

14

WYKORZYSTANIE METOD BADAŃ AUDIOMETRYCZNYCH W IDENTYFIKACJI DOKUCZLIWOŚCI HAŁASOWEJ MIESZKAŃCÓW

14.1 WPROWADZENIE

Technologia tworzenia map akustycznych pozwala na przeprowadzenie oceny zagrożenia hałasem populacji mieszkańców miast. Zgodnie z przyjętą metodyką postępowania w tworzeniu map akustycznych realizowane są pomiary akustyczne w środowisku. Wartości uzyskanych pomiarów w punktach referencyjnych środowiska służą przede wszystkim kalibracji mapy i weryfikacji symulowanych wartości poziomu dźwięku [1]. Zgodnie z obowiązującymi przepisami stosowany obowiązek oceny zagrożenia hałasem mieszkańców odnosi się do wyrażenia stanu zagrożenia za pomocą wartości ilościowych.

Podejmowane próby badań w obszarze subiektywnej oceny narażenia na hałas mieszkańców sprowadzają się najczęściej do stosowania metod ankietowych. Wadą podstawową metod ankietowych w ocenie subiektywnej mieszkańców na hałas są przede wszystkim występujące zmienne warunki akustyczne i praktycznie brak powtarzalności jednakowego działania emisji źródeł w każdym badaniu ankietowym.

Dodatkowy problem metodyczny stanowi kwestia zróżnicowania doboru pytań i skali odpowiedzi. W postrzeganiu jakości sygnałów akustycznych istotne znaczenie ma dokuczliwość hałasu.

Jest ona rozumiana, jako stopień uciążliwości hałasu społeczności, ustalony na podstawie badań w terenie [7]. Z definicji tej wynika wprost, że ocena dokuczliwości hałasowej będzie zmienna dla każdego miejsca.

Z przeprowadzonych badań nad interpretacją dokuczliwości hałasowej wynika, że głośność stanowi główny jej czynnik [2]. Subiektywne odczuwanie hałasu uzależnione jest od kombinacji wartości poszczególnych parametrów charakteryzujących sygnał akustyczny. Jednostką dokuczliwości jest noys, co oznacza, że wartość 1 [noys] oznacza dokuczliwość dźwięku o częstotliwościach w zakresie 910-1090 [Hz] i natężeniu 40 [dB]. Zmiana natężenia dźwięku oraz zmiana częstotliwości przy zachowaniu tego samego natężenia powoduje zmianę dokuczliwości. Dokuczliwość hałasową rozpatrywać można w kategorii akustycznych i poza akustycznych czynników.

W szczególności, dokuczliwość hałasowa może być badana poprzez następujące parametry sygnału akustycznego:

- zmienność w czasie oddziaływania źródeł dźwięku,
- rodzaj źródła (ciągły, impulsowy),
- poziom dźwięku i częstotliwość
- zawartość składowych niesłyszalnych.

Wyniki badań poza akustycznych czynników mających wpływ na percepcję wielozmysłową dźwięków wskazują na znaczenie udziału bodźców wzrokowych w odbiorze sygnałów akustycznych [3]. Podejmowany problem polega na opracowaniu zobiektywizowanych miar informacyjnych zagrożenia hałasem mieszkańców. W prezentowanym artykule opisane zostaną możliwości zastosowania metod audiometrycznych dla potrzeb identyfikacji dokuczliwości hałasowej mieszkańców. Zakłada się, że podczas badań audiometrycznych mieszkańcom symulowane będą w szczególności sygnały akustyczne dokuczliwych źródeł, na które są oni narażeni. Otrzymane wyniki badań wykorzystane zostaną w opracowaniu zobiektywizowanego modelu zagrożenia hałasem dla potrzeb wyznaczenia oceny jakości akustycznej w środowisku.

14.2 PRZEGLĄD WYBRANYCH METOD AUDIOMETRYCZNYCH

Podstawowym celem stosowania metod audiometrycznych jest diagnostyka słuchu i na podstawie otrzymanych wyników wnioskowanie o stanie układu słuchowego.

Stosowane metody audiometryczne służą na ogół ocenie stanu poprawności słyszenia. W przypadku stwierdzenia ubytku słuchu stosuje się na ogół dopasowanie protez słuchu korygujących wadę. Wykorzystuje się w tym celu metody subiektywne i obiektywne diagnostyki uszkodzeń słuchu, niezależnie od przyczyn powodujących źródło uszkodzenia. Z uwagi na typ ubytku słuchu wyznaczyć można relacje z percepcją dźwięku w zależności od poziomu dźwięku. W ramach stosowanych metod subiektywnych wyróżnić można:

- audiometrię tonalną (progową) polegającą na określeniu progu słyszenia, najmniejszego natężenia sygnału przy którym podawany jest ton słyszalny,
- audiometrię nadprogową polegającą na wykryciu zaburzeń w obrębie pola słuchowego, w obszarze zawartym pomiędzy progiem słyszenia i progiem bólu.

Badanie za pomocą audiometrii tonalnej pozwala na wykrycie ubytku słuchu dopiero w momencie nieodwracalnego uszkodzenia ślimaka, czas pomiędzy narażeniem na hałas a obserwowanymi przesunięciami progów słyszenia jest długi. Tego typu badanie uzależnione jest od dobrej współpracy pomiędzy dokonującym pomiar i osoby badanej w warunkach kabiny bezechowej [9].

Inną metodą badań uszkodzeń słuchu jest pomiar emisji otoakustycznych jako metody obiektywnej diagnostyki uszkodzeń słuchu. Wykazuje się ona dużą czułością w wykrywaniu niewielkich zmian wynikających z zaburzeń funkcjonowania komórek słuchowych zewnętrznych. Metoda ta pozwala na wczesne wykrycie uszkodzenia komórek w krótkim czasie po narażeniu. Zaletą tej metody jest brak przystosowanego do badań specjalnego pomieszczenia i nie ma konieczności współpracy z osobą badaną.

Emisje otoakustyczne wywołane są powszechnie wykorzystywane w klinice, m.in. z uwagi na zastosowanie w przypadku osób o prawidłowym słyszeniu. Wyniki dotychczasowych badań zastosowania metod emisji otoakustycznych wywołanych wskazują na większą czułość w stosunku do audiometrii tonalnej w wykrywaniu subklinicznych uszkodzeń słuchu spowodowanych przez oddziaływanie hałasu. Badania emisji otoakustycznych wywołanych mają znaczenie prognostyczne w obszarze przewidywania ryzyka rozwoju uszkodzenia słuchu [4]. W ramach stosowanych metod diagnostyki słuchu i dopasowania protez słuchu wyróżnić można:

- metody klasyczne oparte na wynikach audiometrii tonalnej,
- metody oparte o wyniki skalowania głośności.

Oszacowanie dokuczliwości hałasu w badaniu słuchu osób o prawidłowym progu słyszenia przeprowadzone może być z wykorzystaniem eksperymentu polegającego na tym, że słuchacz bezpośrednio przy pomocy liczby ocenia wrażenie głośności wywołane przez dany bodziec. Mogą być w tym przypadku zastosowane dwie metody (ang. magnitude estimation):

- z referencyjnym bodźcem, w którym przyjmuje się bodziec bazowy i każdy następny bodziec ma być oceniony w odniesieniu do referencyjnego. Badaniu podlega wielkość wrażenia bodźca w stosunku do wrażenia referencyjnego,
- bez referencyjnego bodźca z wykorzystaniem dowolnych liczb.

14.3 OPIS WYBRANYCH METOD SKALOWANIA GŁOŚNOŚCI

Metody skalowania głośności należą do grupy metod pomiarowych pozwalających ocenić wielkości wrażenia wywołanego danym bodźcem [10]. Bazują one na prawie Stevensa, zgodnie z którym wielkość cechy wrażenia rośnie proporcjonalnie do natężenia bodźca podniesionego do pewnej potęgi zależnej od rodzaju wrażenia i charakteru bodźca. Jedną z zalet stosowania tej grupy metod to wyznaczenie w prosty sposób progu słyszenia oraz komfortowego poziomu głośności (MCL) i niewygodny (LDL). To pozwala określić zakres dynamiki słuchu. W zależności od potrzeb stosowania metod skalowania wykorzystuje się odpowiednie skale:

- skala nominalna polegająca na przyporządkowaniu przez badanego odbieranych bodźców do określonych grup, bez wyrażania zależności ilościowej (najmniej dokładna skala),
- skala porządkowa polegająca na uporządkowaniu przez badanego odbieranych bodźców ze względu na określony parametr,
- skala interwałowa pozwalająca badanemu określić porządek jak i odległość pomiędzy kolejnymi odbieranymi bodźcami słuchowymi, bez podania punktu odniesienia,
- skala stosunkowa pozwalająca na identyfikację zerowego punktu odniesienia i wyrażenie zależności pomiędzy wartościami przypisanymi ocenianym bodźcom za pomocą ilorazów tych wartości lub alternatywnie za pomocą skali decybelowej. Stosowanie tej skali pozwala na pozyskanie najwięcej informacji o ocenianych obiektach i zależnościach między nimi.

Stosowane metody skalowania głośności:

- metoda WHS – polega na ocenie wrażenia głośności szumowych sygnałów testowych z pasm częstotliwości o szerokości tercji w zakresie od 500 Hz do 6300 Hz i amplitudzie w zakresie od 20 dB do 90 dB (SPL). Badany ma za zadanie określić wrażenie głośności za pomocą liczb z przedziału od 0-55, przy czym skala ta jest podzielona na 7 zakresów odpowiadających ocenom kryterialnym.
- metoda LGOB (ang. Loudness Growth in $\frac{1}{2}$ Octave Bands) opiera się na podobnych założeniach jak skalowanie głośności metodą WHS. W tej metodzie sygnały testowe mają postać szumu białego wąskopasmowego w pasmach o szerokości pół oktawy i częstotliwościach środkowych: 500 Hz, 1000Hz, 2000Hz i 4000Hz. Amplituda sygnału testowego zmienia się w zakresie od 20 do 120 dB z krokiem co 5 dB. Pojedynczy sygnał testowy składa się z trzech półsekundowych próbek szumu oddzielonych półsekundową ciszą. Tester LGOB powinien być skalibrowany do określonego typu słuchawek. Urządzenia stosowane w tej metodzie wyposażone powinny być w specjalny interfejs, który pozwala badanej osobie określić głośność słyszalnego sygnału testowego. Badany ocenia wrażenie głośności za pomocą 7 punktowej skali kategoryjnej.

Metody skalowania głośności pozwalają na analizę całego zakresu słyszenia z możliwością stosunkowo dokładnego wyznaczenia dynamiki uszkodzenia słuchu. Są one szczególnie przydatne w diagnozowaniu ubytków typu odbiorczego. Z punktu widzenia praktycznego badania w metodach tych wykorzystuje się symulowane sygnały testowe.

14.4 KONCEPCJA ZASTOSOWANIA METODY SKALOWANIA GŁOŚNOŚCI W OCENIE DOKUCZLIWOŚCI HAŁASOWEJ

Wybrana metoda skalowania głośności wykorzystana zostanie w ocenie dokuczliwości hałasowej mieszkańców narażonych na oddziaływanie hałasu drogowego. W tym celu zakłada się przeprowadzenie pomiarów poziomu dźwięku, bądź natężenia dźwięku w środowisku miejskim zagrożonym hałasem drogowym w referencyjnych punktach odbiorczych, dla różnych pór doby.

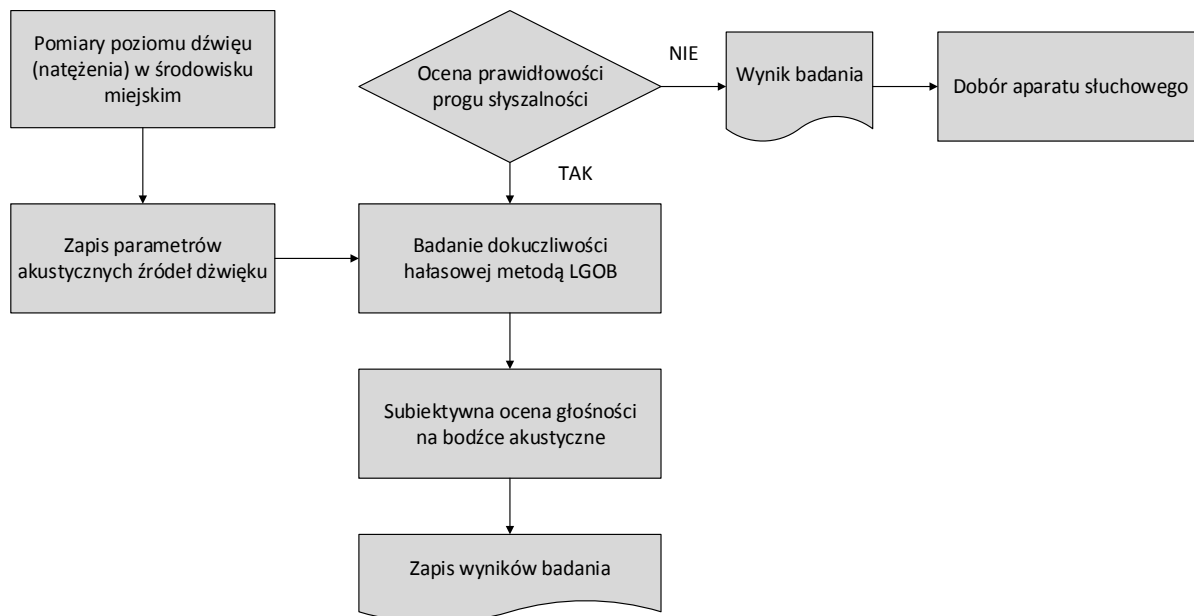
Pozyskane informacje w postaci rejestracji wartości pomiarowych parametrów akustycznych i przebiegów sygnałów akustycznych pochodzących od źródeł hałasu i źródeł pochodzenia naturalnego odtwarzane będą podczas prowadzonych badań audiometrycznych. Ze względu na możliwości praktycznego zastosowania oraz zalety metod skalowania głośności dla potrzeb proponowanych badań zastosowana zostanie metoda LGOB. Zakłada się w tym celu przeprowadzenie badań audiometrycznych osób w dwóch etapach (rys. 14.1):

- ocena prawidłowości progu słyszalności – w przypadku oceny negatywnej dobór aparatu słuchowego i na tym badanie jest zakończone,
- ocena percepcji symulowanych dźwięków niepożądanych i pożądanых o różnej tonalności dla osób otrzymujących pozytywną ocenę z pierwszego etapu.

W ramach przeprowadzenia oceny percepcji dźwięków zakłada się symulacje dźwięków zarejestrowanych przeprowadzonymi pomiarami akustycznymi w środowis-

ku, w miejscach zamieszkania osób badanych. Będą to dźwięki pochodzące ze źródeł hałasu drogowego oraz dźwięki pochodzenia naturalnego.

Zakłada się, że badania docelowo przeprowadzone zostaną dla pięciu grup wiekowych: (< 30), (31-40), (41-50), (51-60), (> 60). Przyjmuje się, że najmniejsza liczebność osób w danej grupie wiekowej wynosić będzie $n = 50$ osób.



Rys. 14.1 Wykorzystanie metody LGOB w badaniu dokuczliwości hałasowej

Źródło: Opracowanie własne

Istotne dla prowadzonych badań będzie zapewnienie jednakowych warunków akustycznych podczas badania audiometrycznego dotyczących zarówno pomieszczenia (tj. kabina bezechowa, izolacyjność akustyczna drzwi) oraz powtarzalności badania przy wykorzystaniu wybranej metody (np. parametry odtwarzanych sygnałów akustycznych, czas immisji). Zakłada się, że badania przebiegać będą w dwóch fazach:

- badania wstępne realizowane wśród mieszkańców Gliwic w pobliżu węzłów komunikacyjnych – 50 osób dla grupy wiekowej (> 60),
- badania docelowe realizowane w różnych miastach na terenach o różnym przeznaczeniu na terenie Polski powyżej 100 tys. mieszkańców – ok. 1000 osób.

Przebieg badania audiometrycznego za pomocą metody LGOB zgodnie z przyjętą metodyką postępowania przebiegać będzie w dwóch etapach:

- pierwszy – dla każdego pasma wyznaczony powinien zostać zakres poziomów natężenia dźwięku, które tolerowane są przez osobę badaną. Wówczas, dla każdego pasma odtwarzany jest sygnał o poziomie 60 dB (SPL) i poziom zmniejsza się o 5 dB do momentu stwierdzenia niesłyszalności sygnału testowego. Za dolną granicę przyjmuje się poziom o 5 dB wyższy. W analogiczny sposób wyznaczana jest górna granica poziomu głośności. Symulowane są sygnały od poziomu 65 dB (SPL) z krokiem 5dB. Za górną granicę przyjmuje się wartość o 5dB niższą od poziomu dźwięku, który został oceniony jako „za głośny” (UCL),

- drugi – polega na symulowaniu losowo sygnałów testowych o poziomach z zakresu etapu pierwszego. Przyjmuje się, że każdy sygnał powinien być zaprezentowany w czasie testu przynajmniej trzy razy lub jest prezentowany tyle razy, aby uzyskać stabilną ocenę dla danego poziomu.

Wyniki testu zaprezentować można za pomocą krzywych ekspansji dla każdego pasma częstotliwości oraz za pomocą prezentacji wyników testu LGOB w postaci wykresu krzywych jednakowego słyszenia. Subiektywna ocena głośności podawanych sygnałów akustycznych podczas prowadzonych badań będzie każdorazowo udokumentowana. W tym celu zakłada się przygotowanie formularza dla każdej osoby poddanej badaniu metodą LGOB, na którym zaznaczane będą wrażenia głośności za pomocą siedmipunktowej skali kategoryjnej, tj.:

0	Nic nie słyszę	4	Głośno
1	Bardzo cicho	5	Bardzo głośno
2	Cicho	6	Za głośno
3	Dobrze		

14.5 OCENA JAKOŚCI AKUSTYCZNEJ ŚRODOWISKA MIEJSKIEGO Z WYKORZYSTANIEM BADAŃ AUDIOMETRYCZNYCH

Zakłada się, że wyniki badań audiometrycznych o charakterze subiektywnym wykorzystane zostaną do opracowania zobiektywizowanego modelu zagrożenia hałasem mieszkańców, który uwzględniać będzie jakościową ocenę wrażeń postrzegania dźwięków w środowisku miejskim.

Tereny zurbanizowane charakteryzują się podobieństwem cech m.in. ze względu na przeznaczenie, sposób zagospodarowania, występującą zabudowę, współczynniki pochłaniania dźwięku, źródła hałasu. Miary podobieństwa cech o charakterze nieakustycznym i akustycznym w powiązaniu ze zobiektywizowanym modelem zagrożenia hałasem mieszkańców przyporządkować można terenom o takim samym przeznaczeniu. Pozwoli to na wyznaczenie oceny jakości akustycznej w środowisku z klasyfikacją terenów zurbanizowanych, ze względu na przeznaczenie i sposób zagospodarowania.

Oszacowanie dokuczliwości hałasowej mieszkańców z wykorzystaniem metody skalowania głośności stanowić będzie istotnie o jakościowych cechach dźwięków w zamieszkałym środowisku. Podejmowane próby w z zakresie skwantyfikowania środowiska [5], [8] dla potrzeb efektywnego planowania przestrzennego wskazują na wykorzystanie wskaźników oceny w obszarach:

- przyrodniczym i ochrony środowiska,
- funkcjonalnym,
- osadniczo-infrastrukturalne,
- społeczno-ekonomicznym.

Zmienne opisujące jakość środowiska tworzą tzw. łańcuch ekologiczny. Uwzględniają one zróżnicowanie zagospodarowania terenu pod względem udziału powierzchni zabudowanej i niezabudowanej, wskaźnik presji motoryzacyjnej, zmienne opisujące udziały

terenów zieleni osiedlowej, zieleni urządzonej i nieurządzonej.

Problem zanieczyszczenia hałasem środowiska zakwalifikowany został w tym ujęciu do obszaru przyrodniczego i ochrony środowiska. Jednakże specyfika występowania źródeł hałasu oraz efekty akustyczne towarzyszące emisji i immisji źródeł wymagają rozpatrywania zagrożenia hałasem znacznie szerzej, z uwzględnieniem obszarów: przyrodniczego i ochrony środowiska, funkcjonalnego, osadniczo-infrastrukturalnego.

Uwzględniając powyższe, dla potrzeb wyznaczenia jakości akustycznej środowiska, wykorzystane mogą być następujące wskaźniki (miary) przedstawione w tab. 14.1. Podejmowane badania w zakresie identyfikacji cech diagnostycznych środowiska zagrożonego hałasem wraz z zastosowaną propozycją mierników [6] nie rozwiązują w zupełności problemu oceny jakości akustycznej środowiska zurbanizowanego i wymagają rozwinięcia w w/w obszarach (tab. 14.1). Zmienne czynników przyporządkowane do uogólnionych obszarów (tab. 14.1) wyrazić można w sposób ilościowy.

Tab. 14.1 Rodzaje wskaźników

Obszar	Rodzaj czynnika	Wskaźniki	
		Strukturalno-funkcjonalne	Topologiczne
Przyrodniczy i ochrony środowiska	Hałas	Przeciętny poziom hałasu	Udział ludności w zasięgu krytycznej izolinii hałasu
	Jakość życia	Udział terenów zielonych	Dostępność terenów zielonych
	Ochrona środowiska	Udział terenów obszarowej ochrony przyrody	x
Funkcjonalny	Funkcje terenu	Udział terenów o danej funkcji	x
		Różnorodność funkcji użytkowania	x
		Potencjalna konfliktogenność	x
Osadniczo-infrastrukturalny	Struktura osadnicza	Udział terenów zabudowy mieszkaniowej	Rozproszenie zabudowy mieszkaniowej
	Struktura sieci infrastruktury	Gęstość i dostępność infrastruktury	x
	Zaludnienie	Gęstość zaludnienia	x
		Gęstość zaludnienia terenów osadniczych	Zróżnicowanie zaludnienia terenów osadniczych

Źródło: Opracowanie własne

Ze względu na podejmowany temat artykułu przedstawione zostanie ujęcie zagrożenia hałasem jako wskaźnika o charakterze strukturalno-funkcjonalnym i topologicznym, [8] tj.:

- przeciętny poziom hałasu H_S :

$$H_S = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{s} \quad [dB] \quad (14.1)$$

$$H_s = \frac{h_1}{s_1} + \frac{h_2}{s_2} + \dots + \frac{h_n}{s_n} \quad (14.2)$$

gdzie: h_1, h_2, \dots, h_n – poziom hałasu reprezentatywny dla powierzchni s_1, s_2, \dots, s_n

- udział ludności w zasięgu krytycznej izolinii hałasu H_l :

$$H_l = \frac{l_{(dB)}}{l} \cdot 100 \quad [\%] \quad (14.3)$$

gdzie: $l_{(dB)}$ – ilość mieszkańców zamieszkałych w izolinii krytycznej
(55 dB w porze nocnej lub 60 dB w porze dziennej),
 l – całkowita liczba ludności.

Rozszerzając zagadnienie zagrożenia hałasem do ochrony klimatu akustycznego zastosowane mogą być wskaźniki odnoszące się do udziału zabudowy na obszarach zagrożonych hałasem i obszarów narażonych na hałas do powierzchni gminy:

$$HAL1 = \frac{x_{(ha)}}{y_{(ha)}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (14.4)$$

gdzie: x – udział zabudowy na obszarach zagrożonych hałasem,
 y – ogół zabudowy.

$$HAL2 = \frac{z_{(ha)}}{s_{(ha)}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (14.5)$$

gdzie: z – obszary narażone na hałas,
 s – powierzchnia gminy.

Pozostałe wyrażenia wskaźników (tab. 14.1) mają stosunkowo prostą postać formuły i stanowią będą wytyczne do budowy zobiektywizowanego modelu zagrożenia hałasem. Pozyskanie i ocena wyników badań audiometrycznych symulowanych dźwięków środowiskowych pozwoli doprecyzować oraz zweryfikować zmienne modelu zagrożenia hałasem.

PODSUMOWANIE

Identyfikacja i ocena dokuczliwości hałasowej z wykorzystaniem metody audiometrycznej skalowania głośności pozwoli wyznaczyć uogólnione wrażenia postrzegania dźwięków w środowisku mieszkańców. Proponowane podejście badania jakości akustycznej środowiska sprowadza się do wyznaczenia obiektywnej oceny postrzegania dźwięków i uwzględnia immisję hałasu. Otrzymane wyniki badania dokuczliwości hałasowej wykorzystane zostaną w budowie modelu jakości akustycznej środowiska, który uwzględniać powinien zmienne cechy diagnostyczne środowiska o charakterze akustycznym i nieakustycznym.

Budowa modelu jakości akustycznej podlegać będzie badaniu ze względu na znaczenie istotności prezentowanych wskaźników oceny i monitorowania zagospodarowania przestrzennego terenów zurbanizowanych.

PODZIEKOWANIA

Artykuł jest wynikiem realizacji części badań statutowych w ramach pracy BK-223/ROZ3/2015, w obrębie zadania: Rola inżynierii produkcji w badaniach nad rozwojem innowacyjnych przedsiębiorstw i usług.

LITERATURA

- 1 M. Dąbrowski. „Collaborative web-based system for knowledge transfer to distributed groups of users within strategic noise mapping domain”. *International Journal of Distributed Systems and Technologies*. vol 4, issue 4, 2013, s. 39-49.
- 2 T. Kaczmarek, A. Preis. „Annoyance of Time-Varying Road-Traffic Noise”. *Archives of acoustics*, no.35 (3), 2010, s. 383-393.
- 3 A. Kowalczyk. *Wpływ zmian struktury krajobrazu na jego atrakcyjność turystyczną*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Warszawskiego, 2007.
- 4 P. Kutyło, M. Śliwińska-Kowalska. „Emisje otoakustyczne w monitorowaniu uszkodzeń słuchu spowodowanych hałasem”. *Otolaryngologia*, no. 13 (2), 2014, s. 67-76.
- 5 A. Loska. „Review of opportunities and needs of building the smartmaintenance concept within technical infrastructure system of municipal engineering”. R. Knosala (red.). *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2015, t. 2, s. 544-555.
- 6 W. Paszkowski. „Identyfikacja cech diagnostycznych w ocenie środowiska zurbanizowanego zagrożonego hałasem”. *Mechanik*, 2015.
- 7 Polski Portal Ekologiczny. Definicja terminu: dokuczliwość hałasu. Pobrano z: <http://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/slownik-terminow-prawnych/dokuczliwosc-halasu>. [Dostęp: 15.02.2015].
- 8 „Propozycje wskaźników do oceny i monitorowania zagospodarowania przestrzennego w gminach ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia ładu przestrzennego”. Raport z prac wykonanych w etapie I i II. Warszawa: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, 2012, s. 69, 150.
- 9 Report of an International Expert Symposium on the usefulness of OAEs Testing in Occupational Health Surveillance. Manchester, UK, 8-9th, February 2011.
- 10 P. Suchomski, B. Kostek, A. Czyżewski. „Hearing aid fitting method based on fuzzy logic processing”. *Archives of Acoustics*, nr. 33 (4), 2008, s. 153-158.

WYKORZYSTANIE METOD BADAŃ AUDIOMETRYCZNYCH W IDENTYFIKACJI DOKUCZLIWOŚCI HAŁASOWEJ MIESZKAŃCÓW

Streszczenie: W artykule zaproponowano wykorzystanie metody skalowania głośności do identyfikacji i oceny dokuczliwości hałasowej mieszkańców narażonych na oddziaływanie hałasu drogowego. Opisano sposób przeprowadzenia badań audiometrycznych przy wykorzystaniu symulowanych sygnałów akustycznych źródeł dźwięku. Przedstawiono możliwości opisu zmiennych środowiska miejskiego o charakterze akustycznym i nieakustycznym za pomocą wskaźników. Wskazano na potrzebę budowy modelu jakości akustycznej środowiska z wykorzystaniem wskaźników środowiskowych i wyników badań audiometrycznych.

Słowa kluczowe: dokuczliwość hałasowa, jakość akustyczna środowiska, badania audiometryczne

USING OF RESEARCH AUDIOMETRY METHODS IN IDENTIFICATION OF NOISE ANNOYANCE INHABITANTS

Abstract: In the article there was proposed the use of method of loudness scaling to identify and evaluate the level of annoyance of people exposed to traffic noise. There was described the way of doing audiometric measurements with the use of simulated acoustic signal sources. There were also presented possibilities of description of urban environment variables, both of acoustic and non-acoustic nature, with the use of appropriate indicators. There was indicated the need of creation of a model of evaluation of acoustic quality of the environment with the use of environmental indicators and outcome of the audiometric measurement.

Keywords: noise annoyance, quality of acoustic environment, audiometry research

Dr inż. Waldemar PASZKOWSKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Waldemar.Paszkowski@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 17.02.2015
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 29.04.2015