustycznych na obszarze o ustalonych standardach akustycznych lub w pobliżu istniejących obiektów mieszkaniowych zlokalizowanych na terenach niechronionych. Zgodnie z wytycznymi [2], lokalizacja punktów pomiarowych powinna być następująca:

- wysokość umiejscowienia odbiornika poziomu hałasu powinna wynosić 4,0m nad poziomem terenu,
- w przekroju pomiarowym punkt referencyjny powinien być zlokalizowany w odległości 10,0m a punkt dodatkowy w odległości 20,0m od:
 - krawędzi jezdni, gdy droga przebiega w poziomie terenu, rys.1.,

- krawędzi zewnętrznej skarpy wykopu, gdy droga przebiega w wykopie,
- punktu, w którym krawędź nasypu przecina się powierzchnią terenu.



Rys. 1. Lokalizacja punktu referencyjnego i dodatkowego w przekroju pomiarowym gdy droga przebiega w poziomie terenu.
Fig. 1. Reference point location in section for which the road goes horizontally.

- w przypadku, gdy zabudowa mieszkaniowa zlokalizowana jest w bezpośrednim sąsiedztwie drogi i nie ma możliwości wykonania pomiarów w punkcie referencyjnym, punkt pomiarowy należy zlokalizować w odległości od 1,0 – 2,0m od elewacji, celem ograniczenia wpływu odbić fali dźwiękowej,
- w sytuacji, gdy najbliższa zabudowa mieszkaniowa usytuowana jest w odległości nie dalej niż 100m od drogi, można zrezygnować z pomiaru w punkcie dodatkowym oddalonym o 10,0m od punktu referencyjnego i pomiar wykonać w odległości 1,0 – 2,0m od elewacji budynku mieszkalnego.

Równocześnie z pomiarami hałasu w punkcie należy prowadzić:

- rejestrację wielkości natężenia ruchu wraz z określeniem struktury kierunkowej i rodzajowej. W tabeli 1 przedstawiono podział na poszczególne kategorie pojazdów. Przygotowanie danych ruchowych potrzebnych do dalszych analiz związanych z modelowaniem akustycznym przyjmuje podział na dwie grupy pojazdów, wynikający z hałaśliwości tych kategorii. Są nimi pojazdy lekkie, obejmujące grupy (c i d) oraz pojazdy ciężkie (a,b,e,f,g,h).
- pomiar prędkości przejeżdżających pojazdów, wykonywany zazwyczaj za pomocą radarów, prowadzony w podziale na dwie kategorie: pojazdy lekkie i ciężkie, wyseparowany odpowiednio dla poszczególnych kierunków jazdy i liczby pasów ruchu. Zestawienie otrzymanych wyników badań w końcowej fazie powinno zawierać średnią (ważoną) prędkość potoku pojazdów, określoną na podstawie wzoru[6]:

$$v = v_l \cdot \frac{Q_l}{Q} + v_c \cdot \frac{Q_c}{Q} \quad [\text{km/h}] \quad (1)$$

gdzie:

- v_l – średnia prędkość potoku pojazdów lekkich [km/h],
- v_c – średnia prędkość potoku pojazdów ciężkich [km/h],
- Q_l, Q_c – natężenie ruchu pojazdów lekkich, ciężkich [np. Poj./h]
- Q – całkowite natężenie ruchu potoku pojazdów [np. Poj./h]

Tabela 1. Podział pojazdów na kategorie w trakcie pomiarów ruchu wykonywanych w czasie pomiarów hałasu.

Table 1. Categorization of vehicles based on the noise measures done during the traffic measurement.

Lp.	Symbol kategorii pojazdów	Grupa pojazdów
1	a	motorowery, skutery
2	b	motocykle
3	c	samochody osobowe (do 9 miejsc z kierowcą), mikrobusy z przyczepą lub bez
4	d	lekkie samochody ciężarowe o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 Mg z przyczepą lub bez (samochody dostawcze do 3.5 Mg)
5	e	samochody ciężarowe o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 Mg bez przyczep, samochody specjalne, ciągniki siodłowe bez naczep
6	f	samochody ciężarowe o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 3,5 Mg z jedną lub więcej przyczepami, ciągniki siodłowe z naczepami, ciągniki balastowe z przyczepami standardowymi lub niskopodwoziowymi
7	g	autobusy, trolejbusy
8	h	ciągniki rolnicze z przyczepami lub bez, maszyny samobieżne (walce drogowe, koparki itp.)

- zapis warunków meteorologicznych.

Prowadzenie pomiarów hałasu powinno odbywać się w stabilnych warunkach meteorologicznych w czasie rozprzestrzeniania się dźwięku z dodatnią składową prędkości wiatru od źródła do punktu pomiarowego [6]. W czasie pomiarów nie mogą zostać przekroczone dopuszczalne wartości parametrów pogodowych oraz występować następujące zjawiska atmosferyczne:

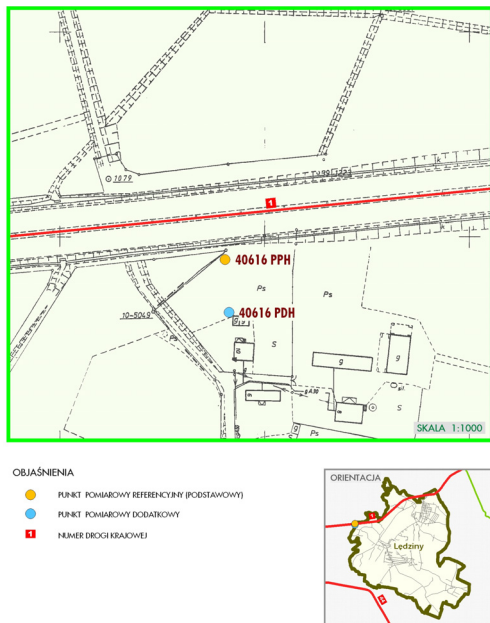
- prędkość wiatru nie może przekraczać 5 m/s w miejscu lokalizacji najwyższej położonego przetwornika pomiaru hałasu,
- brak silnej inwersji temperaturowej przy gruncie,

- temperatura poniżej -5°C ,
- opady atmosferyczne.

Wykorzystywane do pomiarów zestawy urządzeń, przed rozpoczęciem badań, powinny być sprawdzone a mierniki tego wymagające poddane kalibracji. Pomiar wszystkich parametrów należy rozpocząć równocześnie, określając w protokole pomiarowym godzinę rozpoczęcia pomiaru. Protokół pomiarowy powinien zawierać wszelkie niezbędne informacje, dotyczące lokalizacji punktów pomiarowych, opisu źródła hałasu oraz istniejącego zagospodarowania. Informacje te należy gromadzić zgodnie z wytycznymi zamieszczonymi w rozporządzeniu [1].

3. POMIARY W SĄSIEDZTWIE DK1

Poniżej przedstawiono fragmenty opracowanych protokołów pomiarowych w sąsiedztwie DK1. Droga krajowa nr 1 to jeden z głównych ciągów komunikacyjnych Polski, łączących północną część naszego kraju z częścią południową. Przebiega przez teren województwa śląskiego, posiadając na niektórych fragmentach statut trasy ekspresowej S1, natomiast na innych jest drogą jednojezdniową o minimalnych parametrach drogi krajowej. Na odcinku przebiegającym przez teren województwa śląskiego zlokalizowano sześć przekrojów pomiarowych (PPH i PDH), dokonując pomiarów wszystkich parametrów akustycznych i pozaakustycznych. Po wykonaniu pomiarów we wszystkich punktach przystąpiono do opracowania bazy danych. Opracowany schemat lokalizacji punktów pomiarowych zaprezentowano na rys. 2.



Rys. 2. Lokalizacja punktów pomiarowych w sąsiedztwie S1.
Fig. 2. Location of the measuring points in the vicinity of S1.

Rys.3. przedstawia wyciąg z bazy danych zawierający charakterystykę poddanego badaniom źródła hałasu oraz dokładną lokalizację referencyjnego punktu pomiarowego z określeniem jego współrzędnych geograficznych.

4. Charakterystyka lokalizacji punktu pomiarowego

Rodzaj punktu pomiarowego	PPH - Referencyjny (podstawowy)
Odległość punktu pomiarowego od źródła hałasu [m]	10,00
Długość geograficzna w układzie '92	19° 04' 45,9027"
Szerokość geograficzna w układzie '92	50° 08' 27,9642"
Względna wysokość punktu pomiarowego-liczona od poziomu jezdni [m]	4

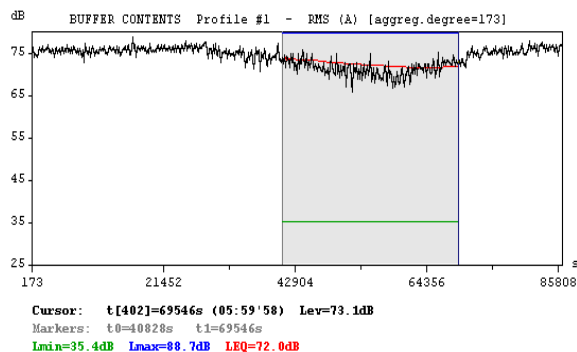
5. Charakterystyka źródła hałasu

- a) Numer drogi: **DK 1**
- b) Skrzyżowanie dróg (jeżeli dotyczy): **brak**
- c) Rodzaj terenu (obszar zabudowany/niezabudowany): **teren zabudowany**
- d) Klasa drogi lub klasa dróg w przypadku skrzyżowania (np. A, S, GP, G): **S**
- e) Parametry drogi/liczba pasów ruchu lub parametry dróg na skrzyżowaniu /liczba pasów ruchu na wlotach skrzyżowania:
2 x 2

Długość odcinka jednorodnego przy którym wykonano pomiar [km]	15,60
Liczba pasów ruchu przy których wykonano pomiar	2 x 2
Szerokość pasa dzielącego	3,00
Pochylenie niwelety (w procentach)	0,00
Stan jezdnii (opisowo)	dobry
Położenie (w poziomie terenu, w wykopie, na nasypie, na estakadzie)	jezdnie w poziomie terenu

Rys. 3. Charakterystyka źródła hałasu i lokalizacji punktów pomiarowych.
Fig. 3. Characteristic of source of noise and localization of measuring point.

Wykorzystywane do pomiarów hałasu mierniki Svan 945 i 945A dają możliwości zapisu wielkości akustycznych z interwałem 1s, co pozwala w procesie obróbki i oceny źródła hałasu na wybór dowolnego okresu uśredniania oraz szczegółową analizę zapisanego sygnału akustycznego. Na rys. 4 przedstawiono dobowy rozkład hałasu w punkcie PPH.



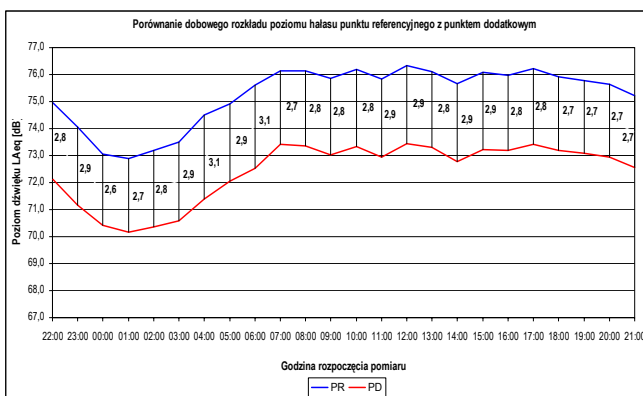
Rys. 4. Dobowy rozkład hałasu w zapisie 1s.
Fig. 4. 24 hours noise distribution recorded with 1s granularity.

Wartości równoważnego poziomu dźwięku, uzyskanego w trakcie pomiarów w poszczególnych przekrojach pomiarowych oraz wielkości różnic pomiędzy punktem referencyjnym a dodatkowym, odpowiednio dla pory dziennej i nocnej, zestawiono w tabeli 2, natomiast na rys. 5 opracowano godzinowy rozkład na przestrzeni doby dla punktów PPH_1 i PDH_1.

Tabela 2. Zestawienie wyników pomiarów w poszczególnych przekrojach pomiarowych.

Table 2. Measurement results in individual measuring sections.

Lp	Numer punktu	Odległość od krawędzi jezdni	Pora	
			dzienna	nocna
1	PPH_1	10 m	75,9	74,0
	PDH_1	20 m	73,1	71,1
	PPH_1 - PDH_1		2,8	2,9
2	PPH_2	10 m	77,0	74,9
	PDH_2	20 m	73,2	71,4
	PPH_2 - PDH_2		3,8	3,5
3	PPH_3	10 m	73,3	71,9
	PDH_3	20 m	71,0	69,2
	PPH_3 - PDH_3		2,3	2,7
4	PPH_4	10 m	72,9	68,4
	PDH_4	20 m	70,6	66,3
	PPH_4 - PDH_4		2,3	2,1
5	PPH_5	10 m	74,6	69,5
	PDH_5	20 m	70,8	66,0
	PPH_5 - PDH_5		3,8	3,5
6	PPH_6	10 m	71,1	68,4
	PDH_6	20 m	67,8	65,3
	PPH_6 - PDH_6		3,3	3,1



Rys. 5. Godzinowy rozkład hałasu w punkcie referencyjnym i dodatkowym.

Fig. 5. Hourly distribution of noise in the reference point and additional.

4. PODSUNOWANIE

W ostatnich latach obserwuje się trzykrotny wzrost ilości kursujących po polskich drogach pojazdów samochodowych. Zwiększone natężenie ruchu szczególnie na drogach o charakterze tranzytowym powoduje znaczne uciążliwości dla terenów chronionych przed hałasem. Obowiązujący stan prawny nakłada na zarządzającego drogą obowiązek przeprowadzenia okresowych pomiarów hałasu, które powinny być prowadzone razem z generalnym pomiarem ruchu. Uciążliwość arterii drogowych uzależniona jest przede wszystkim od natężenia i struktury przejeżdżających pojazdów ale nie bez znaczenia jest również prędkość pojazdów, rodzaj i stan techniczny drogi, wpływ czynników atmosferycznych czy bezpośrednio zagospodarowanie terenu. Rzetelne pozyskanie tych danych oraz odpowiednie ich archiwizowanie pozwoli na śledzenie trendów zmian oraz monitoring oddziaływania dróg na sąsiadujące tereny.

ACOUSTIC MAP PROCESSED ON BASE OF PERIODIC MEASUREMENT OF NOISE RELATED WITH EXPLOITATION OF ROAD

Summary: This paper presents foundation and exemplary manner the noise measurements of network of national roads were carried out. Those measures provide the information on the actual state of acoustic climate in the selected direct roads neighborhood.

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 stycznia 2003 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem.
- [2] PN-ISO 1996-1:1999. Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Podstawowe wielkości i procedury.
- [3] PN-ISO 1996-2:1999. Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Zbieranie danych dotyczących sposobu zagospodarowania terenu.
- [4] PN-ISO 1996-1:1999. Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Wytyczne dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu.
- [5] PN-ISO 9613-2:2002. Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania.
- [6] „Wytyczne wykonywania pomiarów hałasu przy drogach krajowych prowadzonych w trakcie GPR”, Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego EKKOM Sp. z o.o. Kraków 2005.
- [7] T. Wszolek, M. Kłaczyński, W. Wszolek. *Estymacja trendu rozkładu dobowego hałasu drogowego*. XXXIV Szkoła zimowa Zwalczania Zagrożeń Wibroakustycznych, Gliwice-Ustroń, 2006.