

BADANIE EMISJI HAŁASU KOMUNIKACYJNEGO W MIEŚCIE PIŁA

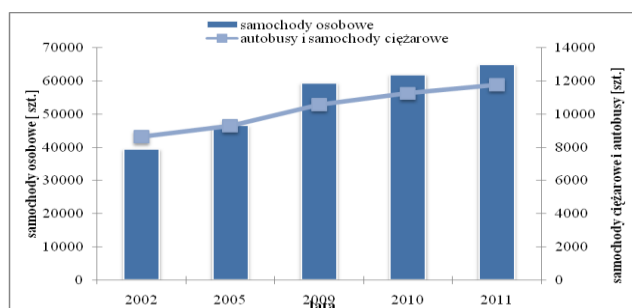
Problem wpływu hałasu na organizm ludzki jest złożony i trudny. Odnosi się do człowieka, ustroju biologicznego, jako jednostki intelektualnej oraz jednostki grupy społecznej jak i wszelkich aspektów jego życia. Od dłuższego czasu przykuwa uwagę chęć poznania oddziaływania hałasu na stan zdrowia, co za tym idzie funkcje poszczególnych narządów, szczególnie jego wpływ na wydajność i jakość pracy. Równie ważny jest przejaw subiektywistycznych doznań i relacji jednostkowej osoby i całego społeczeństwa żyjącego w warunkach trwałego oddziaływania uciążliwych dźwięków. Człowiek i wszystkie strefy jego życia są podległe wpływowi hałasu, gdzie skutki tego oddziaływania są ujemne. Z tego też powodu w pracy podjęto analizę poziomu hałasu w mieście Piła w kluczowych dla mieszkańców miejscach miasta. W tym celu wytypowano 10 miejsc na terenie miasta w których dokonano pomiaru poziomu hałasu środków transportu w różnych porach dnia. Badania były prowadzone w dni robocze oraz podczas weekendu

WSTĘP

Hałas współtowarzyszy człowiekowi od bardzo dawnych czasów. Dźwięk jest zjawiskiem fizycznym i zależy od pewnej liczby czynników. Oznacza to, że identyczny dźwięk może być uznany pozytywnie jako zjawisko pożyteczne, a innym razem jako hałas będący niepożądanym, uciążliwym.

Problem wpływu hałasu na organizm ludzki jest złożony i trudny. Odnosi się do człowieka, ustroju biologicznego, jako jednostki intelektualnej oraz jednostki grupy społecznej jak i wszelkich aspektów jego życia. Od dłuższego czasu zwraca uwagę chęć poznania oddziaływania hałasu na stan zdrowia, co za tym idzie funkcje poszczególnych narządów, szczególnie jego wpływ na wydajność i jakość pracy. Równie ważny jest przejaw subiektywistycznych doznań i relacji jednostkowej osoby i całego społeczeństwa żyjącego w warunkach trwałego oddziaływania uciążliwych dźwięków. Człowiek i wszystkie strefy jego życia są podległe wpływowi hałasu, gdzie skutki tego oddziaływania są ujemne. Tempo przyrostu niechcianych dźwięków we współczesnym świecie przez ostatnie dziesięciolecia minionego wieku cechowały się podwyższeniem poziomu hałasu o 1dB biorąc pod uwagę skalę światową. Jest to więc problem o niewątpliwym znaczeniu dla pojedynczego człowieka jak i dla całego społeczeństwa. Tym więcej, że źródła hałasu są jeszcze liczniejsze, występują w każdej przestrzeni pobytu człowieka i stają się zagrożeniem coraz to większej liczbie osób. Hałas pozostał jednym z kluczowych czynników przesądzających o jakości życia społeczeństwa w dużych aglomeracjach miejskich. Natężenie hałasu, jego pochodzenie, rodzaj jak i zmienność w czasie odniesione do istoty rozpatrywanego miejsca określa klimat akustyczny [5, 6, 20].

Hałas komunikacyjny jest aktualnie jednym z najbardziej rozpowszechnionych i dominującym wśród źródeł hałasu. Szczególnie hałas drogowy nabywa coraz większego znaczenia wobec dynamicznego wzrostu liczby pojazdów na polskich drogach. Na podstawie analizy danych GUS opracowano wykres przedstawiający przyrost liczby środków transportu w powiecie piłskim na przestrzeni lat 2002–2011 (rys 1). Obecnie obserwuje się starania do obniżenia hałasu środków transportu.



Rys. 1. Liczba zarejestrowanych wybranych pojazdów w powiecie piłskim na przestrzeni lat 2002-2011

Opierając się na wynikach pomiaru hałasu zgromadzonych przez Inspekcję Ochrony Środowiska wynika, że liczba osób zagrożonych hałasem w Polsce mieści się w granicach 13–15mln, a średni ekwiwalentny poziom hałasu dla pory dziennej w miastach stanowi około $L_{Aeq} = 72,4\text{dB}$ [8]. Z tego też powodu należy podjąć działania do ograniczenia, jak i monitorowania hałasu drogowego.

1. ŹRÓDŁA HAŁASU ŚRODKÓW TRANSPORTU

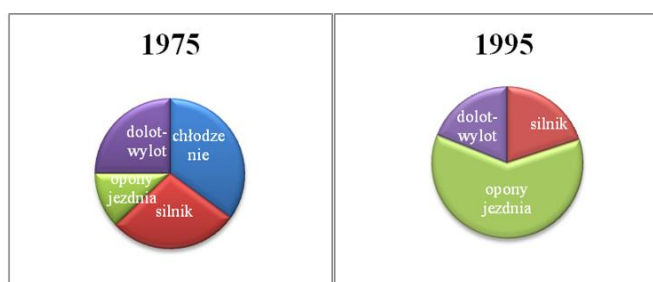
Pojazdy samochodowe składają się z wielu systemów i elementów. Są skomplikowanym układem technicznym. W sprawie umożliwienia właściwości trakcyjnych, decydujące z nich to silnik, różnego rodzaju przekładnie, zawieszenie, układy hamulcowe oraz układ wydechowy. Wysoce dużo elementów budowy drogowego środka transportu jest łożyskowane, a wszystkie te elementy są źródłami hałasu. Drgania i hałas pracujących silników samochodów ujawniają cechy charakterystyczne, które można podzielić na następujące grupy ze względu na źródło [5,13]:

- proces spalania mieszanki paliwowo-powietrznej w silniku spalinyowym, w wyniku czego powstałe siły wywołują drgania elementów silnika. Częstotliwość tych sił mieści się w granicach 20 – 180Hz, gdzie wartość częstotliwości tych sił uzależniona jest od prędkości obrotowej i rodzaju silnika. Drgania własne poszczególnych elementów poddanych działaniu tych sił, mieści się w zakresie 1000-5000Hz,
- rozprężanie gazów wylotowych i drgania układu wydechowego,
- współpraca ogumienia kół jezdnych z nawierzchnią, powodujące drgania z przyczyn mechanicznych i aerodynamicznych w zakresie częstotliwości 10 do 200Hz,

- zawirowania strug powietrza jako hałas aerodynamiczny wokół nadwozia, układu ssącego silnika, chłodnic i wentylatorów. Generowany hałas rośnie do różnych potęg w zależności od prędkości jazdy. Klasyfikując częstotliwość drgań w zakresie 2000-5000Hz.

Wszystkie te elementy są źródłami „niechcianego” hałasu. Według źródła powstania, hałas związany z ruchem samochodu można podzielić na: mechaniczny oraz aerodynamiczny (hydrodynamiczny).

Przez wiele lat za główne źródło hałasu środków transportu był uważany silnik, jak również układy dolotowe i wylotowe miały znaczenie w ogólnym rozkładzie generowanego hałasu zewnętrznego. Wraz ze stosowaniem nowych technologii zmienił się ten udział elementów pojazdu generujących hałas. Na poniższym rysunku przedstawione zostało porównanie udziału hałasu poszczególnych układów samochodu osobowego [14].



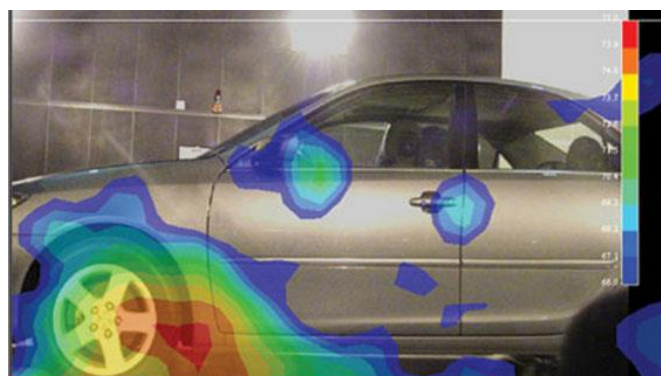
Rys. 2. Porównanie źródeł generujących hałas dla typowych niemieckich samochodów osobowych w latach 1975 i 1995 [14]

Polskie badania prowadzone od trzydziestu ostatnich lat wykazały, że występują wysokie różnice w emisji hałasu generowanego przez środki transportu pomiędzy pojazdami z początku lat osiemdziesiątych XX wieku i pojazdami w 2011 roku. Różnica ta wynosi od 5.2 do 6.2 (dB). Biorąc pod uwagę pojazdy ciężarowe, to różnica jest jeszcze większa i wynosi od 5.6 dB do 8.2 dB. Co warto podkreślić, różnice te wzrastają dla niższych wartości prędkości. Efekt ten powiązany jest z doskonalszymi konstrukcyjnie jednostkami napędowymi (elastyczność silnika, moc itp.). Badania w latach dziewięćdziesiątych XX wieku prowadzone były w znaczącym udziale środków transportu produkcji krajowej, jak również na nowocześniejszych konstrukcjach powstałych poza Polską. Poziom generowanego hałasu uległ zmniejszeniu, lecz emisja hałasu w zakresie większych prędkości do emisji z początku lat osiemdziesiątych XX wieku wciąż była zbliżona [1].

Na podstawie wyników aktualnych badań poziomu hałasu powstałego od pojazdów o napędzie hybrydowym można zauważyć, że różnica ta pomiędzy pojazdami z lat osiemdziesiątych wynosi od 5.7 do 11.9 (dB), a pojazdami z obecnego „parku samochodowego” od 0.5 do 5.7 (dB). Charakterystyczne dla tych pojazdów jest to, że silnik elektryczny ma niską emisję hałasu. Biorąc pod uwagę zakres prędkości występujących na obszarze zabudowanym, gdzie możliwa jest jazda przy użyciu silnika elektrycznego (np. dla Toyoty Prius jest około 50 km/h). Przy wyższych prędkościach powstały hałas dla tych pojazdów zwiększa się i jest zbliżony do hałasu powstałego od pojazdów z konwencjonalnym silnikiem spalinowym. Różnica ta wyniosła zaledwie 0.5 dB przy prędkości 100 km/h [1].

Obecnie uważa się, że największym źródłem hałasu i drgań jest współpraca kół z nawierzchnią jak i hałas aerodynamiczny. Lokalizacja głównych źródeł hałasu poruszającego się środka transportu, czyli będącego pod działaniem wymuszeń aerodyna-

micznych, przedstawia przy wykorzystaniu mapy akustycznej pojazdu z uruchomionym silnikiem w tunelu aerodynamicznym rysunek 3.



Rys. 3. Mapa akustyczna pojazdu z uruchomionym silnikiem w tunelu aerodynamicznym [2]

2. METODY OKREŚLANIA POZIOMU HAŁASU DROGOWYCH ŚRODKÓW TRANSPORTU

Hałas drogowy w obecnym czasie jest dominującym i powszechnie występującym zagrożeniem, wpływający na klimat akustyczny wielu aglomeracji miejskich. Wiąże się to z dynamicznie rozwijającą się siecią drogową oraz dużą liczbą poruszających się po nich środków transportu. Sytuacja ta powoduje intensywny rozwój badań nad rozpoznaniem zjawisk, które mają wpływ na rozchodzenie się dźwięków w środowisku aglomeracji miejskiej [4, 11, 15].

Pierwsze badania polegały na określeniu zależności pomiędzy wartością wskaźnika oceny hałasu występującego w punkcie obserwacji a parametrami charakteryzującymi źródło dźwięku, nie uwzględniając wpływu warunków otoczenia. W badaniu tym założono, że źródło dźwięku znajduje się na powierzchni idealnie odbijającej. Za wskaźniki oceny uciążliwości przyjęto poziom dźwięku L_{10} (poziom quasimaksymalny) lub L_{50} (poziom średni) [7, 21].

Badania prowadzone w kolejnych latach charakteryzowały się szybkim postępem w dziedzinie akustyki aglomeracji miejskiej. Zawierały one badania podstawowe w zakresie zgromadzonej wiedzy, jak i badań empirycznych. Problematyczność związana z emisją dźwięku i rozprzestrzenianiu się zaburzenia fal dźwiękowych w zabudowie urbanistycznej ukierunkowana była na przedstawieniu modeli analitycznych emisji hałasu dla różnych źródeł mając na przykładzie komunikację drogową, kolejową czy lotniczą [3].

Dla zobrazowania akustycznych źródeł hałasu przyjęto przede wszystkim równoważny poziom dźwięku [10, 18] lub charakterystykę widmową. Pomiar hałasu są dokonywane w ustalonym punkcie obserwacji, gdzie najczęściej była to odległość $d=1m$ lub $d=10m$ od krawędzi jezdni [12, 21]. Dla najnowszych prac z tego zakresu źródło hałasu może być również określone przez moc akustyczną równoważną emisji dźwięku do otoczenia [19].

Pomiary hałasu środowiskowego sprzężonego z ruchem komunikacyjnym można wykonać posługując się [16]:

- metodę pośrednią, jest to metoda pojedynczych zdarzeń akustycznych,
- metodę bezpośrednią pomiarów hałasu przy wykorzystaniu próbkowania,
- metodę bezpośrednich ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie.

Wybór właściwej metody zależy od natężenia ruchu na badanym odcinku. W metodzie pojedynczych zdarzeń akustycznych należy zmierzyć poziom ekspozycyjny (L_{AE}). Łączy się w klasy pojedyncze zdarzenia akustyczne, gdzie wyznacza się średni po-

ziom ekspozycyjny razem z odchyleniem standardowym. Przy pomiarze hałasu środków transportu poruszających się po drogach, pojedyncze zdarzenia akustyczne dzieli się w czterech klasach:

- L_p - pojazdy lekkie przejeżdżające w prawo arterią komunikacyjną (patrząc z wyznaczonego punktu pomiarowego w kierunku jezdni),
- L_1 - pojazdy lekkie przejeżdżające w lewo jezdnią arterii komunikacyjnej (patrząc z wyznaczonego punktu pomiarowego w kierunku jezdni),
- C_p - pojazdy ciężkie przejeżdżające w prawo po jezdni arterii komunikacyjnej (patrząc z wyznaczonego punktu pomiarowego w kierunku jezdni),
- C_1 - pojazdy ciężkie przejeżdżające w lewo po jezdni arterii komunikacyjnej (patrząc z wyznaczonego punktu pomiarowego w kierunku jezdni).

Do pojazdów lekkich kwalifikuje się: samochody głównie osobowe jak i dostawcze, zaś do pojazdów ciężkich: autobusy, pojazdy ciężarowe, ciągniki oraz inne hałaśliwe pojazdy. Metoda ta stosowana jest przy liczbie poruszających się środków transportu poniżej 300 na godzinę [16].

Metoda bezpośrednich pomiarów z wykorzystaniem próbkowania, polega na określeniu ekwiwalentnego poziomu dźwięku na bazie badań w określonych okresach pomiarowych. Okresy pomiarowe wyznacza się na podstawie grupowania godzin, w których [9, 16]:

- wartość natężenie ruchu nie różni się więcej niż 25% dla każdej godziny,
- różnica w udziale ciężkich pojazdów nie jest wyższa niż 10%.

Wykonuje się pomiary (próbki) po 10 minut każda. Metoda próbkowania stosowana jest do pomiaru hałasu w otoczeniu dróg o natężeniu wyższym niż 300poj./h.

Przy skorzystaniu z metody bezpośredniego ciągłego pomiaru w ograniczonym czasie, wartości równoważnego poziomu hałasu określa się na podstawie wyników ciągłej obserwacji zmian poziomu dźwięku w czasie odniesienia. Z całego okresu ciągłego pomiaru hałasu wyklucza się dane otrzymane w odcinkach czasu, dla których nie zostały spełnione warunki atmosferyczne. Odcinki czasu, które zostały wykluczone z obserwacji poziomów hałasu, a ich wartości określa się przy wykorzystaniu metod obliczeniowych.

3. ŚRODKI BADANIA POZIOMU HAŁASU ŚRODKÓW TRANSPORTU

Podczas badania korzystano z przyrządu zwanego sonometrem. Jest to podstawowy przyrząd do pomiaru parametrów hałasu. Umożliwia on pomiar: poziomu ciśnienia akustycznego w paśmie częstotliwości określonym przez typ mikrofonu, poziomu dźwięku hałasu według krzywych korekcyjnych A,B,C, a także widma częstotliwościowego.

Do pomiaru parametrów fizycznych i wielkości stosowanych w ocenie oddziaływania hałasu stosuje się sonometry całkujące o rozbudowanych układach elektronicznych zapewniających oprócz możliwości pomiaru opisanych powyżej, także pomiary poziomu dźwięku równoważnego określonego zależnością [12]:

gdzie:

$$L_{eq} = \frac{10 \log 1}{T} \int_0^T \frac{p_{op}(t)}{p_o^2} dt \quad (1)$$

$p_{op}(t)$ – chwilowa wartość ciśnienia akustycznego w [Pa],

p_o – akustyczne ciśnienie odniesienia w [Pa],

T – czas, dla którego określony jest poziom równoważny [s].

Pomiar ten polega na zmianie sygnału elektrycznego na sygnał w którym proporcja zakodowana jest w częstotliwości sygnału. Wskazuje to na to, że im większa wartość poziomu ciśnienia akustycznego, tym wyższa częstotliwość sygnału, który jest sumowany w układzie całkującym. Sonometry całkujące wbudowane mają zegar, który steruje pracą układu całkującego w zaprogramowanym przedziale czasu. Niektóre modele mają możliwość pomiaru tzw. ekspozycyjnego poziomu dźwięku (SEL) przedstawianego zależnością:

$$L_{AX} = \frac{10 \log 1}{\tau_{ref}} \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{p_A(t)}{p_o} \right)^2 dt \quad (2)$$

gdzie:

L_{AX} – ekspozycyjny poziom dźwięku (SEL) [dB(A)],

$p_A(t)$ – chwilowa wartość poziomu dźwięku [dB(A)],

τ_{ref} – czas odniesienia równy 1s.

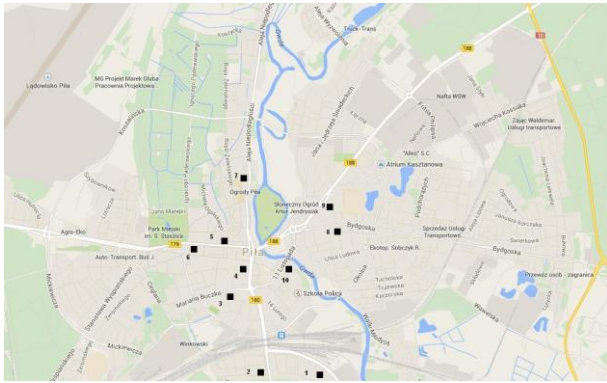
4. METODYKA BADAŃ

Obiektem badań było miasto Piła położone nad rzeką Gwdą, na pograniczu województwa Zachodniopomorskiego i Wielkopolskiego. Piła dzięki takiemu położeniu geograficznemu należy do znaczących w skali kraju skrzyżowań szlaków komunikacyjnych. Przecinają się tu drogi i linie kolejowe, prowadzące z Pomorza na południe (do Poznania), Gorzowa i dalej do Niemiec oraz ze Szczecina do Bydgoszczy, Torunia i Warszawy. Powstały hałas pochodzący od pojazdów generowany jest przez wewnętrzny (lokalny), jak i tranzytowy ruch środków transportu.

Na ogół lokalizację punktów pomiarowych przyjęto przy głównych arteriach miasta biorąc pod uwagę bliskość drogi w aspekcie odległości od zabudowy mieszkalnej oraz obecność szkół, jak również współczynnik występowania w potoku poruszających się środków transportu po arteriach komunikacyjnych miasta pojazdów których masa całkowita przekracza 3,5t. Na terenie miasta wybrano łącznie 10 punktów pomiarowych:

- punkt pomiarowy nr 1 Aleja Poznańska,
- punkt pomiarowy nr 2 ul. Siemiradzkiego,
- punkt pomiarowy nr 3 ul. Buczka,
- punkt pomiarowy nr 4 Aleja Piastów,
- punkt pomiarowy nr 5 Aleja Jana Pawła II,
- punkt pomiarowy nr 6 Aleja Wojska Polskiego,
- punkt pomiarowy nr 7 Aleja Niepodległości,
- punkt pomiarowy nr 8 ul. Bydgoska,
- punkt pomiarowy nr 9 Aleja Powstańców Wielkopolskich,
- punkt pomiarowy nr 10 ul. 11 Listopada.

Lokalizację punktów pomiarowych przedstawia poniższy rysunek.

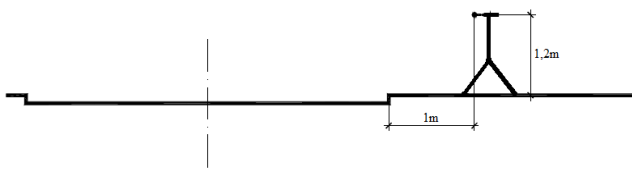


Rys. 4. Miejsca pomiarowe w mieście Piła [22]

Pomiary hałasu w mieście Piła prowadzone były głównie w miesiącu październiku w dwóch porach dnia: rano – pomiędzy godziną 6:00 a 8:00 i popołudniu – pomiędzy godziną 15:00 a 17:00. Pomiary w podanych godzinach prowadzono również w zależności od rodzaju dnia (dzień roboczy, weekend), ze względu na charakterystyczny ruch pojazdów.

Pomiary przeprowadzone zostały w oparciu o Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem (Dz.U. 2007 r. nr 192., poz. 1392).

Urządzenie pomiarowe umieszczono na wysokości $1,2 \pm 0,1\text{m}$ nad poziomem nawierzchni jezdni i skierowano prostopadłe do osi przejeżdżających środków transportu. Dla każdego punktu pomiarowego pomiary wykonano po jednej stronie arterii miasta, w takiej samej odległości, wynoszącej 1m od krawędzi jezdni (rys. 5). Ze względu na zawarte wymagania w Rozporządzeniu odnoszące się do warunków pogodowych, konieczne było określenie temperatury otoczenia, siły i kierunku wiatru. W trakcie trwania pomiarów temperatura powietrza była wyższa niż 5°C , natomiast prędkość wiatru nie przekraczała 5m/s , jak również nie występowały opady atmosferyczne. Realizowane pomiary hałasu dokonywano właśnie w takich warunkach pogodowych, aby maksymalnie odseparować wyniki od wpływów atmosferycznych.



Rys. 5. Szkic usytuowania urządzenia pomiarowego

Do wyznaczenia poziomu hałasu zastosowano metodę bezpośrednich pomiarów natężenia poziomów hałasu z wykorzystaniem próbkowania, gdyż liczba pojazdów poruszających się po ulicach miasta Piły, przy których miały zostać wykonywane pomiary przekracza 300 pojazdów na godzinę.

Poziomu równoważny hałasu L_{Aeq} został obliczony na bazie chwilowych wartości poziomów dźwięku rejestrowanych co 1 sekundę podczas 10 minutowego czasu trwania pomiaru. Poziom ten określa zależność [16,21]:

$$L_{eq} = \frac{\log 1}{T} \sum_{i=1}^n ti \cdot 10L_{ai} \quad (3)$$

gdzie:

- L_{eq} – poziom natężenia hałasu występujący w czasie t [dB],
- T – czas wystąpienia hałasu o poziomie L_{ai} [s],

$$\sum_{i=1}^n ti \quad \text{– czas obserwacji}$$

Do ustalenia oceny wartości poziomu natężenia hałasu w mieście Piła wyniki pomiarów porównano z wartościami dopuszczalnymi określonymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku z dnia 14 czerwca 2007 roku. (Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826) [17].

Pomiary hałasu w mieście Piła wykonane zostały cyfrowym miernikiem poziomu dźwięku typu SL-451 niemieckiej firmy VOLT-CRAFT spełniającym wymagania EN 61 672-1, który przedstawiony został na rysunku 6. SL-451 należy do przyrządów pomiarowych 2 klasy dokładności. W pierwotnej konfiguracji urządzenie to wyposażone zostało w $\frac{1}{2}$ " mikrofon pojemnościowy. Przy zastosowaniu tego urządzenia możliwy jest pomiar posługując się korekcją częstotliwościową („A” „C”) oraz stałymi czasowymi: „F” (Fast-szybko=125ms), „S”(slow-wolno=1s). Charakterystyka częstotliwościowa zgodnie z korekcją „A” wykorzystywana jest jako charakterystyka stymulująca reakcje ludzkiego słuchu na dźwięk z obszaru pasma słyszalnego. Natomiast przy dźwiękach o dużych poziomach lub niskich częstotliwościach stosuje się charakterystykę częstotliwościową „C”. Dokonując odpowiedniej konfiguracji stałej czasowej i charakterystyki częstotliwościowej, urządzenie to może posłużyć do badań hałasu środowiskowego, przemysłowego, czy też na stanowiskach pracy.



Rys. 6. Cyfrowy miernik poziomu dźwięku typu SL-451

Zarejestrowane pomiary podczas badań przy użyciu miernika SL-451 mogą zostać zapisane w wbudowanej pamięci, a transmisję danych do komputera zapewnia oprogramowanie VOLTSOFT. W celu zobrazowania przeprowadzonych badań w zakresie pomiarów hałasu w mieście Piła, wykonano zbiorczą tabelę 1.

Tab. 1. Zbiorcze wyniki pomiarów poziomów hałasu od poruszających się drogowych środków transportu dla wszystkich przedstawionych punktów pomiarowych

Lp.	Punkt pomiarowy	Pomiar poranny L_{eq} (dB)		Pomiar popołudniowy L_{eq} (dB)		Norma (dB)
		Dzień roboczy	Weekend	Dzień roboczy	Weekend	
1	Aleja Poznańska	75,27	62,59	71,61	71,10	60dB
2	ul. Siemiradzkiego	71,93	63,34	69,55	68,09	
3	ul. Buczka	71,74	60,49	70,51	66,00	
4	Aleja Piastów	71,11	62,56	69,13	68,46	
5	Aleja Jana Pawła II	75,14	61,28	69,77	65,94	
6	Aleja Wojska Polskiego	70,85	62,97	69,55	68,42	
7	Aleja Niepodległości	69,70	61,73	68,31	68,18	
8	ul. Bydgoskiej	67,17	62,52	67,01	65,84	
9	Aleja Powstańców Wlkp.	68,43	63,61	69,24	67,69	
10	ul. 11 Listopada	70,89	64,85	70,91	67,32	

Z tabeli 1 zestawionych wyników pomiarów poziomów hałasu dla wszystkich punktów pomiarowych można zauważyć, że największy poziom natężenia hałasu wystąpił w punkcie pomiarowym nr 1 „Aleja Poznańska” i nr 5 „Aleja Jana Pawła II”. Równoznacznie

poziom dopuszczalnego natężenia poziomu hałasu został przekroczony o najwyższą wartość 15dB. Następnie klasyfikowały się kolejno następujące punkty pomiarowe:

- Punkt pomiarowy nr 2 „ul. Siemiradzkiego”
- Punkt pomiarowy nr 3 „ul. Buczka”
- Punkt pomiarowy nr 4 „Aleja Piastów”
- Punkt pomiarowy nr 10 „ul. 11 Listopada”
- Punkt pomiarowy nr 6 „Aleja Wojska Polskiego”
- Punkt pomiarowy nr 7 „Aleja Niepodległości”
- Punkt pomiarowy nr 9 „Aleja Powstańców Wlkp.”
- Punkt pomiarowy nr 8 „ul. Bydgoska”

Z przeprowadzonych pomiarów poziomu natężenia hałasu pochodzącego od poruszających się środków transportu po arteriach miasta Piła, można sformułować następujące wnioski:

- podczas pomiarów praktycznie we wszystkich punktach pomiarowych została przekroczona wartość dopuszczalna poziomu natężenia hałasu,
- dla punktów pomiarowych nr 1-8, poziom hałasu był największy w porze porannej dnia roboczego,
- w punktach pomiarowych nr 9 „Aleja Powstańców Wlkp.” i nr 10 „ul. 11 Listopada” poziom hałasu był większy w porze popołudniowej w porównaniu z porą poranną dnia roboczego,
- wyraźna różnica natężenia poziomu hałasu występuje we wszystkich punktach pomiarowych pomiędzy porą poranną dnia roboczego a porą poranną weekendu,
- porównując pomiar popołudniowy dnia roboczego i weekendu w punktach pomiarowych nr 1 „Aleja Poznańska”, nr 2 „ul. Siemiradzkiego”, nr 4 „Aleja Piastów”, nr 6 „Aleja Wojska Polskiego”, nr 7 „Aleja Niepodległości” wartość poziomu hałasu była bardzo zbliżona do siebie.

PODSUMOWANIE

Hałas powstały przez poruszające się środki transportu w mieście Piła jest uciążliwy dla mieszkańców w szczególności należy wziąć pod uwagę Aleję Poznańską, gdzie wartość poziomu równoważnego wyniosła 75dB. W kolejnym stopniu należy również zwrócić uwagę na, ulicę 11 Listopada i ulicę Buczka, gdyż biorąc pod uwagę trzeci parametr jakim jest odległość jezdni od zabudowy mieszkalnej to na wymienionych ulicach uciążliwość jest znaczna, co również potwierdza rozmowa z mieszkańcami, podczas prowadzenia pomiarów. Dla pozostałych arterii komunikacyjnych miasta przy których mieściły się punkty pomiarowe wartość jest również wysoka, lecz biorąc pod uwagę odległość zabudowań od jezdni to jest większa niż w przedstawionych wyżej przypadkach. Wartości dopuszczalne zostały przekroczone we wszystkich punktach pomiarowych.

BIBLIOGRAFIA

1. Bohatkiewicz J., Zmiany parku samochodowego a poziom hałasu. artykuł portalu internetowego www.edroga.pl.
2. Burdzik R., Stanowiskowe badania hałaśliwości opon. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Z 77, s. 13-20.
3. Campbell S., A critical review of some traffic noise prediction models. Applied Acoustics 2001, s. 271-287.
4. Gaja F., Gimenez A., Sancho S., Reig A., Sampling techniques for the estimation of the annual equivalent noise level Urban traffic conditions. Applied Acoustics 2003. s. 43-53.
5. Gronowicz J., Ochrona Środowiska w transporcie lądowym. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2004.
6. Grzesik J., Bodźce akustyczne. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975.

7. Johson D., Saunders E., The evaluation of noise from freely flowing Road traffic. Journal of Sound and Vibration, 1968, s. 287-309.
8. Kucharski R. J., Zagrożenie hałasem komunikacyjnym w Polsce. Ekopartner 05\1999, s. 20-22.
9. Kucharski R.J., Kurpiowska A., Pelka W., Wskazówki metodyczne opracowania planu akustycznego miasta średniej wielkości. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1998.
10. Kucharski R.J., Metody prognozowania hałasu komunikacyjnego. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1996.
11. Li B., Tao S., Dawson R.W., Evaluation and analysis of traffic noise from the main Urban Road In Beijing. Applied Acoustics 2002, s. 679-691.
12. Lipowicz A., Podstawy pomiaru hałasu. Katowice-Warszawa 1987.
13. Łaszkievicz T., Czym i jak hałasują samochody. Motoryzacyjny Kwartalnik Naukowo-Techniczny (III) 1992, s. 8-11.
14. Merkisz J., Ekologiczne problemy silników spalinowych. Tom I i II. Wyd. Politechnika Poznańska, Poznań 1998.
15. Morillas J.M., Escobar G.V., Sierra J.A.M., Gómez R.V., An environmental noise study In the city of Caceres, Spain. Applied Acoustics 2002, s. 1061-1070.
16. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 października 2007 r. w sprawie Wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów w środowisku substancji lub energii przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem, portem. Dz.U. 2007 nr 192 poz. 1392.
17. Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie Dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku z dnia 14 czerwca 2007 roku. (Dz.U. 2007 nr 120 poz. 826)
18. Rudno-Rudzińska B., Prognozowanie hałasu w środowisku urbanistycznym. OSA-88: Otwarte Seminarium Akustyki, Białowieża 1988.
19. Rudno-Rudzińska B., Stacjonarny równoważny model hałasu ruchu drogowego. OSA-91 Otwarte Seminarium Akustyki, Poznań-Kiekrz 17-20 wrzesień 1991, s. 215-218.
20. Sadowski J., Klimat akustyczny środowiska. Aura 9\2001, s. 14-17.
21. Sadowski J., Podstawy akustyki urbanistycznej. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1982.
22. Plan miasta Piła, strona internetowa: www.maps.google.pl

The road transport noise emission in Piła

The problem of the noise effect on the human body is complex and difficult. It refers to the human biological system, as a member of intellectual and social unit as well as all aspects of his life. For a long time this problem attracts the attention scientists who want to understand the impact of noise on health and the function of various organs, especially its impact on productivity and quality of work. Equally important is the manifestation of emotions and relationships of the person and the whole society living in conditions of chronic, disruptive sounds. Humans and all areas of their life are subject to the influence of noise with all negative effects of this interaction. For this reason, the dissertation describes the level of noise in Piła's key residential areas. The author selected 10 sites within the city limits where the means of transport noise level was measured at different times of the day. Studies have been conducted on weekdays and at weekends.

Autor:

dr inż. **Piotr Gorzelańczyk** – Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. St. Staszica w Pile, Instytut Politechniczny. E-mail: piotr.gorzelaneczyk@pwsz.pila.pl