Dr inż. Waldemar PASZKOWSKI
Politechnika Śląski
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji

DOI: 10.17814/mechanik.2015.7.280

IDENTYFIKACJA CECH DIAGNOSTYCZNYCH W OCENIE ŚRODOWISKA ZURBANIZOWANEGO ZAGROŻONEGO HAŁASEM

Streszczenie: W artykule przedstawiono sposób identyfikacji cech diagnostycznych środowiska miejskiego dla potrzeb przeprowadzenia w nim oceny jakości akustycznej. Wyniki przeprowadzonych badań w tym zakresie wskazują na konieczność systemowego podejścia do oceny środowiska w kategorii jakości akustycznej. W tym znaczeniu dokonać należy wyboru reprezentacyjnych cech o charakterze akustycznym i nieakustycznym. Dla przyjętych cech diagnostycznych zaproponowano mierniki ocen opisujących środowisko zurbanizowane. Dokonano klasyfikacji mierników za pomocą kilku metod oceny zbiorów danych. Przeprowadzona została klasyfikacja zbiorów danych ze względu na wybrane metody oceny jakościowej.

IDENTIFICATION OF DIAGNOSTIC FEATURES IN EVALUATION OF URBAN ENVIRONMENT THREATENED WITH NOISE

Abstract: The article presents a method of identification of diagnostic features of urban environment for the needs of the acoustic quality assessment procedure. The results of the research in this field indicate the necessity of more systematic approach to the environmental impact assessment in the area of acoustics. In this meaning it is necessary to choose representative features (attributes) having both acoustic and non-acoustic nature. For given diagnostic features there were proposed indicators basing on a few methods of data collection assessment. There was done a classification of data collections according to selected methods of qualitative assessment.

Słowa kluczowe: cechy diagnostyczne, środowisko, mierniki oceny, zagrożenie hałasem
Keywords: diagnostic features, environment, touchstone of evaluation, threat to noise

1. WPROWADZENIE

Narażenie na hałas mieszkańców w środowisku miejskim opisane może być za pomocą wypadkowej cech o charakterze akustycznym i nieakustycznym. Cechy o charakterze akustycznym mogą być identyfikowane poprzez rodzaj i parametry źródeł dźwięku oraz zjawiska towarzyszące rozprzestrzenianiu się dźwięków w środowisku (tj. pochłanianie, odbicia, ugięcia fal akustycznych). Rodzaj i parametry obiektów tworzących zagospodarowanie przestrzenne środowiska oraz funkcje użytkowe terenów tworzą zbiór cech

o charakterze nieakustycznym. Złożony i zmienny w czasie charakter rozprzestrzeniania się energii akustycznej źródeł w środowisku miejskim powoduje, że ocena zagrożenia hałasem mieszkańców wymaga każdorazowo indywidualnego podejścia.
Zgodnie z obowiązującymi przepisami klimat akustyczny środowiska miejskiego oraz zagrożenie hałasem oceniane są za pomocą wskaźników ilościowych odnoszących się do wielkości dopuszczalnych poziomów dźwięku, w tym wskaźników długookresowych poziomów dźwięku dla pory dzienno-wieczorowo-nocnej (L_{DWN}) i nocnej (L_N). Informacje pozyskane z map akustycznych pozwalają w sposób ilościowy ocenić zagrożenie hałasem mieszkańców. Za pomocą wskaźników określa się liczbę osób narażonych na ponadnormatywne oddziaływanie hałasu (M) oraz przeprowadza się prognozę narażenia na hałas ze względu na rozwiązania redukujące zagrożenie hałasem.
Obecnie informacje wskaźnikowe pochodzące z mapy akustycznej są podstawą realizacji zadań ochrony środowiska przed hałasem, m.in. projektowania ekranów akustycznych, tłumienia elewacji budynków mieszkalnych, czy też wprowadzenia istotnych zmian w organizacji ruchu pojazdów [1]. Są to kosztowne rozwiązania, które nie zawsze są akceptowalne społecznie ze względu na skuteczność redukcji hałasu i subiektywny charakter odbioru wrażeń akustycznych. Brak informacji jakościowych immisji dźwięku w stosowanych ocenach zagrożenia hałasem stanowi nieprawdziwy i niepełny opis stanu akustycznego środowiska, który nie uwzględnienia subiektywnego odbioru wrażeń akustycznych.
Subiektywny aspekt percepcji dźwięków wskazuje na potrzebę identyfikacji jakości akustycznej środowiska i opracowania modelu jego oceny [2]. W tym celu, w ramach badań wstępnych, uzasadnione jest przeprowadzenie identyfikacji cech kształtujących postać i czynniki środowiska. Brak potwierdzonych praktycznie wyników badań w obszarze oceny jakości środowiska terenów zurbanizowanych przy występującym problemie subiektywnego odbioru wrażeń akustycznych powoduje:

- konieczność systemowego podejścia do oceny środowiska w kategorii jakości akustycznej,
- potrzebę realizacji badań w oparciu o dostępne metody badawcze uwzględniające cechy kształtujące szeroko rozumianą jakość akustyczną środowiska.

2. CECHY OBIEKTÓW MAP AKUSTYCZNYCH

Obiekty na mapach akustycznych tworzą skupienia i lokalizację przestrzenną na terenach o różnym stopniu zagospodarowania. Można przyjąć, że poszczególne tereny odpowiadać będą regionom odnoszącym się do wybranego terytorium, które identyfikowane może być przez cechy i ich powiązania. Na złożoność i różnorodność środowiska miejskiego składa się zespół cech wybranych elementów przestrzeni geograficznej odwzorowanych na mapie, takich jak: wielkość i rodzaj powierzchni terenu, struktura i rodzaj obiektów infrastruktury, rodzaj materiałów powierzchni czy też stan zagospodarowania terenów.
Zasoby informacyjne oraz struktura warstwowa map akustycznych (GIS) terenów zurbanizowanych pozwalają wyodrębnić powtarzalne grupy modeli obiektów. W zależności od sposobu zagospodarowania przestrzennego terenów modele grup obiektów zlokalizowanych na warstwach map akustycznych reprezentują na ogół:

- źródła hałasu,
- budynki mieszkalne i niemieszkalne,
- budowle infrastruktury miejskiej (np. mosty, wiadukty)
- ciągi komunikacji drogowej (kolejowej),
- rzeźbę terenu,
- tereny zielone,

– tereny cieków i zbiorników wodnych.

Sposób zagospodarowania miast charakteryzuje się pewną powtarzalnością obiektów ze względu na występujące funkcje użytkowe terenów. Duża liczba cech wskazuje na możliwość zastosowania metod taksonomicznych [3, 4, 5] dla potrzeb oceny jakości akustycznej.

Oznacza to, że zestawiając modele obiektów na każdej z warstw map akustycznych, dokonać można ich klasyfikacji i grupowania ze względu na podobieństwo cech. Przykładowo, dla warstwy budynków mieszkalnych wyróżnić można podobieństwo cech geometrycznych materiałowych oraz lokalizacji przestrzennej modeli obiektów. Identyfikacja cech modeli obiektów pozwoli je sklasyfikować z podziałem na grupy, ze względu na występujące miary podobieństwa (parametry).

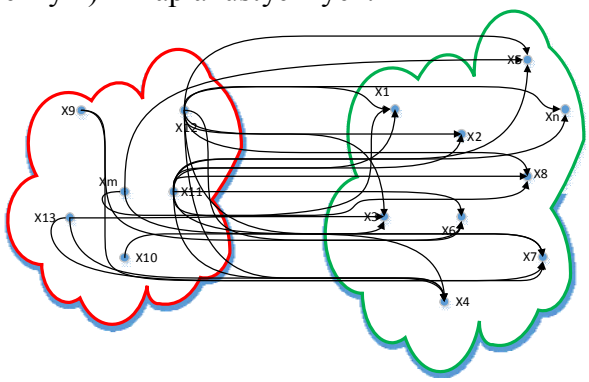
Reprezentacja zbioru cech nieakustycznych umożliwia skwantyfikowanie terenów środowiska miejskiego ukierunkowane na ocenę podatności na jakość akustyczną. W tym obszarze wyróżnić można stymulanty i destymulanty [3, 4, 6] wpływające na kształtowanie się jakości akustycznej w środowisku miejskim. Do destymulantów cech nieakustycznych świadczących o negatywnych tendencjach jakości środowiska zaliczyć można m.in.: intensywność skupienia budynków mieszkalnych, dominującą przewagę powierzchni i materiałów odbijających, bliskie sąsiedztwo położenia ciągów komunikacyjnych i budynków mieszkalnych.

Klasyfikacji ze względu na występujące miary podobieństwa podlegać będą modele obiektów reprezentujących cechy nieakustyczne.

Cechy akustyczne modeli źródeł wymagają indywidualnego podejścia i oceny w środowisku, ponieważ związane są one bezpośrednio ze specyficzną naturą źródeł hałasu i występowaniem zmiennych parametrów akustycznych. W związku z tym dla potrzeb wyznaczenia oceny jakości akustycznej środowiska niecelowe jest poszukiwanie podobieństwa cech źródeł hałasu. Jednakże istotne w tym obszarze będzie wyznaczenie reprezentacyjnych cech jakościowych immisji dźwięku dla potrzeb wyznaczenia oceny jakości akustycznej środowiska.

3. IDENTYFIKACJA I DOBÓR CECH DIAGNOSTYCZNYCH ŚRODOWISKA AKUSTYCZNEGO

Identyfikacja i wykorzystanie cech diagnostycznych terenów zurbanizowanych daje możliwość ich oceny w kategorii podatności na jakość akustyczną. W tym celu zasadne jest przeprowadzenie oceny jakości akustycznej środowiska przy wykorzystaniu modeli wzorców odpowiadających terenom o typowych sposobach zagospodarowania. Zakłada się, że modele wzorców wyznaczone zostaną statystycznie poprzez badanie podobieństwa cech obiektów (o charakterze nieakustycznym) z map akustycznych.



Rys. 1. Relacje pomiędzy cechami o charakterze akustycznym i nieakustycznym w środowisku

W środowisku miejskim zagrożonym hałasem wyróżnić można relacje pomiędzy cechami obiektów reprezentującymi źródła hałasu i cechami o charakterze nieakustycznym (rys. 1). W tym znaczeniu można zidentyfikować złożone zależności i oddziaływania pomiędzy źródłami hałasu i obiektami reprezentującymi środowisko. Spośród informacji o charakterze nieakustycznym i akustycznym opisujących środowisko miejskie zaproponowano jako punkt wyjścia do badań wybór cech obiektów w następujących grupach tematycznych:

- przeznaczenie terenów,
- rodzaj powierzchni terenów,
- rodzaj powierzchni obiektów budowlanych,
- ukształtowanie terenu,
- ludność,
- parametry akustyczne źródeł dźwięku.

Cechy diagnostyczne dla poszczególnych grup w środowisku przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Cechy diagnostyczne obiektów w środowisku zagrożonym hałasem komunikacyjnym

Symbol	Cecha diagnostyczna
I Przeznaczenie terenów (km^2)	
X1	*Tereny stref ochronnych*
X2	*Tereny rekreacji i wypoczynku*
X3	*Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej*
X4	*Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej*
X5	*Tereny usługowe*
X6	*Tereny infrastruktury drogowej*
X7	*Tereny infrastruktury chodnikowej*
X8	*Tereny obiektów przemysłowych*
X9	*Tereny niezagospodarowane*
II Rodzaj powierzchni terenów (km^2)	
X10	*Tereny zieleni*
X11	*Tereny zalesione*
X12	*Tereny dróg/ulic asfaltowych/betonowych*
X13	*Tereny dróg/ulic brukowanych*
X14	*Tereny chodników (płyty chodnikowe, bruk)*
III Rodzaj materiałów obiektów budowlanych (km^2)	
X15	*Ściany oszklone*
X16	*Ściany betonowe*
X17	*Ściany tynkowe*
X18	*Ściany z cegły*
X19	*Powierzchnie ekranów akustycznych*
X20	*Ściany z blach*
IV Ukształtowanie terenu (m)	
X21	*Średnia wysokość rzędnej terenu na km^2 powierzchni całkowitej terenów*
V Ludność	
X22	*Liczba mieszkańców wg bazy adresowej dla badanego terenu*
X23	*Liczba mieszkańców zamieszkałych w izolinii krytycznej (55 dB w nocy lub 60 dB w dzień)*
X24	*Wskaźnik M*
VI Dane ilościowe dotyczące hałasu drogowego – odcinki dróg	
X25	*Śr. dla roku natężenie ruchu dla pory dziennej*
X26	*Śr. dla roku natężenie ruchu dla pory wieczorowej*
X27	*Śr. dla roku natężenie ruchu dla pory nocnej*
X28	*Śr. liczba samochodów ciężarowych doby*
X29	*Śr. liczba samochodów osobowych doby*

Zidentyfikowanym cechom diagnostycznym przypisano postać mierników dla oceny jakości akustycznej środowiska zurbanizowanego (tabela 2).

Tabela 2. Mierniki oceny jakości akustycznej środowiska zurbanizowanego

Symbol	Postać miernika
M1	*X3/(X3+X4+X5)*
M2	*X4/(X3+X4+X5)*
M3	*(X1+X2+X3+X4+X5)/(X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9)*
M4	*X10/(X9+X10+X11+X12+X13+X14+X3+X4+X5)*
M5	*X28/(X26+X27+X28)*
M6	*X29/(X26+X27+X28)*
M7	*X15/(X15+X16+X17+X18+X19+X20)*
M8	*X17/(X15+X16+X17+X18+X19+X20)*
M9	*X24/X22*
M10	*X23/X22*
M11	*X21/(X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9)*

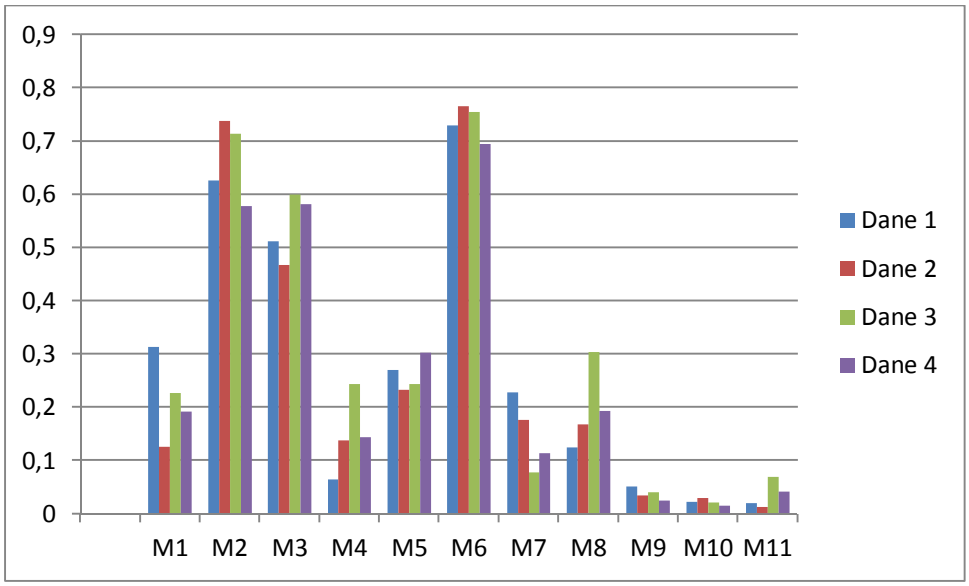
Przyjęte mierniki oceny jakości akustycznej stanowią powiązanie cech diagnostycznych badanego środowiska uwzględniające m.in. wielkość narażenia na hałas w odniesieniu do populacji zamieszkałej ludności, udziału terenów zabudowy mieszkaniowej w odniesieniu do całkowitej powierzchni terenów zabudowy, udziału terenów aktywności w odniesieniu do całkowitej powierzchni terenów, udziału terenów zielonych w odniesieniu do powierzchni zagospodarowanych, udziału materiałowego powierzchni ścian w odniesieniu do wszystkich powierzchni, udziału liczby pojazdów w potoku natężenia ruchu.

4. KLASYFIKACJA I PORZĄDKOWANIE CECH OBIEKTÓW

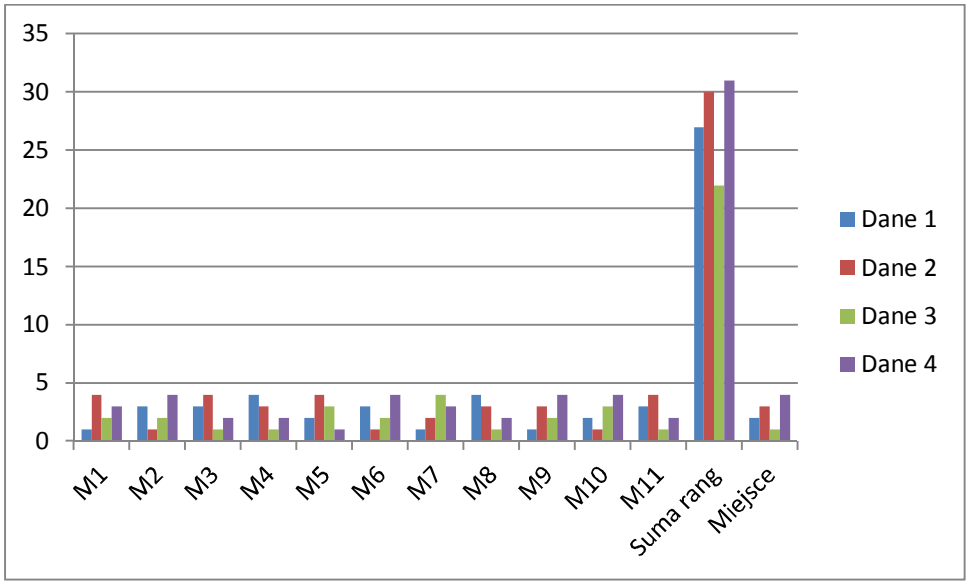
Selekcja cech diagnostycznych ze względu na kryteria statystyczne polega na określeniu zestawu zmiennych charakteryzujących się:

- adekwatnością ładunku informacji i badanego zjawiska – czy zmienne diagnostyczne rzeczywiście charakteryzują i różnicują obiekty pod względem badanego zjawiska,
- wysoką zmiennością,
- niskim stopniem skorelowania wartości cech potencjalnych – badanie siły zależności liniowej między wartościami zmiennych diagnostycznych (współ. korelacji liniowej Pearsona $r_p < 0,7$).

Dla potrzeb niniejszego referatu wykorzystane dane symulacyjne nie podlegały badaniu skorelowania współczynnikiem Pearsona. Prezentowane wyniki mają na celu przedstawienie sposobu oceny cech diagnostycznych kształtujących jakość akustyczną środowiska. Od jakości zestawu zmiennych zależy wiarygodność ostatecznych wyników klasyfikacji i trafność podejmowanych na ich podstawie decyzji [7].
Cechom diagnostycznym przypisano dane symulacyjne reprezentujące cztery wybrane losowo zbiory. Zgodnie z zaproponowanymi zależnościami cech (tab. 2) i po podstawieniu danych wyznaczono dla nich mierniki oceny (rys. 2).

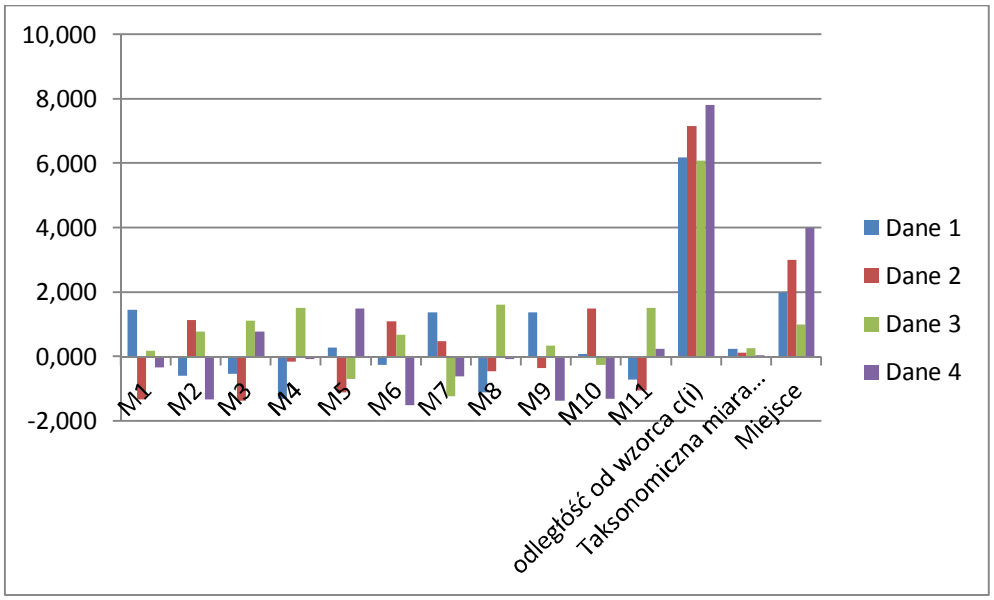


Rys. 2. Kształtowanie się mierników oceny jakości akustycznej środowiska dla danych symulacyjnych



Rys. 3. Klasyfikacja mierników oceny wg metody rang

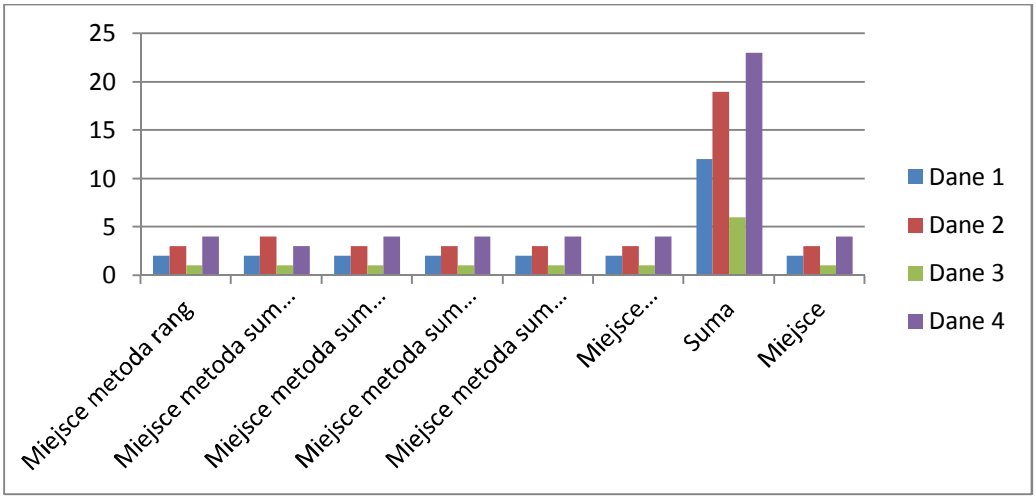
W klasyfikacji mierników zastosowano normalizację cech przy wykorzystaniu techniki rangowania [6]. Dokonano hierarchizacji ważności mierników oceny dla czterech grup danych. Otrzymane wyniki metodą rangowania wskazują jako najbardziej istotne mierniki oceny reprezentujące grupę: Dane 3 (rys. 3).



Rys. 4. Klasyfikacja mierników oceny wg taksonomicznej miary rozwoju

Jako kolejną metodę klasyfikacji danych zastosowano metodę taksonomicznej miary rozwoju. Dokonano klasyfikacji mierników oceny środowiska w odniesieniu do przyjętego symulowanego modelu wzorca. Wyznaczone taksonomiczne wskaźniki rozwoju umożliwiają ustalenie rankingu danych. Jako miarę oceny wyznaczono odległość euklidesową mierników od wzorca. Wyznaczone wartości syntetyczne wskaźników rozwoju pozwolą na docelowe wyznaczenie oceny jakości akustycznej środowiska. Otrzymane wyniki zastosowanej miary rozwoju (rys. 4) wskazują na jej największą wartość dla zbioru mierników reprezentujących: Dane 3.

Odrębną kwestią badań pozostaje opracowanie typowych modeli wzorców dla poszczególnych terenów zurbanizowanych. Zakłada się, że modele wzorców obejmować będą cechy nieakustyczne i wyznaczone zostaną jako statystyczne miary podobieństwa obiektów uwzględniające zmienne o charakterze infrastrukturalno-przestrzennym. Przeprowadzono ocenę danych wejściowych z wykorzystaniem sześciu metod (rys. 5).



Rys. 5. Zestawienie klasyfikacji danych wg wybranych metod oceny

Otrzymane wyniki oceny klasyfikacji danych wejściowych zastosowanych metod wskazują jako najbardziej istotne w rankingach dane: Dane 3.

5. WNIOSKI

Podejmowane badania ilościowej oceny zagrożenia hałasem na mapach akustycznych za pomocą wskaźników wskazują na potrzebę opracowania sposobu wykorzystania cech jakościowych środowiska. Zaproponowane podejście wykorzystania cech diagnostycznych w badaniu środowiska zurbanizowanego daje możliwość przeprowadzenia jego oceny jakości akustycznej. Przedstawiony sposób identyfikuje zależności i relacje cech środowiska za pomocą zaproponowanych mierników (wskaźników) oceny o charakterze akustycznym i nieakustycznym. Otrzymane wyniki badań z wykorzystaniem metod taksonomicznych dają możliwość oceny zbiorów danych wejściowych pod kątem oceny jakościowej środowiska zagrożonego hałasem.
Kontynuacja badań w tym obszarze polegać będzie na wyznaczeniu modelu wzorca jakości akustycznej środowiska dla typowych terenów zagospodarowania przestrzennego. Zaproponowany sposób oceny jakości akustycznej środowiska zostanie uzupełniony o zobiektywizowany model percepcji akustycznej mieszkańców.

Artykuł jest wynikiem badań statutowych o symbolu BK-223/ROZ3/2015 realizowanych w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej.

LITERATURA

[1] Dąbrowski M.: *Collaborative web-based system for knowledge transfer to distributed groups of users within strategic noise mapping domain*, "International Journal of Distributed Systems and Technologies" (2013), vol. 4 issue 4, s. 39-49.
[2] Paszkowski W.: *Innowacyjne metody kształtowania jakości akustycznej terenów zurbanizowanych z wykorzystaniem entropii informacji*, „Mechanik" 7/2014, s. 513-522.
[3] Młodak A.: *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Wydawnictwo Difin, Warszawa, 2006.
[4] Panek T.: *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa, 2009.
[5] Loska A., Dąbrowski M.: *Modelowanie oceny polityki eksploatacyjnej sieciowego systemu technicznego w oparciu o metody taksonomii numerycznej*, [w:] R. Knosala (red.): *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2014, Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Zakopane, luty 2014, tom 2, s. 700-713.
[6] Loska A.: *Exploitation assessment of selected technical objects using taxonomic methods*, „Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability" 2013; 15 (1): 1-8.
[7] Walesiak M.: *Rekomendacje w zakresie strategii postepowania w procesie klasyfikacji zbioru obiektów*, XXVII seminarium nt. *Przestrzenno-czasowe modelowanie zjawisk gospodarczych*, s. 185-203, 2006.