

Karolina Trzyniec

Poziom natężenia hałasu w otoczeniu pojazdów komunikacji zbiorowej

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2019.021

Data zgłoszenia: 15.12.2018 Data akceptacji: 08.02.2019

W artykule omówiony został problem wysokiego natężenia hałasu na terenach miasta. Szczególnie, dotyczy to hałasu komunikacyjnego, którego źródłem są środki komunikacji zbiorowej, takie jak: pociągi, autobusy oraz tramwaje. Dokonano analizy poziomu natężenia hałasu emitowanego przez te pojazdy z uwzględnieniem różnych godzin oraz porównano zmierzone wartości z wartościami granicznymi wytyczonymi w dokumencie normatywnym (tj. Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 roku).

Słowa kluczowe: hałas, komunikacja zbiorowa, natężenie hałasu, poziom hałasu

Wstęp

Hałasem określa się wszystkie wrażenia słuchowe, oddziałujące na narząd słuchu, odbierane przez człowieka jako nieprzyjemne, dokuczliwe, uciążliwe lub, w najgorszym przypadku, szkodliwe. Ze względu na charakter oddziaływania hałasu na organizm człowieka, wyróżnia się hałas uciążliwy - nie wywołujący trwałych skutków w organizmie, oraz hałas szkodliwy - wywołujący trwałe skutki lub powodujący określone ryzyko ich wystąpienia. Stosowany jest także podział ze względu na środowisko, w którym hałas występuje. Hałas w przemyśle, zwany jest hałasem przemysłowym, hałas w pomieszczeniach mieszkalnych, miejscach użyteczności publicznej i terenach wypoczynkowych - hałasem komunalnym, a w środkach komunikacji - hałasem komunikacyjnym [1]. Najbardziej narażona na działanie hałasu komunikacyjnego jest ludność miast z całodobową komunikacją miejską, uciążliwym ruchem ulicznym, mieszkająca w wielopiętrowych blokach pozbawionych należytej ochrony przeciwdźwiękowej [2]. Na ogólnie rozumiany hałas w otoczeniu miasta składa się hałas drogowy, lotniczy, kolejowy i przemysłowy, ale także hałas sąsiedzki i hałas pochodzący z miejsc imprez masowych. Nie bez znaczenia pozostaje też hałas emitowany przez pracujące na terenie miasta urządzenia i maszyny. Hałas miejski, szczególnie dobrze odczuwalny w nocy, może zwiększać częstotliwość przebudzeń, a to skutkować może nie tylko niewyspaniem, ale również zwiększeniem ryzyka chorób naczyniowych oraz podwyższeniem ciśnienia. Obecność hałasu miejskiego w miejscu pracy może pogorszyć wydajność pracownika oraz sprawność komunikacji, a także przyczynić się do nadmiernego stresu [3]. Dopuszczalne poziomy hałasu miejskiego reguluje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 roku [4]. Ochrona przed hałasem jest również jednym z głównych celów polityki Unii Europejskiej, a normy dopuszczalnego poziomu dźwięku w mieście określa Dyrektywa 2002/49/WE [5]. W tak zwanej *Zielonej księdze*, w sprawie polityki dotyczącej hałasu Komisja Europejska zajęła się hałasem w środowisku jako jednym z głównych problemów środowiskowych w Europie [5]. Dlatego też od wielu lat, Komisja Europejska wspiera miasta i gminy w walce z nadmiernym hałasem wcielając w życie liczne programy badawcze, takie jak np. City hush lub Silence.

1. Badanie natężenia hałasu w centrum miasta

1.1. Metodyka

Dokonano pomiarów natężenia hałasu w wybranym obszarze Krakowa. Pomiarów dokonywano pięciokrotnie, w różnych punktach pomiarowych i o różnych porach dnia (8:00, 15:00, 22:30). Pomiarów dokonywano za pomocą smartfona firmy Apple z zainstalowaną aplikacją do pomiaru natężenia dźwięku Decibel X (rys.1). Wynik pomiaru wyrażony jest w decybelach [dB].

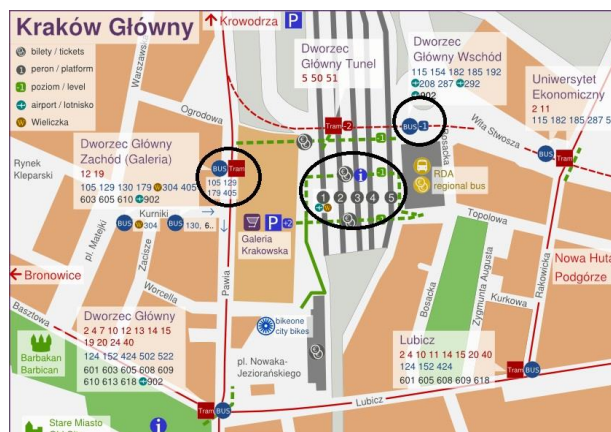


Rys. 1. Ikona aplikacji Decibel X użytej do pomiaru natężenia dźwięku

[źródło: <https://itunes.apple.com>]

1.2. Obszar badań

Badaniem hałasu objęto okolice centrum Krakowa, w tym Dworzec kolejowy, dworzec autobusowy oraz przystanki tramwajowe i autobusowe w okolicy największej w Krakowie galerii handlowej zlokalizowanej przy dworcu PKP (rys.2).



Rys. 2. Obszar objęty badaniem

[źródło: Platforma Komunikacyjna Krakowa, <https://pkk.info.pl>]

Na rysunku 2 zaznaczono obszary, w których dokonano pomiaru natężenia hałasu. Obejmują one: pięć peronów dworca kolejowego, cztery stanowiska dworca autobusowego na poziomie -1 i +1 oraz przystanki: autobusowy i tramwajowy zlokalizowane przy głównym wejściu do Galerii handlowej. Przystanki te są umiejscowione obok siebie, równoległe do drogi głównej (rys.3).



Rys. 3. Widok przystanków: tramwajowego i autobusowego - obszar badań
[źródło: <http://www.wirtualny-sekretariat-krakow.pl>]

Natężenie ruchu wszystkich badanych środków transportu jest w przypadku centrum Krakowa bardzo duże. Pociągi przyjeżdżają na perony co kilka minut, autobusy przewożące pasażerów między miastami co kilka, bądź co kilkanaście minut, a średnio co minutę pojawia się na przystanku tramwaj lub autobus miejski.

2. Wyniki badań

Pomiaru dokonywano jednokrotnie w każdym z wyznaczonych punktów pomiarowych. Wyniki badań zgromadzono w postaci zrzutów ekranu smartfona. Aplikacja umożliwia chwilowy pomiar natężenia dźwięku, rejestrując jednocześnie przebieg poziomu dźwięku w czasie w formie wykresu. Dodatkowo, użytkownik ma możliwość porównania chwilowego wyniku z wartością minimalną i maksymalną, zarejestrowaną od momentu ostatniego uruchomienia aplikacji. Rysunki 4 i 5 przedstawiają przykładowe zrzuty ekranów z wynikami pomiaru.

Przed przystąpieniem do badań wykonano badania pilotażowe, mające na celu sprawdzenie wiarygodności pomiarów dokonywanych smart fonem z aplikacją Decibel X. W tym celu wykonano szereg pomiarów natężenia dźwięku za pomocą wykorzystanego do badań smartfona oraz wzorcowanego miernika dźwięku firmy Sonopan. Wyniki tych porównań były niemal identyczne, wartości różniły się maksymalnie o 0,5dB.



Rys. 4. Przykładowy wynik pomiaru



Rys. 5. Przykładowy wynik pomiaru

Tabele 1-4 przedstawiają wyniki badania natężenia hałasu dla: pociągów, autobusów, tramwajów oraz autobusów miejskich, w konkretnych porach.

Tab. 1. Wyniki pomiarów natężenia hałasu dla pociągów na dworcu PKP

Punkt pomiarowy	Godzina wykonania pomiaru	Natężenie hałasu [dB]
Peron 1	8:00	67,3*
	15:00	85,0
	22:30	90,8
Peron 2	8:00	89,7
	15:00	91,5
	22:30	85,6
Peron 3	8:00	83,1
	15:00	79,5
	22:30	81,1
Peron 4	8:00	68,2*
	15:00	88,4
	22:30	77,9
Peron 5	8:00	69,9
	15:00	89,7
	22:30	90,4

*brak pociągu na peronie/pociąg stojący na peronie, nie poruszający się

[źródło: opracowanie własne]

Tab. 2. Wyniki pomiarów natężenia hałasu dla autobusów na dworcu PKS

Punkt pomiarowy	Godzina wykonania pomiaru	Natężenie hałasu [dB]
Stanowisko 1 (poziom -1)	8:00	75,2
	15:00	72,2
	22:30	65,3
Stanowisko 3 (poziom -1)	8:00	62,0*
	15:00	73,3
	22:30	58,7*
Stanowisko 1 (poziom +1)	8:00	72,1
	15:00	75,4
	22:30	56,6*
Stanowisko 3 (poziom +1)	8:00	58,9*
	15:00	62,5*
	22:30	72,6
Stanowisko 4 (poziom +1)	8:00	78,4
	15:00	74,9
	22:30	71,0

*brak autobusu na stanowisku/autobus stojący na stanowisku, z wyłączonym silnikiem

[źródło: opracowanie własne]

Tab. 3. Wyniki pomiarów natężenia hałasu dla tramwajów

Punkt pomiarowy	Godzina wykonania pomiaru	Natężenie hałasu [dB]
Przystanek, punkt pomiarowy nr 1	8:00	69,9
	15:00	68,5
	22:30	69,3
Przystanek, punkt pomiarowy nr 2	8:00	72,1
	15:00	55,3*
	22:30	69,0
Przystanek, punkt pomiarowy nr 3	8:00	56,7*
	15:00	58,9*
	22:30	62,4*
Przystanek, punkt pomiarowy nr 4	8:00	72,3
	15:00	73,6
	22:30	68,1
Przystanek, punkt pomiarowy nr 5	8:00	65,9
	15:00	67,7
	22:30	68,1

*brak tramwaju na przystanku
[źródło: opracowanie własne]

Tab. 4. Wyniki pomiarów natężenia hałasu dla autobusów miejskich

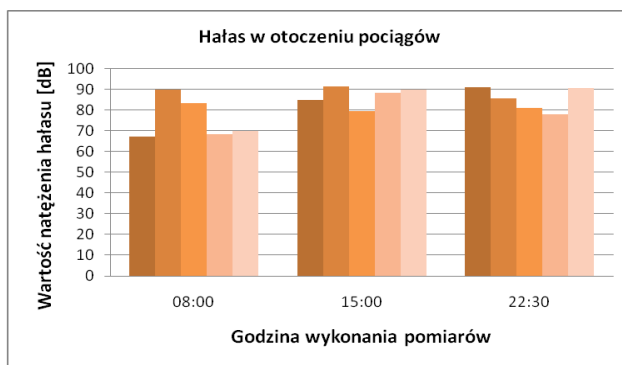
Punkt pomiarowy	Godzina wykonania pomiaru	Natężenie hałasu [dB]
Przystanek, punkt pomiarowy nr 1	8:00	70,1
	15:00	68,2
	22:30	56,6*
Przystanek, punkt pomiarowy nr 2	8:00	54,7*
	15:00	67,8
	22:30	66,3
Przystanek, punkt pomiarowy nr 3	8:00	62,5
	15:00	64,9
	22:30	69,9
Przystanek, punkt pomiarowy nr 4	8:00	58,5*
	15:00	59,8
	22:30	48,9*
Przystanek, punkt pomiarowy nr 5	8:00	65,7
	15:00	70,2
	22:30	62,3

*brak autobusu na przystanku
[źródło: opracowanie własne]

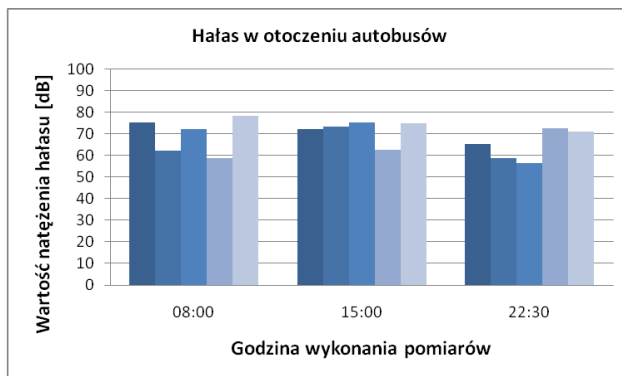
Wartości natężenia hałasu zmierzone na peronach dworca kolejowego mieszczą się w przedziale <67,3dB ; 91,5dB>. Średnia tych pomiarów wynosi 82,5dB. Należy jednak zauważyć, że najniższe wartości natężeń dźwięku zmierzono wtedy, gdy na peron nie nadjeżdżał żaden pociąg lub na peronie stał pociąg, oczekujący na odjazd.

Wartości natężenia hałasu zmierzone na stanowiskach dworca autobusowego były dużo niższe, niż na peronach dworca kolejowego. Najniższa zmierzona wartość to 56,6dB (przy braku autobusu w pobliżu punktu pomiarowego), najwyższa to 78,4dB. Średnia z tych pomiarów to 68,6dB.

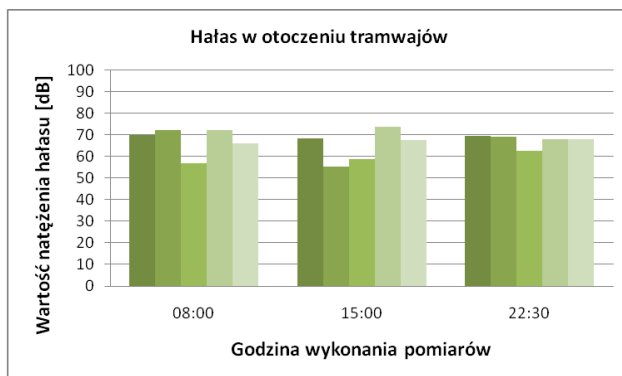
Podobnymi wartościami charakteryzowały się wyniki pomiaru hałasu na przystankach: autobusowym i tramwajowym. Na przystanku tramwajowym, wartości te mieściły się w przedziale <55,3dB ; 73,6 dB>, a na przystanku autobusowym - <48,9dB ; 70,2dB>. Tak jak w poprzednich przypadkach, najniższe wartości odpowiadały sytuacjom, gdy podczas pomiaru na przystanek nie nadjeżdżał tramwaj lub autobus, lub autobus stał na przystanku z wyłączonym silnikiem (48,9dB). Średnia wartość zmierzona w otoczeniu przystanku tramwajowego wynosiła 66,5dB, a w otoczeniu przystanku autobusowego – 63,1dB. Wykresy na rysunkach 6-9 przedstawiają zmierzone wartości hałasu dla poszczególnych środków transportu w trzech interwałach czasowych.



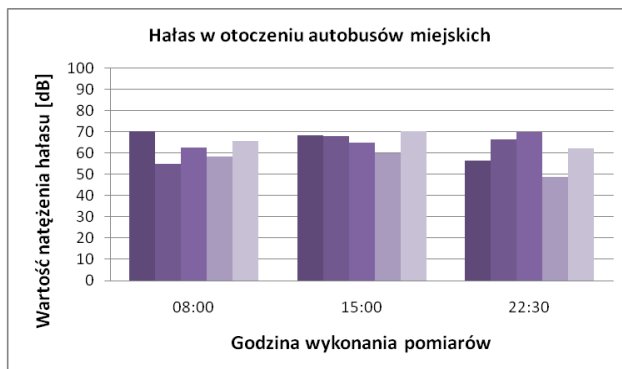
Rys. 6. Wartości hałasu emitowanego w otoczeniu pociągów
[źródło: opracowanie własne]



Rys. 7. Wartości hałasu emitowanego w otoczeniu autobusów
[źródło: opracowanie własne]



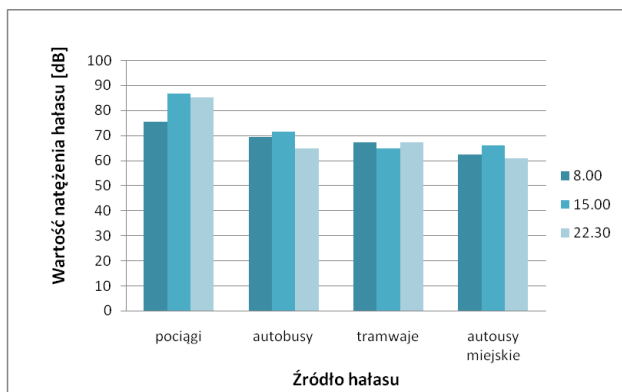
Rys. 8. Wartości hałasu emitowanego w otoczeniu tramwajów
[źródło: opracowanie własne]



Rys. 9. Wartości hałasu emitowanego w otoczeniu autobusów miejskich
[źródło: opracowanie własne]

Na wykresach wyraźniej niż w tabelach widać, że hałas emitowany przez pociągi jest znacznie wyższy niż hałas emitowany przez

pozostałe źródła. Co ciekawe, wartości hałasu emitowanego przez autobusy przewożące pasażerów pomiędzy miastami były wyższe, niż wartości hałasu emitowanego przez autobusy miejskie. Ten fakt wydaje się ciekawy nie tylko ze względu na podobną budowę tych pojazdów, ale również fakt, że stanowiska autobusów „międzymiastowych” są nieco osłonięte od ruchu ulicznego, który podnosi poziom hałasu komunikacyjnego. Być może wyższe wartości zarejestrowane na dworcu autobusowym wynikają z sąsiedztwa dworca kolejowego i hałasu emitowanego przez przyjeżdżające pociągi. Nie zauważono istotnej różnicy w wartościach zmierzonych natężeń hałasu w różnych porach dnia. Wykres na rys.10 przedstawia porównanie średniego poziomu zmierzonego hałasu emitowanego przez różne źródła w różnych godzinach.



Rys. 10. Porównanie średnich wartości zmierzonego hałasu komunikacyjnego

Mimo braku trendu w zmierzonych wartościach średnich w odniesieniu do wybranych godzin wykonywania pomiarów, można jednak zauważyć, że najwyższe wartości w trzech z czterech przypadków zostały zmierzone o godzinie 15:00. Wynika to zapewne ze szczytowych godzin ruchu miejskiego.

Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007[4] roku definiuje wartości dopuszczalnych poziomów hałasu, emitowanego przez poszczególne grupy źródeł, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie elektroenergetyczne na przykład w otoczeniu zabudowy miejskiej, skrzyżowań, pojazdów i środków komunikacji zbiorowej. Według tego rozporządzenia dopuszczalne poziomy hałasu dla terenów w strefie śródmiejskiej miast powyżej 1000 mieszkańców mogą wynosić 68 dB dla pory dziennej oraz 60 dB dla pory nocnej. Są to dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku miejskim, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez straty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linii elektroenergetycznych. Wszystkie wartości hałasu zmierzone w otoczeniu pojazdów komunikacji zbiorowej przekraczają te dopuszczalne normy. W kilku przypadkach, hałas w otoczeniu autobusów mieści się w zadanej wartości granicznej, ale są to zazwyczaj wyniki pomiarów w czasie, gdy do punktu pomiarowego nie nadjeżdżał autobus.

3. Równoważny poziom dźwięku

Na podstawie wyliczonych średnich obliczono równoważny poziom dźwięku w otoczeniu miasta w porze dziennej L_{eqD} , tj. w przedziale czasu odniesienia równemu 16 godzinom (wartości średnie z pomiarów o godzinie 8:00 i 15:00) oraz w porze nocnej L_{eqN} , tj. w przedziale czasu odniesienia równemu 8 godzinom (wartości średnie z pomiarów o godzinie 22:30). Wzór na równoważny poziom dźwięku (1) znajduje się poniżej.

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \right] \quad (1)$$

L_{eq} – równoważny poziom dźwięku [dB/A]

L_i – zmierzona wartość poziomu dźwięku [dB/A]

T – ilość przedziałów czasowych $\sum t_i = T$

[źródło: <http://nop.ciop.pl>]

Tab. 5 przedstawia wartości równoważnego poziomu dźwięku dla pory dziennej i nocnej, osobno dla różnych źródeł hałasu.

Tab. 5. Równoważny poziom dźwięku dla pory dziennej i nocnej

Źródło dźwięku	L_{eqD} [dB]	L_{eqN} [dB]
pociągi	81,2	85,1
autobusy	70,5	64,8
tramwaje	66,1	67,4
autobusy miejskie	64,2	60,8

Podsumowanie

Obliczenia równoważnego poziomu dźwięku wskazują, że wszystkie zmierzone wartości przekraczają zawarte w Rozporządzeniu Ministra środowiska wartości dopuszczalne dla emisji przez poszczególne grupy źródeł. Wysokie wartości mierzonych wielkości wynikają na pewno z niewielkiej odległości punktu pomiarowego od źródła hałasu, ale niewątpliwie mogą znacząco wpływać na wysoki poziom zmęczenia osób przebywających przez dłuższy czas na obszarze objętym badaniem. Niezbędne jest więc ciągłe kontrolowanie poziomu natężenia dźwięku emitowanego przez pojazdy komunikacji zbiorowej w mieście oraz wprowadzanie odpowiednich korekcyjnych i działań prewencyjnych.

Bibliografia:

- http://nop.ciop.pl/m6-3/m6-3_1.htm
- Orczyk M. 2018. Analiza hałasu wewnętrznego autobusów komunikacji miejskiej.
- <https://www.ekologia.pl/drukuj/artukul/13646/>
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. Załącznik do obwieszczenia Ministra Środowiska z dnia 15 października 2013 r. (poz. 112)
- Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku
- Szołtysek J., Twaróg S. 2012. Problematyka hałasu we współczesnych miastach. Studia miejskie, tom 6, str. 75-84
- <https://itunes.apple.com>
- <https://pkk.info.pl>
- <http://www.wirtualny-sekretariat-krakow.pl>

The level of noise in the surroundings of public transport vehicles

The article discusses the problem of excessive noise levels in the city. Especially, this concerns Communications noise, which is caused by public transport, such as: trams, buses and trams. The level of noise emitted by these vehicles was analyzed, taking into account different hours and the measured values were compared with the limit values set in the normative documents (the Regulation of the Minister of the Environment of June, 14, 2017)

Keywords: noise, public transport, noise intensity, noise level

Autor:

dr inż. **Karolina Trzyniec** – Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, Laboratorium Eksperymentalnych Technik Badawczych Surowców i Produktów Biologicznych, e-mail: karolina.trzyniec@urk.edu.pl